

Informe Nacional de la calidad del aire 2019

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Elaboración

Biól. Rodolfo Iniestra Gómez
Director de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos

Act. María Guadalupe Tzintzun Cervantes Subdirectora de Calidad del Aire

M. en C. José Andrés Aguilar Gómez
Subdirector de Movilidad Sustentable

M. en C. Laura Elizabeth Ramos Casillas
Jefa del Departamento de Caracterización de Fuentes Móviles

Ing. Carmen Alejandra Sánchez Soto
Jefa del Departamento de Información de Calidad del Aire

M. en G. Josefina Gabriel Morales
Jefa del Departamento de Modelación Ambiental y Salud

Directorio

Dra. María Amparo Martínez Arroyo Directora General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez
Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Diseño y formación

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Fotografías de portada tomadas de: https://www.google.com.mx

Citar este documento como:

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2020). Informe Nacional de la Calidad del Aire 2019, México. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. 343 pp.

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

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña,
Del. Tlalpan, C.P. 14210.Ciudad de México.
http://www.gob.mx/inecc

I. AGRADECIMIENTOS

Aunque es el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático quien elabora el Informe Nacional de Calidad del Aire, la gestión de los Sistemas de Monitoreo es responsabilidad de las autoridades ambientales locales, y son ellas quienes generaron y validaron la información usada como insumo básico en la preparación del presente documento. Nuestro agradecimiento a las dependencias que se listan a continuación por el apoyo brindado en el proceso de integración y validación de los datos de calidad del aire del año 2019.

- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado de Aguascalientes.
- Secretaría de Economía Sustentable y Turismo 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 Ecología del Municipio de Chihuahua.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Coahuila.
- Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Gobierno 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 Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.
- Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Estado de Puebla.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Querétaro.
- Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado San Luis Potosí.

- Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.
- Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Yucatán.
- Secretaría del Agua y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Zacatecas.

II. CONTENIDO

I. AGRADECIMIENTOS **3**
II. CONTENIDO **5**
III. LISTA DE TABLAS **6**
IV. LISTA DE FIGURAS **9**
V. SIGLAS Y ACRÓNIMOS **26**
VI. PRESENTACIÓN **28**
VII. RESUMEN EJECUTIVO **31**
VIII. METODOLOGÍA **47**
VIII.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LAS BASES DE DATOS 47
VIII.2. CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES 50
VIII.3. INDICADORES 51
IX. CALIDAD DEL AIRE POR ENTIDAD FEDERATIVA **63**
CAPÍTULO 1. AGUASCALIENTES 64
CAPÍTULO 2: BAJA CALIFORNIA 72
CAPÍTULO 3: CHIHUAHUA 88
CAPÍTULO 4: CIUDAD DE MÉXICO 105
CAPÍTULO 5: COAHUILA 118
CAPÍTULO 6: ESTADO DE MÉXICO 137
CAPÍTULO 7: GUANAJUATO 150
CAPÍTULO 8: HIDALGO 177
CAPÍTULO 9: JALISCO 207
CAPÍTULO 10: MORELOS 220
CAPÍTULO 11: NAYARIT 238
CAPÍTULO 12: NUEVO LEÓN 250
CAPÍTULO 13: PUEBLA 263
CAPÍTULO 14: QUERÉTARO 280
CAPÍTULO 15: SAN LUIS POTOSÍ 301
CAPÍTULO 16: SONORA 312
CAPÍTULO 17: TABASCO 320
CAPÍTULO 18: VERACRUZ 330
CAPÍTULO 19: YUCATÁN 350
CAPÍTULO 20: ZACATECAS 359
X. NUMERARIA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO, 2019 ..... **371**
XI. BIBLIOGRAFÍA **383**

III. LISTA DE TABLAS

Tabla VIII.1. SMCA incluidos en este informe. 49

Tabla VIII.2. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental. 52

Tabla VIII.3. Datos diarios y criterios de suficiencia utilizados para la generación del indicador sobre distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala. 56

Tabla VIII.4. Calificativo de calidad del aire: color e intervalos de concentración por contaminante, Índice Aire y Salud. 56

Tabla 1.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 67

Tabla 1.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Aguascalientes, 2018 – 2019. 71

Tabla 2.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 76

Tabla 2.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Baja California, 1997 – 2019. 85

Tabla 3.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 92

Tabla 3.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2019. 102

Tabla 4.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 109

Tabla 4.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada, 1990 – 2019. 116

Tabla 5.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 122

Tabla 5.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2019. 135

Tabla 6.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Zona Metropolitana de Valle de Toluca en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 141

Tabla 6.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 1994 – 2019. 148

Tabla 7.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 154

Tabla 7.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2019. 173

Tabla 8.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 181

Tabla 8.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2019. 204

Tabla 9.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 211

Tabla 9.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2019. 218

Tabla 10.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 224

Tabla 10.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2019. 236

Tabla 11.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 241

Tabla 11.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2019. 248

Tabla 12.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nuevo León en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 254

Tabla 12.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2019. 261

Tabla 13.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 267

Tabla 13.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2019. 277

Tabla 14.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 283

Tabla 14.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2019. 299

Tabla 15.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 304

Tabla 15.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, 2018 – 2019. 311

Tabla 16.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Sonora en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 315

Tabla 16.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Sonora, 2018 – 2019. 318

Tabla 17.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 323

Tabla 18.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 334

Tabla 18.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2019. 348

Tabla 19.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 353

Tabla 19.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2019. 357

Tabla 20.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Zacatecas en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes. 362

Tabla 20.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019. 369

Tabla N.1. Estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2019. 378

IV. LISTA DE FIGURAS

Figura RE.1. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2019) 31

Figura RE.2. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2019) incluidas en este Informe. 32

Figura RE.3. Evaluación de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México, en el año 2019 (Línea vertical indica el límite que se debe cumplir). 34

Figura RE.4. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019) 35

Figura RE.5. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de $PM_{2.5}$, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2019 37

Figura RE.6. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019) 38

Figura RE.7. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2019 40

Figura RE.8. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019) 41

Figura RE.9. de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 8 horas de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019) 41

Figura RE.10. Frecuencia de ocurrencia de días en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en 2019 45

Figura VIII.1. Procedimiento de verificación de las bases de datos. 47

Figura VIII.2. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire 51

Figura VIII.3. Representación gráfica de la evaluación del cumplimiento de los límites normados. 55

Figura VIII.4. Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente. 57

Figura VIII.5. Ejemplo de la representación gráfica de las tendencias de los datos diarios 58

Figura VIII.6. Ejemplo de la representación gráfica del porcentaje de días por año, en que se rebasa el límite normado de un contaminante. 59

Figura VIII.7. Ejemplo de la representación gráfica del número de horas, por año, en que se rebasó norma vigente de calidad del aire para ozono. 61

Figura VIII.8. Ejemplo de la representación gráfica del número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire. 62

Figura 1.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Aguascalientes, 2019. 67

Figura 1.2. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Aguascalientes, en el año 2019. 68

Figura 1.3. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Aguascalientes, en el año 2019. 69

Figura 1.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en Aguascalientes, en el periodo 2018 - 2019. 70

Figura 1.5. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2018 – 2019. 71

Figura 1.6. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Aguascalientes, 2018 – 2019. 71

Figura 2.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Baja California, 2019. 76

Figura 2.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Baja California, en el año 2019. 77

Figura 2.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Baja California, en el año 2019. 78

Figura 2.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM10, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California* 79

Figura 2.5. Tendencias de las concentraciones diarias de PM2.5, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California 79

Figura 2.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O3, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California 80

Figura 2.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California 80

Figura 2.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO2, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California 80

Figura 2.9. Tendencias de las concentraciones diarias de PM10, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019*. 81

Figura 2.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM2.5, por ciudad, en Baja California, en el periodo 2003 – 2019. 81

Figura 2.11. Tendencias de las concentraciones diarias de O3, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019. 82

Figura 2.12. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019. 82

Figura 2.13. Tendencias de las concentraciones diarias de NO2, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019. 83

Figura 2.14. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1997 – 2019. 84

Figura 2.15. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1997 – 2019. 85

Figura 2.16. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Baja California, 1997 – 2019. 87

Figura 3.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Chihuahua, 2019. 93

Figura 3.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Chihuahua, en el año 2019. 93

Figura 3.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Chihuahua, en el año 2019. 95

Figura 3.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua. 96

Figura 3.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua. 96

Figura 3.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua. 97

Figura 3.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua. 97

Figura 3.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua. 98

Figura 3.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua. 98

Figura 3.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019. 99

Figura 3.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2014 – 2019. 99

Figura 3.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019. 100

Figura 3.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019. 100

Figura 3.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019. 100

Figura 3.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019. 101

Figura 3.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2007 – 2019. 101

Figura 3.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2007 – 2019. 102

Figura 3.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2019 104

Figura 4.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de México y su zona conurbada, 2019. 110

Figura 4.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2019 110

Figura 4.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2019. 112

Figura 4.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2019. 113

Figura 4.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el periodo 1990 - 2019. 114

Figura 4.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de

cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1990 – 2019.....115

Figura 4.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1990 – 2019.....116

Figura 4.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada, 1990 – 2019.....117

Figura 5.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Coahuila, 2019.....122

Figura 5.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Coahuila, en el año 2019.....123

Figura 5.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Coahuila, en el año 2019.....124

Figura 5.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.....125

Figura 5.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.....126

Figura 5.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.....126

Figura 5.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.....128

Figura 5.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.....128

Figura 5.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.....129

Figura 5.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.....130

Figura 5.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.....130

Figura 5.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.....131

Figura 5.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.....131

Figura 5.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.....132

Figura 5.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.....132

Figura 5.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2019. 134

Figura 5.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2013 – 2019. 134

Figura 5.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2019. 136

Figura 6.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la ZMVT, 2019. 141

Figura 6.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2019. 142

Figura 6.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2019. 143

Figura 6.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la ZMVT, en el año 2019. 145

Figura 6.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la ZMVT, en el periodo 1994 - 2019. 146

Figura 6.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1994 – 2019. 147

Figura 6.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1994 – 2019. 147

Figura 6.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 1994 – 2019. 149

Figura 7.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Guanajuato, 2019. 156

Figura 7.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Guanajuato, en el año 2019. 156

Figura 7.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo, en Guanajuato, en el año 2019. 158

Figura 7.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato. 159

Figura 7.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato. 160

Figura 7.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato. 161

Figura 7.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato. 162

Figura 7.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato. 163

Figura 7.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato. 164

Figura 7.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019. 165

Figura 7.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2013 – 2019. 166

Figura 7.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019. 168

Figura 7.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019. 169

Figura 7.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019. 170

Figura 7.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2000 – 2019. 171

Figura 7.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2019. 172

Figura 7.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2006 – 2019. 173

Figura 7.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2019. 176

Figura 8.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Hidalgo, 2019. 182

Figura 8.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Hidalgo, en el año 2019. 182

Figura 8.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Hidalgo, en el año 2019. 184

Figura 8.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo. 185

Figura 8.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo. 186

Figura 8.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo. 187

Figura 8.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo. 189

Figura 8.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo. 190

Figura 8.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo. 192

Figura 8.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019. 194

Figura 8.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019. 195

Figura 8.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019. 196

Figura 8.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019. 198

Figura 8.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019. 199

Figura 8.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019. 201

Figura 8.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2019. 202

Figura 8.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2013 – 2019. 203

Figura 8.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2019. 205

Figura 9.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2019. 211

Figura 9.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2019. 212

Figura 9.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2019. 214

Figura 9.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2019. 215

Figura 9.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el periodo 1993 - 2019. 216

Figura 9.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1993 – 2019. 217

Figura 9.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1993 – 2019. 218

Figura 9.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2019. 219

Figura 10.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Morelos, 2019. 224

Figura 10.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Morelos, en el año 2019. 225

Figura 10.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Morelos, en el año 2019. 227

Figura 10.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos. 228

Figura 10.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos. 228

Figura 10.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos. 229

Figura 10.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos. 230

Figura 10.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos. 230

Figura 10.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos. 231

Figura 10.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019. 232

Figura 10.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2016 – 2019. 232

Figura 10.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019. 233

Figura 10.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019. 233

Figura 10.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019. 234

Figura 10.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos en el periodo 2015 – 2019. 234

Figura 10.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2019. 235

Figura 10.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2014 – 2019. 236

Figura 10.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2019. 237

Figura 11.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Nayarit, 2019. 241

Figura 11.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Nayarit, en el año 2019. 242

Figura 11.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Nayarit, en el año 2019. 244

Figura 11.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Nayarit, en el año 2019. 245

Figura 11.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Nayarit, en el periodo 2015 - 2019. 246

Figura 11.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2015 – 2019. 247

Figura 11.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2015 – 2019. 248

Figura 11.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2019. 249

Figura 12.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey, 2019. 254

Figura 12.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2019. 255

Figura 12.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en el Área de Metropolitana de Monterrey, en el año 2019. 257

Figura 12.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2019. 258

Figura 12.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el periodo 1993 - 2019. 259

Figura 12.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1993 – 2019. 260

Figura 12.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1993 – 2019. 261

Figura 12.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2019. 262

Figura 13.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Puebla, 2019. 267

Figura 13.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Puebla, en el año 2019. 268

Figura 13.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Puebla, en el año 2019. 270

Figura 13.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla. 271

Figura 13.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla. 271

Figura 13.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla. 272

Figura 13.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla. 272

Figura 13.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla. 273

Figura 13.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla. 273

Figura 13.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019. 274

Figura 13.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2010 – 2019. 274

Figura 13.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019. 274

Figura 13.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019. 275

Figura 13.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019. 275

Figura 13.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019. 275

Figura 13.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2019. 276

Figura 13.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2000 – 2019. 277

Figura 13.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2019. 279

Figura 14.1. Ubicación de las estaciones que conforman el SMCA de Querétaro, 2019. 283

Figura 14.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Querétaro, en el año 2019. 284

Figura 14.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Querétaro, en el año 2019. 286

Figura 14.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro. 287

Figura 14.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro. 287

Figura 14.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro. 288

Figura 14.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro. 289

Figura 14.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro. 290

Figura 14.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro. 291

Figura 14.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2019. 291

Figura 14.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2019. 292

Figura 14.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019. 293

Figura 14.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019. 293

Figura 14.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019. 295

Figura 14.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019. 295

Figura 14.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2011 – 2019. 296

Figura 14.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2011 – 2019. 298

Figura 14.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2019. 300

Figura 15.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada 2019. 304

Figura 15.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2019. 305

Figura 15.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2019. 307

Figura 15.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2019. 308

Figura 15.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en periodo 2018 - 2019. 309

Figura 15.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2018 – 2019. 310

Figura 15.7. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, 2018 – 2019. 311

Figura 16.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Sonora, 2019. 315

Figura 16.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Sonora, en el año 2019. 316

Figura 16.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Sonora, en el año 2019. 316

Figura 16.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Sonora, en el año 2019. 317

Figura 16.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Sonora, en el periodo 2018 - 2019. 317

Figura 16.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2018 – 2019. 318

Figura 16.7. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Sonora, 2018 – 2019. 319

Figura 17.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tabasco en 2019. 324

Figura 17.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Tabasco, en el año 2019. 324

Figura 17.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Tabasco, en el año 2019. 325

Figura 17.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el municipio Centro de Tabasco, en el año 2019. 327

Figura 17.5. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Tabasco, en el periodo 2015 – 2019. 328

Figura 17.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3 y SO_2 en el municipio Centro de Tabasco, en el periodo 2018 – 2019. 329

Figura 17.7. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2019. 329

Figura 18.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Veracruz, 2019. 334

Figura 18.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Veracruz, en el año 2019. 335

Figura 18.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Veracruz, en el año 2019 337

Figura 18.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz. 338

Figura 18.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz. 339

Figura 18.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz. 340

Figura 18.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz. 341

Figura 18.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz. 341

Figura 18.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz. 342

Figura 18.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019. 343

Figura 18.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019. 343

Figura 18.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019. 344

Figura 18.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019. 345

Figura 18.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019. 345

Figura 18.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019. 346

Figura 18.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2019. 346

Figura 18.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2014 – 2019. 347

Figura 18.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2019. 349

Figura 19.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Yucatán, 2019. 353

Figura 19.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la Ciudad de Mérida, en el año 2019. 354

Figura 19.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Mérida, en el año 2019. 355

Figura 19.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Mérida, en el año 2019. 356

Figura 19.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Mérida, en el periodo 2013 - 2019. 356

Figura 19.6. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2019. 358

Figura 20.1. Ubicación espacial de la estación de monitoreo de Zacatecas, 2019. 362

Figura 20.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Zacatecas, en el año 2019. 363

Figura 20.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Zacatecas, en el año 2019. 365

Figura 20.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Zacatecas, en el año 2019. 366

Figura 20.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Zacatecas, en el año 2019. 367

Figura 20.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el año 2019. 368

Figura 20.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el año 2019. 368

Figura 20.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019. 369

V. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AMM	Área Metropolitana de Monterrey
CFR	Code of Federal Regulations
CIMAV	Centro de Investigación en Materiales Avanzados
CO	Monóxido de carbono
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
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
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO_2	Dióxido de nitrógeno
O_3	Ozono
PM_{10}	Partículas suspendidas con diámetros aerodinámicos menores de 10 µm
$PM_{2.5}$	Partículas suspendidas con diámetros aerodinámicos menores de 2.5 µm
ppm	Partes por millón
SCICA	Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire
SIMAEH	Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo
SLP	San Luis Potosí
SMCA	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire
SO_2	Dióxido de azufre
UACJ	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
USEPA	United States Environmental Protection Agency
ZM	Zona Metropolitana
ZMG	Zona Metropolitana de Guadalajara
ZMSLP	Zona Metropolitana de San Luis Potosí
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle de Toluca
$\mu g/m^3$	Microgramos por metro cúbico

VI. Presentación

VI. PRESENTACIÓN

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. La contaminación que se genera en una cuenca y sus efectos traen como consecuencia la necesidad de mantener una vigilancia constante, no sólo en los lugares en que se originan los contaminantes, sino en zonas aledañas. La atención a la necesidad de los gobiernos locales y de la comunidad de incrementar sus esfuerzos para obtener información confiable de la concentración de contaminantes, sus fuentes y sus efectos en estos sitios, es imperativa y fundamental para la toma de decisiones en materia de protección a la salud de la población y de los ecosistemas (DOF, 2012).

Entre los contaminantes atmosféricos con distinta repercusión en la atmósfera, y por consiguiente en la calidad de vida y ecosistemas, se encuentran, entre otros, el ozono (O_3), el material particulado (incluyendo a las PM_{10} y $PM_{2.5}$), el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO). Estos contaminantes son conocidos comúnmente como contaminantes criterio, por tratarse de contaminantes normados a los que se les ha establecido, al menos, un límite máximo permisible de concentración en el aire ambiente, con la finalidad de proteger la salud humana y asegurar el bienestar de la población (COFEPRIS, 2017).

La exposición a contaminantes en el aire ambiente está asociada con una amplia gama de efectos adversos (agudos y crónicos), que afectan la calidad de vida de la población general y de los grupos vulnerables, principalmente los niños, mujeres en gestación y adultos mayores, sobre todo si padecen de enfermedades preexistentes. Entre los efectos agudos, los estudios reportan incremento en las tasas de morbilidad, principalmente en síntomas respiratorios y visitas a servicios de urgencias por enfermedades respiratorias, así como disminución de la función pulmonar, respuesta inmunológica alterada o predisposición a infecciones respiratorias y exacerbación de cuadros asmáticos. También destaca el incremento en las tasas de mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La información sobre los efectos adversos en la salud relacionados con la exposición a largo plazo en México es limitada. Sin embargo, la evidencia internacional reporta incremento en la probabilidad de desarrollar cáncer pulmonar y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, mayor número de casos de asma, afectaciones del crecimiento pulmonar, mortalidad prematura y aumento de muertes por enfermedades cardiovasculares y respiratorias (COFEPRIS, 2017).

En este contexto, el presente Informe constituye un esfuerzo por 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 panorama de la calidad del aire en México, para que, en el ámbito de su competencia, puedan establecer las medidas necesarias en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica. Para ello, se incluye información de 24 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 20 entidades federativas y 76 ciudades y zonas metropolitanas de la República Mexicana que cuentan con datos para el año 2019 con respecto a alguno de los contaminantes criterio antes referidos. Se evalúa el estado de la calidad del aire en cada ciudad y zona metropolitana a partir de los siguientes indicadores:

a. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire;

b. Distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala;

c. Tendencia mensual de las concentraciones diarias;

d. Tendencia histórica de las concentraciones diarias;

e. Porcentaje de días por año con concentraciones superiores a los límites normados;

f. Número de horas, por año, en que se rebasa el límite normado de 1 hora de ozono y,

g. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

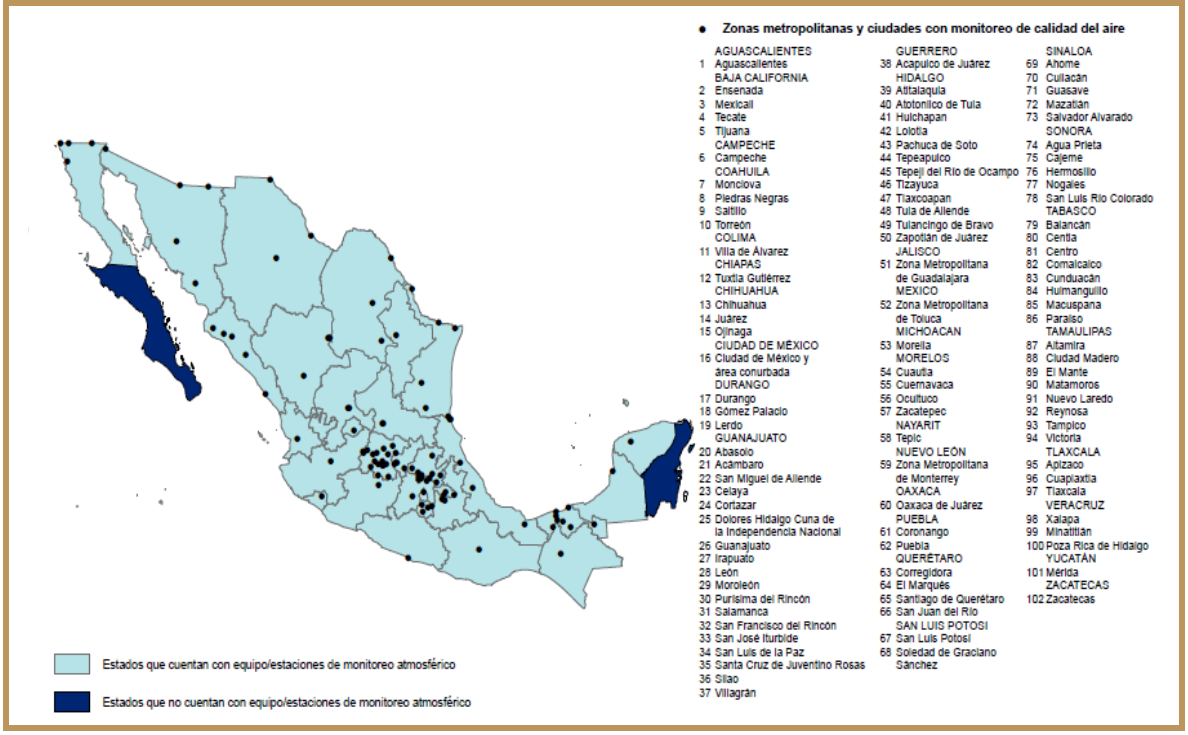
VII. Resumen Ejecutivo

VII. RESUMEN EJECUTIVO

A diciembre del año 2019 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), tuvo registro de la existencia de 36 SMCA: 35 administrados por alguna autoridad gubernamental, ya fuera estatal o municipal y uno administrado por una institución académica (Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez).

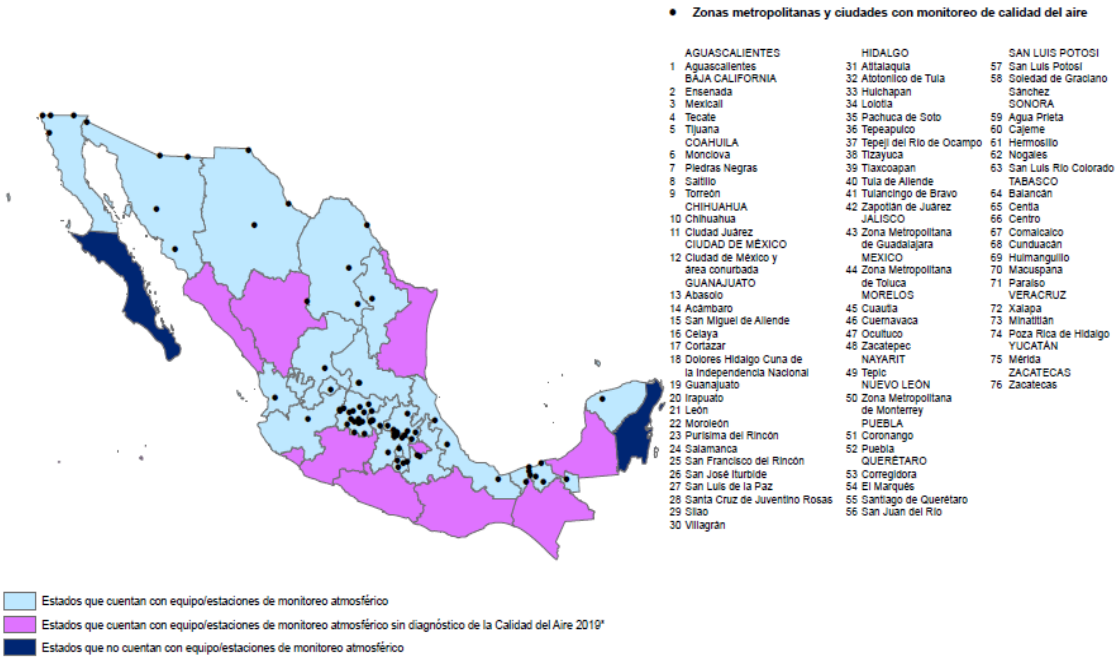
Estos 36 SMCA estuvieron distribuidos en 30 entidades federativas. Quintana Roo y Baja California Sur continúan siendo las únicas entidades que no poseen un SMCA en su territorio. En su conjunto, estos SMCA agruparon un total de 241 estaciones de monitoreo/muestreo. Estas 241 estaciones de monitoreo estuvieron repartidas en un total de 102 ciudades y zonas metropolitanas (Figura RE.1).

Figura RE.1. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2019)



Este informe incluye el diagnóstico de la calidad del aire realizado en **24** SMCA, distribuidos en **20** entidades federativas. Dichos SMCA incluyen un total de **185** estaciones de monitoreo/muestreo, distribuidas en **76** ciudades y zonas metropolitanas (Figura RE.2). **140** estaciones de monitoreo contaron con infraestructura para la medición de ozono, **158** para partículas suspendidas PM_{10}, **114** para partículas suspendidas $PM_{2.5}$, **131** para SO_2, **125** para NO_2 y **134** para CO. Las ciudades no incluidas, no respondieron la solicitud de información del INECC o entregaron información no validada o en formato no apropiado para su manejo.

Figura RE.2. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2019) incluidas en este Informe.

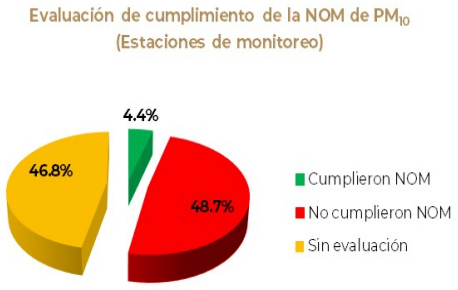


Los hallazgos más relevantes por contaminante, derivados del análisis de los datos de calidad del aire 2019 de los que dispuso el INECC para la elaboración de este documento son descritos a continuación.

HALLAZGOS RELEVANTES

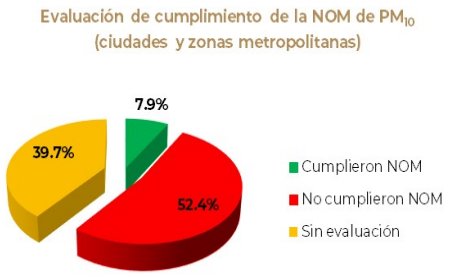
De las **158** estaciones de monitoreo capaces de medir **PM_{10}**:

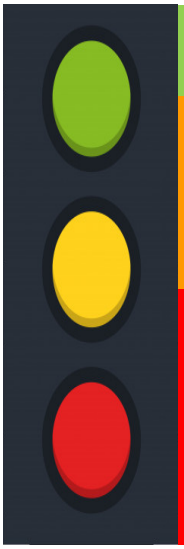
- En **7** se cumplió con los límites normados.
- En **77** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **57** rebasaron los dos límites normados (24 h y anual).
  - ✓ **20** sólo rebasaron el límite de 24 h.
- En **74** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en **54** por insuficiencia de datos, **18** estuvieron fuera de operación y en **2** la información no estuvo disponible.



De las **63** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **PM_{10}**:

- En **5** se cumplió con los límites normados.
- En **33** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **25** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **10** por insuficiencia de datos y **15** reportaron equipo fuera de operación.





Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM de PM_{10}

Tepeji del Río, Tula de Allende, Zapotlán, Huichapan y Purísima del Rincón.

Ciudades en donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Aguascalientes, Tijuana, Piedras Negras, Tlaxcoapan, Coronango, Balancán, Centla, Comalcalco, Macuspana, Minatitlán, Ensenada, Tecate, Torreón, Dolores Hidalgo, Acámbaro, Moroleón, San José Iturbide, Cuautla, Zacatepec, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Huimanguillo, Paraíso y

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM de PM_{10}

Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Área Metropolitana de Monterrey (AMM), Celaya, Mexicali, Monclova, Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), Santiago de Querétaro, Torreón, Atitalaquia, Salamanca, Ocuituco, Nogales, Ciudad Juárez, Saltillo, Cuernavaca, Irapuato, Zona Metropolitana de Valle de México (ZMVM), Puebla, Zacatecas, Atotonilco de Tula, Silao, Tepeapulco, León, Chihuahua, Centro

Nota: Cuando se cuenta con monitoreo automático y manual, prevalece el manual para fines de evaluación de cumplimiento de NOM.

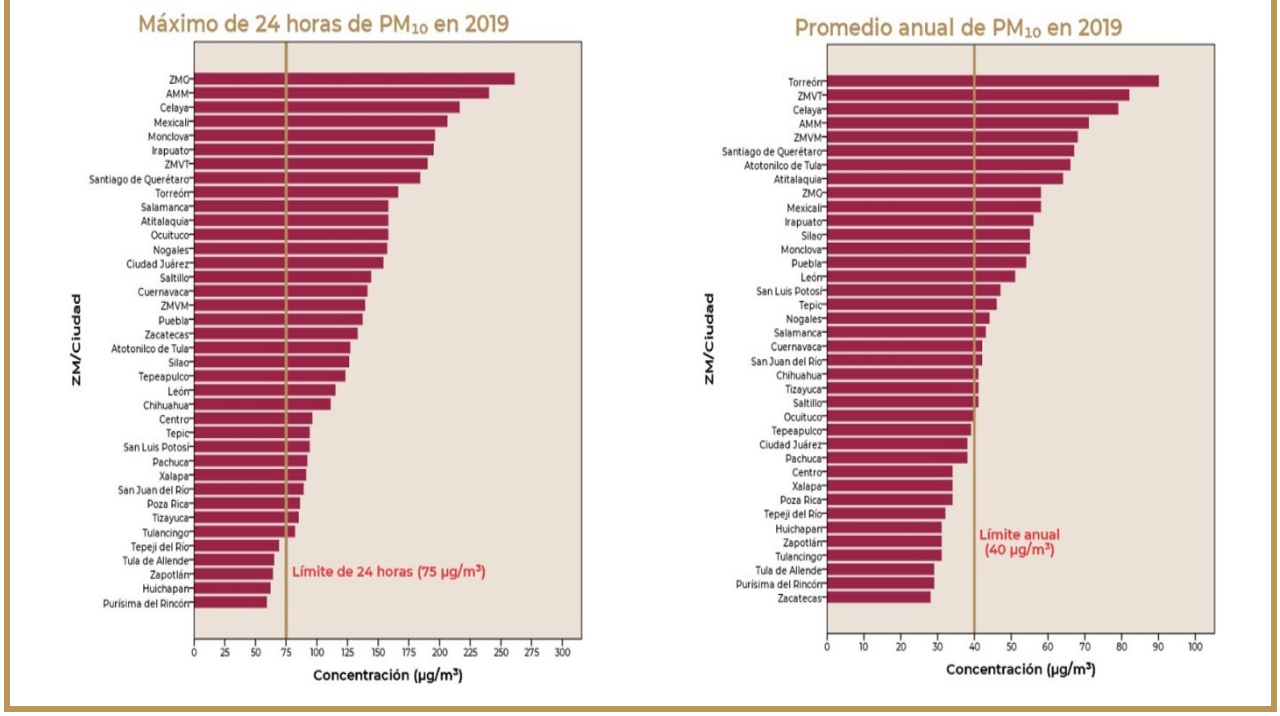
De las 10 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de PM_{10} por insuficiencia de datos; 8 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por PM_{10}
Tijuana, Macuspana, Balancán, Aguascalientes, Coronango, Piedras Negras, Minatitlán y Tlaxcoapan.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura RE.3 muestra la concentración máxima registrada como promedio de 24 horas de partículas PM_{10} en cada ciudad y zona metropolitana de México, así como el promedio anual estimado para el año 2019 y su compraración con el límite normado vigente respectivo, esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento en términos de la concentración máxima registrada.

Figura RE.3. Evaluación de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México, en el año 2019 (Línea vertical indica el límite que se debe cumplir).



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura RE.4 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM_{10} (estimado como el número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite diario normado entre número de días con información válida disponible en el año), tanto para las ciudades que incumplieron la NOM como para las ciudades con problemas potenciales de incumplimiento. Es importante puntualizar que la "NOM-025-SSA1-2014", establece que el valor límite normado no debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura RE.4. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019)



*Estimado con datos generados por monitoreo manual

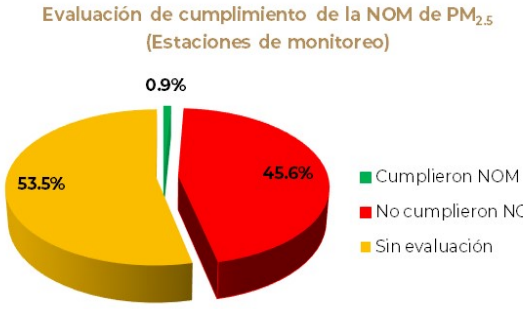
No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de los límites normados establecidos.

Con problemas potenciales = son aquellas ciudades en las que no se puede establecer incumplimiento de norma por insuficiencia de datos, pero la información disponible indica la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado.

HALLAZGOS RELEVANTES

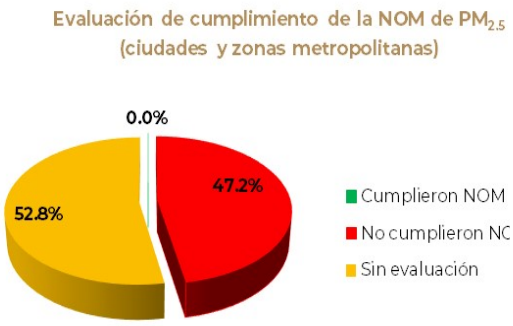
De las **114** estaciones de monitoreo capaces de medir **$PM_{2.5}$**:

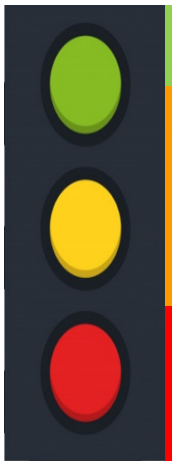
- En **1** se cumplió con los límites normados.
- En **52** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **44** rebasaron los dos límites.
  - ✓ **7** rebasaron el límite anual.
  - ✓ **1** rebasó el límite de 24 h.
- En **61** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en **47** por insuficiencia de datos y **14** estuvieron fuera de operación.



De las **53** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **$PM_{2.5}$**:

- En **25** no se cumplió con ninguno de los límites normados.
- En **28** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **20** por insuficiencia de datos y **8** reportaron equipo fuera de operación.





Ciudades que SÍ cumplen con NOM de $PM_{2.5}$
Ninguna

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM
Chihuahua, Ciudad Juárez, Monclova, Piedras Negras, Silao, San Luis de la Paz, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Lolotla, Huichapan, ZMG, Zacatepec, Corregidora, El Marqués, San Luis Potosí, Aguascalientes, Mérida, Zacatecas, Ensenada, Torreón, Villagrán, Cortazar, Juventino Rosas, San Francisco del Rincón, Cuautla y Coronango.

Ciudades que NO cumplen con NOM de $PM_{2.5}$
AMM, ZMVT, ZMVM, Irapuato, Celaya, Tijuana, Salamanca, Cuernavaca, Puebla, Mexicali, Ocuituco, Xalapa, Minatitlán, Poza Rica, Abasolo, Pachuca, Tulancingo, León, Tepic, San Juan del Río, Saltillo, Guanajuato,

Nota: Cuando se cuenta con monitoreo automático y manual, prevalece el manual para fines de evaluación de cumplimiento de NOM.

De las 20 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de $PM_{2.5}$ por insuficiencia de datos; 10 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

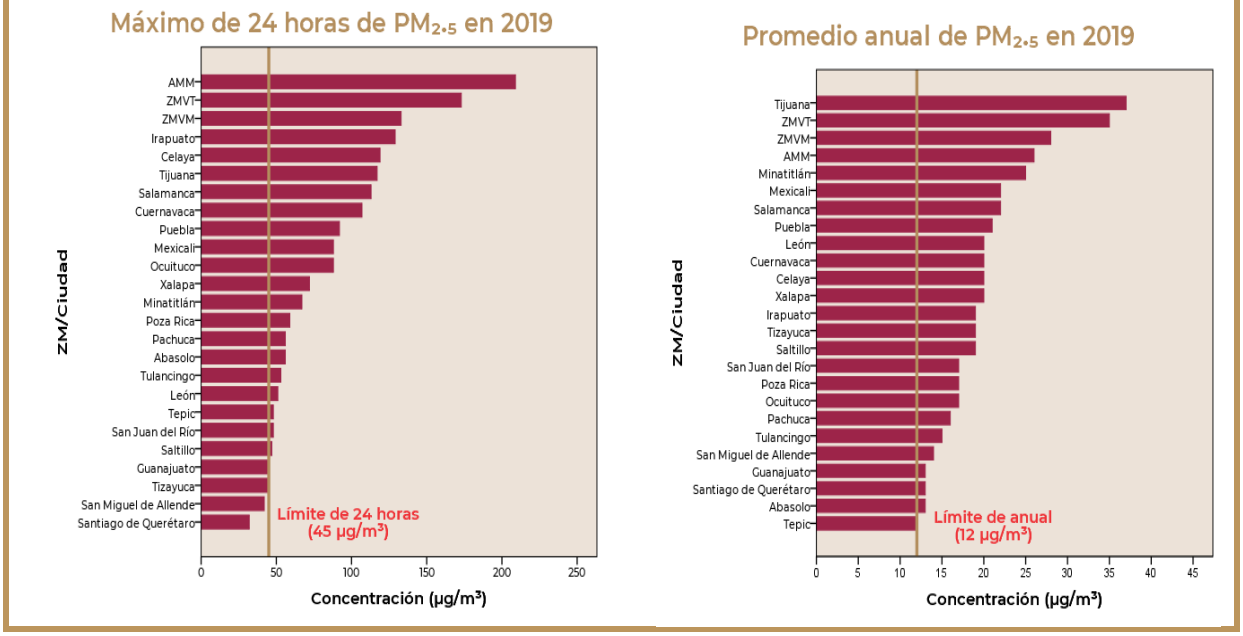
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por $PM_{2.5}$

Atotonilco de Tula, Zacatepec, Zona Metropolitana de Guadalajara, Tepeji del Río, Silao, Aguascalientes, Mérida, Piedras Negras, Monclova y Ciudad Juárez.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura RE.5 muestra la concentración máxima registrada como promedio de 24 horas de partículas $PM_{2.5}$ en cada ciudad y zona metropolitana de México, así como el promedio anual estimado para el año 2019 y su comparación con el límite normado vigente respectivo, esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento en términos de la concentración máxima registrada.

Figura RE.5. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de $PM_{2.5}$, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2019



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura RE.6 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ (estimado como el número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite diario normado entre número de días con información válida disponible en el año), tanto para las ciudades que incumplieron la NOM como para las ciudades con problemas potenciales de incumplimiento. Es importante puntualizar que la "NOM-025-SSA1-2014", establece que el valor límite normado no debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura RE.6. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019)



*Estimado con datos generados por monitoreo manual

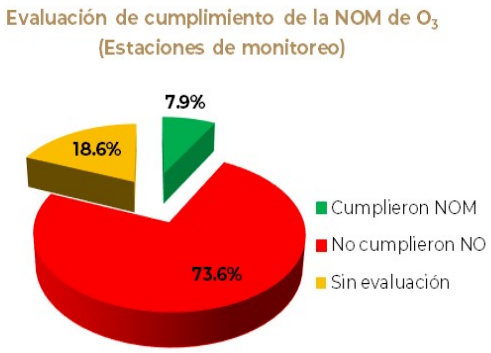
No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de los límites normados establecidos.

Con problemas potenciales = son aquellas ciudades en las que no se puede establecer incumplimiento de norma por insuficiencia de datos, pero la información disponible indica la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado.

HALLAZGOS RELEVANTES

De las **140** estaciones de monitoreo capaces de medir **O_3**:

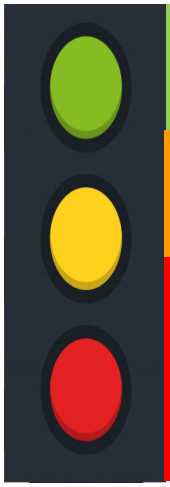
- En **11** se cumplió con los límites normados.
- En **103** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **92** rebasaron los dos límites.
  - ✓ **2** sólo rebasaron el límite de 1 h.
  - ✓ **9** sólo rebasaron el límite de 8 h.
- En **26** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **10** por insuficiencia de datos y **16** estuvieron fuera de operación.



De las **53** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **O_3**:

- En **7** se cumplió con los límites normados.
- En **35** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **11** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **4** por insuficiencia de datos y **7** reportaron equipo fuera de operación.





Ciudades que SÍ cumplen con NOM de O_3

Tula de Allende, Centro (Villahermosa), Tepic, San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Xalapa y Mérida.

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Chihuahua, Aguascalientes, Piedras Negras, Purísima del Rincón, Ensenada, Tecate, Torreón, Cuautla, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta.

Ciudades que NO cumplen con NOM de O_3

Mexicali, ZMG, ZMVM, AMM, Puebla, Pachuca, ZMVT, Irapuato, Salamanca, Atotonilco de Tula, Tepejí del Río, Tijuana, Zacatecas, Atitalaquia, Tepeapulco, Ocuituco, Celaya, Monclova, Zacatepec, Coronango, Minatitlán, Ciudad Juárez, El Marqués, León, Silao, Tizayuca, Santiago de Querétaro, Huichapan, Cuernavaca, San Juan del Río, Corregidora, Saltillo, Tulancingo, San Luis Río

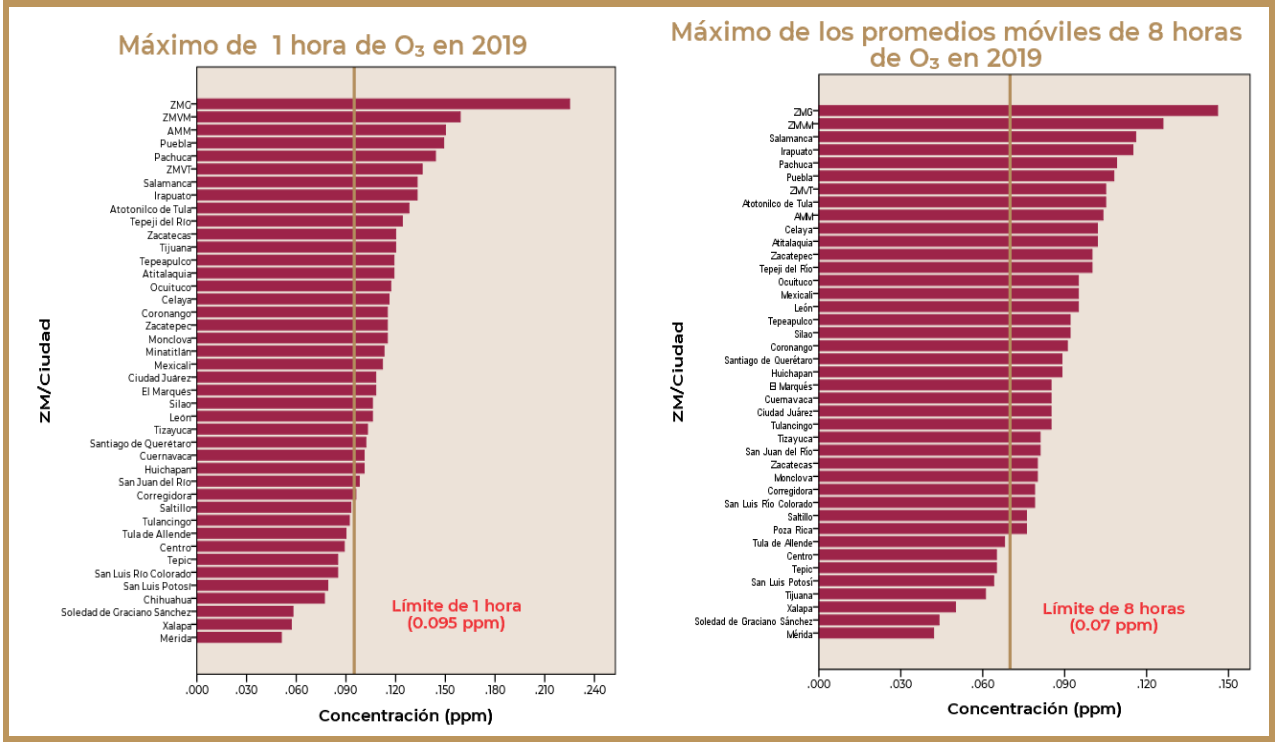
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por O_3

No Aplica.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura RE.7 muestra la concentración máxima de ozono registrada como promedio horario en cada ciudad y zona metropolitana de México, así como la concentración máximo estimada como promedio móvil de 8 horas para el año 2019 y su comparación con el límite normado vigente respectivo, esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento en términos de la concentración máxima registrada.

Figura RE.7. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2019



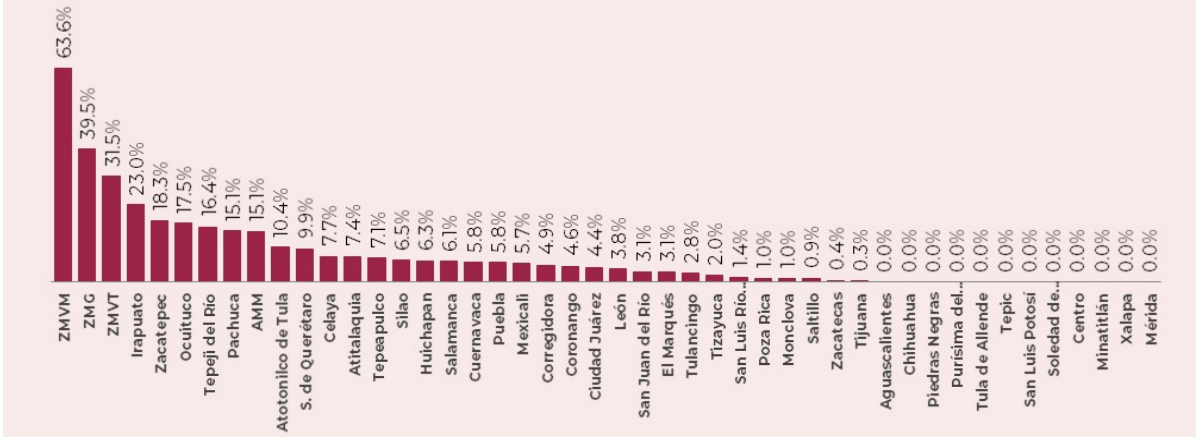
Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

Las Figuras RE.8 y RE.9 muestran la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora y de 8 horas de O_3, respectivamente (estimados como el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 u 8 horas, según sea el caso, entre número de días con información válida disponible en el año), tanto para las ciudades que incumplieron la NOM como para las ciudades con cumplimiento. Esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento. Para ello, es importante puntualizar que la "NOM-020-SSA1-2014", establece que el valor límite normado no debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura RE.8. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019)



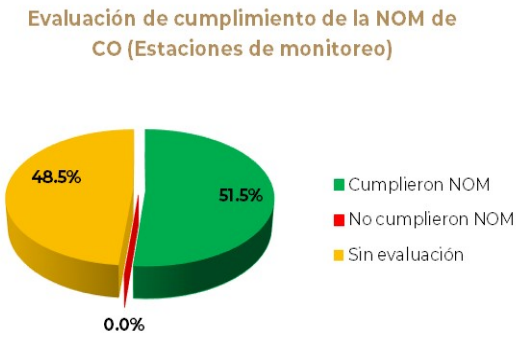
Figura RE.9. de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 8 horas de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2019)



HALLAZGOS RELEVANTES

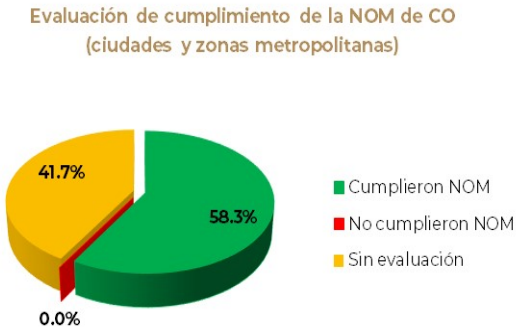
De las **134** estaciones de monitoreo capaces de medir C**O**:

- En **69** se cumplió con la NOM.
- En **65** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **39** por insuficiencia de datos y **26** estuvieron fuera de operación.



De las **48** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **CO**:

- En **28** se cumplió con la NOM.
- En **20** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **11** por insuficiencia de datos, **7** estuvieron fuera de operación y en **2** la información fue invalidada.



Ciudades que SÍ cumplen con NOM de CO

Tepeapulco, ZMVT, Puebla, ZMG, Tizayuca, AMM, Ciudad Juárez, San Luis Potosí, Tula de Allende, Soledad de Graciano Sánchez, ZMVM, Celaya, Salamanca, Atitalaquia, Zacatecas, Saltillo, Pachuca, Tulancingo, Santiago de Querétaro, Irapuato, Atotonilco de Tula, Minatitlán, Tepeji del Río, Tepic, San

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Centro (Villahermosa), Mérida, Torreón, Piedras Negras, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Ensenada, Tecate, Monclova, León, Silao, Coronango, Corregidora, El Marqués, Xalapa, Aguascalientes, Mexicali, Tijuana y Chihuahua.

Ciudades que NO cumplen con NOM de CO

Ninguna

Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES de CO

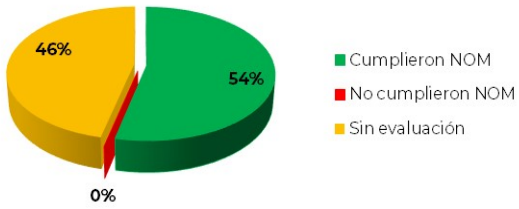
No Aplica.

HALLAZGOS RELEVANTES

De las **125** estaciones de monitoreo capaces de medir **NO_2**:

- En **67** se cumplió con la NOM.
- En **58** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **40** por insuficiencia de datos, **17** estuvieron fuera de operación y en **1** la información no estuvo disponible.

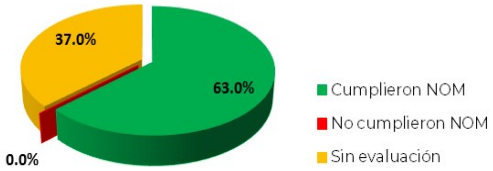
Evaluación de cumplimiento de la NOM de NO_2
(Estaciones de monitoreo)

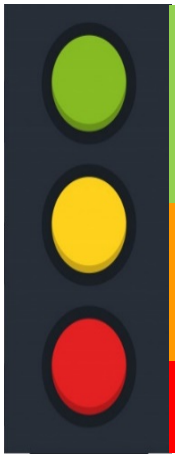


De las **46** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **NO_2**:

- En **29** se cumplió con la NOM
- En **17** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **11** por insuficiencia de datos, **5** estuvieron fuera de operación y en **1** la información fue invalidada.

Evaluación de cumplimiento de la NOM de NO_2
(ciudades y zonas metropolitanas)





Ciudades que SÍ cumplen con NOM de NO_2

ZMG, San Luis Potosí, Poza Rica, Tijuana, ZMVM, Pachuca, ZMVT, Tula de Allende, Xalapa, Tepeji del Río, Santiago de Querétaro, Puebla, Soledad de Graciano Sánchez, Irapuato, Saltillo, Tulancingo, Mexicali, Ciudad Juárez, Tizayuca, Cuernavaca, Minatitlán, Salamanca, Celaya, AMM, Huichapan,

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Chihuahua, Monclova, Piedras Negras, León, Atitalaquia, Tepeapulco, Coronango, Corregidora, El Marqués, San Juan del Río, Aguascalientes, Mérida, Ensenada, Torreón, Cuautla, Ocuituco y Zacatepec.

Ciudades que NO cumplen con NOM de NO_2

Ninguna

Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES de NO_2

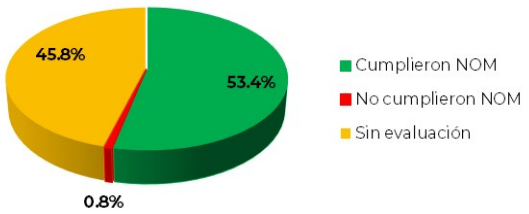
No Aplica

HALLAZGOS RELEVANTES

De las **131** estaciones de monitoreo capaces de medir **SO_2**:

- En **70** se cumplió con la NOM.
- En **1** no se cumplió con la NOM.
- En **60** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **40** por insuficiencia de datos y **20** estuvieron fuera de operación.

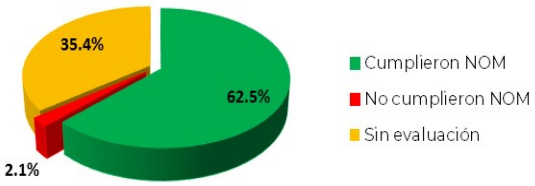
Evaluación de cumplimiento de la NOM de SO_2 (Estaciones de monitoreo)

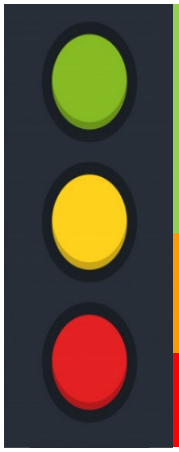


De las **48** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **SO_2**:

- En **30** se cumplió con la NOM.
- En **1** no se cumplió con la NOM.
- En **17** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **9** por insuficiencia de datos y **8** estuvieron fuera de operación.

Evaluación de cumplimiento de la NOM de SO_2 (ciudades y zonas metropolitanas)





Ciudades que SÍ cumplen con NOM de SO_2

Tepeji del Río, Atitalaquia, Minatitlán, Centro (Villahermosa), Salamanca, ZMVM, Tula de Allende, Atotonilco de Tula, Celaya, Tepeapulco, El Marqués, San Juan del Río, Santiago de Querétaro, Pachuca, AMM, ZMVT, Tizayuca, Huichapan, Soledad de Graciano Sánchez, Tulancingo, Tepic, San Luis Potosí, Zacatecas, ZMG, Ciudad Juárez, Puebla, León, Cuernavaca, Silao y Mérida

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM SO_2

Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Coronango, Corregidora, Xalapa, Poza Rica, Aguascalientes, Chihuahua, Torreón, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Mexicali,

Ciudades que NO cumplen con NOM de SO_2

Irapuato

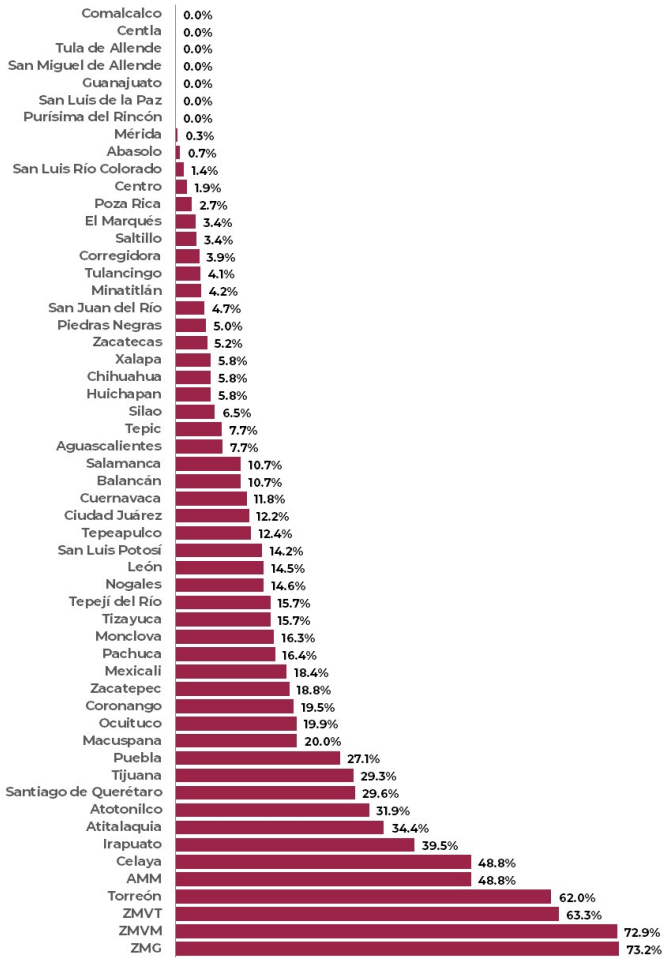
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES de SO_2

No Aplica.

A DESTACAR...

La Figura RE.10 muestra el porcentaje de días del año 2019 en el que se incumplió al menos una Norma Oficial Mexicana de Calidad del Aire por ciudad y zona metropolitana. Este porcentaje se estima como el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados de cualquier contaminante entre el número total de días con información, para al menos un contaminante, a lo largo de un año.

Figura RE.10. Frecuencia de ocurrencia de días en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en 2019.



VIII. Metodología

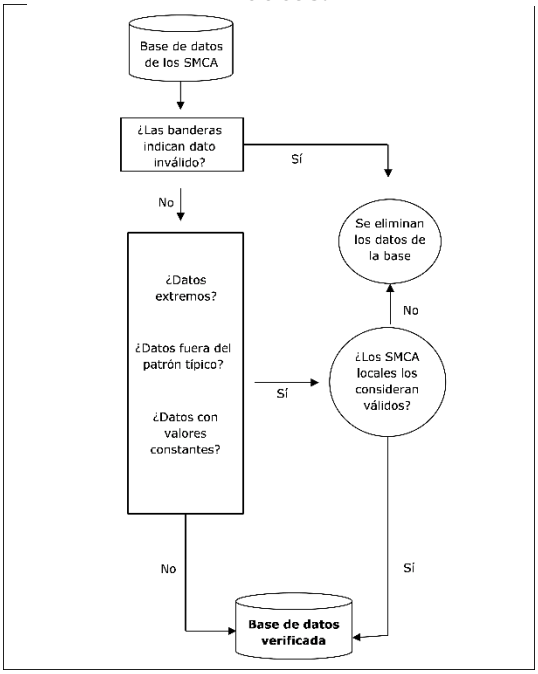
VIII. METODOLOGÍA

Para poner en contexto los resultados que se presentan en este informe sobre el diagnóstico del estado actual y las tendencias históricas de la calidad del aire en diferentes ciudades y zona metropolitanas de México, a continuación, se describe brevemente la metodología empleada tanto para la verificación de los datos base empleados, como para la construcción de los indicadores usados para llevar a cabo dicho diagnóstico.

VIII.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LAS BASES DE DATOS

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.

Figura VIII.1. Procedimiento de verificación de las bases de datos.



En general, la verificación de datos consta de tres etapas secuenciales (Figura VIII.1.):

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.

VIII.1.1. LIMPIEZA DE DATOS

Durante el proceso de limpieza de las bases de datos se eliminan valores etiquetados como no válidos de acuerdo con las banderas 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.

VIII.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:

- 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).

- 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.

- 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.

VIII.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 las ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este Informe.

En la siguiente tabla 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.

Tabla VIII.1. SMCA incluidos en este informe.

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de información?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
Aguascalientes	Aguascalientes	Sí	Sí	-----
Baja California	Baja California	Sí	Sí	-----
Campeche	Campeche	Sí	No	No hubo datos. Estación de monitoreo fuera de operación.
Chiapas	Chiapas	No	No	-----
Chihuahua	Chihuahua estatal	Sí	Sí	-----
	Chihuahua municipal	Sí	Sí	-----
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Sí	Sí	
	Ciudad Juárez	Sí	Sí Muestreos manuales	-----
	Ojinaga	No	No	-----
Ciudad de México y zona conurbada del Estado de México	Ciudad de México y zona conurbada	Sí	Sí	-----
Coahuila	Coahuila estatal	Sí	Sí	-----
	Torreón	Sí	Sí	-----
Colima	Colima	No	No	-----
Durango	Durango	Sí	No	Datos en formato no adecuado (Índice Aire y Salud)
Estado de México	Estado de México	Sí	Sí	-----
Guanajuato	Guanajuato	Sí	Sí	-----
Guerrero	Guerrero	No	No	-----

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de información?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
Hidalgo	Hidalgo	Sí	Sí	-----
Jalisco	Jalisco	Sí	Sí	-----
Michoacán	Michoacán	Sí Sólo de la Universidad	No	Datos en formato no adecuado (PDF)
Morelos	Morelos	Sí	Sí	-----
Nayarit	Nayarit	Sí	Sí	-----
Nuevo León	Nuevo León	Sí	Sí	-----
Oaxaca	Oaxaca	No	No	-----
Puebla	Puebla	Sí	Sí	-----
Querétaro	Querétaro	Sí	Sí	-----
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Sí	Sí	-----
Sinaloa	Sinaloa	No	No	-----
Sonora	Sonora	Sí	Sí	-----
Tabasco	Tabasco	Sí	Sí	-----
Tamaulipas	Tamaulipas	Sí	No	Datos en formato no adecuado (IMECA)
Tlaxcala	Tlaxcala	No	No	-----
Veracruz	Veracruz	Sí	Sí	-----
Yucatán	Yucatán	Sí	Sí	-----
Zacatecas	Zacatecas	Sí	Sí	-----

VIII.2. CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Después de la limpieza, revisión y verificación de las bases de datos, se generaron 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 mínimo el 75% de datos válidos para la realización de cada cálculo. En las siguientes secciones se describen los criterios de suficiencia y los indicadores calculados para cada contaminante.

VIII.2.1. HERRAMIENTAS Y BASES DE DATOS UTILIZADAS EN LA GENERACIÓN DE INDICADORES

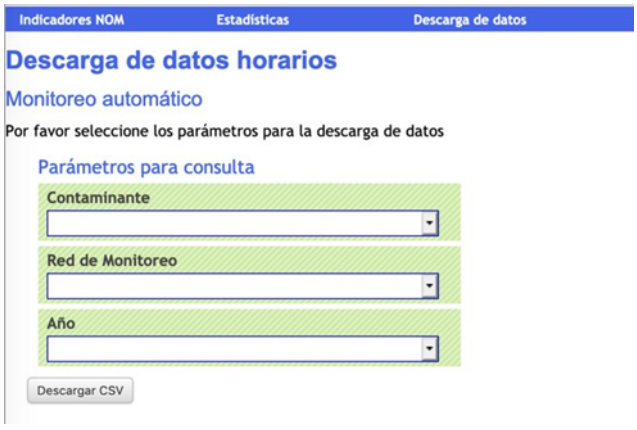
Cabe resaltar que las bases de datos de las concentraciones horarias y muestreos manuales de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ que resultaron después de la limpieza, revisión y verificación referidas en la sección anterior se subieron a la base de datos histórica validada contenida en el portal desarrollado en el INECC:

Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire – SCICA
http://scica.inecc.gob.mx/exec/addl

La información anterior se encuentra disponible para su descarga en la pestaña "Descarga de datos". En dicha pestaña, se elige cualquiera de las opciones, "Monitoreo automático" o "Muestreos manuales", de acuerdo con el tipo de información que se desee descargar (Figura VIII.2.). Los datos se descargan por contaminante, sistema de monitoreo y año para cada una de las estaciones que registraron concentraciones horarias o muestreos cada seis días válidas en formato CSV.

Las unidades en las que se encuentran cada uno de los contaminantes son las siguientes: PM_{10} y $PM_{2.5}$ en $\mu g/m^3$; O_3, SO_2 y NO_2 en ppb y el CO en ppm.

Figura VIII.2. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire.



VIII.3. INDICADORES

El diagnóstico del estado actual y tendencias de la calidad del aire con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO) en ciudades y zona

metropolitanas de México se realizó haciendo uso de diferentes indicadores tanto a nivel de estación de monitoreo como a nivel de ciudad o zona metropolitana.

A nivel de estación de monitoreo se generaron indicadores sobre: evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental y distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala de acuerdo al Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019 – DOF, 2019); en tanto que a nivel de ciudad o zona metropolitana se incluye la tendencia histórica anual y mensual en 2019 del mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 25, 75 y 90, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante, el número de horas por arriba del límite de 1 hora de ozono, y el número de días por año en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el periodo 1990 a 2019.

VIII.3.1. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NOM

Se evaluó el cumplimiento de las NOM de salud ambiental 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 VIII.2 resume los indicadores con los que se evalúo el cumplimiento de las NOM 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.

Los detalles sobre el manejo de datos tanto de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), como de ozono, para generar los indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de sus respectivos límites pueden ser consultados en las respectivas NOM (DOF, 2014a; DOF, 2014b).

Tabla VIII.2. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental.

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Criterio de suficiencia anual	Norma Oficial Mexicana
Partículas PM_{10}	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	75 µg/m³ Máximo	Por lo menos tres trimestres con al menos el	NOM-025-SSA1-2014 (DOF,
		Crónica	---	40 µg/m³ Promedio anual		

Partículas $PM_{2.5}$	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	45 µg/m³ Máximo	75% de los promedios de 24 horas válidas (DOF, 2014)	2014a)
		Crónica	---	12 µg/m³ Promedio anual		
Ozono (O_3)[a]	Dato horario	Aguda	No se permite	0.095 ppm Máximo	Al menos 75% de los datos horarios	NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b)
	Promedio móvil de 8 horas		No se permite	0.070 ppm Máximo	Al menos 75% de los promedios móviles de ocho horas (DOF, 2014)	
Dióxido de azufre (SO_2)	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	1 vez al año	0.200 ppm Segundo máximo	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010) [c]
	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	0.110 ppm Máximo	Al menos 75% de los promedios de 24 horas	
	Dato horario	Crónica	---	0.025 ppm Promedio anual	Al menos 75% de los datos horarios	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Dato horario	Aguda	1 vez al año	0.210 ppm Segundo máximo	Al menos 75% de los datos horarios	NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994a)
Monóxido de carbono (CO)	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	1 vez al año	11 ppm Segundo máximo [b]	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994b)

a) 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.
b) Calculado sin traslape de información con el que se obtuvo el máximo.
c) En estas NOM no se especifica cómo realizar el manejo de datos y tampoco criterios de suficiencia de información, pero en congruencia con las especificaciones de las NOM de partículas y ozono se aplica, en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores.

Por otra parte, en el caso del dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono, las NOM correspondientes no especifican cómo realizar el manejo de datos y tampoco los criterios de suficiencia de información, pero en congruencia con las especificaciones de las NOM de partículas y ozono se aplica,

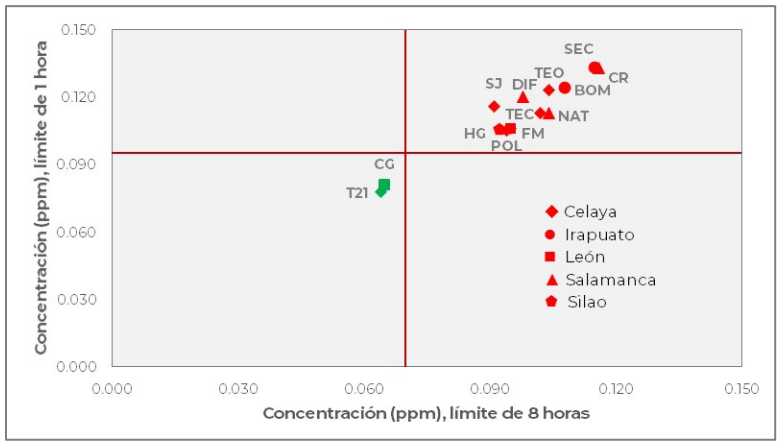
en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores respectivos.

En adición a lo antes descrito, con respecto al manejo de datos, es oportuno señalar que en la mayoría de las estaciones de monitoreo incluidas en este análisis 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. En estos casos, 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 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.

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 VIII.3 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 VIII.3. Representación gráfica de la evaluación del cumplimiento de los límites normados.



En este 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 a nivel de 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 la numeraria de este informe (Tabla N.1).

VIII.3.2. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA

El cálculo de esta distribución se generó a partir de los datos diarios obtenidos de las concentraciones horarias conforme a lo que se muestra en la Tabla VIII.3 Como puede observarse, en todos los casos se utilizó el criterio de suficiencia de 75% de los datos.

Tabla VIII.3. Datos diarios y criterios de suficiencia utilizados para la generación del indicador sobre distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala.

Contaminante	Dato diario	Criterio de suficiencia de información para el cálculo de los datos diarios
PM_{10}	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014a)
$PM_{2.5}$	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014a)
O_3	Máximo horario y Máximo de los promedios móviles de 8 horas de un día	Al menos el 75% de los datos horarios o promedios móviles de 8 horas (DOF, 2014b)
SO_2	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios
NO_2	Máximo horario en un día	Al menos el 75% de los datos horarios
CO	Máximo de los promedios móviles de 8 horas	Al menos el 75% de los datos de promedios móviles de 8 horas

Se definió la calidad de aire de cada día a partir del dato diario obtenido, de acuerdo con los intervalos de concentración definidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud en su numeral 5.3.

El color, el calificativo de calidad del aire y los intervalos de concentración por contaminante del Índice AIRE Y SALUD se resumen en la Tabla VIII.4. En el caso del ozono que tiene dos límites agudos, se califica el día de acuerdo con el intervalo que represente la peor condición. Es oportuno señalar, que en la NOM-172 la categoría de calidad del aire y riesgo a la salud para partículas suspendidas, en cada hora del día, toma como base un promedio ponderado de 12 horas, en tanto que en este indicador se usa un promedio de 24 horas para determinar la calidad del aire de todo el día.

Tabla VIII.4. Calificativo de calidad del aire: color e intervalos de concentración por contaminante, Índice Aire y Salud.

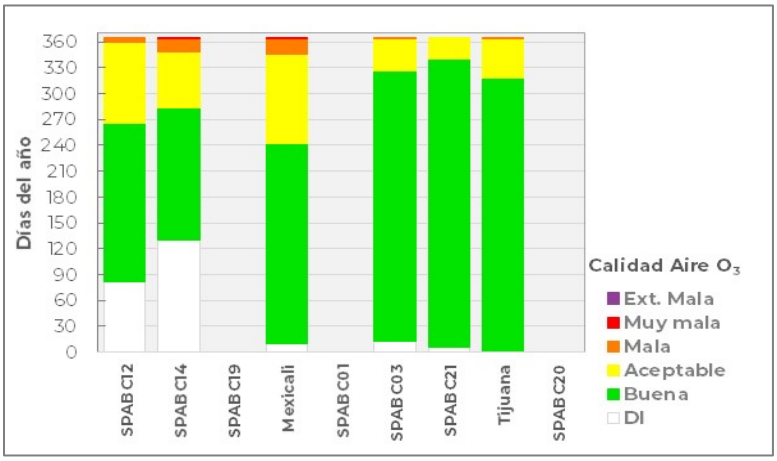
Color	Calificativo de calidad del aire	PM_{10} $\mu g/m^3$	$PM_{2.5}$ $\mu g/m^3$	O_3 1 hora ppm	O_3 8 horas ppm	SO_2 ppm	NO_2 ppm	CO ppm
Verde	Buena	[0,50]	[0,25]	[0,0.051]	[0,0.051]	[0,0.008]	[0,0.107]	[0,8.75]
Amarillo	Aceptable	(50,75]	(25,45]	(0.051,0.095]	(0.051,0.070]	(0.008,0.110]	(0.107,0.210]	(8.75,11.00]
Naranja	Mala	(75,155]	(45,79]	(0.095,0.135]	(0.070,0.092]	(0.110,0.165]	(0.210,0.230]	(11.00,13.30]
Rojo	Muy mala	(155,235]	(79,147]	(0.135,0.175]	(0.092,0.114]	(0.165,0.220]	(0.230,0.250]	(13.30,15.50]
Morado	Ext. Mala	>235	>147	>0.175	>0.114	>0.220	>0.250	>15.50

La distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente 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 en la tabla anterior.

En las barras, el espacio en blanco indica que no se contó con información suficiente para determinar la calidad del aire en ese día (DI), mientras que los espacios vacíos (sin barra) indican que no se realizaron mediciones en esa estación de monitoreo (Figura VIII.4.). 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 2019 los 365 días quedan agrupados en la descripción de cada barra.

Figura VIII.4. Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente.



Cabe señalar que: 1) en los SMCA que miden exclusivamente PM_{10} y $PM_{2.5}$ con equipo manual se generó la distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala con los muestreos registrados cada seis días; o bien 2) en los SMCA que miden PM_{10} y $PM_{2.5}$ con equipo manual y automático y uno de ellos es reciente se ilustra la distribución con los dos tipos de monitoreo.

VIII.3.3. TENDENCIAS DE LOS DATOS DIARIOS POR MES EN 2019 Y POR AÑO

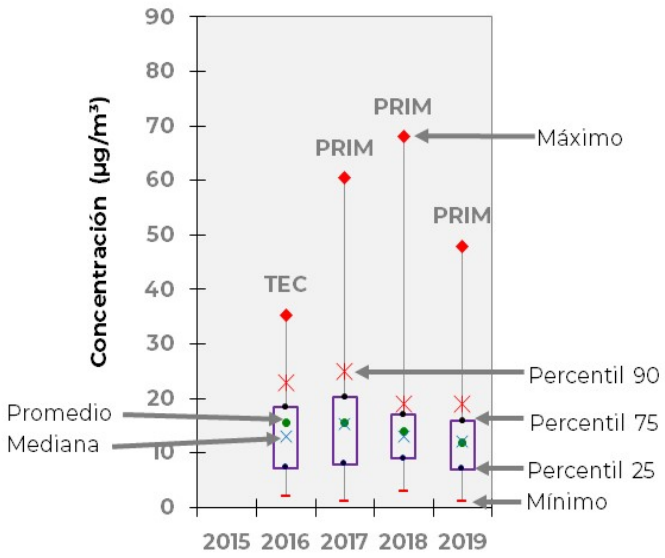
La tendencia de los datos diarios, a nivel de ciudad y zona metropolitana, se presenta a través del mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 25, 75 y 90 de todos los datos registrados en todas las estaciones de monitoreo de una zona metropolitana o ciudad: 1) por mes en 2019 y 2) por año de acuerdo al periodo con registros históricos.

Con el fin de asegurar que los indicadores muestren una tendencia confiable del comportamiento de los contaminantes, se consideraron dos criterios de

suficiencia: la suficiencia diaria y la suficiencia mensual o anual de los datos diarios, por estación de monitoreo, de al menos el 75% de la información. Así, estos indicadores solo se presentan para aquellas ciudades o zonas metropolitanas que cumplen con los criterios anteriores en cada uno de los años del periodo de análisis.

En la Figura VIII.5 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de estos indicadores, la cual corresponde a una gráfica de barras y bigotes. El inicio del bigote corresponde al valor mínimo "-", el límite inferior de la caja al percentil 25 y el límite superior de la caja al percentil 75, en el interior de la caja la mediana se representa con una "X" y el promedio con un "●", en el bigote superior el "x" es el percentil 90 y el final del bigote corresponde al valor máximo "◆".

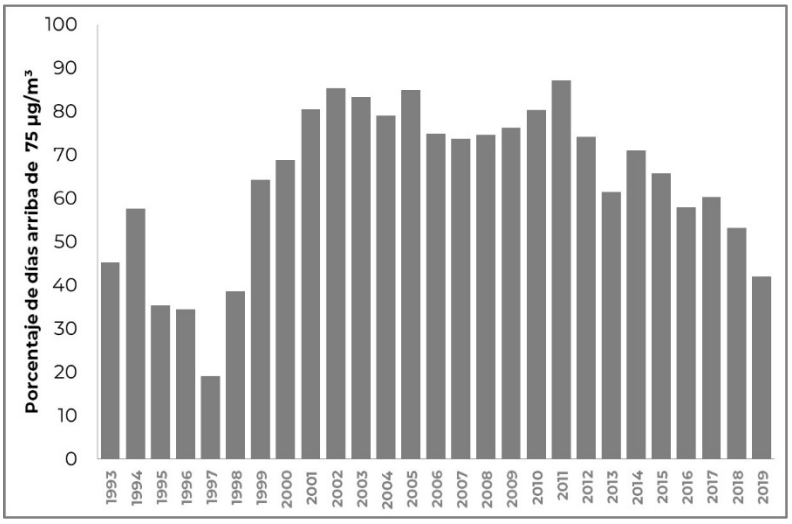
Figura VIII.5. Ejemplo de la representación gráfica de las tendencias de los datos diarios.



VIII.3.4. TENDENCIAS DEL PORCENTAJE DE DÍAS, POR AÑO, EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

El cálculo del porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y dióxido de azufre en el periodo analizado se generó a partir de los datos diarios representativos de cada ciudad o zona metropolitana. El valor representativo corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana en cada uno de los días en el periodo analizado. La Figura VIII.6 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura VIII.6. Ejemplo de la representación gráfica del porcentaje de días por año, en que se rebasa el límite normado de un contaminante.



A diferencia del indicador “distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala” donde la calidad del aire de cada uno de los 365 días del año, o de cada uno de los días con muestreos manuales posibles en un año, es calificada como buena, aceptable, mala, muy mala, extremadamente mala o con información insuficiente, este indicador muestra el porcentaje de días con concentraciones superiores a los límites normados, sobre la base del número de días del año con datos válidos y suficientes.

Por ejemplo, suponiendo que en una ciudad que cuenta con monitoreo automático de monóxido de carbono 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 “indicaría que en 50 de los 365 días del año, aproximadamente 14% de los días del año, hubo mala calidad del aire,

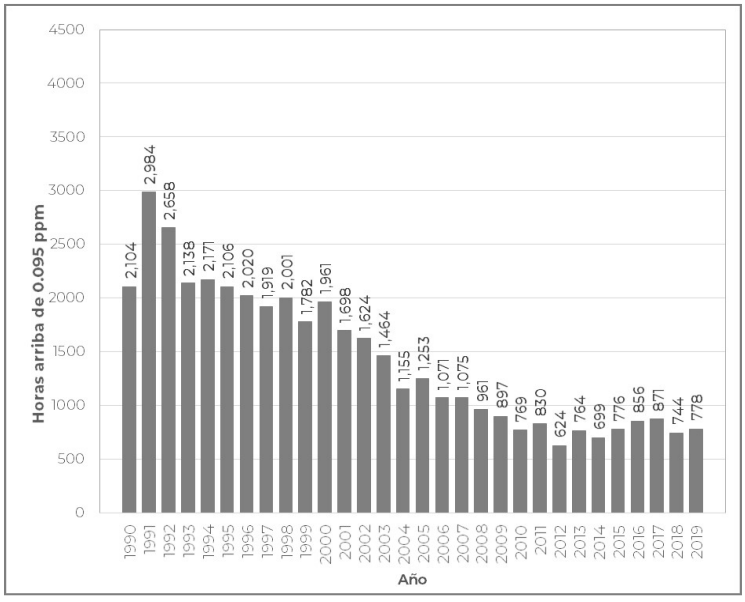
mientras que este indicador señalaría que el 25% de los días con mediciones válidas (50/200) registraron mala calidad del aire. Cada indicador aporta diferente información y puede ser usada para diferentes propósitos.

VIII.3.5. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO

Este indicador muestra el número de horas por año en que se supera el límite normado de una hora de ozono a nivel de ciudad y zona metropolitana. Su uso permite identificar con mayor precisión, que el indicador sobre número de días con concentraciones superiores al límite normado, la evolución de la calidad del aire en una ciudad con respecto a este contaminante.

Este indicador se generó a partir de los registros máximos de cada en cada ciudad o zona metropolitana y se asume como representativo de las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana en cada una de las horas del día en el periodo analizado. En la Figura VIII.7 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura VIII.7. Ejemplo de la representación gráfica del número de horas, por año, en que se rebasó norma vigente de calidad del aire para ozono.



VIII.3.6. TENDENCIAS DEL NÚMERO DE DÍAS, POR AÑO, EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

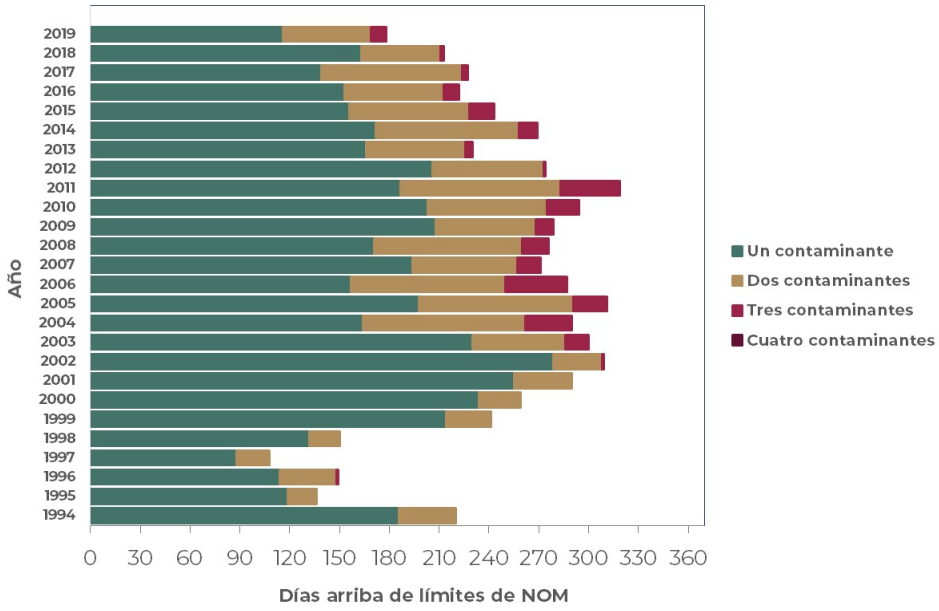
Este indicador muestra el número de días por año en que se supera cualquiera de los límites diarios de cualquier contaminante (límite de 1 y 8 horas de ozono, 1 hora de dióxido de nitrógeno, 8 horas de monóxido de carbono y 24 horas de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y dióxido de azufre) a nivel de ciudad y zona metropolitana.

Además, permite identificar el número de días en que se rebasó, el límite de 1 o más contaminantes.

Este indicador se generó a partir de los datos diarios representativos de cada ciudad o zona metropolitana y se asume que el valor representativo corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana en cada uno de los días en el periodo analizado. La Figura VIII.8 muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Es importante destacar que los valores reportados del número de días, por año, en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante en este documento, puede variar con el publicado en informes anteriores, debido a que en éste se incluyó por primera vez en el cálculo, el límite de 8 horas de ozono.

Figura VIII.8. Ejemplo de la representación gráfica del número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire.



IX. Calidad del Aire por Entidad

Informe
2019

Capítulo 1. Aguascalientes



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
AGUASCALIENTES

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Aguascalientes, a cargo de la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua, estuvo conformado por cuatro estaciones automáticas con capacidad para medir seis contaminantes criterio. Todas ellas se localizan en la ciudad de Aguascalientes. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información disponible, se ilustran en las Figuras 1.1 a 1.6 y en las Tablas 1.1 y 1.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

No hubo información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM para partículas suspendidas PM_{10}; sin embargo, la información disponible indica que en la ciudad se registraron condiciones de mala calidad del aire en 24 días, siendo esta condición provocada más frecuentemente por las altas concentraciones que tienen lugar en la estación de monitoreo ubicada en la Secretaría de Medio Ambiente (SMA), con un total de 22. A lo largo del año, las concentraciones más altas se registraron en el mes de diciembre.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Tampoco fue posible evaluar el cumplimiento de los límites normados de protección a la salud respecto a las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ debido a que no se generó información suficiente para ello en ninguna de las tres estaciones que operaron en 2019. A nivel de ciudad, sin embargo, en dos de los 301 días con información válida se registraron concentraciones que superaron el límite normado de 24 horas y ello ocurrió tanto en la estación Centro (CEN) como en la ubicada en la Secretaría de Medio Ambiente (SMA). Al igual que en el caso de las PM_{10}, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y enero.

Ozono (O_3)

Fue uno de los contaminantes para los que menos información válida se pudo colectar en 2019. Por ejemplo, la estación con más información válida fue Instituto Educativo (IED) y en ella sólo se contó con información válida para 125 días (menos de 35% de los días del año). En general, la escasa información disponible en las tres estaciones sólo reportó condiciones de buena y aceptable calidad del aire. No hubo un solo registro que superara alguno de los límites normados (1 y 8 horas), para este contaminante. En cualquier caso, las concentraciones más altas de ozono suelen ser más altas en el mes de julio; sin embargo, el máximo ocurrió en diciembre.

Otro aspecto a destacar con respecto al ozono, es que la información disponible para los años 2018 y 2019 indica que en ninguno de los dos años se ha superado ninguno de los límites normados de protección a la salud.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2)

Para ninguno de estos contaminantes, en ninguna de las estaciones de monitoreo que operaron en 2019, se generó información suficiente para poder llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM respectiva. Sin embargo, la información disponible indica, en todos los casos, que predominaron los días con buena calidad del aire, con concentraciones que se ubicaron muy por debajo de los límites normados respectivos.

A DESTACAR

En 2019 no se generó información suficiente para realizar la evaluación del cumplimiento de los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire para ningún contaminante, en ninguna estación de monitoreo debido a fallas operativas relacionadas con problemas en el suministro de energía eléctrica y en el funcionamiento del aire acondicionado. En cualquier caso, la información disponible deja ver la existencia de problemas de calidad del aire tanto por PM_{10} como por $PM_{2.5}$, lo que hace evidente la necesidad de regularizar la operación de este sistema de monitoreo a fin de poder caracterizar de una manera confiable y robusta los niveles de contaminación a los que está expuesta la población.

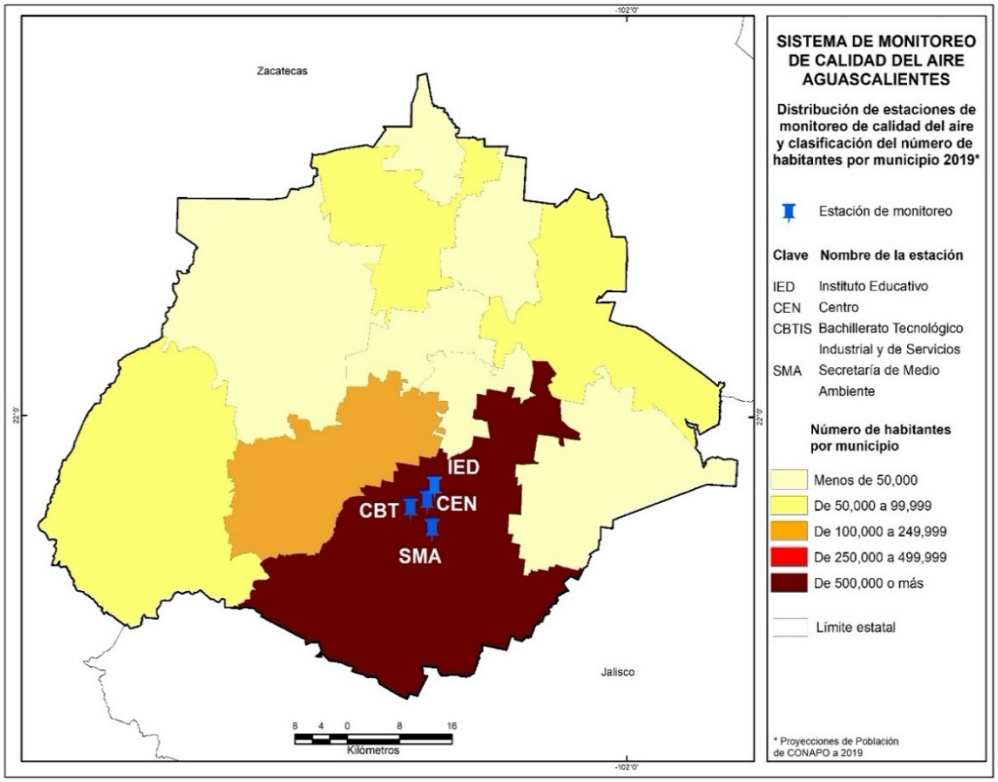
1.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 1.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Centro	CEN	Automático (1997)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Instituto Educativo	IED	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Secretaría de Medio Ambiente	SMA	Automático (2007)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios -CBTIS*	CBT	Automático (2011)	✓	¤	✓	✓	✓	✓

***** La estación CBT estuvo fuera de operación todo el año 2019 por fallas en el suministro de energía eléctrica.
¤ = 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 Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.

Figura 1.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Aguascalientes, 2019.



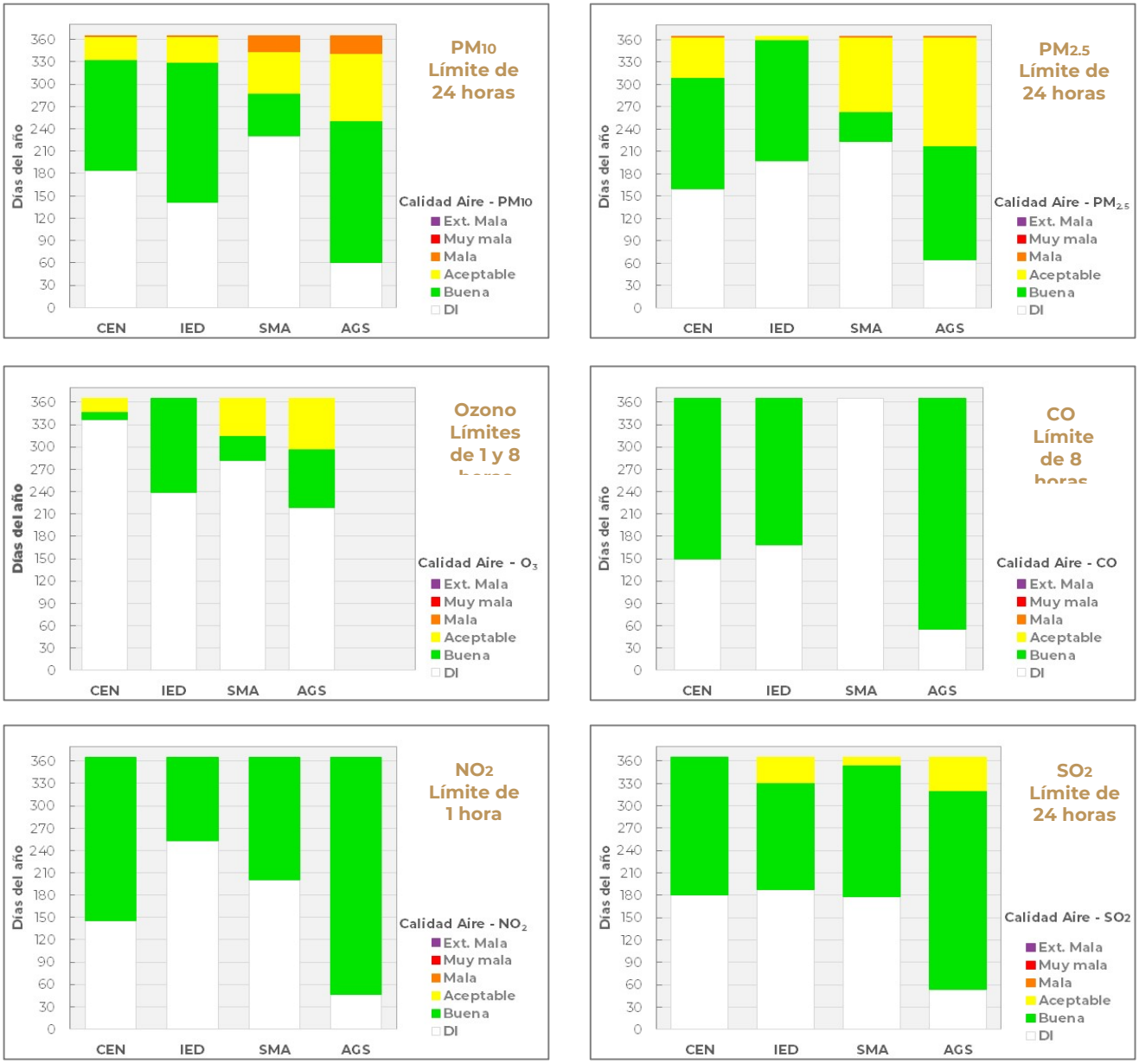
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.

1.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

En 2019 no se generó información suficiente para realizar la evaluación del cumplimiento de los límites de los Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire para ningún contaminante, en ninguna estación de monitoreo. Lo anterior debido a fallas en el suministro de energía eléctrica y problemas en el aire acondicionado.

1.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 1.2. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Aguascalientes, en el año 2019.

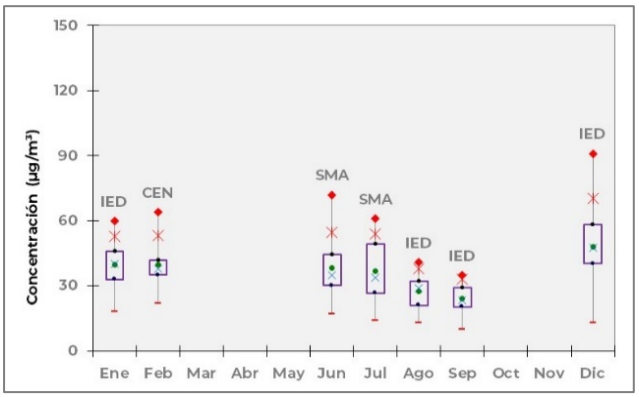


CEN – Centro;
IED – Instituto Educativo;
SMA – Secretaría de Medio Ambiente;
AGS –Aguascalientes

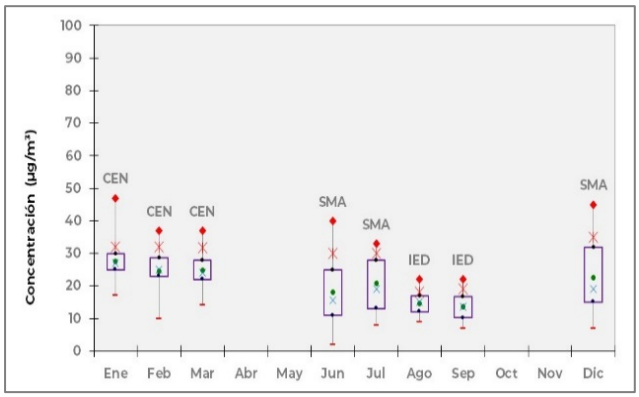
1.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 1.3. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Aguascalientes, en el año 2019.

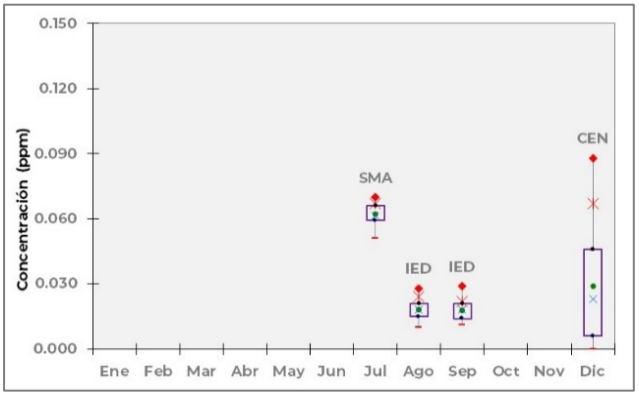
PM_{10} – Promedio de 24 horas



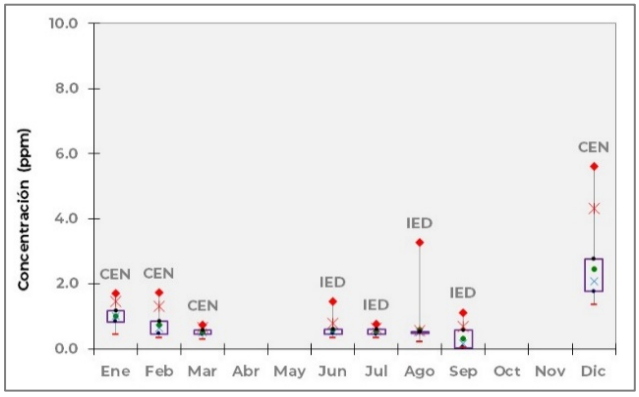
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



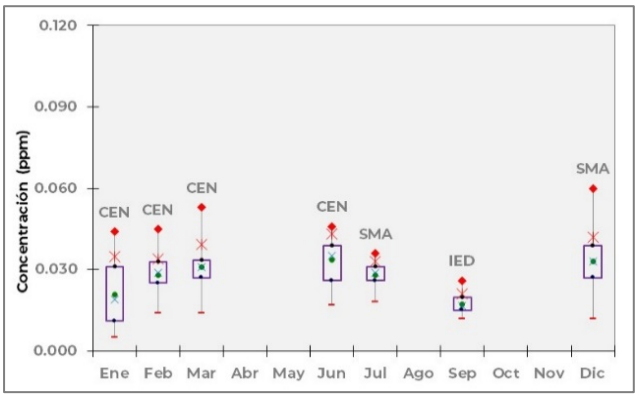
Ozono – Máximo diario de 1 hora



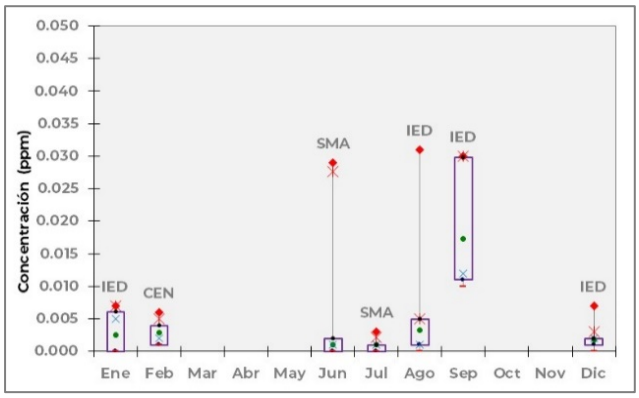
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



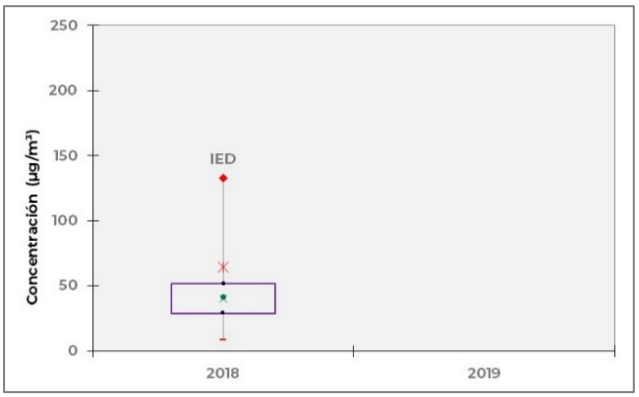
SO_2 – Promedio de 24 horas



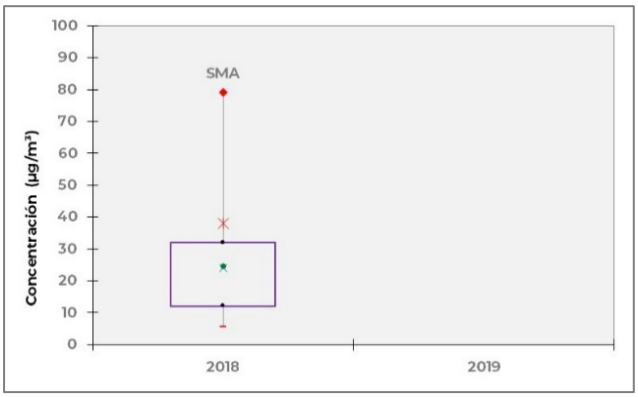
1.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN AGUASCALIENTES EN EL PERIODO 2018 – 2019.

Figura 1.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en Aguascalientes, en el periodo 2018 – 2019.

PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2018-2019)



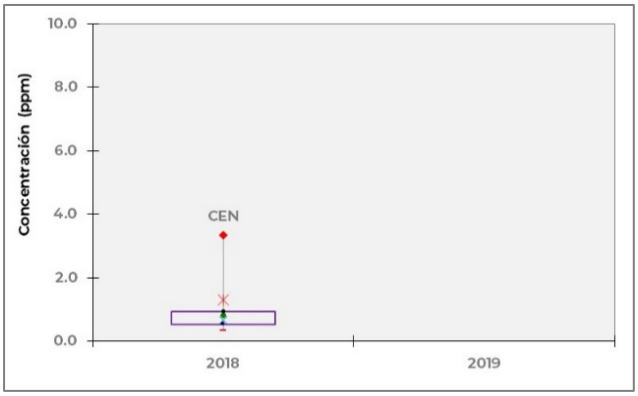
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2018-2019)



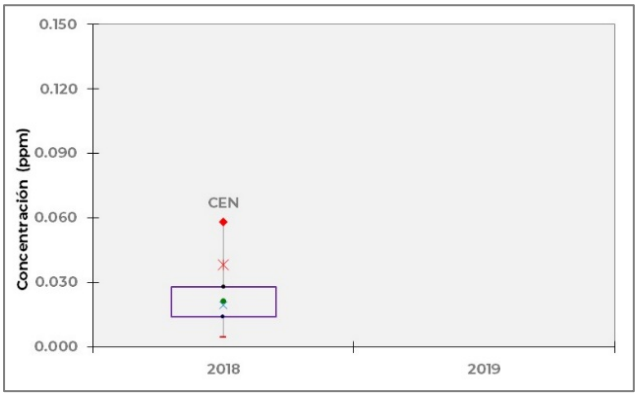
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2018-2019)

No se dispuso de datos suficientes para generar el indicador.

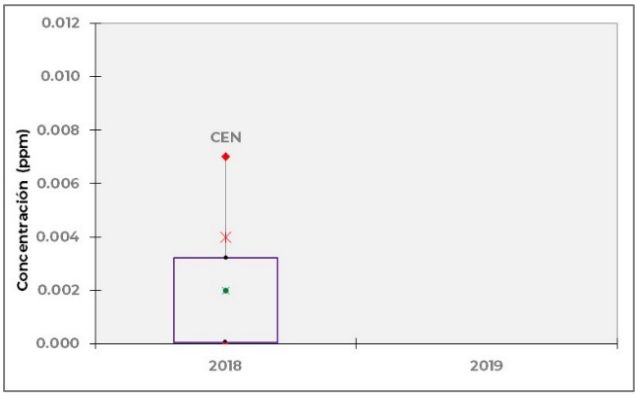
CO – Máximo diario de 8 horas
(2018-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018-2019)



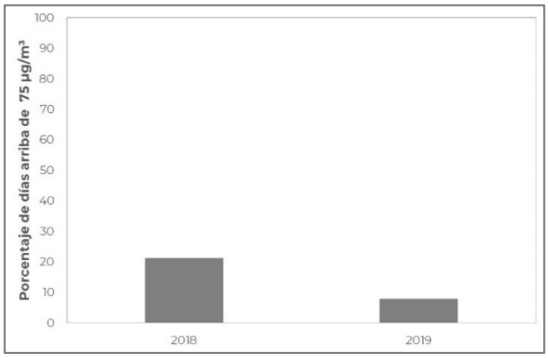
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2018-2019)



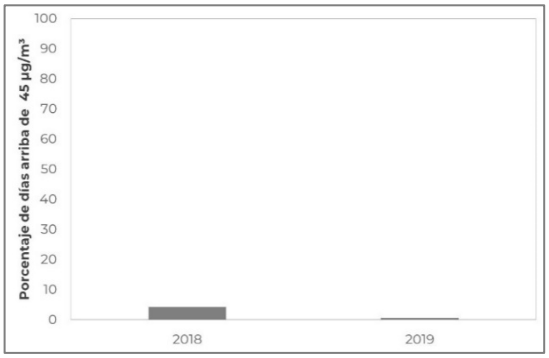
1.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 1.5. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2018 – 2019.

PM_{10} – Límite de 24 horas
(2018 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2018 – 2019)

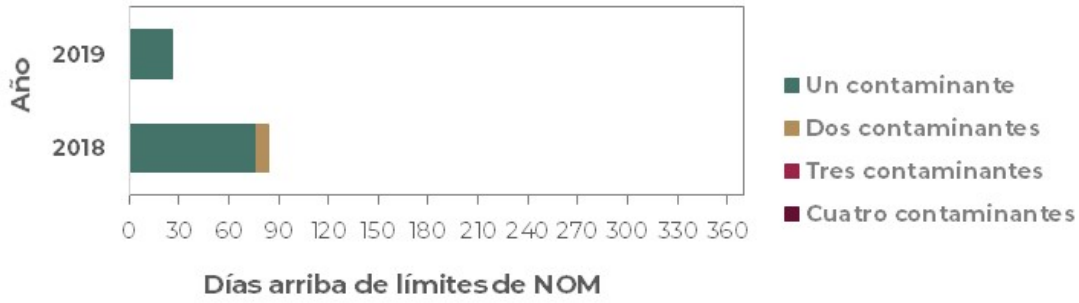


1.7. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 1.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Aguascalientes, 2018 – 2019.

Año	No. De días con datos	No. De días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2018	365	84	77	7	0	0
2019	337	26	26	0	0	0

Figura 1.6. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Aguascalientes, 2018 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 2.
Baja California



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
BAJA CALIFORNIA

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Baja California, a cargo de la Secretaría de Economía Sustentable y Turismo del Gobierno del Estado, estuvo integrado por las redes de monitoreo de Mexicali y Tijuana, así como por las estaciones de monitoreo de Ensenada y Tecate. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información disponible, se ilustran en las Figuras 2.1 a 2.16 y en las Tablas 2.1 y 2.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Solo la estación de monitoreo automático, ubicada en la ciudad de Mexicali (SPABC12), generó información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de Norma. En el resto de las estaciones, tanto de Mexicali como de Tijuana, se generó poca información, en tanto que las estaciones de Ensenada y Tecate se reportaron fuera de operación en 2019. El resultado de esta evaluación en Mexicali indica que tanto el límite normado de 24 horas como el anual fueron rebasados. La concentración máxima, como promedio de 24 horas, fue de 206 $\mu g/m^3$, en tanto que el promedio anual fue de 58 $\mu g/m^3$. Dichas concentraciones son equivalentes a 2.8 y 1.4 veces el límite normado correspondiente.

En Mexicali, la estación de monitoreo automático (SPABC12) registró el 17% de los días con información válida (51 días) concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, en tanto que el monitoreo manual reportó esta condición en 19 de los 31 días con datos válidos. En Tijuana, se superó el límite de 24 horas en 6 de los 18 muestreos con información válida, siendo más frecuente esta condición en la estación de monitoreo Laboratorio (SPABC21) con 5 días.

Desafortunadamente no se contó con información suficiente para poder determinar la distribución temporal de las concentraciones de PM_{10} a lo largo del año en ninguna de las ciudades incluidas en este análisis. Por otra parte, la tendencia a lo largo de los años muestra que en Mexicali hay variaciones aleatorias poco significativas de un año a otro en el periodo 2017 a 2019, en tanto que, en Tijuana, destaca un ligero incremento en las concentraciones registradas en 2017 respecto a todos los años anteriores. En 2018 y 2019 no hubo datos suficientes para generar este indicador.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Tanto en Mexicali como en Tijuana se registraron concentraciones de $PM_{2.5}$ por arriba de los límites normados (24 horas y anual), en todas las estaciones que lo midieron. Las concentraciones promedio más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en Tijuana (estación SPABC03). Estas fueron equivalentes a 2.6 veces el límite normado como promedio de 24 horas y a 3 veces el límite normado como promedio anual.

En cuanto al número de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, destaca que en 2019 Mexicali registró un total de 32 días en esta condición en tanto que en Tijuana fueron 100, en 4 de estos 100 días se alcanzaron niveles de concentración que permitieron calificar la calidad del aire como muy mala de acuerdo con los criterios del Índice Aire y Salud. A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ en Mexicali se registraron entre noviembre y enero, en tanto que en Tijuana ello ocurrió entre octubre y diciembre. En ambas ciudades, la tendencia histórica de las concentraciones de este contaminante muestra un comportamiento muy estable, con variaciones aleatorias no significativas entre los diferentes años con información suficiente en el periodo 2003 a 2019.

Ozono (O_3)

Este contaminante sólo se midió en Mexicali y Tijuana y los registros generados indican el incumplimiento de la NOM respectiva en ambas ciudades. En Tijuana por superar el límite de una hora (estación SPABC03) y en Mexicali, por superarse tanto el límite de una como el de ocho horas (estaciones SPABC12 y SPABC14). Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en Tijuana como promedio de 1 hora y en Mexicali como promedio de 8 horas. Estas concentraciones fueron de 0.120 y 0.095 ppm respectivamente, las cuales equivalen a 1.3 y 1.4 veces el límite correspondiente.

En Mexicali se registraron, a lo largo del año, 20 días en los cuales se superó al menos uno de los límites normados de ozono, en tanto que en Tijuana esta situación sólo se registró en una ocasión. En Mexicali en 2 de los 20 días referidos se alcanzaron concentraciones que ubicaron la calidad del aire en una condición de Muy Mala de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de ozono se registraron entre mayo y agosto en la ciudad de Mexicali, en tanto que en Tijuana ello ocurrió entre abril y mayo y octubre y noviembre. En ambas ciudades se aprecia un comportamiento muy estable en las concentraciones registradas de este contaminante en el periodo 1997 a 2019.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

No se contó con información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento de la NOM para CO en tanto que para SO_2 no se recibió información. Por lo que sólo se puede destacar que la información disponible para CO indica que no se registraron concentraciones superiores al límite normado correspondiente y que en la totalidad de los días para los que se tiene información, se registró buena calidad del aire. Situación que se replica para NO_2, por lo que la NOM de este contaminante se cumplió en el año 2019.

A DESTACAR

En 2019, la escasa información disponible indica que el contaminante que con mayor frecuencia determinó una condición de mala calidad del aire tanto en Mexicali como en Tijuana son las partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$). Destaca el caso de Tijuana, donde en 100 días del año se rebasó el límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$.

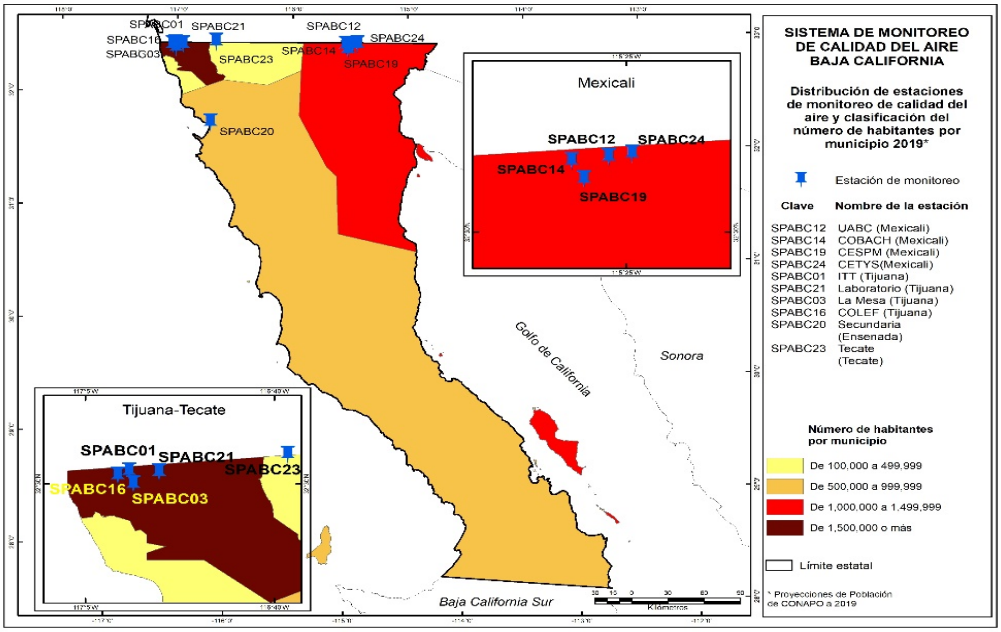
2.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 2.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Mexicali	UABC	SPABC12	Automático (2004)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (2004)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	COBACH	SPABC14	Automático (2004)	¤	✓	✓	¤	✓	✓
			Manual (2004)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	CESPM	SPABC19	Automático (2011)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
			Manual (2011)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	CETYS	SPABC24	Manual (2017)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Tijuana	ITT	SPABC01	Automático (2004)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
			Manual (1995)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Laboratorio	SPABC21	Automático (2011)	¤	✓	✓	✓	✓	¤
			Manual (2011)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	La Mesa	SPABC03	Automático (2004)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1996)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	COLEF	SPABC16	Manual (2004)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Ensenada	Secundaria	SPABC20	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (2011)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Tecate	Tecate	SPABC23	Automático (2004)	¤	¤	✓	✓	¤	✓
			Manual (2004)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 Subsecretaría de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Economía Sustentable y Turismo del Gobierno del Estado de Baja California.

Figura 2.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Baja California, 2019.

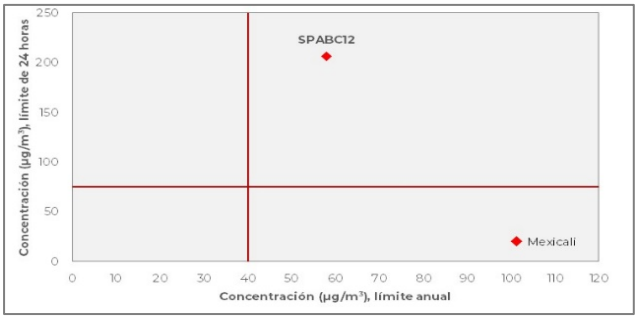


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Subsecretaría de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Economía Sustentable y Turismo del Gobierno del Estado de Baja California.

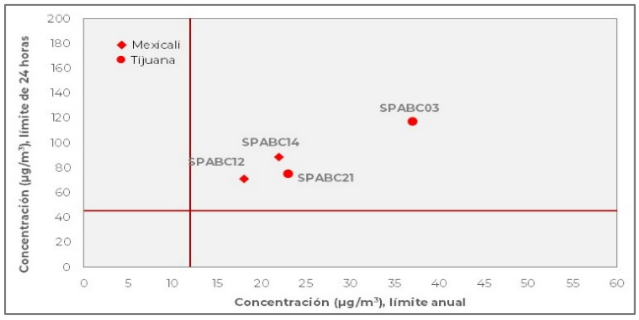
2.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 2.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Baja California, en el año 2019.

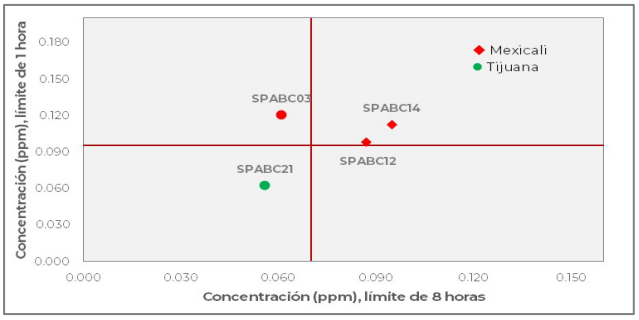
Partículas Suspendidas – PM_{10}*
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm – línea vertical)



Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm – línea horizontal)

No hubo datos suficientes para realizar la evaluación de cumplimiento en ninguna estación de monitoreo.

Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm – línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm – línea horizontal)

No se recibió información de este contaminante

Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)

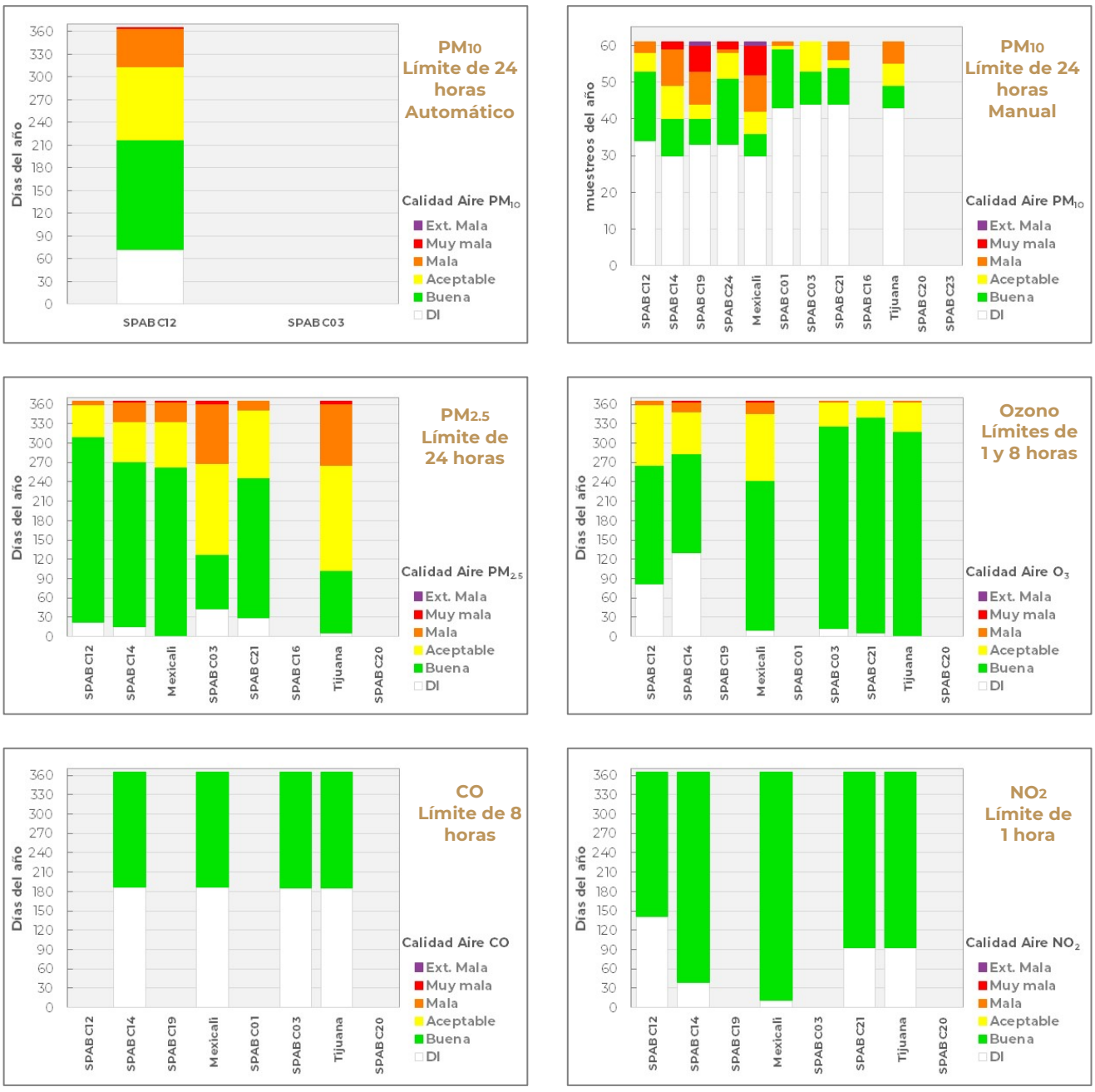
No se recibió información de este contaminante

SPABC12 – UABC, Mexicali
SPABC14 – COBACH, Mexicali
SPABC19 – CESPM, Mexicali
SPABC03 – La Mesa, Tijuana
SPABC21 – Laboratorio, Tijuana

*La evaluación de cumplimiento de los límites de PM_{10} se hizo con los datos generados por equipo automático. En las estaciones manuales tanto de Tijuana como de Mexicali no hubo información suficiente para llevar a cabo la evaluación.

2.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 2.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Baja California, en el año 2019.



Mexicali
SPABC12 – UABC
SPABC14 – COBACH
SPABC19 – CESPM
SPABC24 – CETYS

Tijuana
SPABC01 – Tecnológico
SPABC03 – La Mesa
SPABC16 – COLEF
SPABC21 – Laboratorio

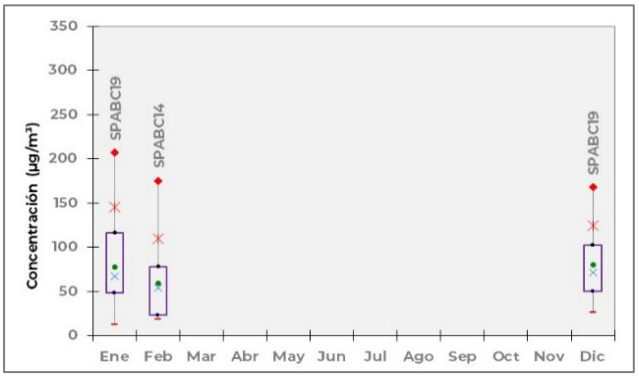
Ensenada
SPABC20 – Secundaria

Tecate
SPABC23 – Tecate

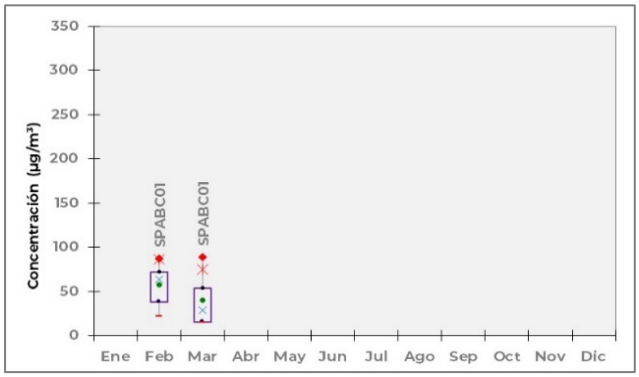
2.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 2.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California*
Promedio 24 horas

Mexicali



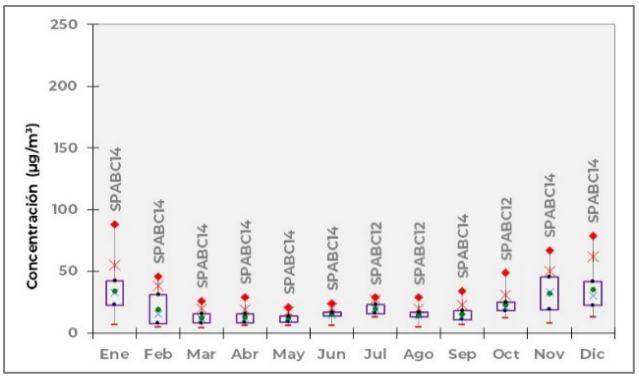
Tijuana



*En ambas ciudades el indicador se generó con los muestreos de 24 horas por ser un indicador agregado y contar con información de un mayor número de estaciones.

Figura 2.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California
Promedio 24 horas

Mexicali



Tijuana

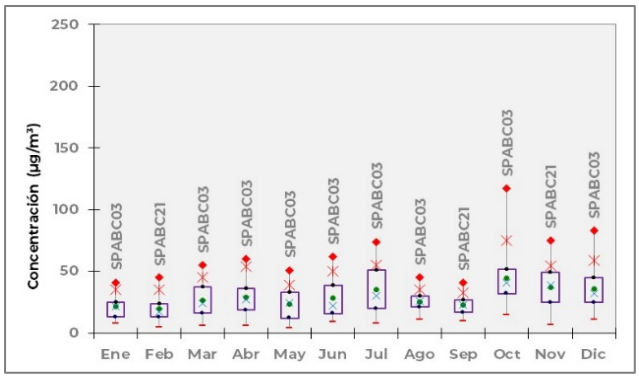
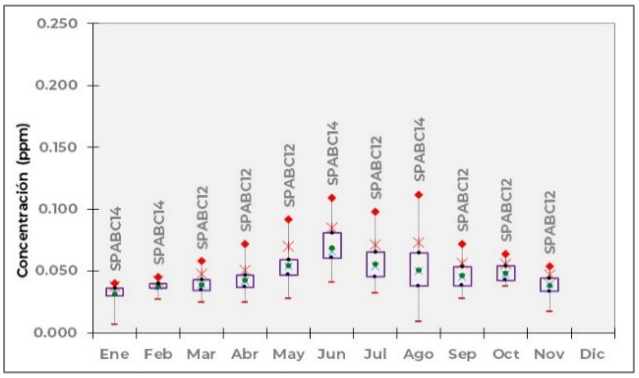


Figura 2.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California
Máximo diario de 1 hora

Mexicali



Tijuana

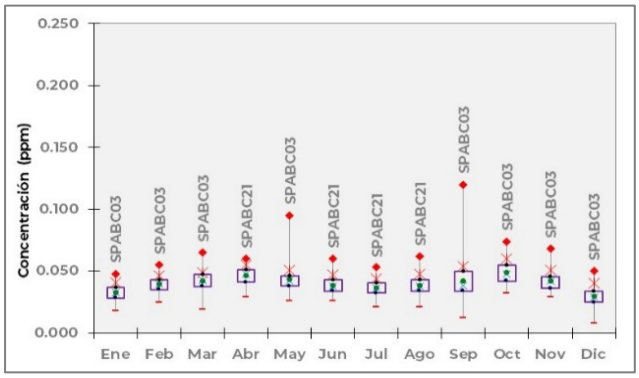
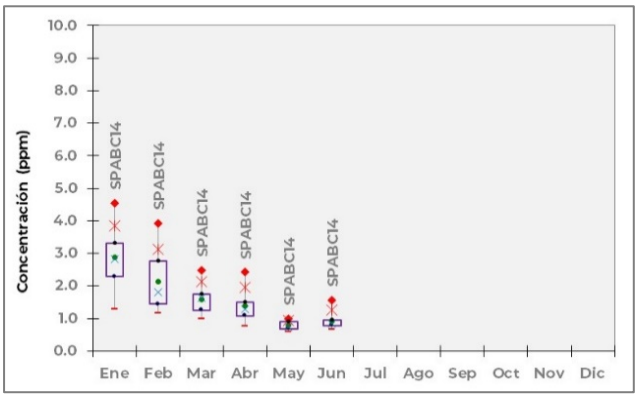


Figura 2.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California
Máximo diario de 8 horas

Mexicali



Tijuana

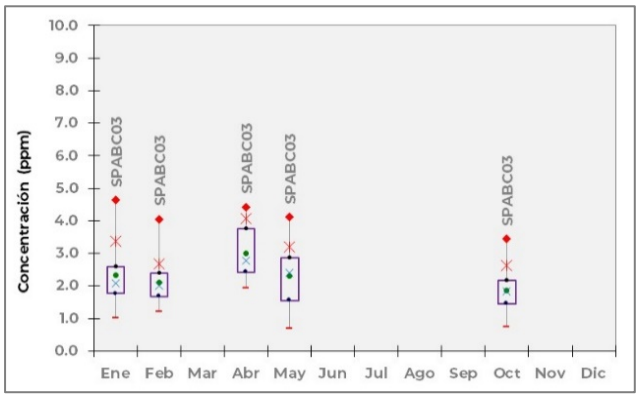
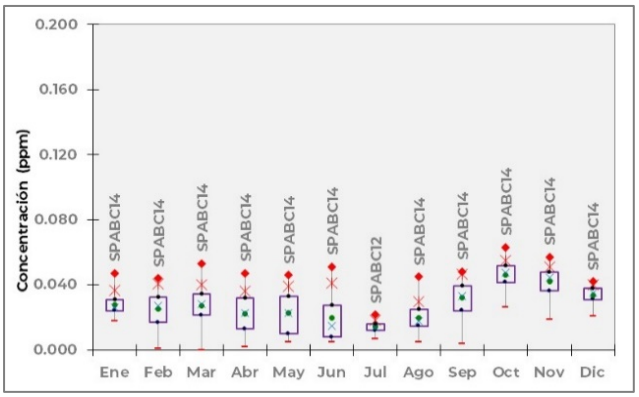
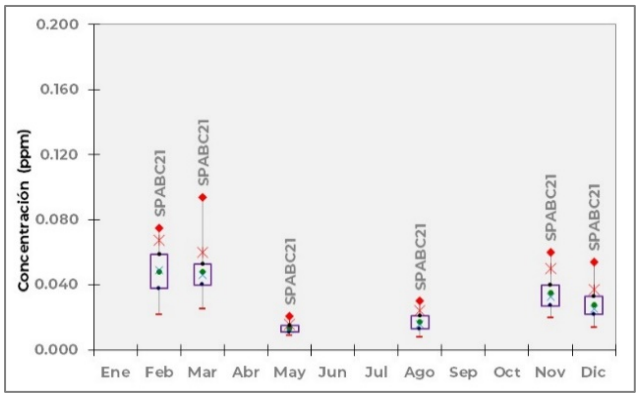


Figura 2.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019, en Baja California
Máximo diario de 1 hora

Mexicali



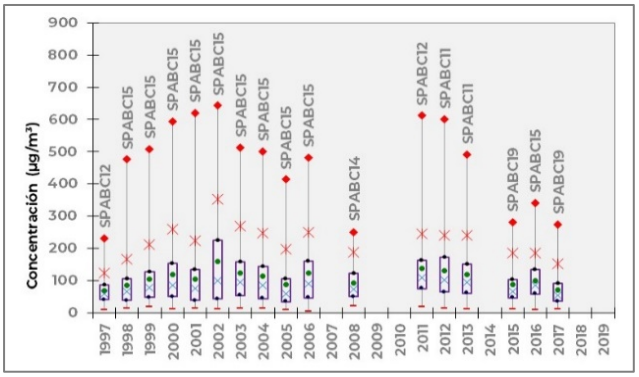
Tijuana



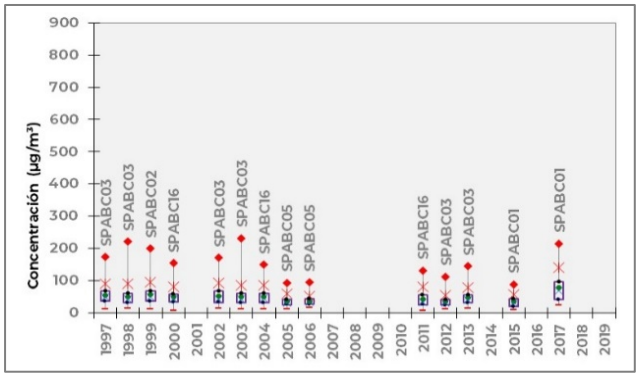
2.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN BAJA CALIFORNIA EN EL PERIODO 1997 – 2019.

Figura 2.9. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019*.

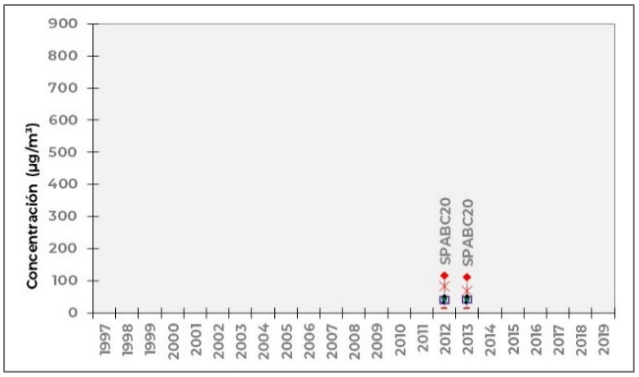
Mexicali
(1997– 2019)



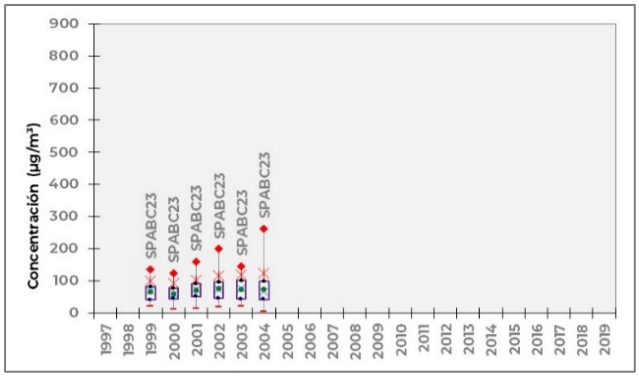
Tijuana
(1997 – 2019)



Ensenada
(1997– 2019)



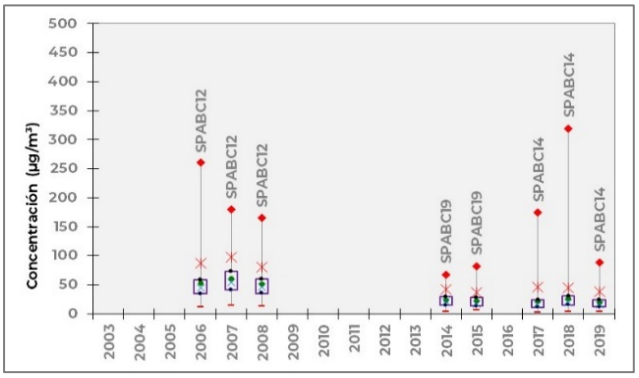
Tecate
(1997 – 2019)



*El indicado se generó con los muestreos de 24 horas por ser un indicador agregado y contar con información de un mayor número de estaciones de manera histórica.

Figura 2.10. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Baja California, en el periodo 2003 – 2019.

Mexicali
(2003 – 2019)



Tijuana
(2003 – 2019)

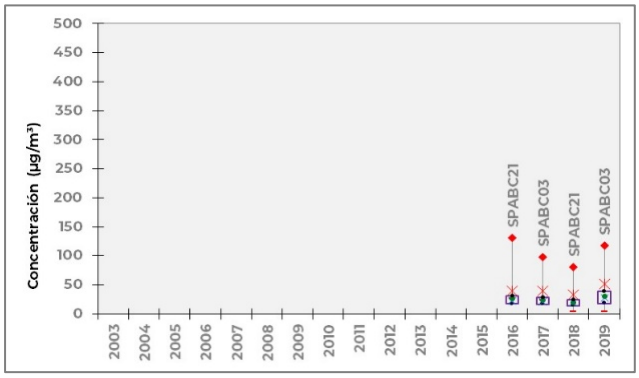
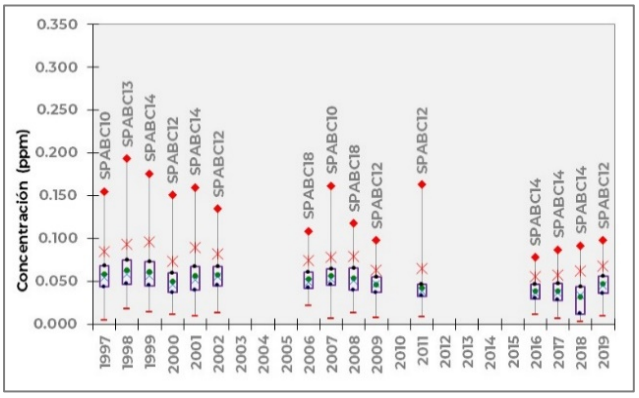
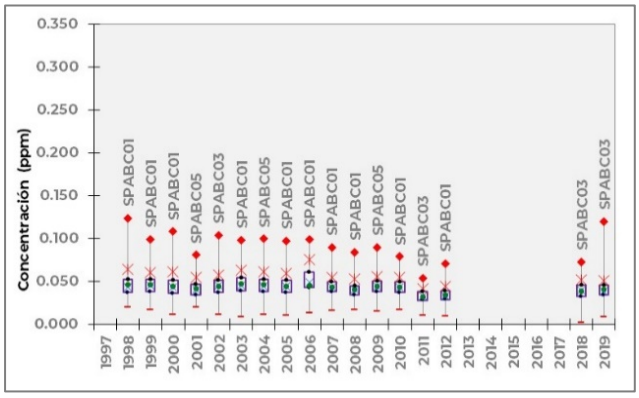


Figura 2.11. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019.

Mexicali
(1997– 2019)



Tijuana
(1997– 2019)



Tecate
(1997– 2019)

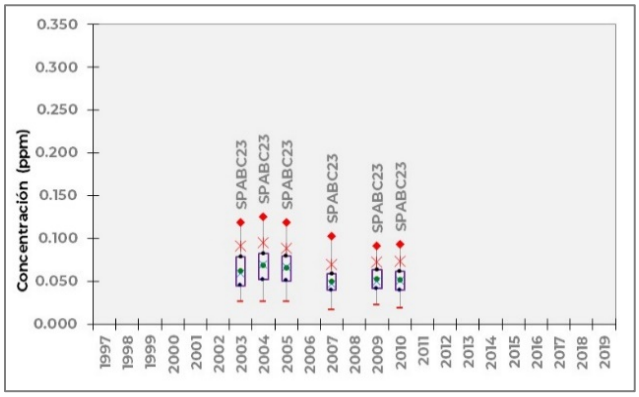
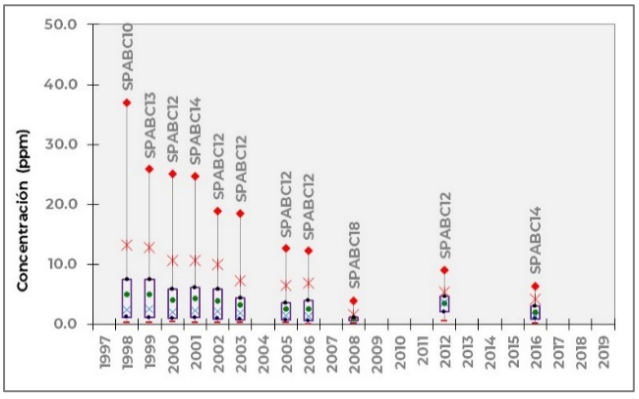
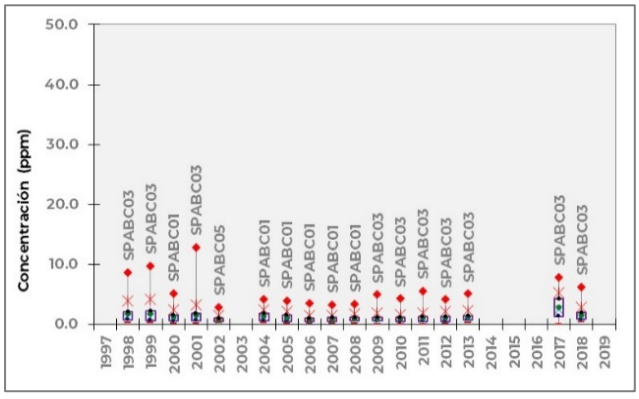


Figura 2.12. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019.

Mexicali
(1997– 2019)



Tijuana
(1997– 2019)



Tecate
(1997– 2019)

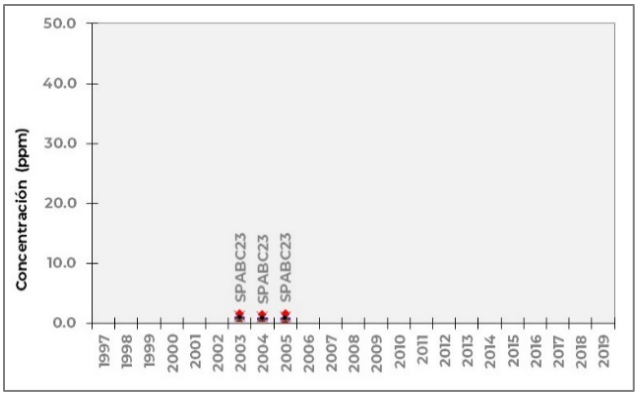
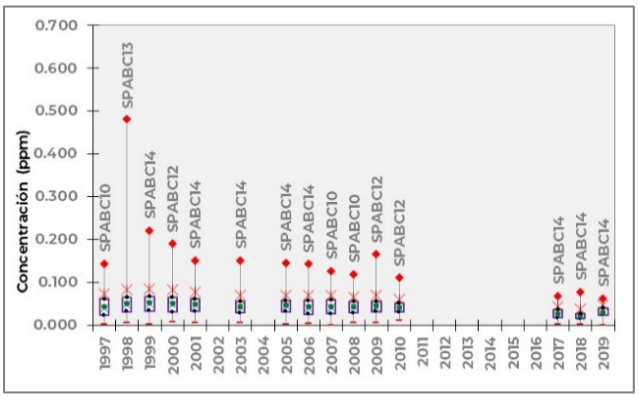
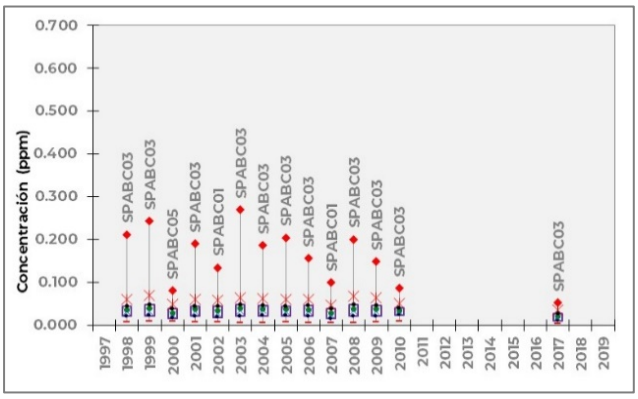


Figura 2.13. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Baja California, en el periodo 1997 – 2019.

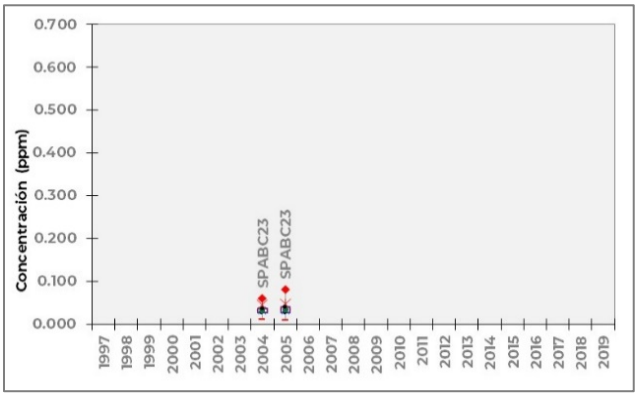
Mexicali
(1997– 2019)



Tijuana
(1997– 2019)



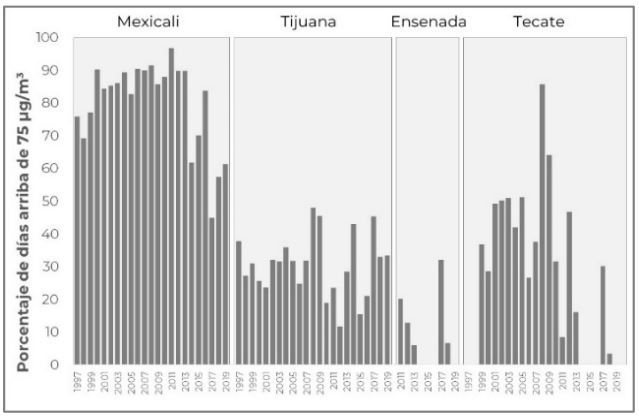
Tecate
(1997– 2019)



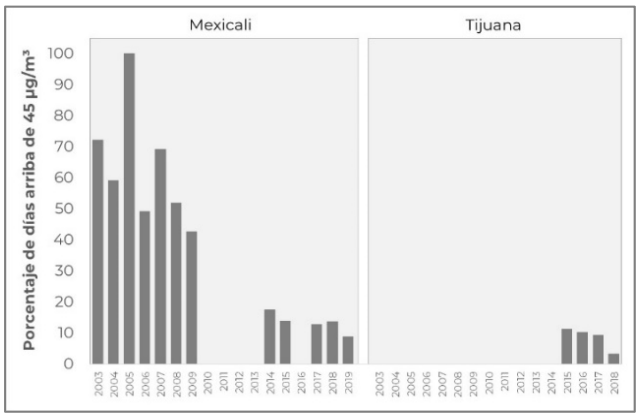
2.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 2.14. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1997 – 2019.

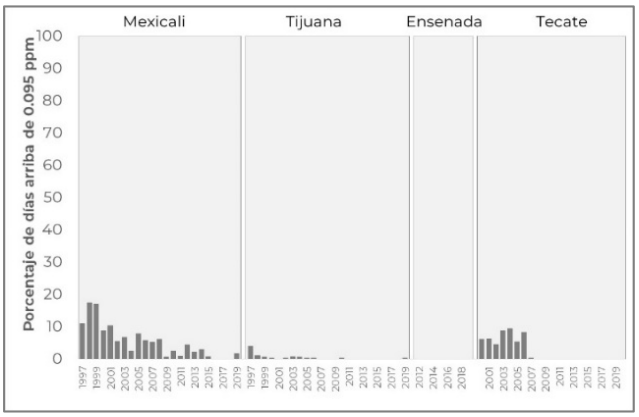
PM_{10} – Límite de 24 horas*
(1997– 2019)



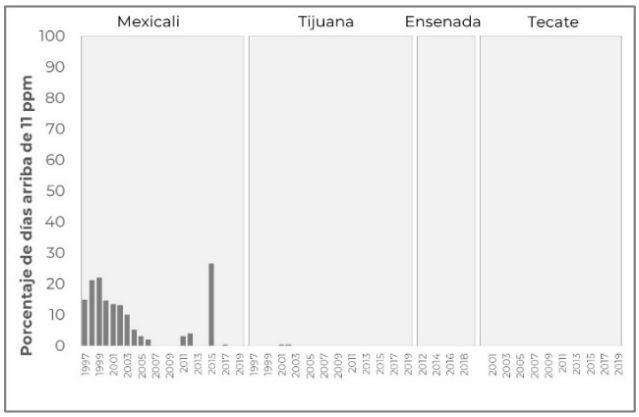
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(1997 – 2019)



O_3 – Límite de 1 hora
(1997 – 2019)



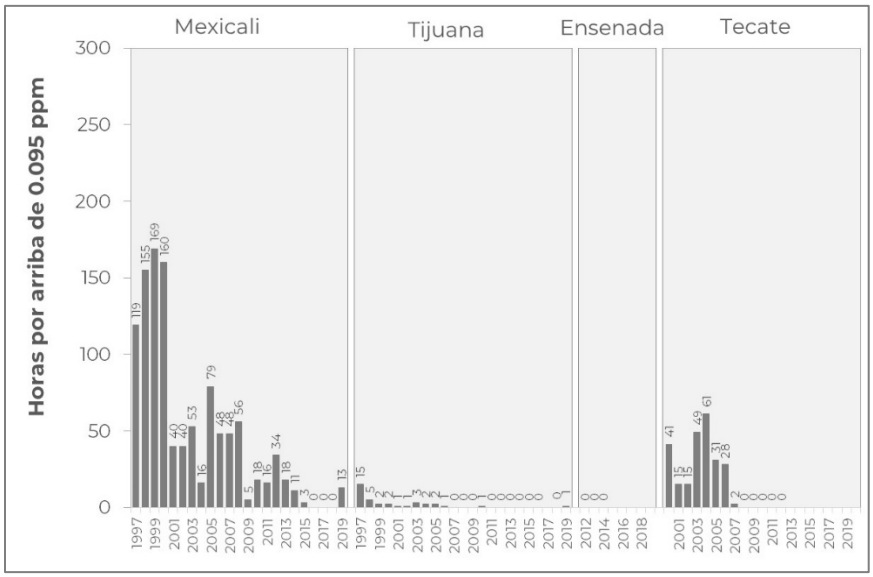
CO – Límite de 8 horas
(1997 – 2019)



*Por ser un indicador agregado, el indicador para las PM_{10} se generó con los datos manuales los cuales han sido reportados de manera histórica.

2.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 2.15. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1997 – 2019.



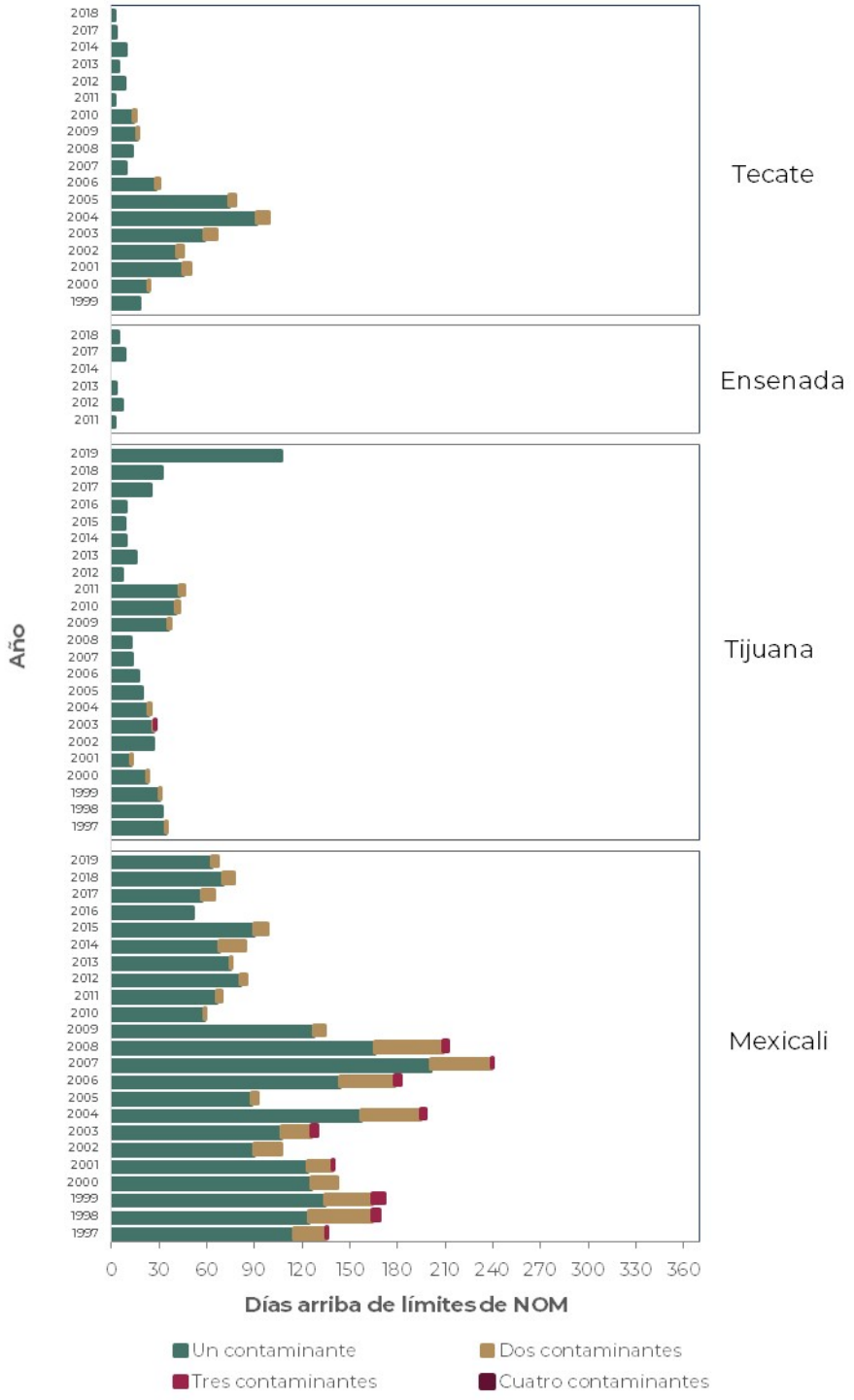
2.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 2.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Baja California, 1997 – 2019.

Ciudad	Año	No. De días con datos	No. De días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante		
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes
Mexicali	1997	364	136	115	20	1
	1998	365	169	124	40	5
	1999	365	172	134	30	8
	2000	366	142	126	16	0
	2001	365	140	123	16	1
	2002	364	107	90	17	0
	2003	364	130	107	19	4
	2004	366	198	157	38	3
	2005	363	92	88	4	0
	2006	365	182	144	34	4
	2007	364	240	201	38	1
	2008	366	212	166	43	3
	2009	365	134	127	7	0
	2010	364	59	58	1	0
	2011	364	69	66	3	0
	2012	364	85	81	4	0
	2013	365	76	75	1	0
	2014	364	84	68	16	0
	2015	354	98	90	8	0
	2016	341	51	51	0	0
	2017	365	65	57	8	0

Ciudad	Año	No. De días con datos	No. De días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante		
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes
	2018	363	77	70	7	0
	2019	365	67	63	4	0
Tijuana	1997	201	35	34	1	0
	1998	365	32	32	0	0
	1999	365	31	30	1	0
	2000	366	23	22	1	0
	2001	365	13	12	1	0
	2002	365	26	26	0	0
	2003	365	28	26	1	1
	2004	366	25	23	2	0
	2005	365	19	19	0	0
	2006	365	17	17	0	0
	2007	364	13	13	0	0
	2008	366	12	12	0	0
	2009	365	37	36	1	0
	2010	365	43	40	3	0
	2011	365	46	43	3	0
	2012	366	7	7	0	0
	2013	365	15	15	0	0
	2014	202	9	9	0	0
	2015	190	8	8	0	0
	2016	312	9	9	0	0
	2017	364	25	25	0	0
	2018	365	32	32	0	0
	2019	365	107	107	0	0
Ensenada	2011	10	2	2	0	0
	2012	243	7	7	0	0
	2013	217	3	3	0	0
	2014	32	0	0	0	0
	2017	25	8	8	0	0
	2018	29	4	4	0	0
Tecate	1999	49	18	18	0	0
	2000	193	24	23	1	0
	2001	229	50	45	5	0
	2002	243	45	41	4	0
	2003	326	66	58	8	0
	2004	323	99	91	8	0
	2005	333	78	74	4	0
	2006	219	30	28	2	0
	2007	292	9	9	0	0
	2008	312	13	13	0	0
	2009	361	17	16	1	0
	2010	328	15	14	1	0
	2011	248	2	2	0	0
	2012	296	8	8	0	0
	2013	25	4	4	0	0
	2014	58	9	9	0	0
	2017	10	3	3	0	0
	2018	43	2	2	0	0

Figura 2.16. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Baja California, 1997 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 3.
CHIHUAHUA



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
CHIHUAHUA

En el año 2019 Chihuahua contó, administrativamente, con cinco sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Uno a cargo del Gobierno del Estado, tres más administrados por cada uno de los siguientes municipios: Chihuahua, Ciudad Juárez y Ojinaga y una más en Ciudad Juárez, administrada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En su conjunto, estos SMCA cuenta con 18 estaciones de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera: 3 estaciones en Chihuahua, 12 en Ciudad Juárez y 3 en Ojinaga. Las estaciones de Ojinaga, sin embargo, estuvieron fuera de operación en 2019. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez se ilustran en las Figuras 3.1 a 3.18 y en las Tablas 3.1 y 3.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

De las tres estaciones existentes en la ciudad de Chihuahua sólo una, CIMAV, generó información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de los límites normados de protección a la salud (24 horas y anual), y el resultado fue que ambos límites fueron superados con concentraciones máximas de 111 µg/m³ y 41 µg/m³, respectivamente. Dichas concentraciones equivalen a 1.5 y 1.03 veces el límite correspondiente. En Ciudad Juárez, por otra parte, la evaluación de cumplimiento de NOM sólo fue posible en la estación Tecnológico (TEC) y en ella se registró incumplimiento de la misma al superarse el límite normado de 24 horas con una concentración máxima de 154 µg/m³, que equivale a poco más de 2 veces el límite en cuestión.

En general, en Chihuahua, se registraron condiciones de mala calidad del aire por PM_{10} en 21 de los 351 días con datos válidos. En Ciudad Juárez, el monitoreo automático registró mala calidad del aire por PM_{10} en 22 de los 266 días del año con datos válidos. Destaca que, además de estos 22 días con mala calidad del aire, hubo 5 más en los que ésta fue muy mala y en 1 extremadamente mala de acuerdo con los criterios definidos por el índice de calidad del Aire y Salud. El monitoreo manual, en esta misma ciudad, identificó una mayor cantidad de días con extremadamente mala calidad del aire con un total de 11, específicamente en la estación Benito Juárez (BEJ).

A lo largo del año, las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron entre noviembre y enero, en tanto que a lo largo de los años se aprecia, en la ciudad de Chihuahua, una ligera disminución en los percentiles 25, 75 y 90, así como en el promedio, en el periodo de 2017 a 2019.

Esta tendencia también se observa en el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas. En Ciudad

Juárez, por su parte no es posible establecer alguna tendencia debido a la escasez de información.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

No fue posible evaluar el cumplimiento de NOM para $PM_{2.5}$ debido a que no se contó con información suficiente para ello, ni en Chihuahua ni en Ciudad Juárez. A pesar de ello, la escasa información disponible en Ciudad Juárez permitió identificar 4 días en los que las concentraciones promedio de 24 horas rebasaron el límite normado de protección a la salud.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y enero, en Ciudad Juárez, en tanto que en Chihuahua no fue posible definir alguna tendencia temporal debido a la escasez de datos. Esta situación también fue patente al intentar analizar la información a través de los años en ambas ciudades.

Ozono (O_3)

El cumplimiento de la NOM de salud ambiental para ozono sólo se pudo evaluar en Ciudad Juárez, encontrándose que ambos límites normados (1 y 8 horas) fueron superados con concentraciones de hasta 0.108 ppm y 0.085 ppm, respectivamente. Dichas concentraciones equivalen a 1.14 y 1.2 veces el límite correspondiente (0.095 ppm y 0.070 ppm). En total, en Ciudad Juárez se registraron 16 días con concentraciones superiores a alguno de los límites normados de ozono, en tanto que en Chihuahua la información disponible no registró ningún día en esta condición. En general, las concentraciones más altas de este contaminante suelen ocurrir en los meses de junio a agosto, tanto en Ciudad Juárez como en Chihuahua.

Como tendencia histórica sólo es posible establecer que en Chihuahua se observó un incremento en las concentraciones de este contaminante en el periodo 2015 a 2017. En los años posteriores desafortunadamente no se ha dispuesto de información suficiente para poder dar seguimiento a la misma.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en Ciudad Juárez durante el año 2019, con concentraciones que se ubican muy por debajo a dichos límites. En Chihuahua no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de estas NOM debido a que las estaciones de medición se reportaron fuera de operación o no cumplieron con el criterio de suficiencia de información.

A DESTACAR

En 2019, destaca la irregularidad de la operación de este sistema de monitoreo, lo que se reflejó en la escasa información generada para la mayoría de los contaminantes y en la imposibilidad de evaluar el

cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en la materia, especialmente en la ciudad de Chihuahua. Por otra parte, se confirma que son las partículas suspendidas el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez. En ambas ciudades se registraron concentraciones que son superiores a los límites normados de protección a la salud de la población tanto de PM_{10} como de $PM_{2.5}$; sin embargo, sólo se pudo establecer incumplimiento de NOM para el caso de las PM_{10}.

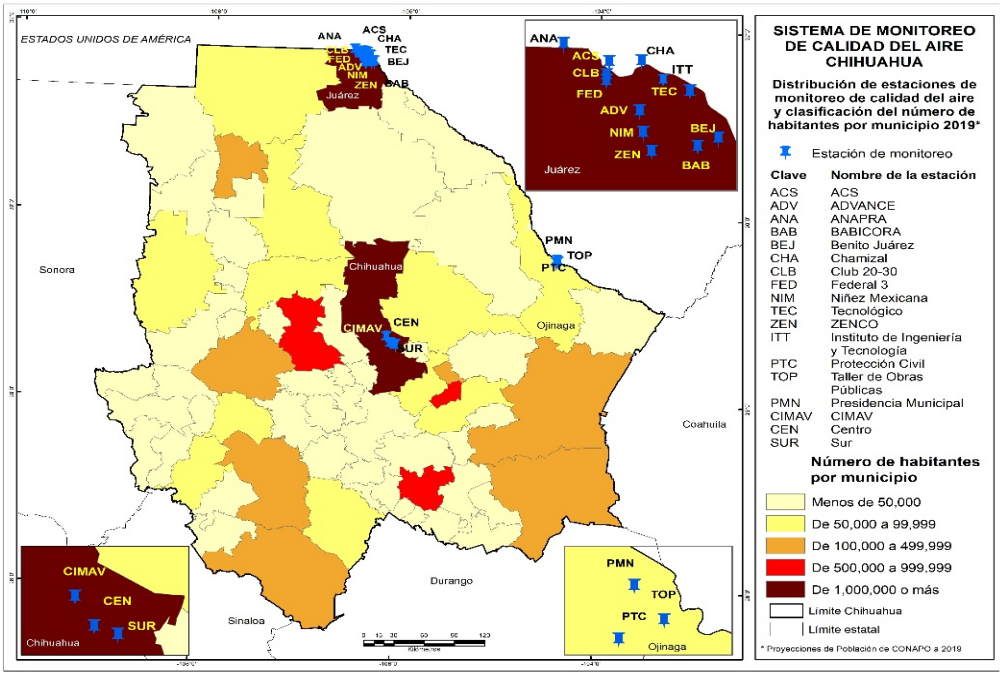
3.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 3.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de Monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Chihuahua Estatal	MASURCHI	SUR	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	MACENTROCHI	CENTRO	Automático (2015)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Chihuahua municipal	CIMAV	CIMAV	Automático (2007)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Ciudad Juárez Municipal	ACS	ACS	Manual (2008)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Advance	ADV	Automático (1990)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
			Manual (1990)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	ANAPRA	ANA	Manual (2008)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	BABICORA	BAB	Manual (2010)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Benito Juárez	BEJ	Manual (2008)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Chamizal	CHA	Manual (2009)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Club 20-30	CLB	Automático (1996)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
			Manual (1996)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Federal 3	FED 3	Manual (2008)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Niñez Mexicana	NIM	Manual (2008)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Tecnológico	TEC	Automático (1995)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
			Manual (1995)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Zenco	ZEN	Manual (2010)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Ciudad Juárez Universidad*	Instituto de Ingeniería y Tecnología	ITT	Automático (2018)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ojinaga	Presidencia Municipal	PMN	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Taller de Obras Públicas	TOP	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Protección Civil	PTC	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
*La gestión de esta estación de monitoreo es responsabilidad de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, e inició su operación en septiembre de 2018.
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, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Ojinaga y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

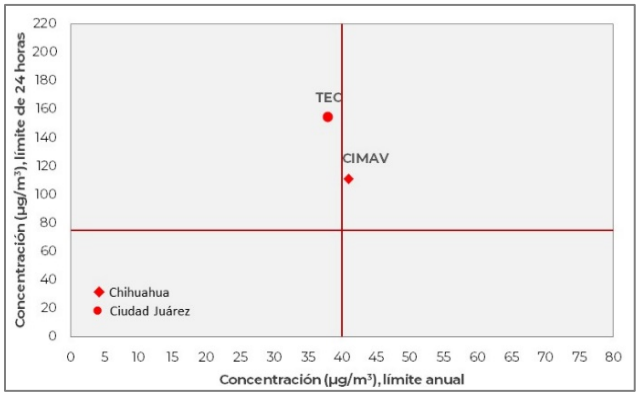
Figura 3.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Chihuahua, 2019.



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, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Ojinaga y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

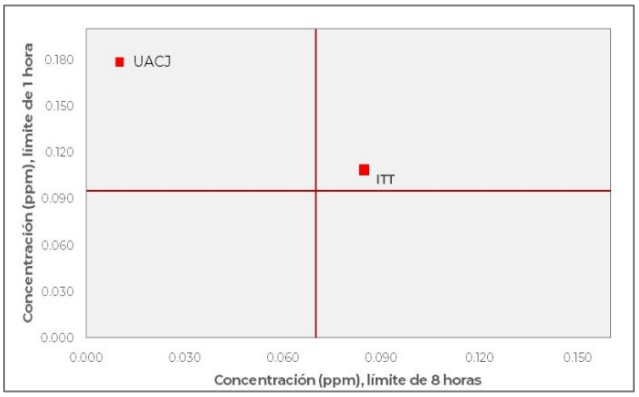
3.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 3.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Chihuahua, en el año 2019.

Partículas Suspendidas – PM_{10} Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal) Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)	**Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$** Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal) Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)
	No se cumplió con el criterio de suficiencia de datos para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de norma.

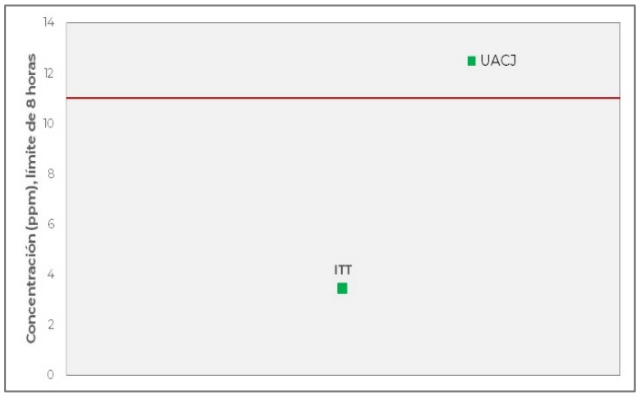
Ozono – O_3

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



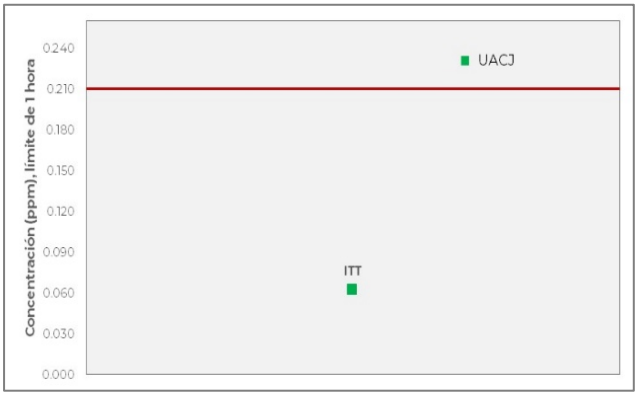
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm – línea horizontal)



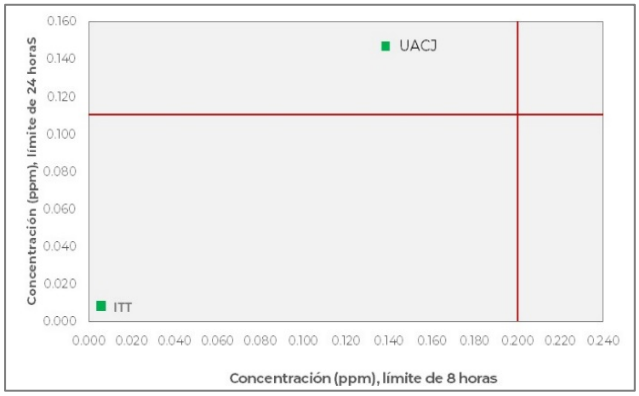
Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm – línea horizontal)



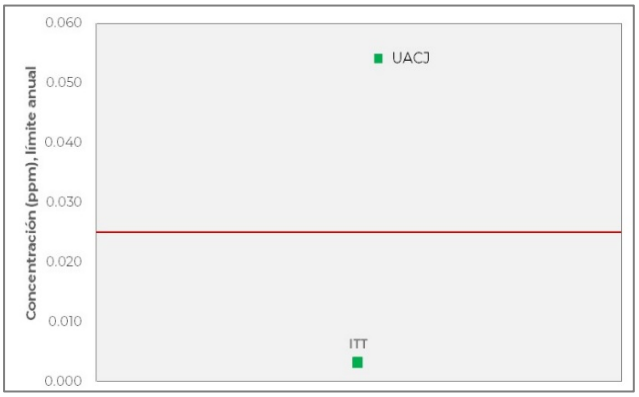
Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm – línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



Chihuahua Estatal
SUR – MASURCHI
CENTRO – MACENTROCHI

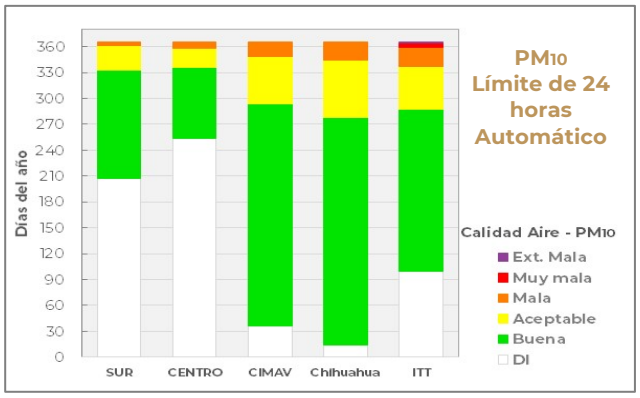
Chihuahua municipal
CIMAV – CIMAV

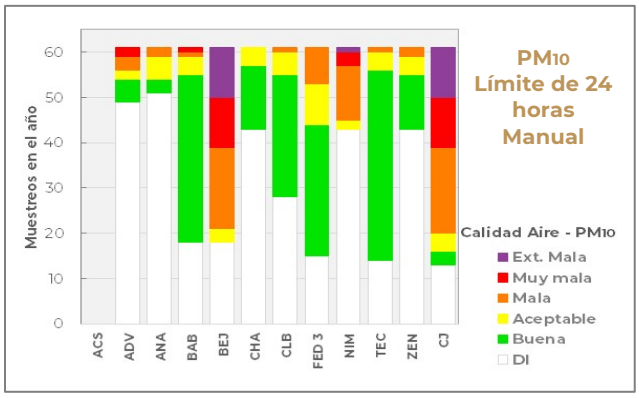
Ciudad Juárez, municipio
TEC – Tecnológico

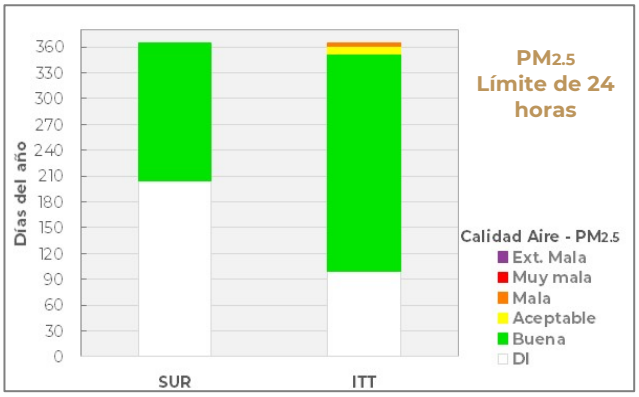
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)
ITT – Instituto de Ingeniería y Tecnología

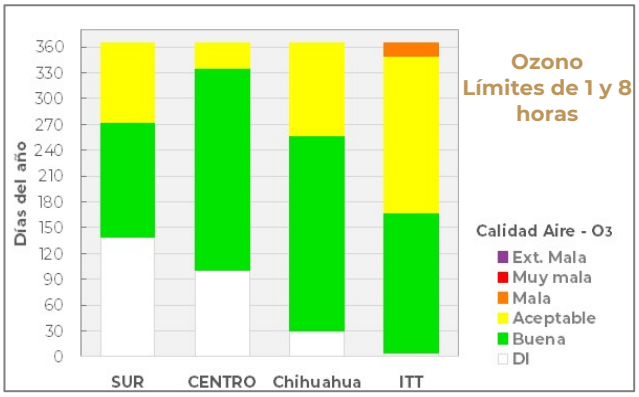
3.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

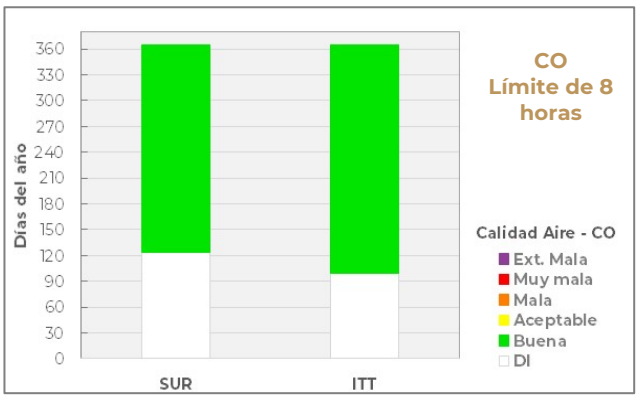
Figura 3.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Chihuahua, en el año 2019.

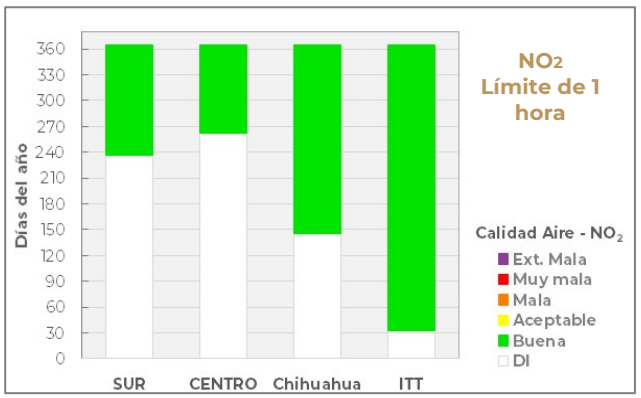


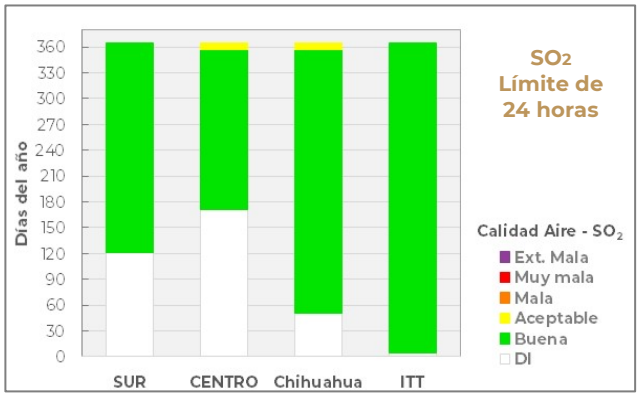












Chihuahua Estatal
SUR – MASURCHI
CENTRO – MACENTRC

Chihuahua municipal
CIMAV – CIMAV

Ciudad Juárez, munici
ACS – ACS
Advance – ADV
ANA – ANAPRA
BAB – BABICORA
BEJ –Benito Juárez
CHA –Chamizal
CLB – Club 20-30
FED 3 –Federal 3
NIM – Niñez Mexicana
TEC – Tecnológico
ZEN –Zenco

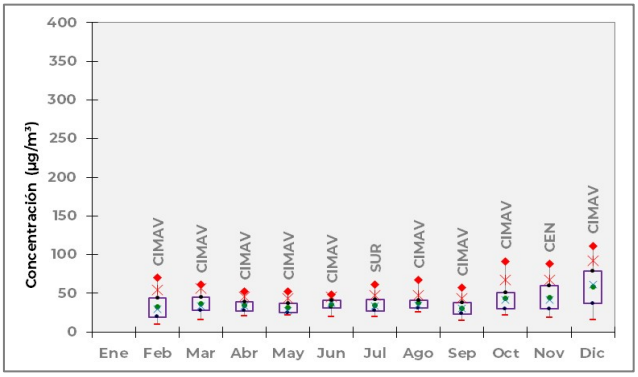
Universidad Autónoma
Ciudad Juárez (UACJ)
ITT – Instituto de
Ingeniería y Tecnología

3.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 3.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua.

Promedios 24 horas

Chihuahua



Ciudad Juárez (UACJ)

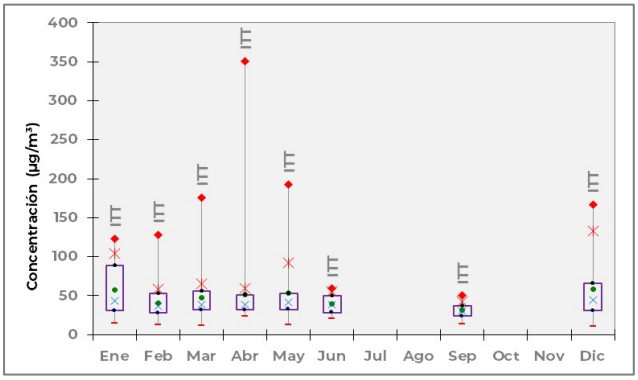
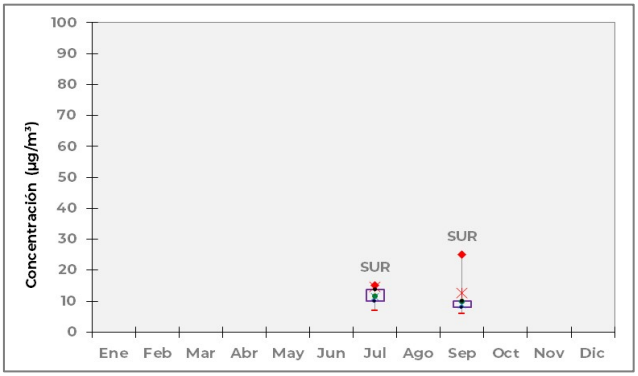


Figura 3.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua.

Promedio 24 horas

Chihuahua



Ciudad Juárez (UACJ)

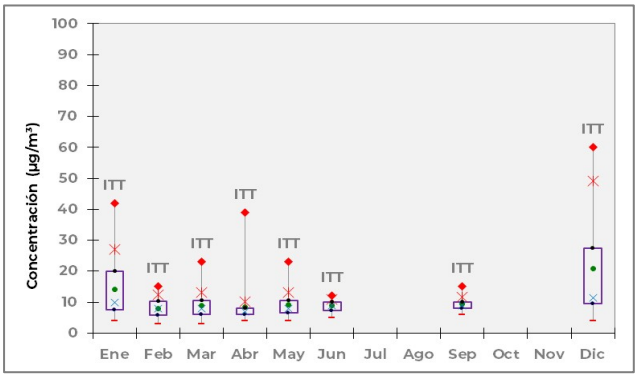
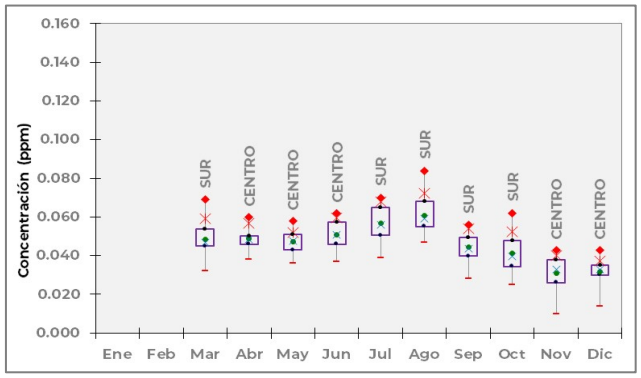


Figura 3.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua.

Máximo diario de 1 hora

Chihuahua



Ciudad Juárez (UACJ)

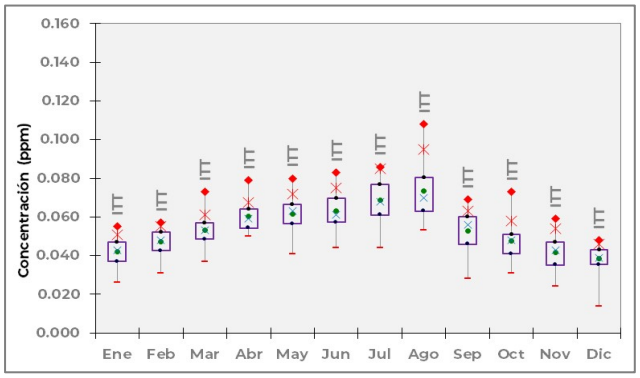
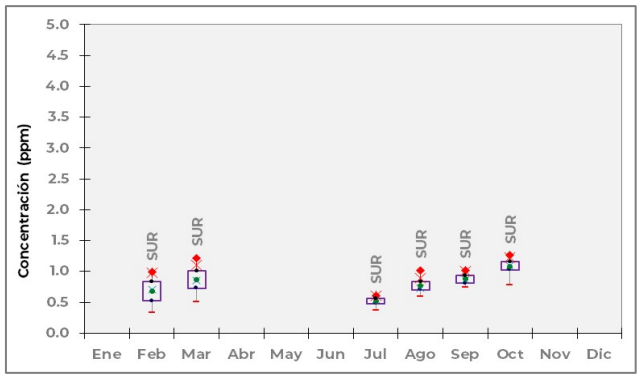


Figura 3.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua.

Máximo diario de 8 horas

Chihuahua



Ciudad Juárez (UACJ)

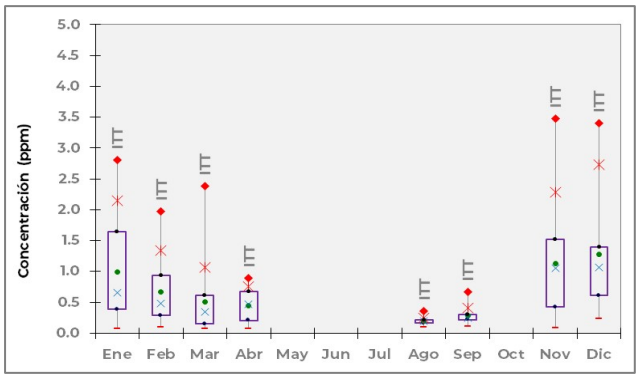
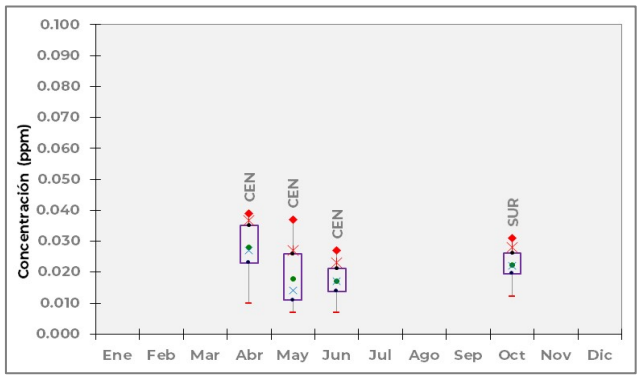


Figura 3.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua.

Máximo diario de 1 hora

Chihuahua



Ciudad Juárez (UACJ)

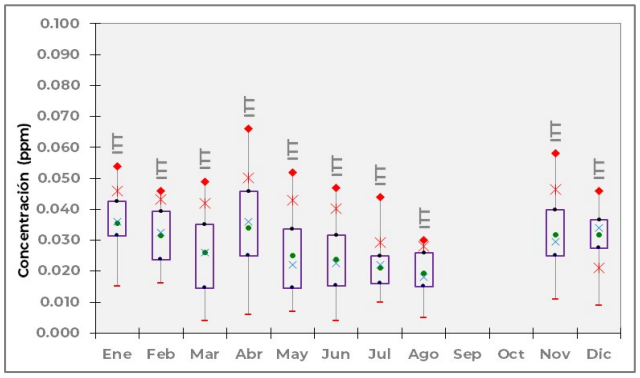
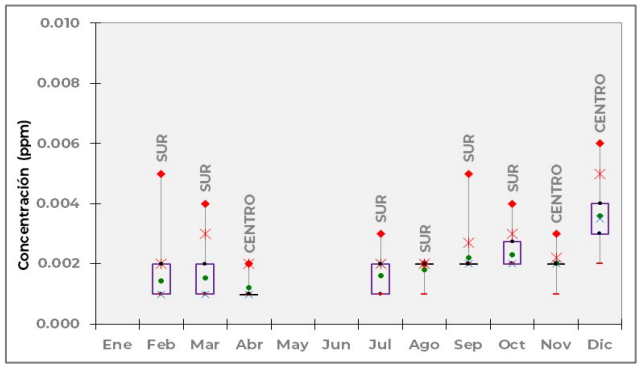


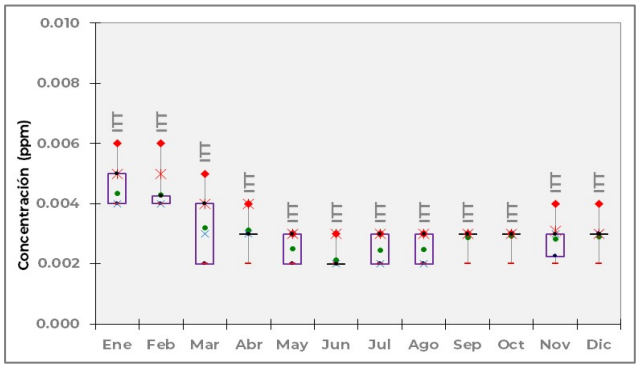
Figura 3.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Chihuahua.

Promedio de 24 horas

Chihuahua



Ciudad Juárez (UACJ)



3.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN CHIHUAHUA EN EL PERIODO 2007 – 2019.

Figura 3.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019.

Chihuahua
(2007– 2019)

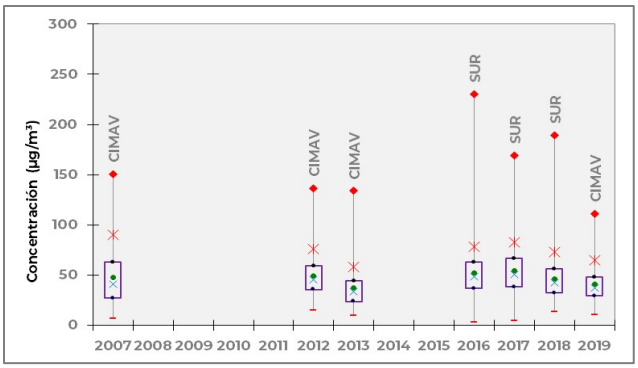


Figura 3.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2014 – 2019.

Chihuahua
(2014 – 2019)

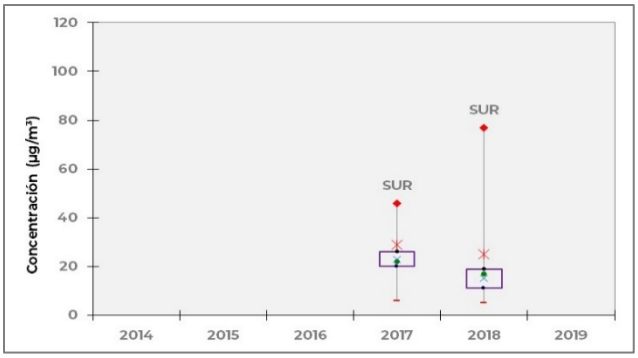
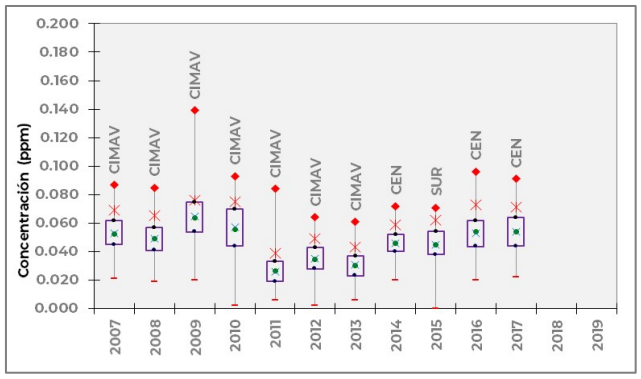


Figura 3.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019.

Chihuahua
(2007– 2019)



Ciudad Juárez (UACJ)
(2019)

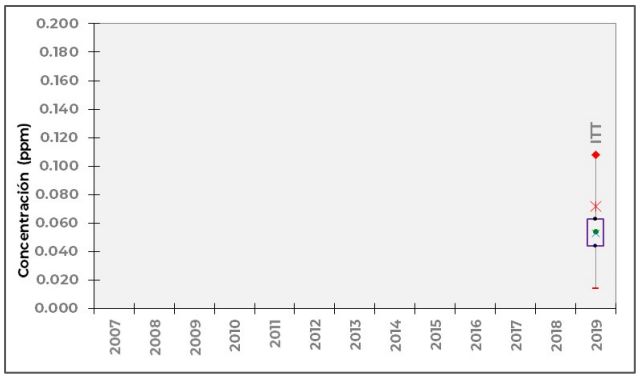


Figura 3.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019.

Chihuahua
(2007– 2019)

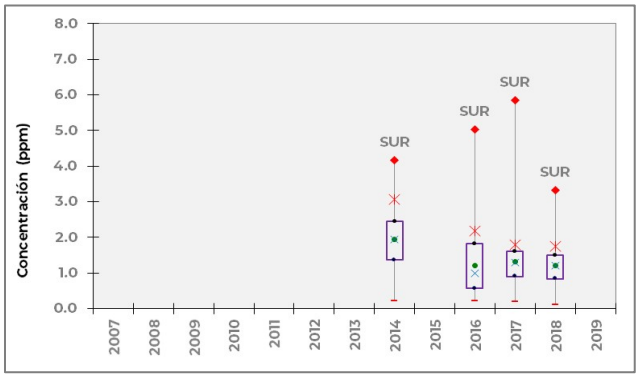
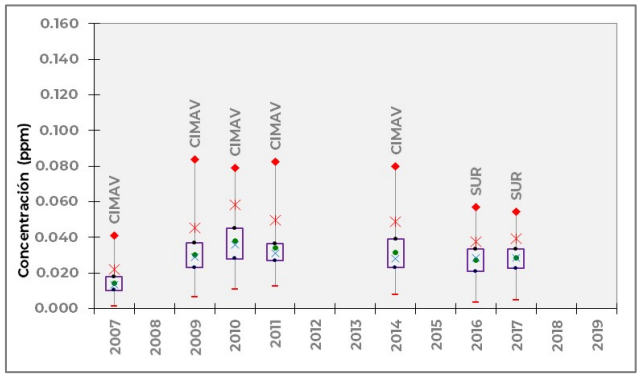


Figura 3.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019.

Chihuahua
(2007– 2019)



Ciudad Juárez (UACJ)
(2019)

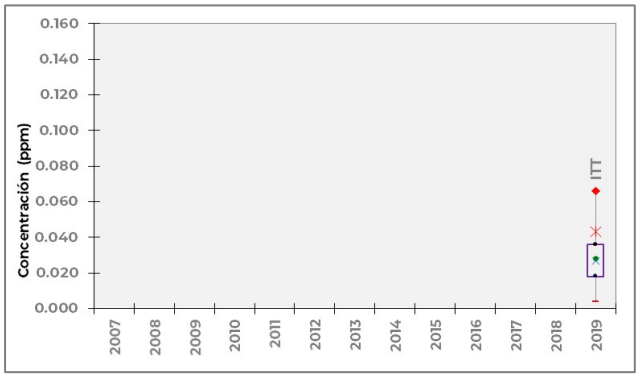
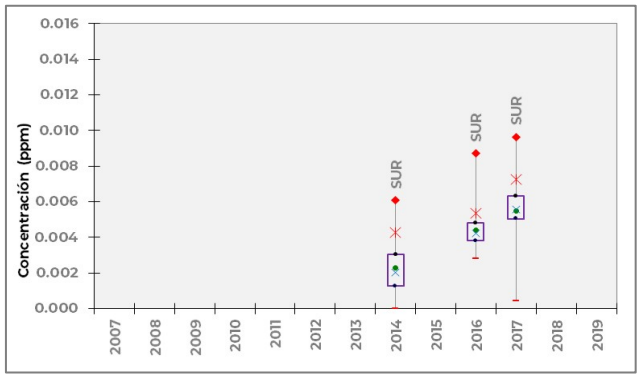
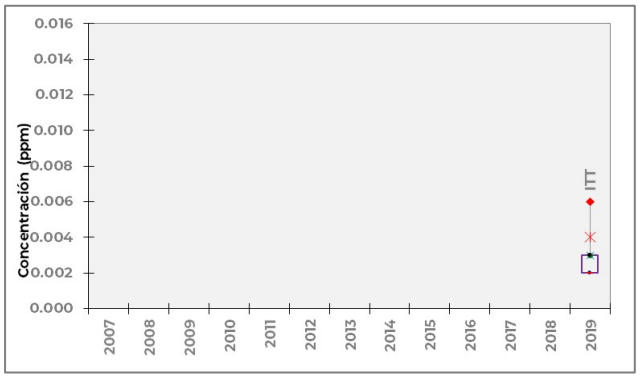


Figura 3.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2019.

Chihuahua
(2007– 2019)



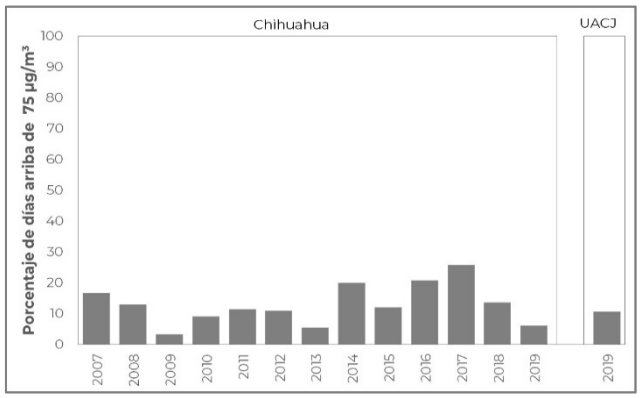
Ciudad Juárez (UACJ)
(2019)



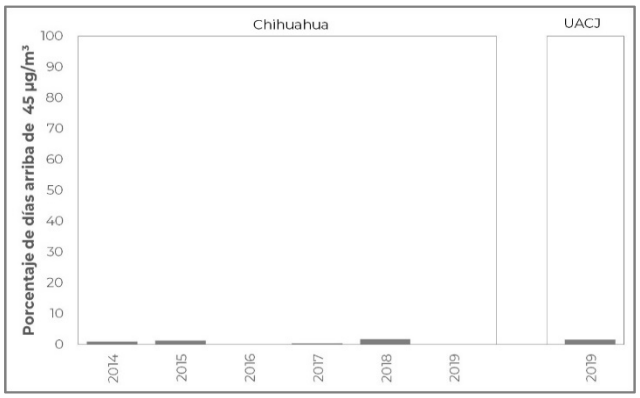
3.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 3.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2007 – 2019.

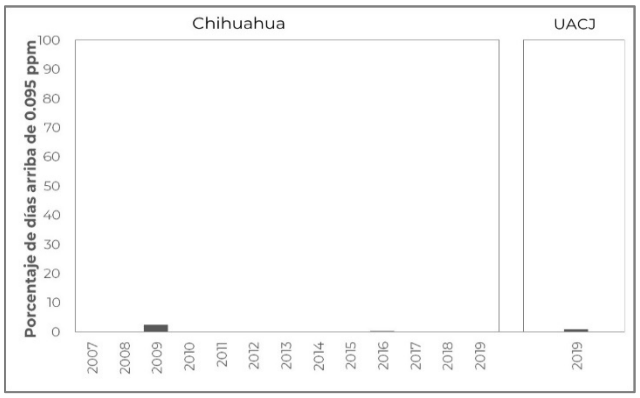
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2007 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2014 – 2019)

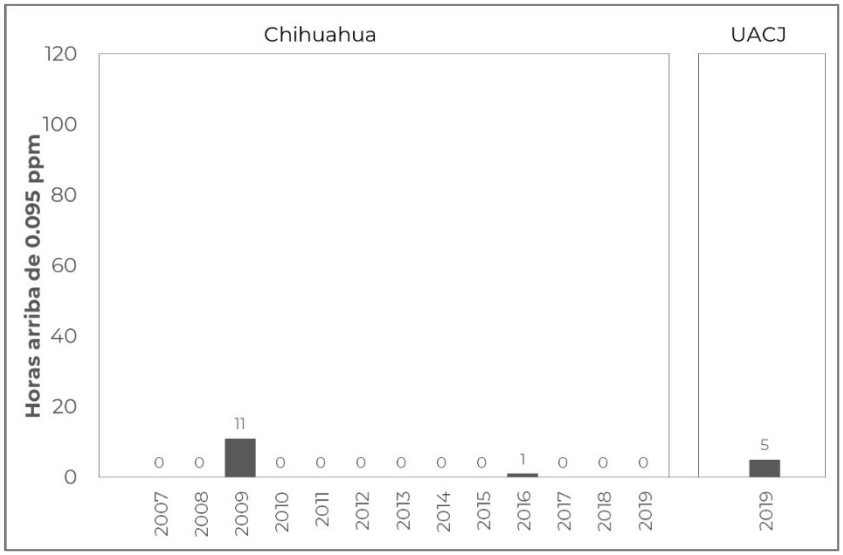


O_3 – Límite de 1 hora
(2007 – 2019)



3.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 3.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2007 – 2019.



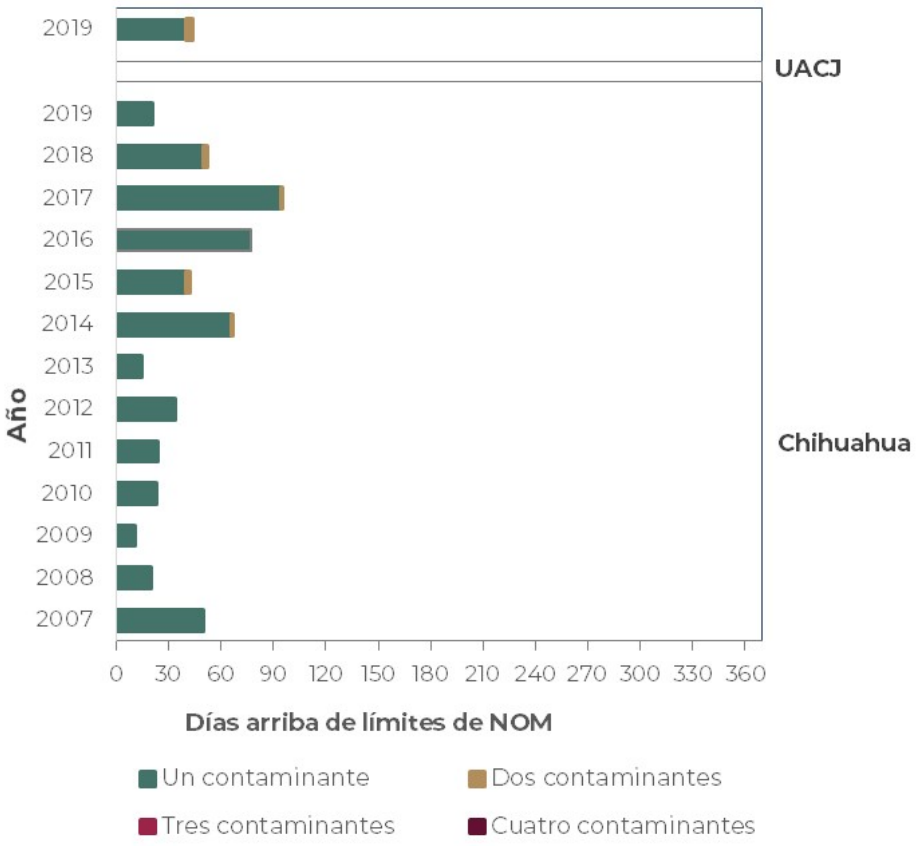
3.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 3.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 Contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Chihuahua	2007	346	50	50	0	0	0
	2008	334	20	20	0	0	0
	2009	346	11	11	0	0	0
	2010	359	23	23	0	0	0
	2011	345	24	24	0	0	0

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 Contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
	2012	362	34	34	0	0	0
	2013	333	15	15	0	0	0
	2014	363	67	66	1	0	0
	2015	359	42	40	2	0	0
	2016	366	77	77	0	0	0
	2017	365	95	94	1	0	0
	2019	363	52	50	2	0	0
Ciudad Juárez (UACJ)	2019	362	44	40	4	0	0

Figura 3.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 4.
CIUDAD DE MÉXICO



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
ZONA METROPOLITANA DE VALLE DE MÉXICO

En el año 2019, 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 Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, estuvo integrado por 35 estaciones de monitoreo; 19 localizadas en la Ciudad de México y 16 en la zona conurbada del Estado de México. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 4.1 a 4.8 y en las Tablas 4.1 a 4.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2019, las PM_{10} se midieron en 27 estaciones de monitoreo. En 14 se incumplió la norma; en 9 de ellas por superar los dos límites normados (24 horas y anual) y 5 más por superar sólo el límite de 24 horas. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se alcanzó en Tláhuac (TAH) y como promedio anual en Xalostoc (XAL), con valores de 139 $\mu g/m^3$ y 68 $\mu g/m^3$, respectivamente. La primera equivale a 1.9 y la segunda a 1.7 veces el valor límite respectivo (75 y 40 $\mu g/m^3$). La norma sólo se cumplió en la estación Pedregal (PED). En las 12 estaciones restantes no fue posible la evaluación de cumplimiento por insuficiencia de datos. Las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó el límite normado de 24 horas fueron Xalostoc (XAL), Villa de las Flores (VIF) y Tláhuac (TAH) con un total de 109, 37 y 33 días, respectivamente.

A nivel de toda la zona metropolitana, las concentraciones más altas de PM_{10}, en 2019, se presentaron entre diciembre y mayo. En tanto que la tendencia lo largo de los años muestra que la concentración promedio y el percentil 90 han mantenido un comportamiento estable en los 6 años más recientes. Por otra parte, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas presenta una tendencia a la baja en el periodo 2017 a 2019, pasando de 47% a 37% de los días en esta condición.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

De las 21 estaciones que midieron este contaminante en 2019, 11 no cumplieron la norma; en 9 por superar los dos límites normados (24 horas y anual) y en otras 2 por superar sólo el límite anual. En las otras 10 estaciones no se pudo evaluar el cumplimiento de norma por insuficiencia de datos. La concentración más alta, tanto como promedio de 24 horas como anual, se registró en Nezahualcóyotl (NEZ) y fue de 133 $\mu g/m^3$ y 28 $\mu g/m^3$, respectivamente, las cuales equivalen a 3 y 2.3 veces el límite normado correspondiente. Las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó

el límite normado de 24 horas fueron Nezahualcóyotl (NEZ), Santiago Acahualtepec (SAC), Camarones (CAM) y Xalostoc (XAL) con 18, 15, 12 y 11 días, respectivamente.

A nivel de toda la zona metropolitana, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron en abril y mayo. En tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que los percentiles 10 y 90, así como el mínimo y el promedio, tienen muy poca variación. Sólo las concentraciones máximas presentan una tendencia creciente entre 2014 y 2019. El porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas se mantuvo, en 2019, en los niveles registrados en 2018, cercanos al 8%.

Ozono (O_3)

En las 34 estaciones en que se midió este contaminante en 2019 se rebasaron los dos límites normados (1 hora y 8 horas). La concentración más alta de 1 hora se registró en la estación Pedregal (PED), en tanto que la de 8 horas ocurrió en Tultitlán (TLI). Dichas concentraciones fueron 0.159 ppm y 0.126 ppm, respectivamente. El primero equivale a 1.7 veces el límite normado y el segundo 1.8 veces el límite correspondiente. Las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó alguno o ambos límites normados para este contaminante (1 y 8 horas) fueron: Pedregal (PED) y Milpa Alta (MPA) con 160 y 146 días respectivamente, y Gustavo A. Madero (GAM) y Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) con 133 días cada uno.

A nivel de toda la zona metropolitana, las concentraciones horarias más altas de ozono se registraron entre marzo y mayo. En tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que hay una ligera tendencia a la baja entre los años 2016 y 2019, especialmente en los máximos. Por otra parte, el número de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, también muestra una reducción, pero en el periodo 2017 a 2019. En este periodo se pasó del 64% al 59% de los días en esta condición. Finalmente, el número de horas con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, registró un ligero incremento en 2019 respecto a lo observado en 2018, pasando de 744 horas en 2018 a 778 horas en 2019.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con calidad del aire buena y aceptable. En general, para estos contaminantes no se han registrado concentraciones superiores a los límites normados desde los años 2003, 2010 y 2006, respectivamente.

A DESTACAR

En 2019, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 266 lo que equivale al 73% de los días del año. El contaminante que con mayor frecuencia superó alguno de sus límites normados fue el ozono (65% de los días del año), seguido de las PM_{10} (37%) y las $PM_{2.5}$ (8%).

Niveles de concentración que determinaron una condición de extremadamente mala calidad del aire en la ZMVM sólo se registraron para ozono (13 días), en tanto que para condiciones de mala y muy mala calidad del aire hubo registros para partículas PM_{10}, $PM_{2.5}$ y ozono.

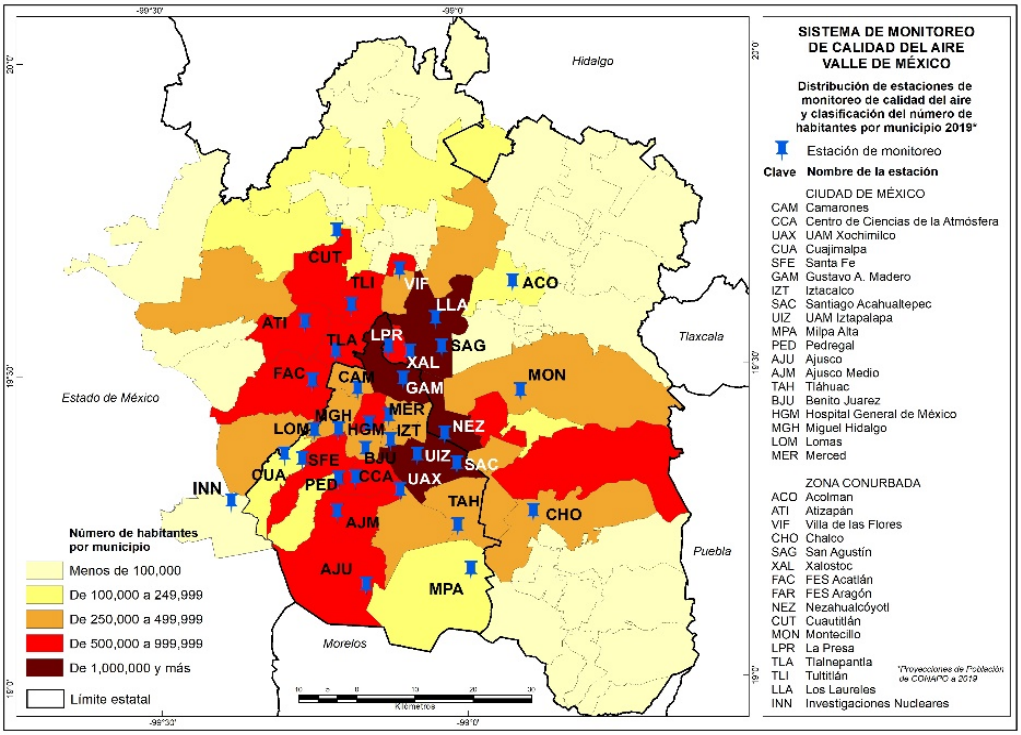
4.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 4.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

	Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Ciudad de México	**Ajusco**	AJU	Automático (2015)	¤	✓	✓	¤	✓	¤
	Ajusco Medio	AJM	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Benito Juárez	BJU	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Camarones	CAM	Automático (2003)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Centro de Ciencias de la Atmósfera	CCA	Automático (2014)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Cuajimalpa	CUA	Automático (1994)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Gustavo A. Madero	GAM	Automático (2015)	✓	✓	✓	¤	✓	¤
	Hospital General de México	HGM	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Iztacalco	IZT	Automático (2007)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Lomas	LOM	Manual (1989)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Merced	MER	Automático (1986)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	✓	¤	¤	¤	¤
	Miguel Hidalgo	MGH	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Milpa Alta	MPA	Automático (2016)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
	Pedregal	PED	Automático (1986)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	✓	¤	¤	¤	¤
	Santiago Acahualtepec	SAC	Automático (2019)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Santa Fe	SFE	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tláhuac	TAH	Automático (1994)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	UAM Iztapalapa	UIZ	Automático (1987)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	✓	¤	¤	¤	¤
	UAM Xochimilco	UAX	Automático (2012)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Conurbada	**Acolman**	ACO	Automático (2007)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Atizapán	ATI	Automático (1994)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Chalco	CHO	Automático (2007)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Cuautitlán	CUT	Automático (2012)	✓	¤	✓	✓	✓	¤
	FES Acatlán	FAC	Automático (1986)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	FES Aragón	FAR	Automático (2019)	¤	✓	✓	✓	¤	✓
	Investigaciones Nucleares	INN	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
	La Presa	LPR	Automático (1986)	¤	¤	✓	✓	¤	✓
			Manual (1989)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Los Laureles	LLA	Automático (1986)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
	Montecillo	MON	Automático (1994)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Nezahualcóyotl	NEZ	Automático (2011)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	San Agustín	SAG	Automático (1986)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (2003)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
	Tlalnepantla	TLA	Automático (1986)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	✓	¤	¤	¤	¤
	Tultitlán	TLI	Automático (1994)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Villa de las Flores	VIF	Automático (1994)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Xalostoc	XAL	Automático (1986)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	✓	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

Figura 4.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de México y su zona conurbada, 2019.

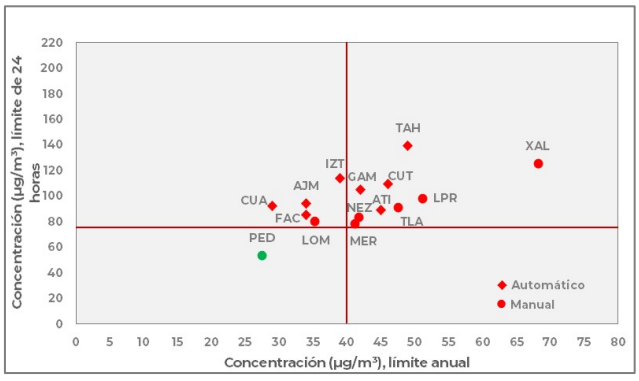


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección General de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

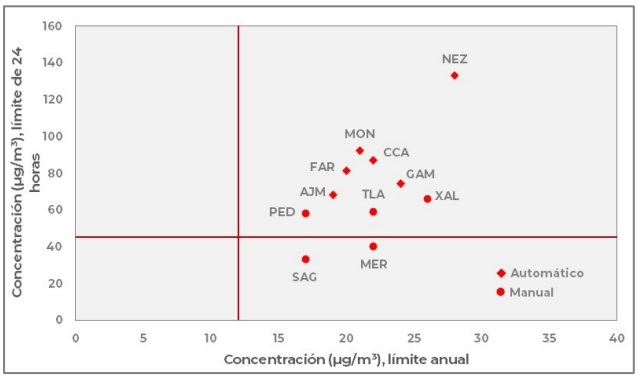
4.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 4.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2019.

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)

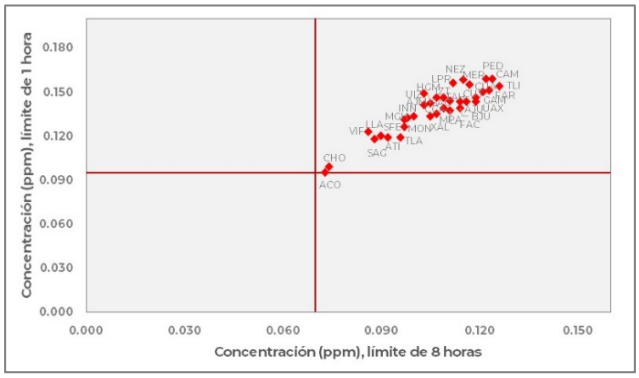


Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



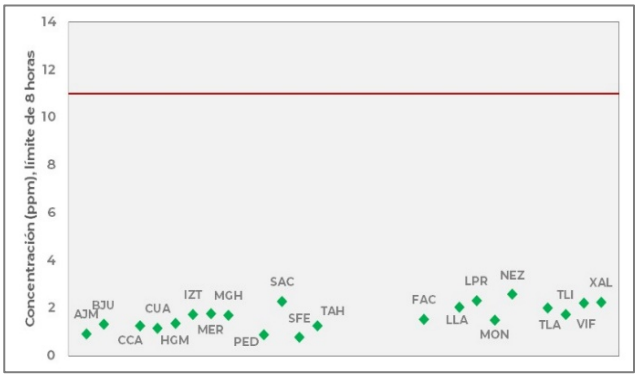
Ozono – O_3

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



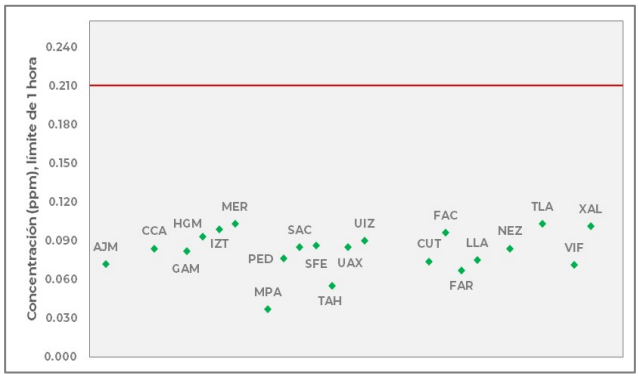
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



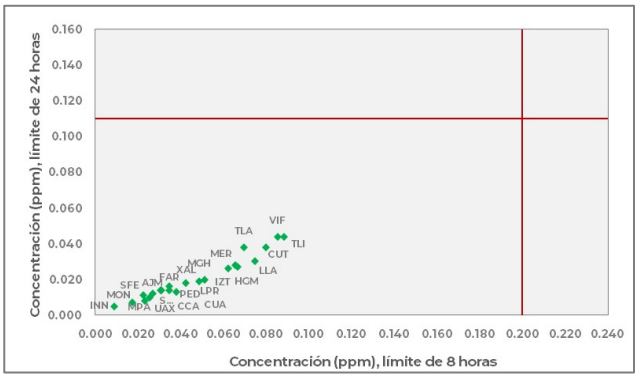
Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



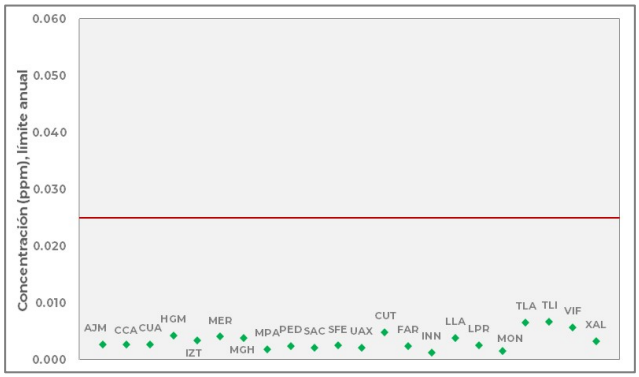
Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

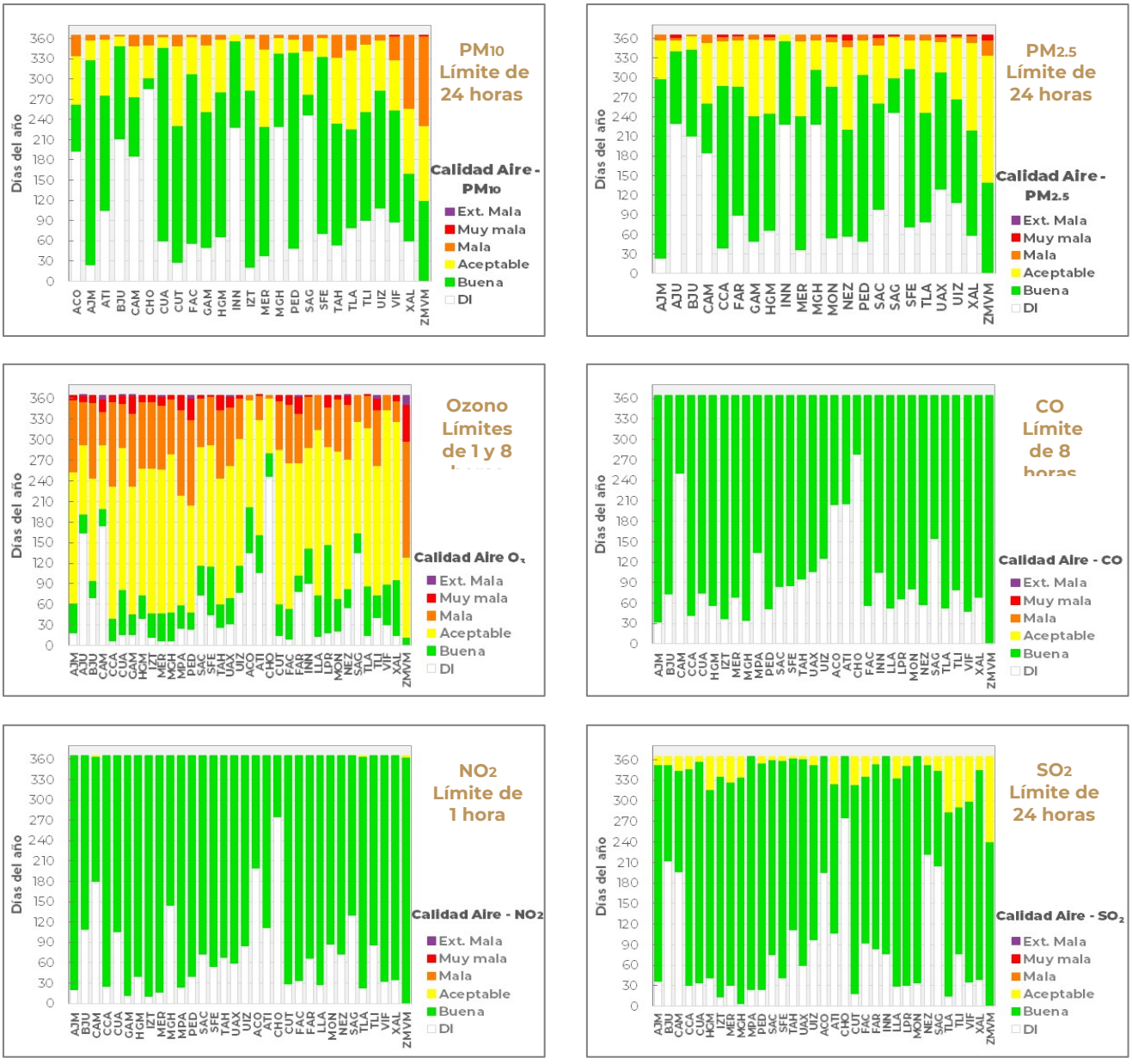
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



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

4.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 4.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2019.

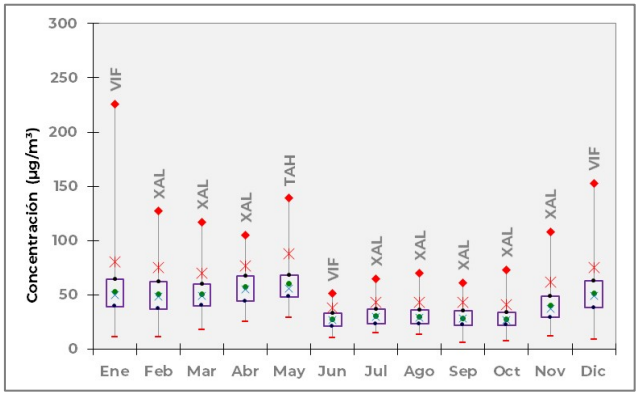


ACO - Acolman
AJM – Ajusco Medio
AJU - Ajusco
ATI - Atizapán
BJU- Benito Juárez
CAM- Camarones
CCA – Centro de Ciencias de la Atmósfera
CHO – Chalco
CUA – Cuajimalpa
CUT – Cuautitlán
FAC – FES Acatlán
FAR – FES Aragón
GAM – Gustavo A. Madero
HGM – Hospital General de México
INN – Investigaciones nucleares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

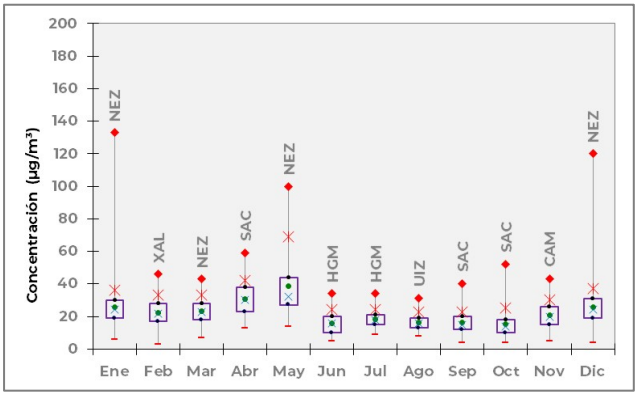
4.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 4.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2019.

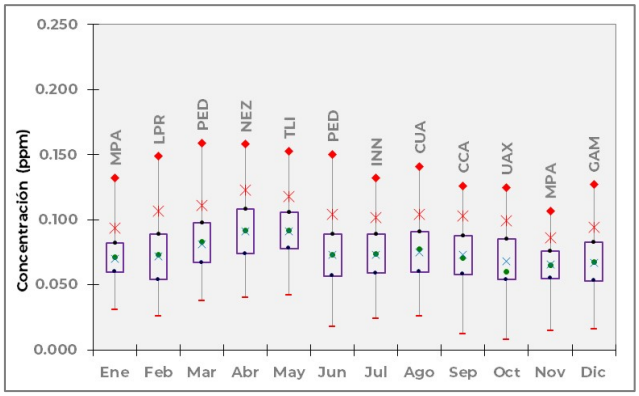
PM_{10} – Promedio de 24 horas



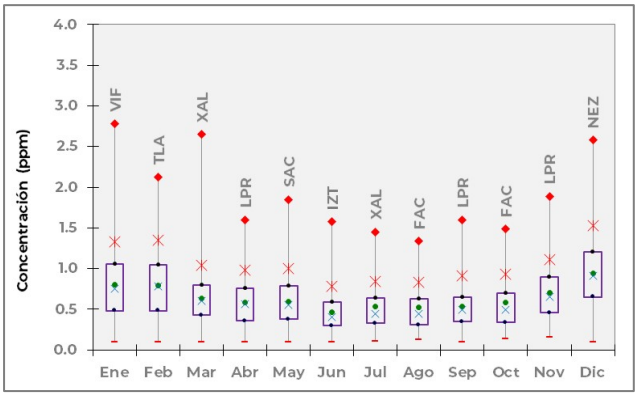
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



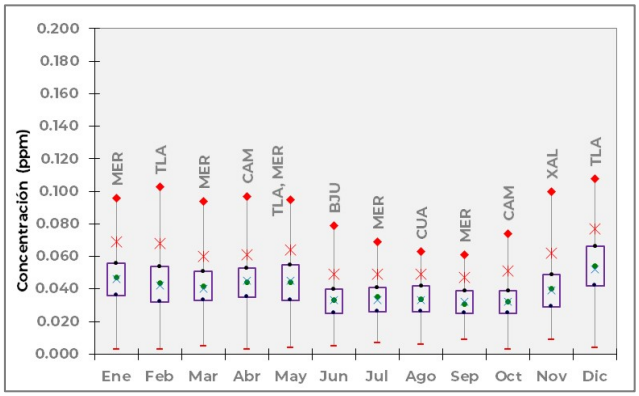
Ozono – Máximo diario de 1 hora



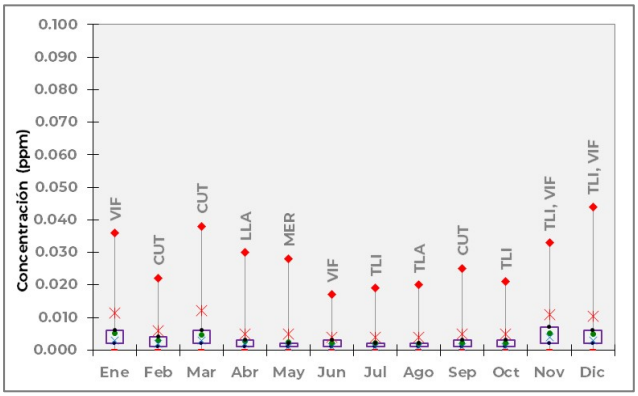
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



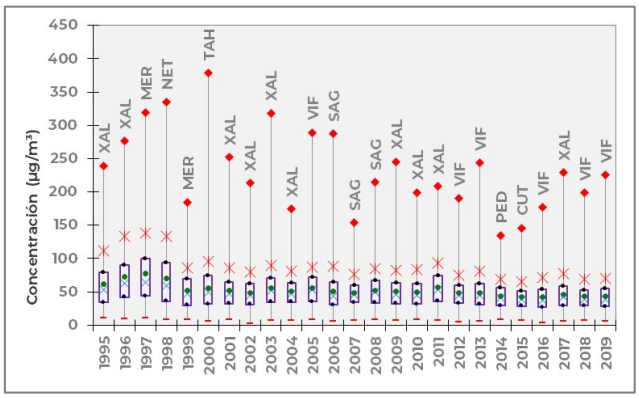
SO_2 – Promedio de 24 horas



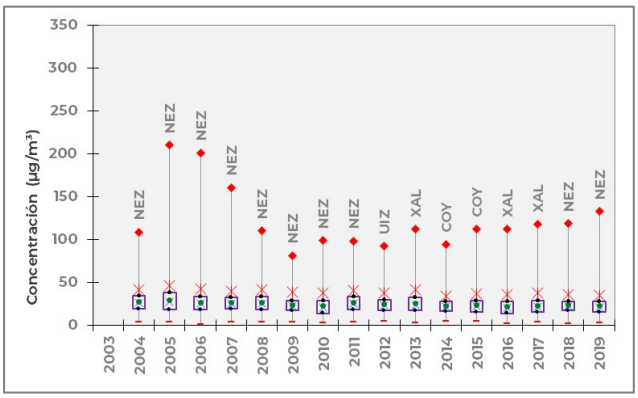
4.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y SU ZONA CONURBADA EN EL PERIODO 1990 – 2019.

Figura 4.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el periodo 1990 - 2019.

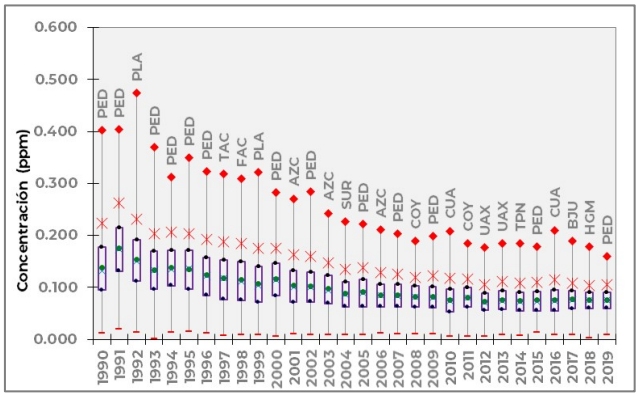
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1995-2019)



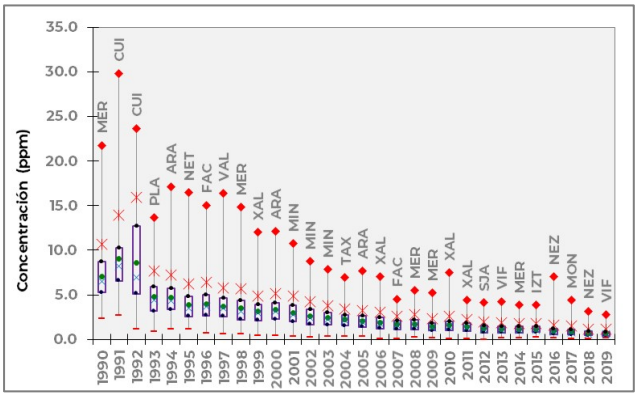
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2003-2019)



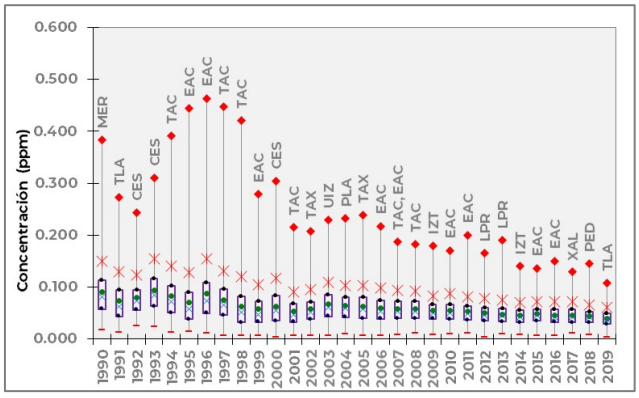
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1990-2019)



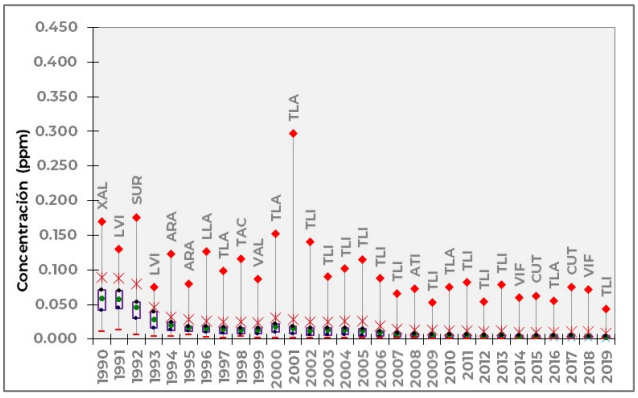
CO – Máximo diario de 8 horas
(1990-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1990-2019)



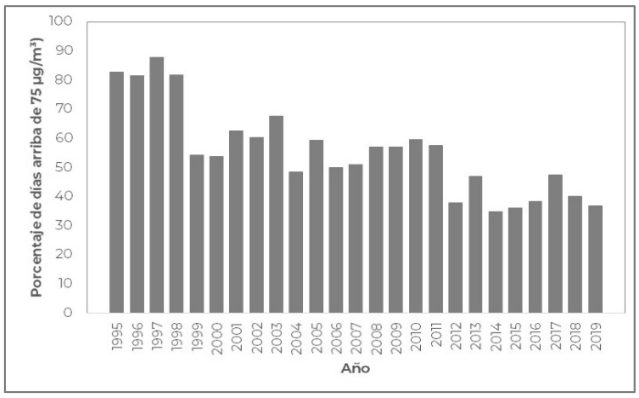
SO_2 – Promedio de 24 horas
(1990-2019)



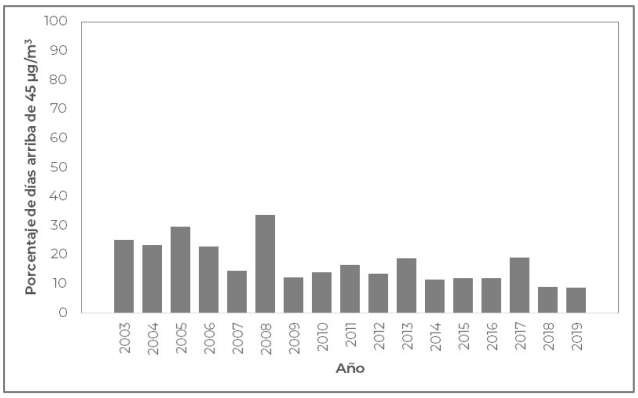
4.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 4.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1990 – 2019.

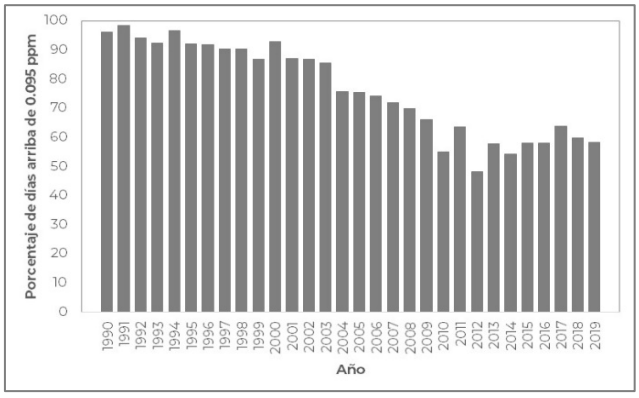
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1995 – 2019)



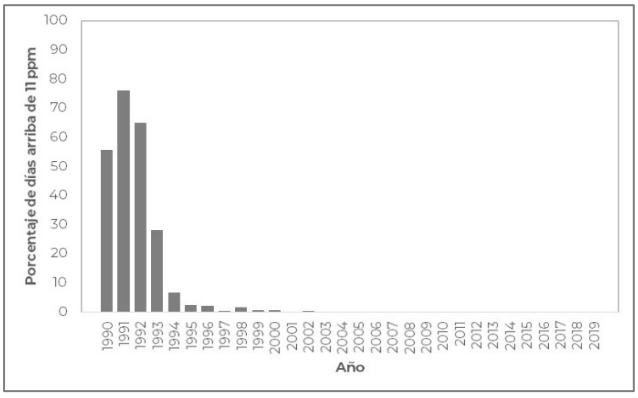
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2003 – 2019)



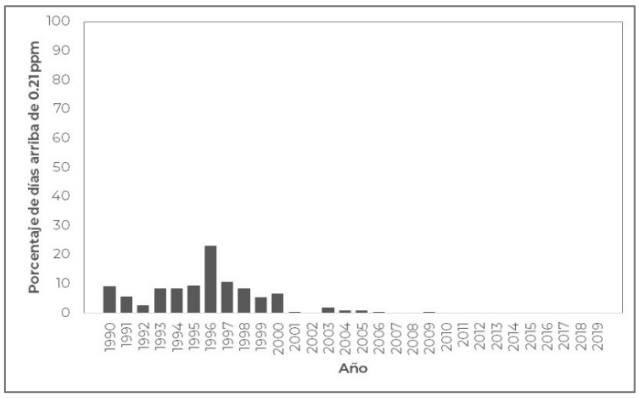
O_3 – Límite de 1 hora
(1990 – 2019)



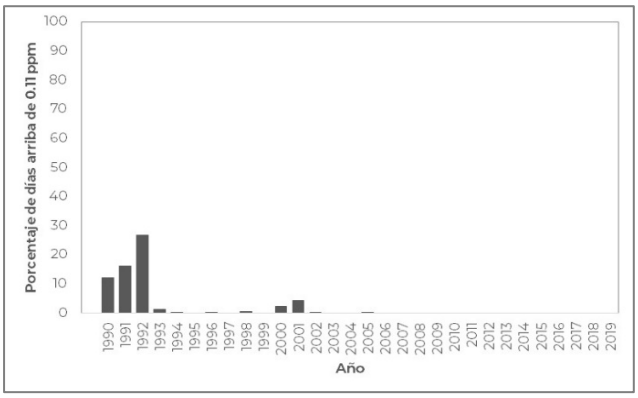
CO– Límite de 8 horas
(1990 – 2019)



NO_2 – Límite de 1 hora
(1990 – 2019)

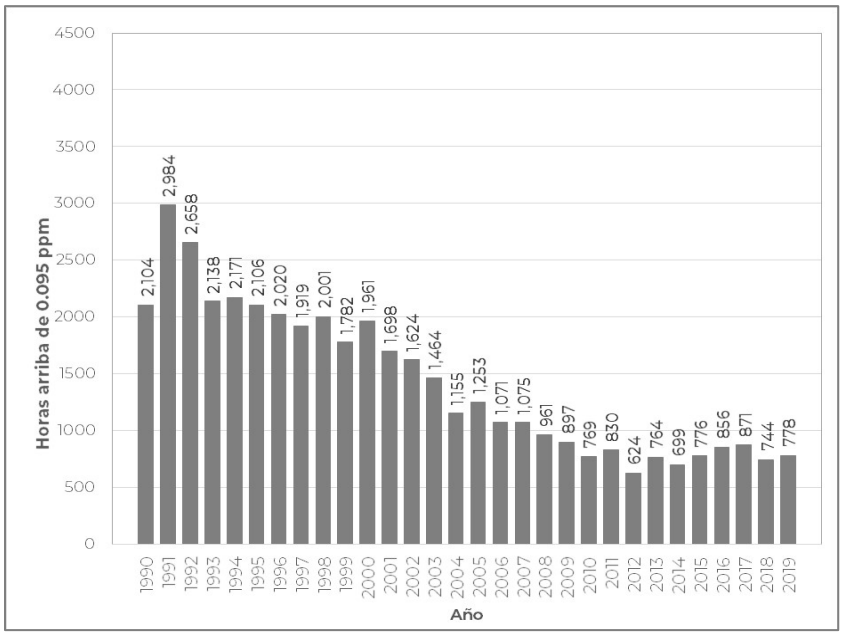


SO_2 – Límite de 24 horas
(1990 – 2019)



4.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 4.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1990 – 2019.



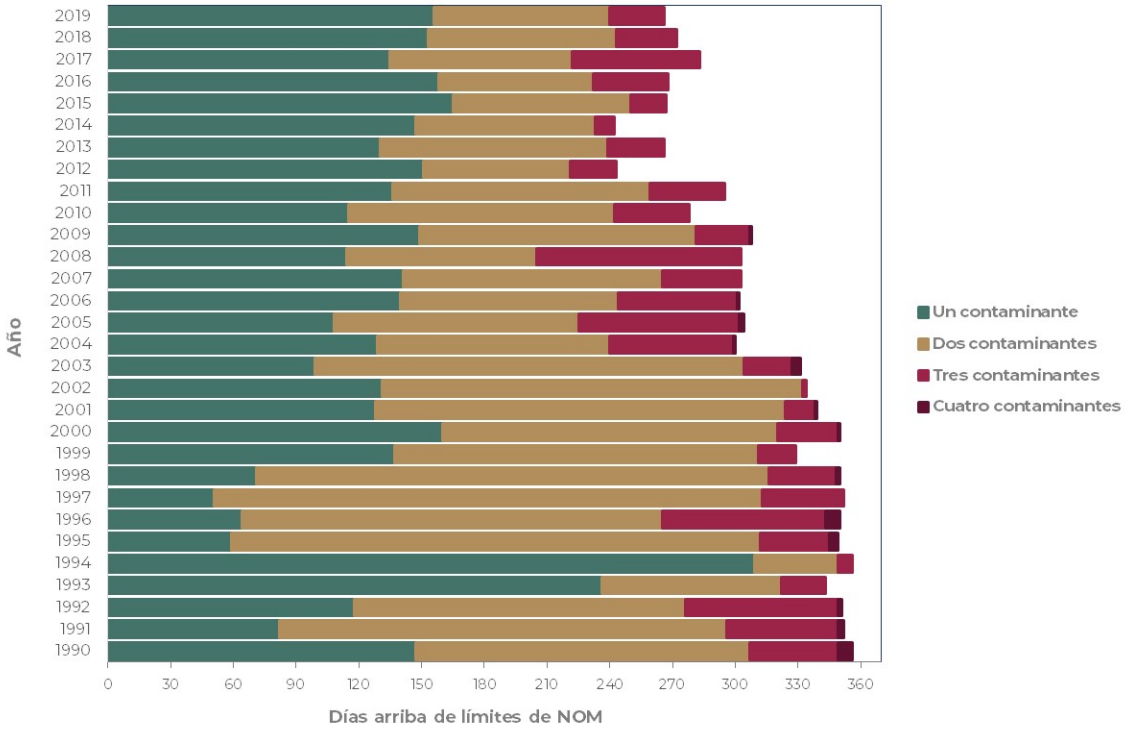
4.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 4.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada, 1990 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
1990	363	356	147	160	42	7
1991	356	352	82	214	53	3
1992	365	351	118	158	73	2
1993	365	343	236	86	21	0
1994	365	356	309	40	7	0
1995	365	349	59	253	33	4
1996	366	350	64	201	78	7
1997	365	352	51	262	39	0
1998	365	350	71	245	32	2
1999	365	329	137	174	18	0
2000	366	350	160	160	29	1
2001	365	339	128	196	14	1
2002	365	334	131	201	2	0
2003	365	331	99	205	23	4
2004	366	300	129	111	59	1
2005	365	304	108	117	77	2
2006	365	302	140	104	57	1
2007	365	303	141	124	38	0

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2008	366	303	114	91	98	0
2009	365	308	149	132	26	1
2010	365	278	115	127	36	0
2011	365	295	136	123	36	0
2012	366	243	151	70	22	0
2013	365	266	130	109	27	0
2014	365	242	147	86	9	0
2015	365	267	165	85	17	0
2016	366	268	158	74	36	0
2017	365	283	135	87	61	0
2018	365	272	153	90	29	0
2019	365	266	156	84	26	0

Figura 4.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada, 1990 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 5.
COAHUILA



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
COAHUILA

En el año 2019, 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 ubicadas en Torreón, Saltillo, Monclova y Piedras Negras, en tanto que el SMCA municipal estuvo integrado por tres estaciones de monitoreo manuales, todas ubicadas en el municipio de Torreón. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información disponible, se ilustran en las Figuras 5.1 a 5.18 y en las Tablas 5.1 y 5.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

La NOM de calidad del aire vigente para PM_{10} se incumplió en Torreón, Saltillo y Monclova. En las tres ciudades se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Monclova (196 µg/m^3) y como promedio anual, en Torreón (90 µg/m^3). En Piedras Negras se tuvo registro de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, incluso en mayor cantidad a la registrada en Saltillo, sin embargo, esto no se reflejó en incumplimiento de norma debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos. En general, el monitoreo automático reportó 51 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en Monclova, 14 en Piedras Negras y 9 en Saltillo. En el caso de Torreón, donde sólo se contó con monitoreo manual, esta condición se registró en 31 de los 50 días con muestreo.

En 2019, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre noviembre y febrero, en Monclova, Piedras Negras y Saltillo. En tanto que a lo largo de los años no es posible establecer alguna tendencia, en ninguna de las ciudades, debido a la irregularidad con la que ha operado este sistema de monitoreo a través del tiempo. Sin embargo, se puede destacar que en Monclova y Piedras Negras se registró un menor número de días con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas en 2019 respecto a lo observado en 2018, en tanto que en Saltillo se registró un ligero incremento.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ se miden en Torreón, Saltillo, Monclova y Piedras Negras; sin embargo, en 2019 sólo se generó información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de norma en Saltillo. En esta ciudad se rebasaron los dos límites normados con concentraciones de 47 µg/m^3, como promedio de 24 horas y de 19 µg/m^3, como promedio anual, las cuales son 4% y 58% superiores al límite normado respectivo.

En Monclova y Piedras Negras también se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, sin embargo, esto no se reflejó en incumplimiento de norma debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos. En las tres ciudades se superó dicho límite en 1 día a lo largo del año.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre noviembre y febrero en el caso de Monclova y Piedras Negras. En Saltillo, también se registraron altas concentraciones en este periodo, sin embargo, las concentraciones más elevadas ocurrieron en mayo. Por otra parte, no es posible establecer alguna tendencia sobre este contaminante a través de los años, en ninguna de las ciudades, debido a la escasez de información.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se incumplió en Saltillo y en Monclova. En Saltillo se superó el límite normado de 8 horas y en Monclova se superó tanto el límite de 1 hora como el de 8 horas. En Torreón el equipo de medición de ozono se reportó fuera de operación y en Piedras Negras no se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de NOM. El número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados de ozono fue de 2 en Monclova y 3 en Saltillo.

En general, las concentraciones más altas de ozono en la entidad se registran entre mayo y agosto. Tampoco es posible establecer alguna tendencia histórica de las concentraciones de este contaminante en la entidad debido a la escasez de información. Sin embargo, destaca que en el caso de Saltillo se aprecia una reducción significativa tanto en el porcentaje de días como en el número de horas con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en el periodo 2016 a 2019.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno se cumplieron en Saltillo, que fue la única ciudad que reportó información suficiente para evaluar el cumplimiento de NOM para estos contaminantes. En tanto que en ninguna de las ciudades se reportó información suficiente para evaluar cumplimiento de la NOM de dióxido de azufre.

A DESTACAR

En 2019, el contaminante que con mayor frecuencia determinó una condición de mala calidad del aire en Monclova, Piedras Negras, Saltillo y Torreón fueron las partículas PM_{10}. El número de días en que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire en la ciudad de Monclova fue de 53, en Torreón 31, en Piedras Negras 15 y en Saltillo de 12.

En general, este indicador muestra una tendencia consistentemente al alza en la ciudad de Monclova y a la baja en Saltillo en el periodo 2016 a 2019. En Torreón y en Piedras Negras el comportamiento de este indicador es variable con algunos años al alza y otros a la baja.

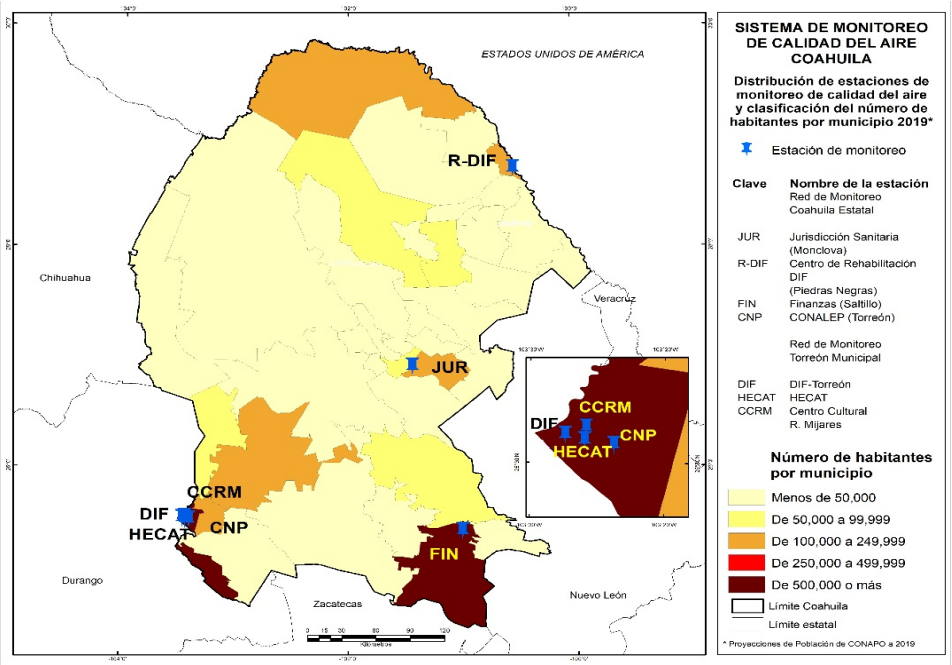
5.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 5.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
					PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Coahuila Estatal	Torreón	CONALEP	CNP	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Saltillo	Finanzas	FIN	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Monclova	Jurisdicción Sanitaria	JUR	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Piedras Negras	Centro de Rehabilitación DIF	R-DIF	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Torreón Municipal	Torreón	DIF – Torreón	DIF	Manual (1999)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
		HECAT	HECAT	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
		Centro Cultural R. Mijares	CCRM	Manual (2016)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 Coahuila y la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.

Figura 5.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Coahuila, 2019.

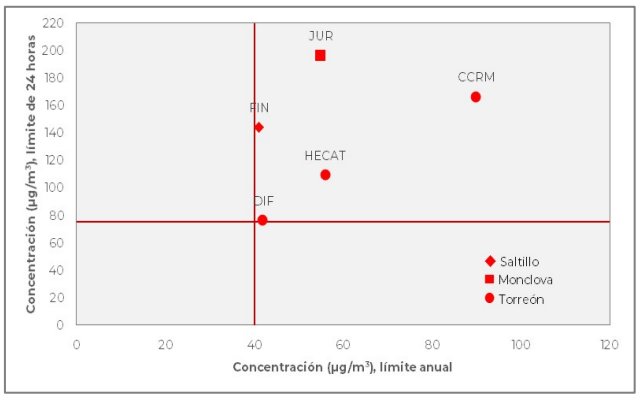


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Coahuila y la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.

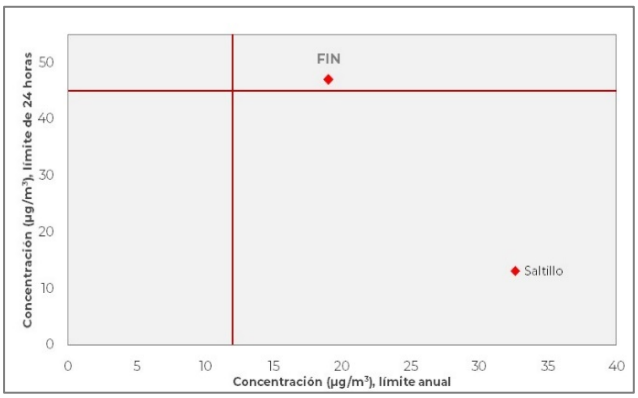
5.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 5.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Coahuila, en el año 2019.

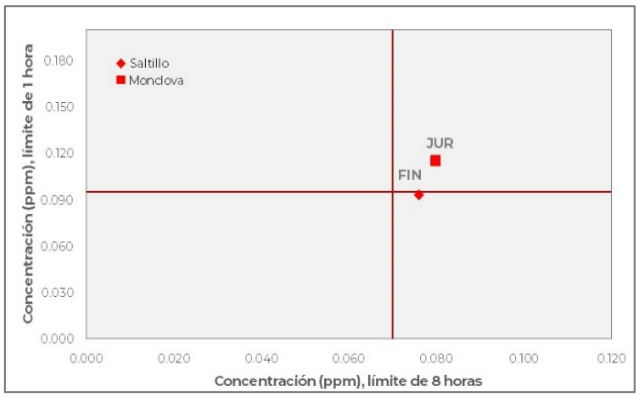
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Monclova
JUR – Jurisdicción Sanitaria

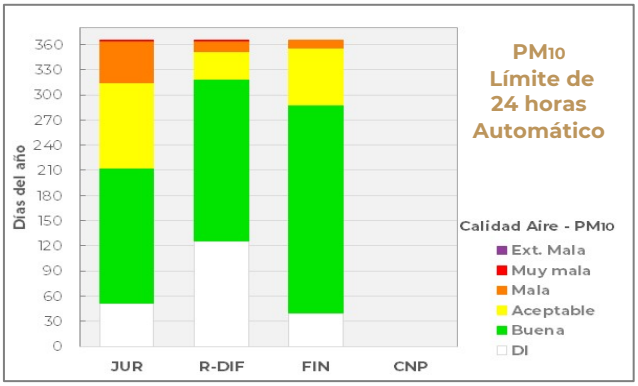
Piedras Negras
R-DIF – Centro de Rehabilitación DIF

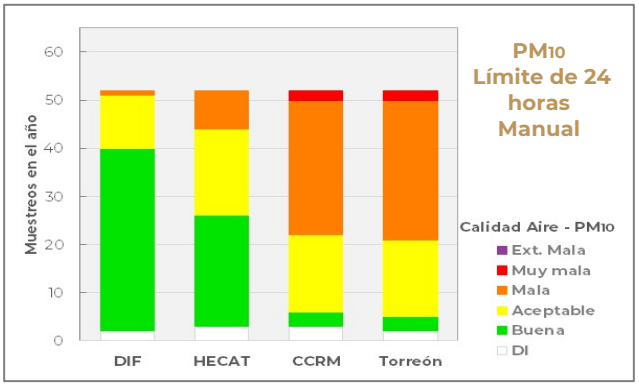
Saltillo
FIN – Finanzas

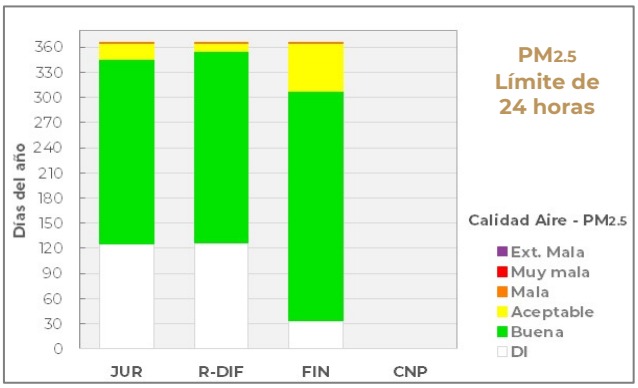
Torreón
CNP – Conalep
DIF – DIF-Torreón
HECAT – HECAT
CCRM – Centro Cultural R. Mijares

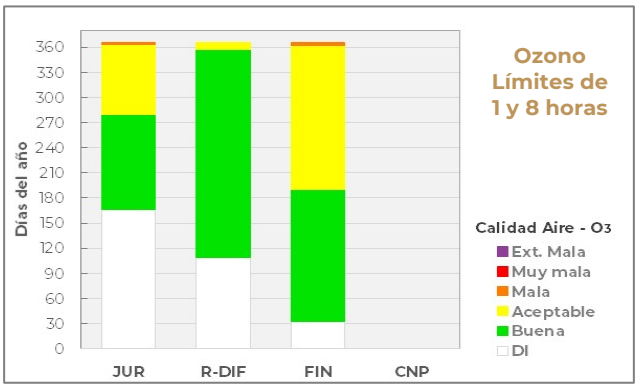
5.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

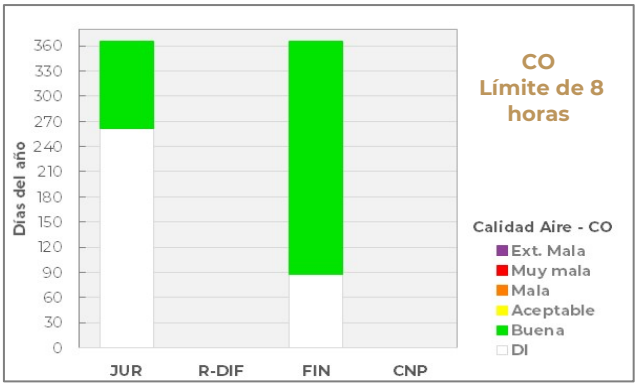
Figura 5.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Coahuila, en el año 2019.

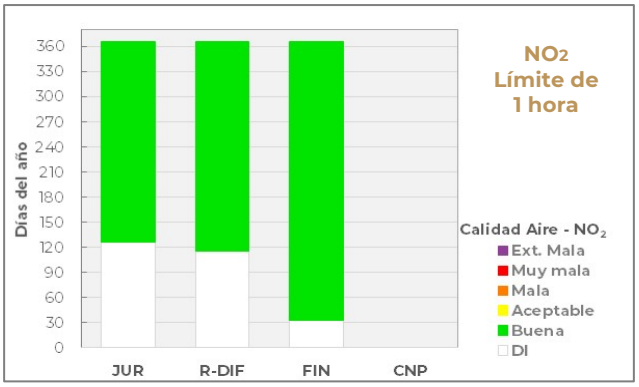


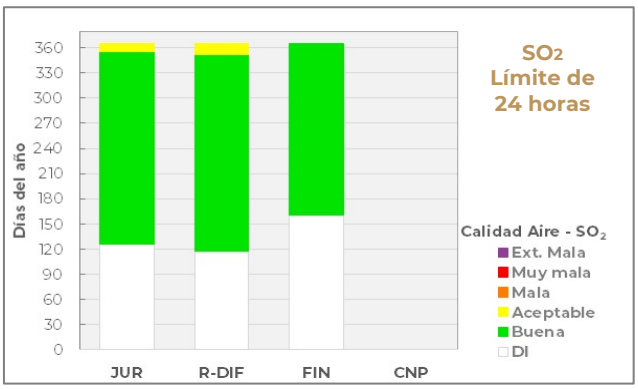












Monclova
JUR – Jurisdicción Sanitaria

Piedras Negras
R-DIF – Centro de Rehabilitación DIF

Saltillo
FIN – Finanzas

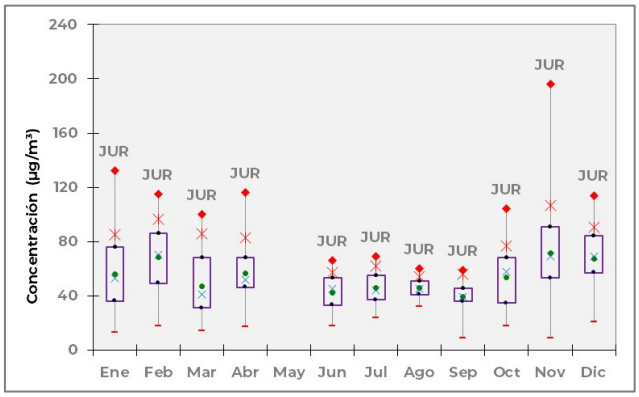
Torreón
CNP – Conalep
DIF – DIF-Torreón
HECAT – HECAT
CRM – Centro Cultural R. Mijares

5.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

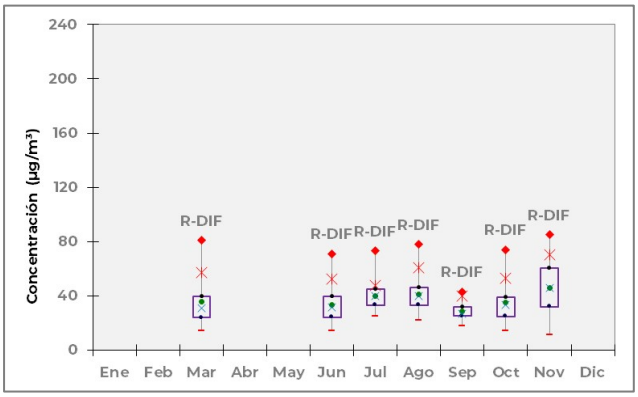
Figura 5.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.

Promedios 24 horas

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

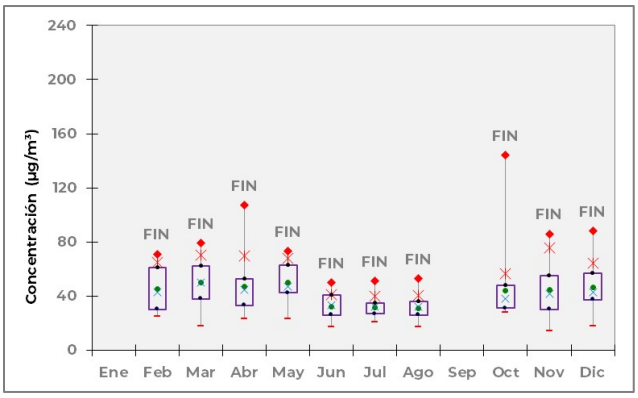
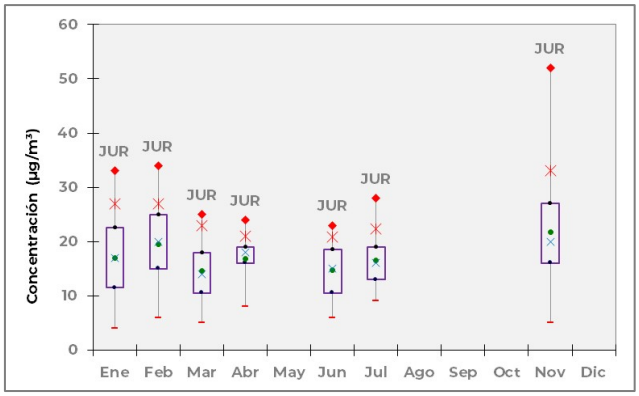


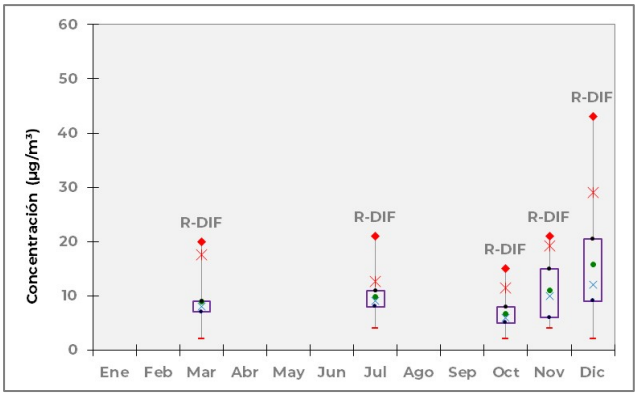
Figura 5.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.

Promedios 24 horas

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

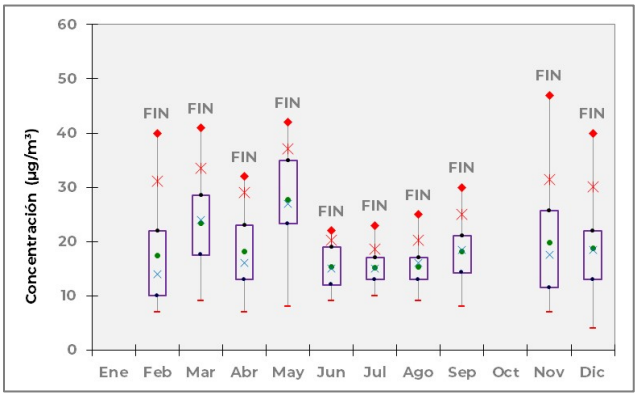
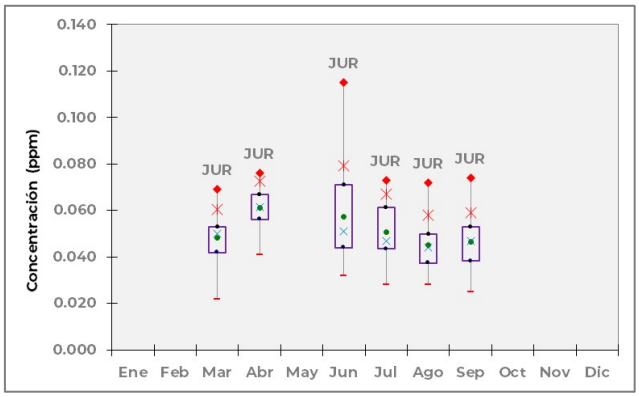


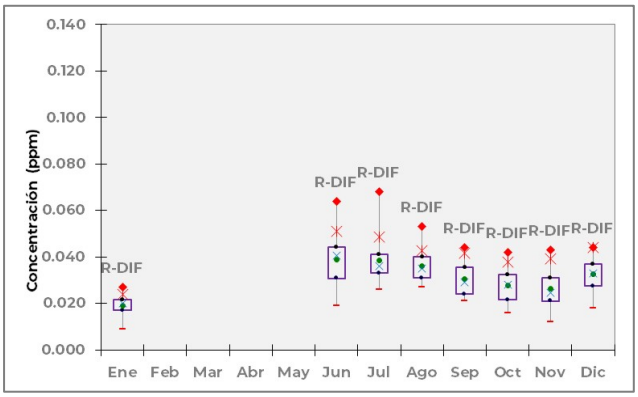
Figura 5.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.

Máximo diario de 1 hora

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

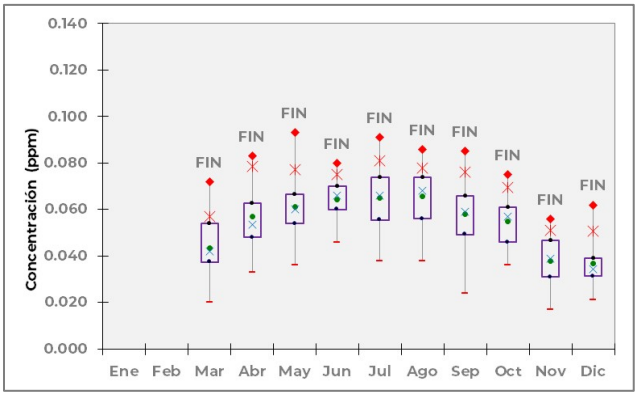
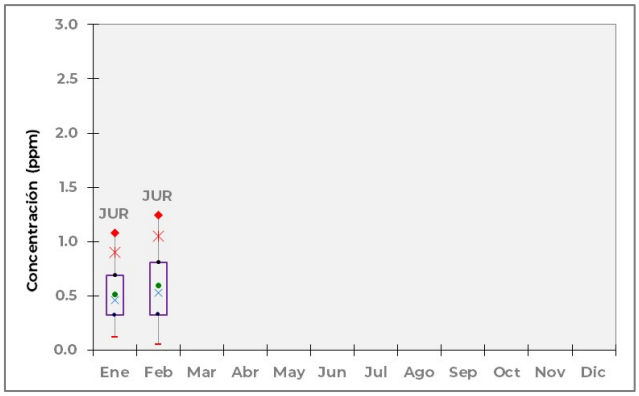

0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
Concentración (ppm)
FIN
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic

Figura 5.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.

Máximo diario de 8 horas

Monclova



Saltillo

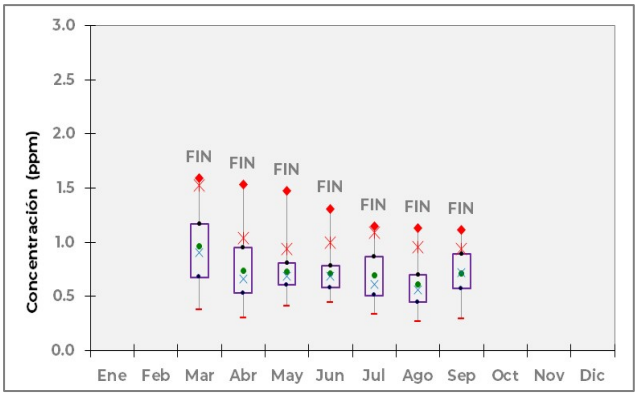
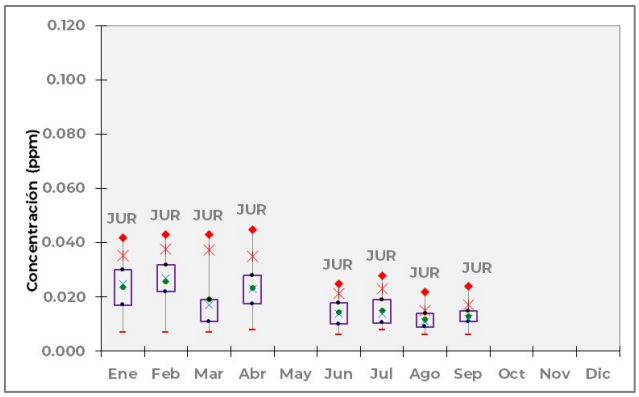


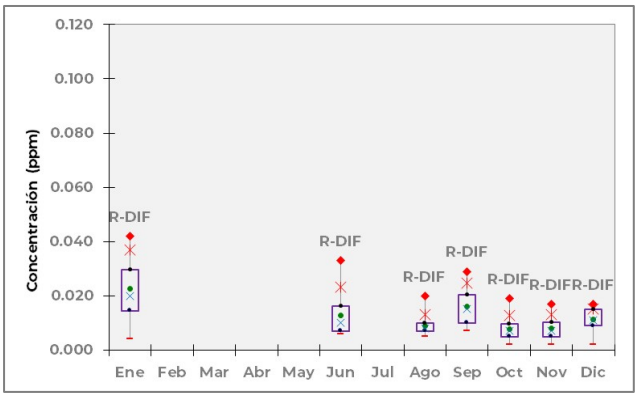
Figura 5.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.

Máximo diario de 1 hora

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

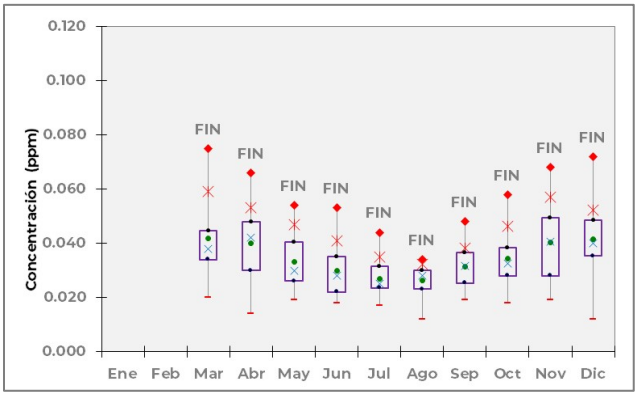
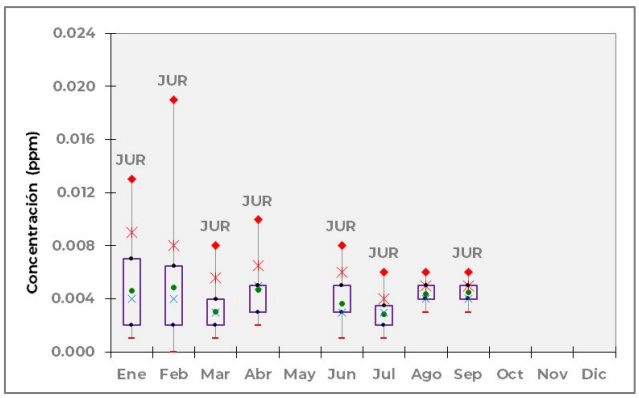


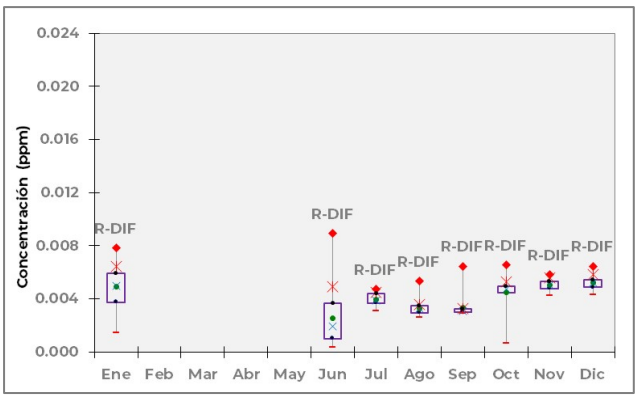
Figura 5.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Coahuila.

Promedio de 24 horas.

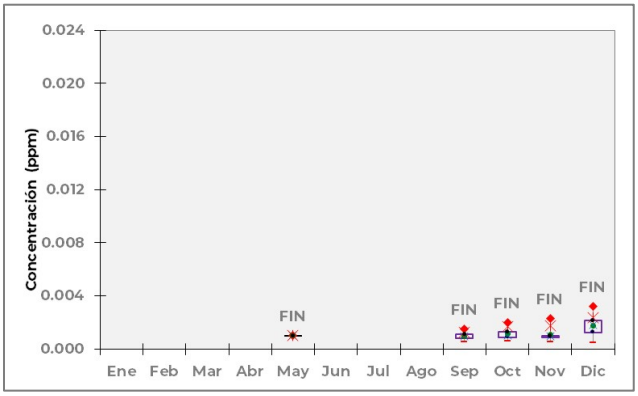
Monclova



Piedras Negras



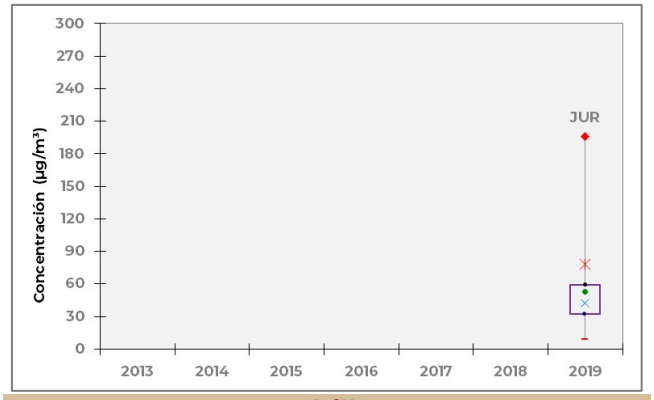
Saltillo



5.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN COAHUILA EN EL PERIODO 2013 – 2019.

Figura 5.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.

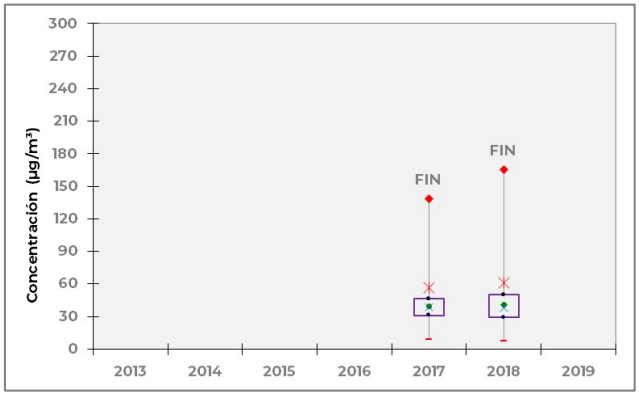
Monclova
(2015 – 2019)



Piedras Negras
(2015 – 2019)

No hubo datos suficientes para generar el indicador en ninguno de los años

Saltillo
(2015 – 2019)



Torreón
(2013 – 2019)

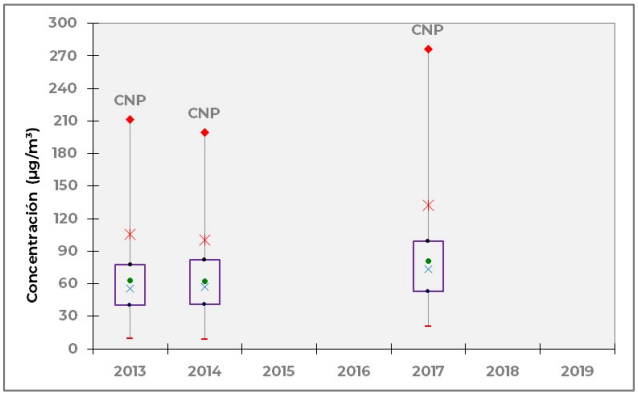


Figura 5.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.

Saltillo
(2015 – 2019)

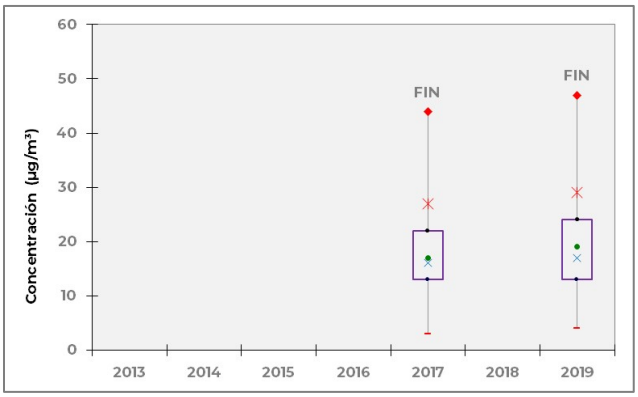
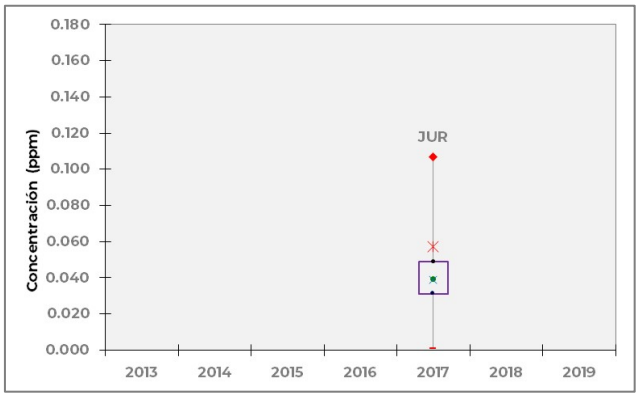
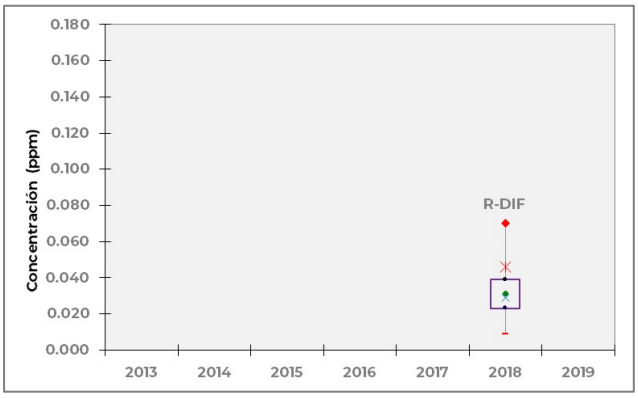


Figura 5.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.

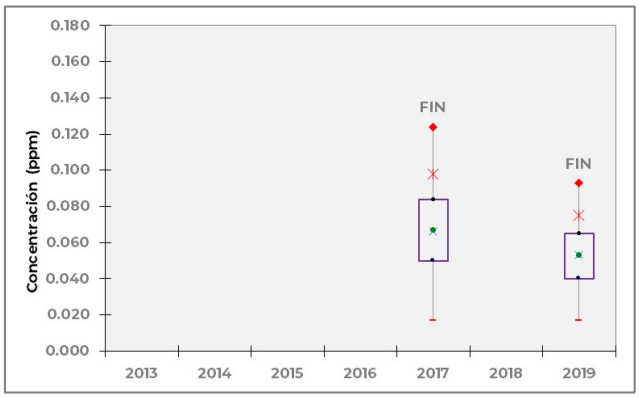
Monclova
(2015 – 2019)



Piedras Negras
(2015 – 2019)



Saltillo
(2015 – 2019)



Torreón
(2013 – 2019)

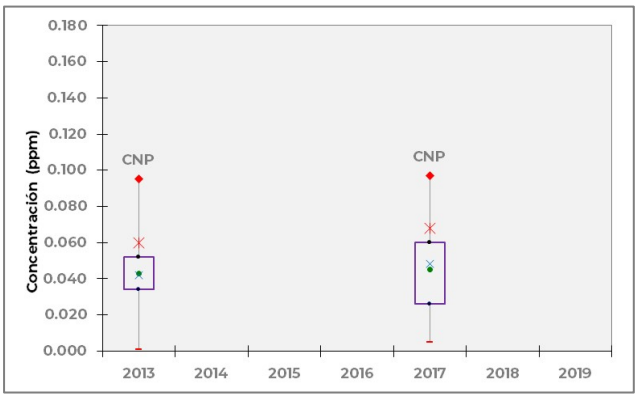


Figura 5.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.

Saltillo
(2015 – 2019)

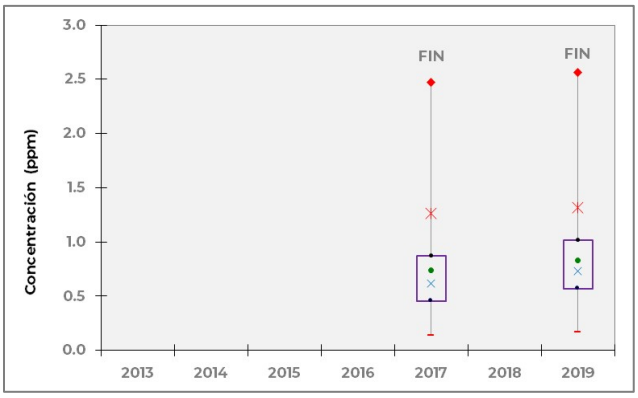
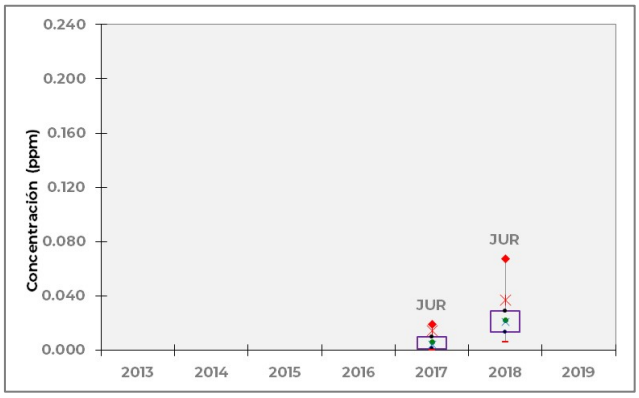
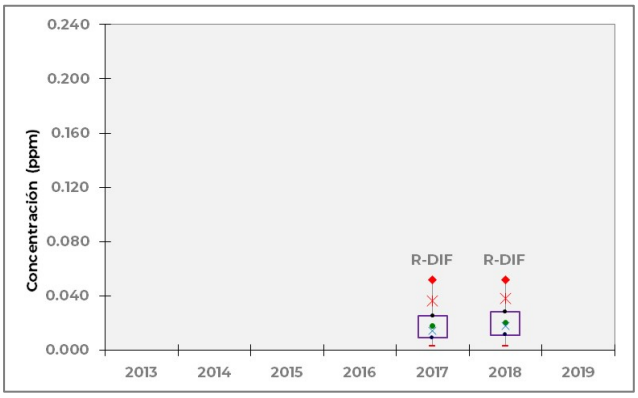


Figura 5.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.

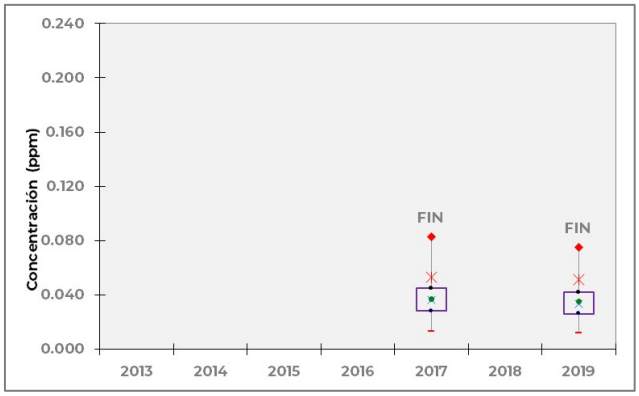
Monclova
(2015 – 2019)



Piedras Negras
(2015 – 2019)



Saltillo
(2015 – 2019)



Torreón
(2013 – 2019)

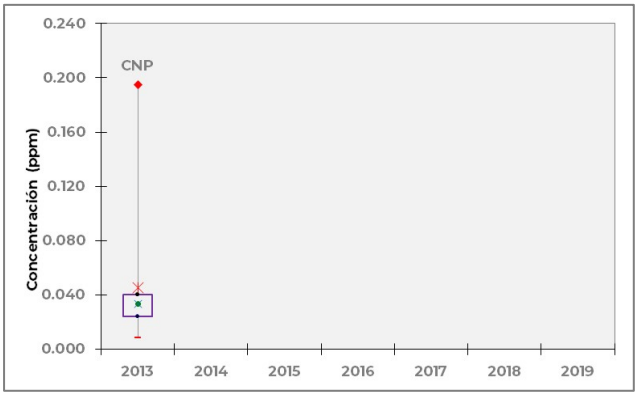
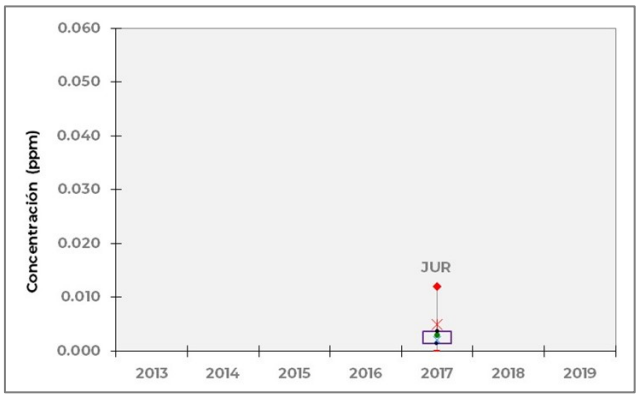
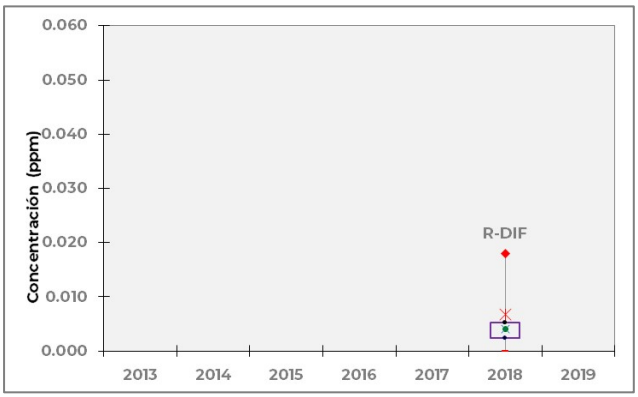


Figura 5.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2019.

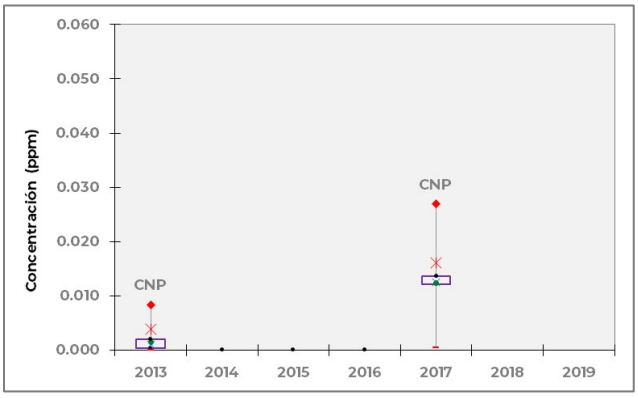
Monclova
(2015 – 2019)



Piedras Negras
(2015 – 2019)



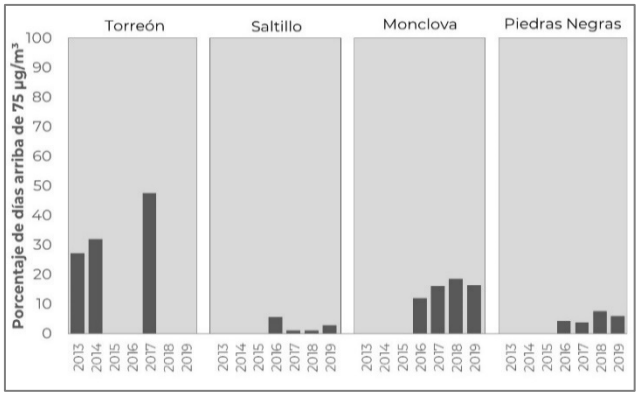
Torreón
(2013 – 2019)



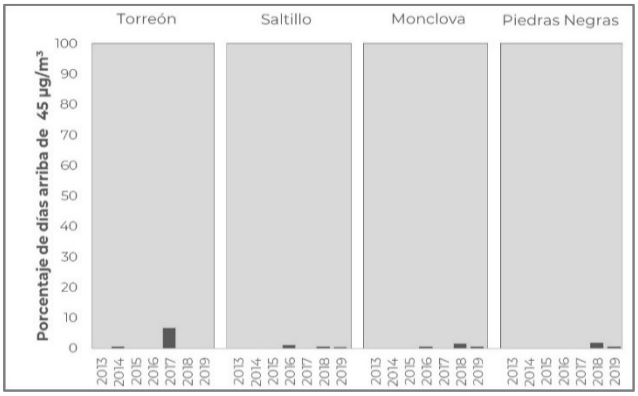
5.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 5.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2019.

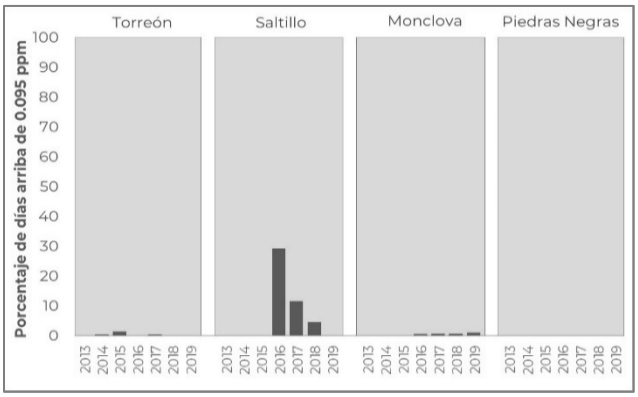
PM_{10} – Límite de 24 horas



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas

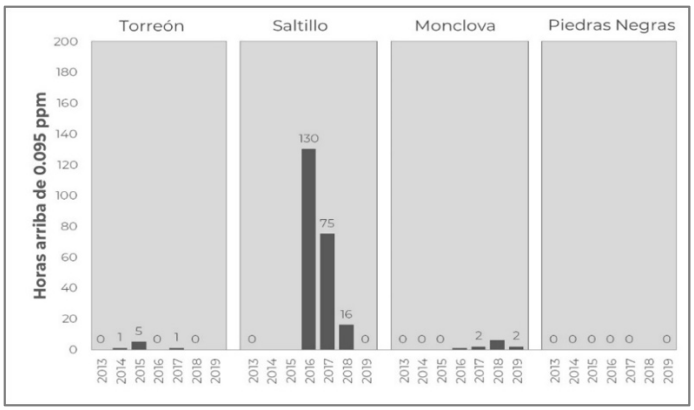


O_3 – Límite de 1 hora



5.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 5.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2013 – 2019.



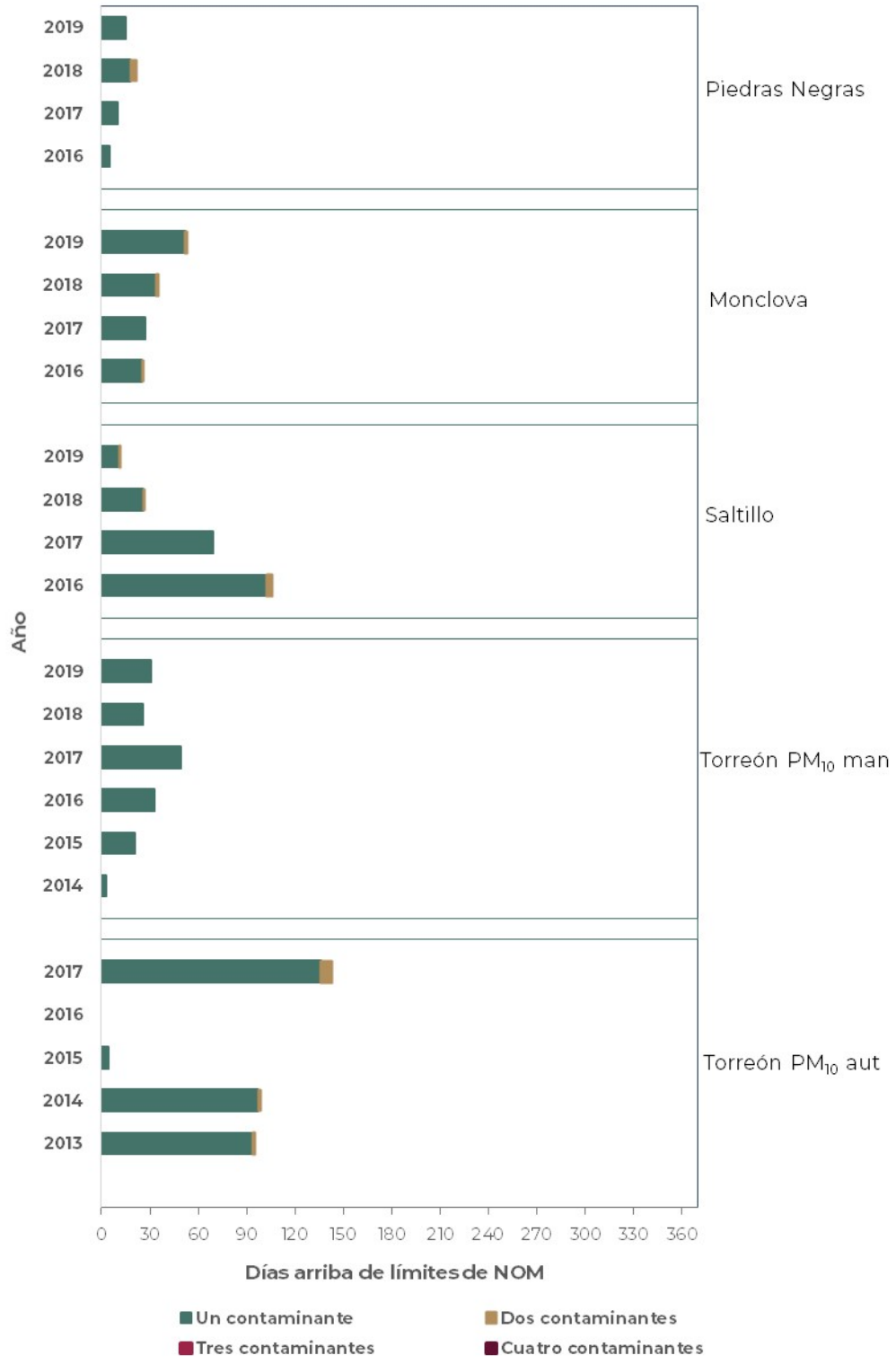
5.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 5.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Monclova	2016	276	26	25	1	0	0
	2017	340	27	27	0	0	0
	2018	316	35	34	1	0	0
	2019	326	53	52	1	0	0
Piedras Negras	2016	269	5	5	0	0	0
	2017	337	10	10	0	0	0
	2018	338	22	18	4	0	0
	2019	298	15	15	0	0	0
Saltillo	2016	282	106	102	4	0	0
	2017	363	69	69	0	0	0
	2018	300	27	26	1	0	0
	2019	350	12	11	1	0	0
Torreón PM_{10} automático	2013	354	95	94	1	0	0
	2014	310	99	97	2	0	0
	2015	155	4	4	0	0	0
	2016	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2017	325	143	136	7	0	0
	2018	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2019	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Torreón PM_{10} manual	2014	293	3	3	0	0	0
	2015	204	21	21	0	0	0
	2016	94	33	33	0	0	0
	2017	335	49	49	0	0	0
	2018	98	26	26	0	0	0
	2019	50	31	31	0	0	0

FO = Fuera de operación

Figura 5.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 6.
Estado de México



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA - ZMVT

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), estuvo constituida por seis estaciones de monitoreo; cuatro localizadas en el municipio de Toluca (Ceboruco, Centro, Oxtotitlán y San Cristóbal Huichochitlán), una en el municipio de Metepec (Metepec) y una más en el municipio de San Mateo Atenco (San Mateo Atenco). Todas con capacidad para la medición de los seis contaminantes criterio. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos, se ilustran en las Figuras 6.1 a 6.8 y en las Tablas 6.1 a 6.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En las cuatro estaciones de monitoreo que contaron con información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma se registró incumplimiento de la misma, registrándose la concentración más alta, tanto de 24 horas como anual, en la estación San Cristóbal (SC), con valores de 190 µg/m³ y 82 µg/m³, respectivamente. La primera equivale a 2.5 y la segunda a 2 veces el valor límite respectivo (75 y 40 µg/m³). La frecuencia con que se superó el límite normado de 24 horas varió entre 9 días en la estación Ceboruco (CB) y 178 días en la estación San Cristóbal (SC).

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de enero y mayo. En tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que, a nivel de toda la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, tanto la concentración promedio, como el percentil 90 y el máximo, tienen una ligera tendencia creciente en el periodo 2015 a 2019. En este mismo periodo de tiempo se ha registrado un incremento importante en el porcentaje de días del año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas, pasando de 42% en 2016 a 52% en 2019.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Los dos límites normados de este contaminante fueron rebasados en las cuatro estaciones de monitoreo que generaron información suficiente para la evaluación de cumplimiento de la NOM correspondiente en el año 2019, registrándose las concentraciones más altas en la estación de monitoreo San Cristóbal (SC), con valores de 173 µg/m³ y 35 µg/m³, respectivamente. Dichos valores equivalen a 3.8 y 2.9 veces el límite normado correspondiente (45 y 12 µg/m³). Las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó el límite normado de 24 horas fueron San Cristóbal y Oxtotitlán con 69 y 40 días, respectivamente.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron en el periodo diciembre a mayo, siendo especialmente más altas en los meses

de abril y mayo. En cuanto a la tendencia a lo largo de los años, se observa una variabilidad poco significativa en todos los indicadores, salvo para los máximos. Sin embargo, destaca que de 2017 a 2019 hay una ligera reducción en el promedio, la mediana y el percentil 90. En este mismo periodo se ha registrado una reducción significativa en el porcentaje de días del año en el que se rebasa el límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$. En este periodo, dicho indicador pasó del 49% al 26%.

Ozono (O_3)

La norma de salud ambiental para ozono también se incumplió en la ZMVT, como resultado de que en todas las estaciones de monitoreo se rebasaron los dos límites normados para este contaminante. Las concentraciones más altas, como promedio horario y como promedio móvil de 8 horas, se registraron en la estación de monitoreo Metepec (MT) con valores de 0.136 ppm y 0.105 ppm, las cuales son equivalentes a 1.4 y 1.5 veces el límite correspondiente.

En general, las concentraciones más elevadas de este contaminante suelen presentarse entre marzo y mayo. Como tendencia histórica resalta el hecho de que en el periodo 2015 a 2019 se ha registrado un incremento persistente en los niveles de concentración de este contaminante en la región, tal como lo demuestra el incremento del promedio, la mediana y el percentil 90, así como el incremento en el número de días en que se rebasa el límite normado de 1 hora (el cual pasó del 4% en 2015 a 19% en 2019) y el número de horas al año en que se rebasa dicho umbral (el cual pasó de 26 en 2015 a 185 en 2019).

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire, ni a nivel regional ni a nivel de estación de monitoreo. En general, el monóxido de carbono y el dióxido de azufre no han registrado concentraciones superiores al límite normado vigente desde que se inició su medición, en tanto que para dióxido de nitrógeno no se tiene registro de concentraciones superiores a su límite normado desde el año 2005.

A DESTACAR

En 2019, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 231 lo que equivale al 63% de los días del año. Los contaminantes que con mayor frecuencia superaron alguno de sus límites normados fueron las PM_{10} (52% de los días del año), seguido del ozono (32%) y las $PM_{2.5}$ (24%).

Niveles de concentración que determinaron una condición de extremadamente mala calidad del aire en la ZMVT sólo se registraron para partículas $PM_{2.5}$ (1 día en Metepec y otro día en San Cristóbal), en tanto que para condiciones de mala y muy mala calidad del aire hubo registros para partículas PM_{10}, $PM_{2.5}$ y ozono.

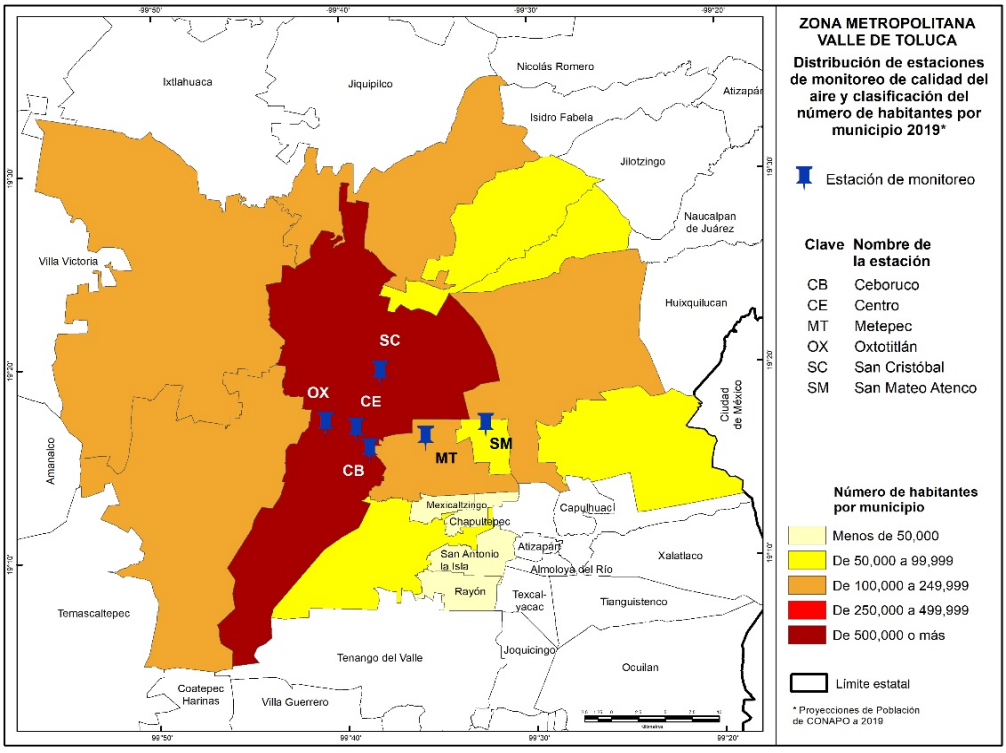
6.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 6.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Zona Metropolitana de Valle de Toluca en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Toluca	Ceboruco	CB	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Centro	CE	Automático (1994)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Oxtotitlán	OX	Automático (1994)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	San Cristóbal Huichochitlán	SC	Automático (1994)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Metepec	Metepec	MT	Automático (1994)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Mateo Atenco	San Mateo Atenco	SM	Automático (1994)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓= Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

Figura 6.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la ZMVT, 2019.

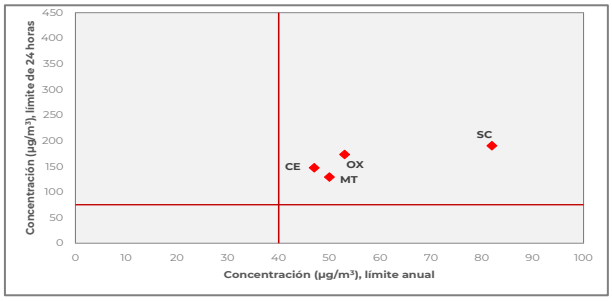


Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

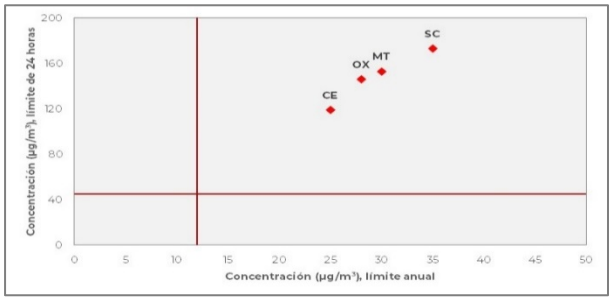
6.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 6.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2019.

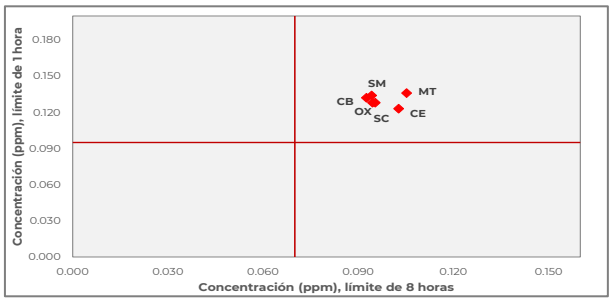
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



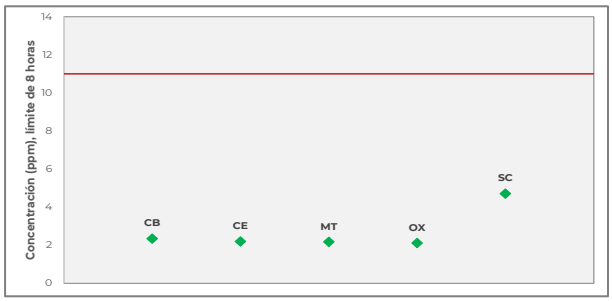
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



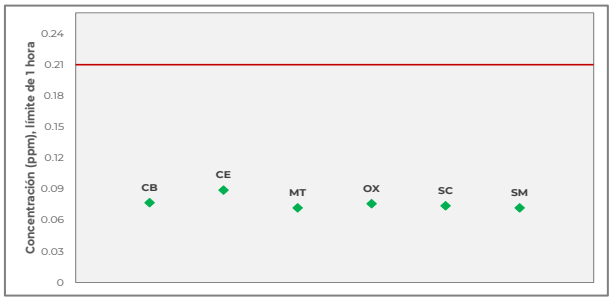
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



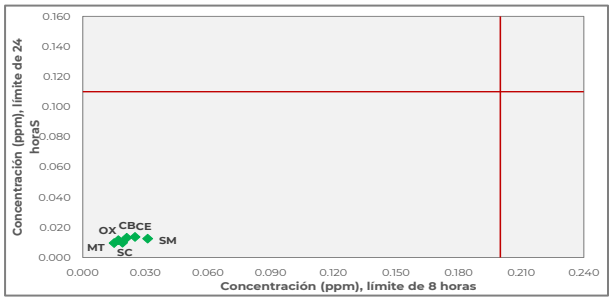
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



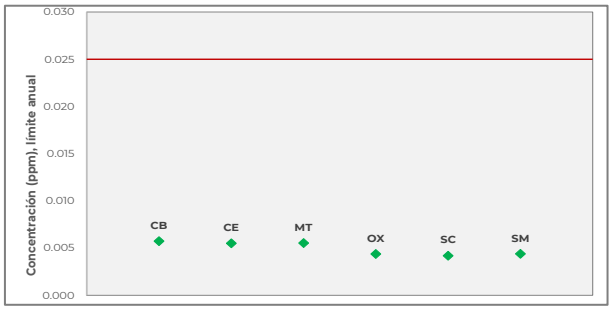
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



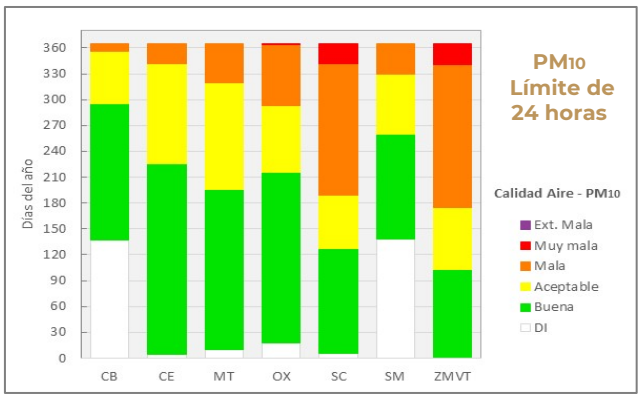
Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)

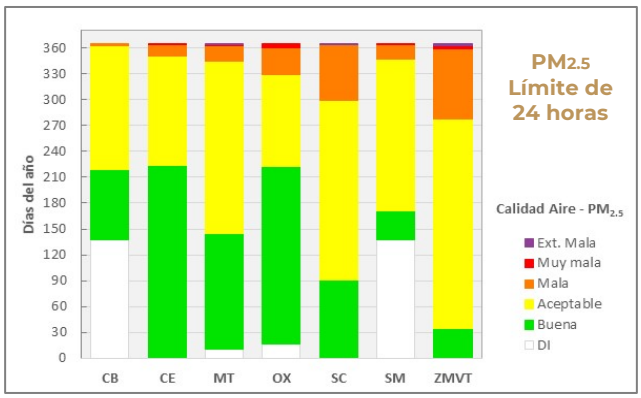


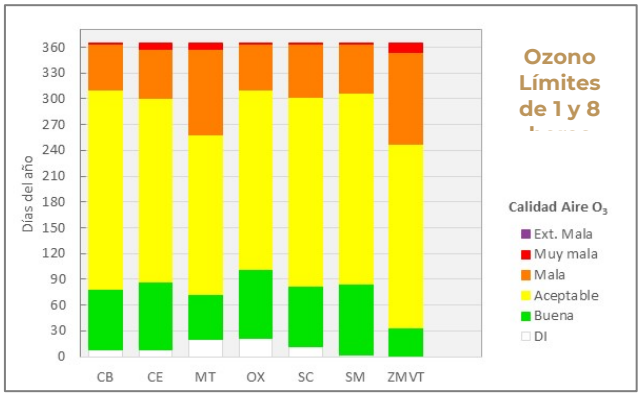
CB – Ceboruco
MT - Metepec
OX - Oxtotitlán
CE - Centro
SC- San Cristóbal
SM – San Mateo

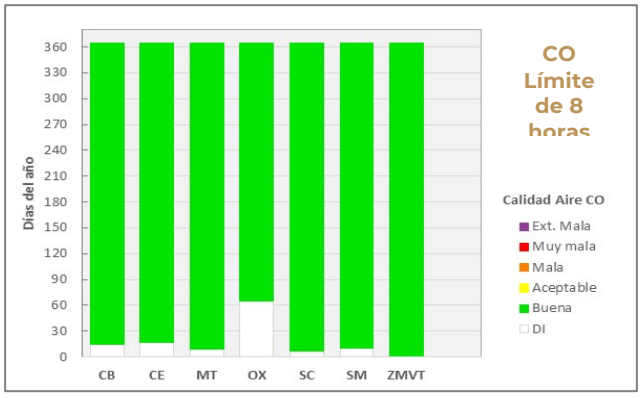
6.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

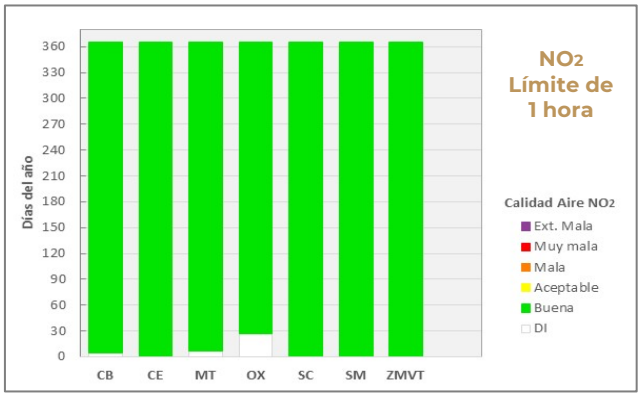
Figura 6.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2019.

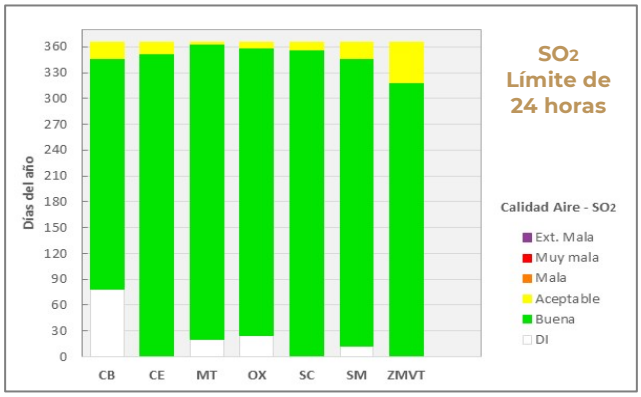












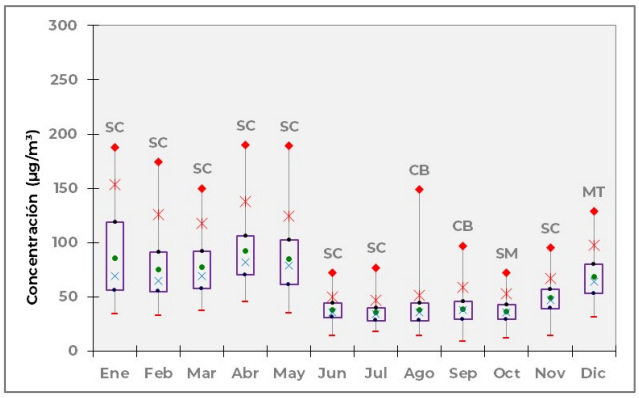
CB - Ceboruco
MT - Metepec
OX – Oxtotitlán

CE - Centro
SC- San Cristóbal
SM – San Mateo
ZMVT – Zona Metropolitana de Valle de Toluca

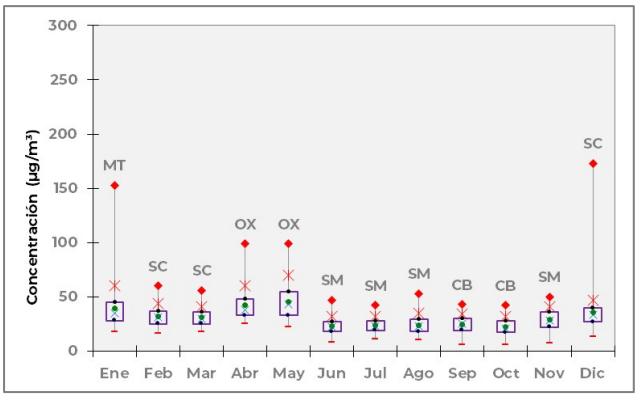
6.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 6.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la ZMVT, en el año 2019.

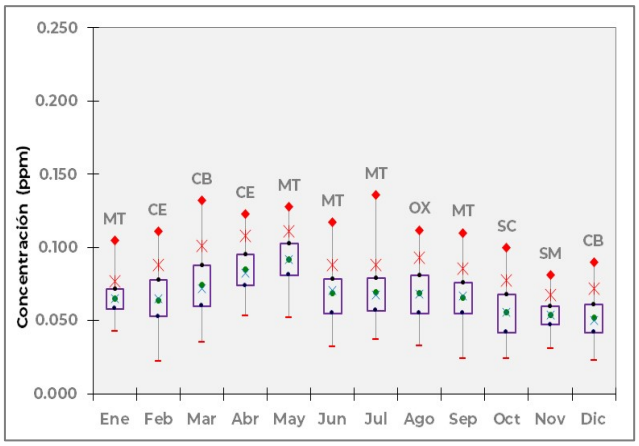
PM_{10} – Promedio de 24 horas



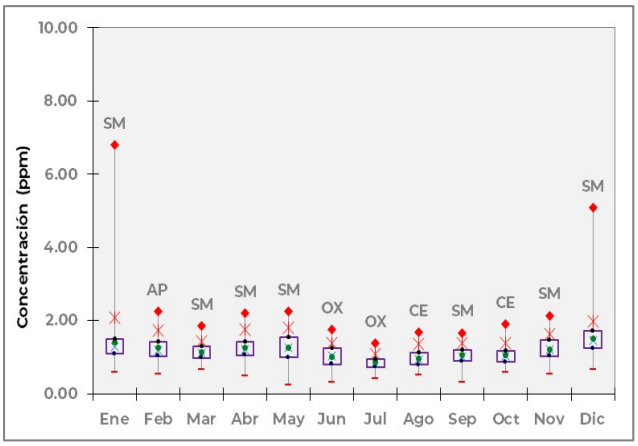
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



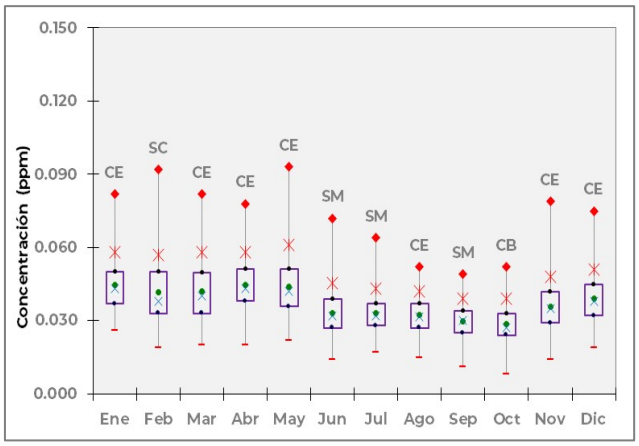
Ozono – Máximo diario de 1 hora



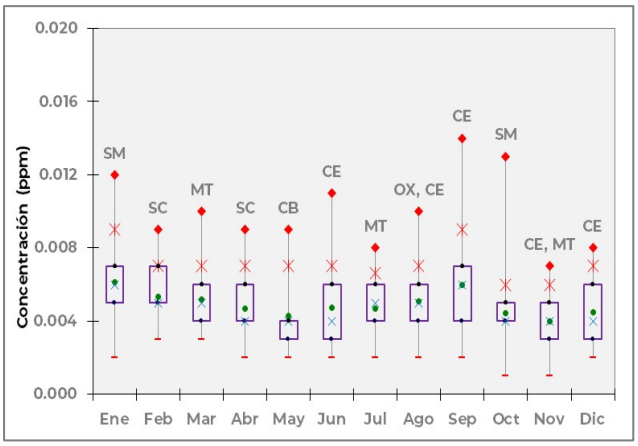
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



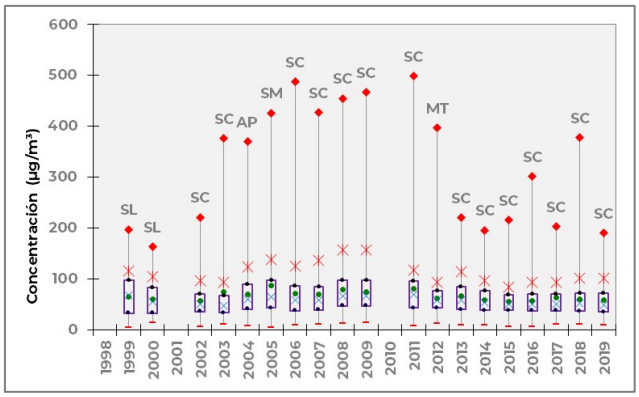
SO_2 – Promedio de 24 horas



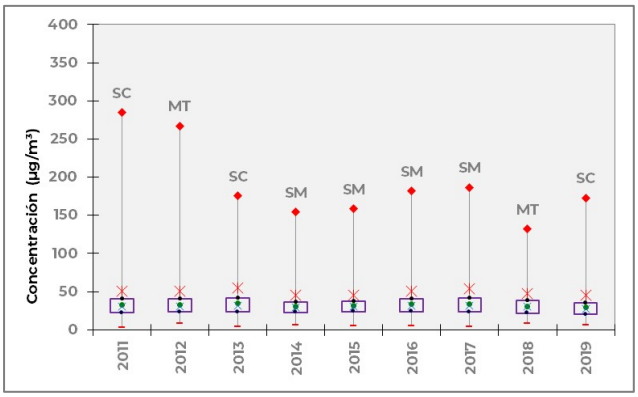
6.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA ZMVT EN EL PERIODO 1994 – 2019.

Figura 6.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la ZMVT, en el periodo 1994 - 2019.

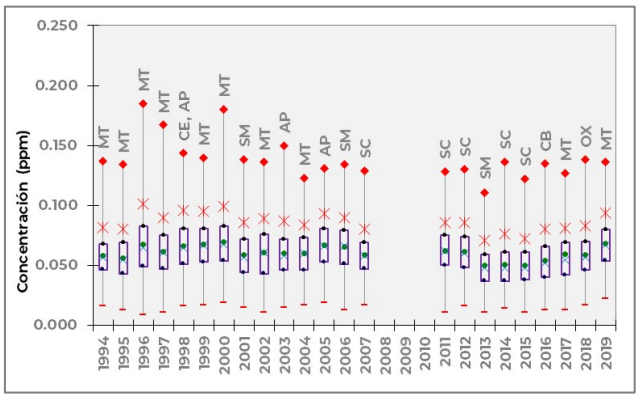
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1998-2019)



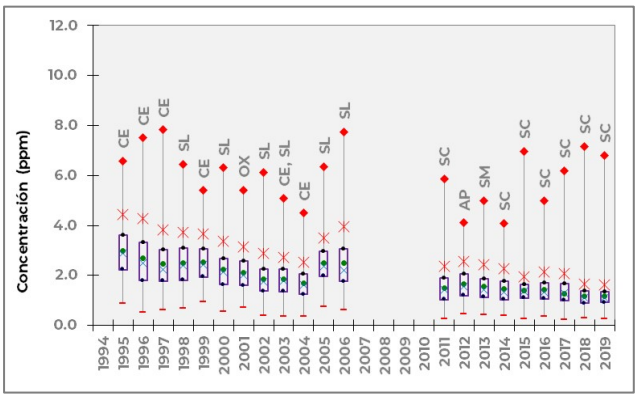
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2011-2019)



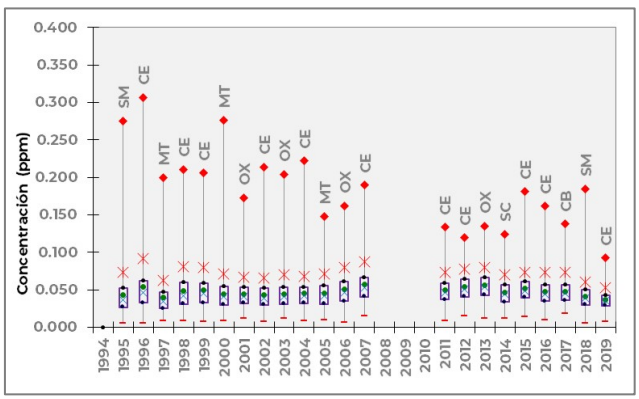
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1994-2019)



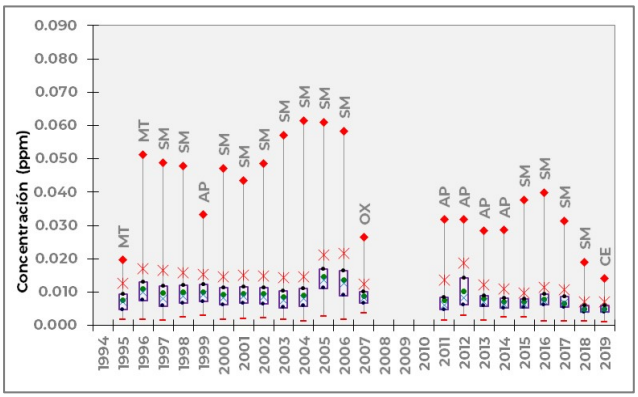
CO – Máximo diario de 8 horas
(1994-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2019)



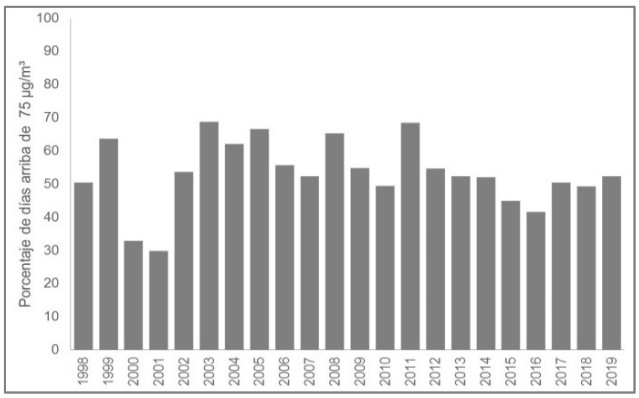
SO_2 – Promedio de 24 horas
(1994-2019)



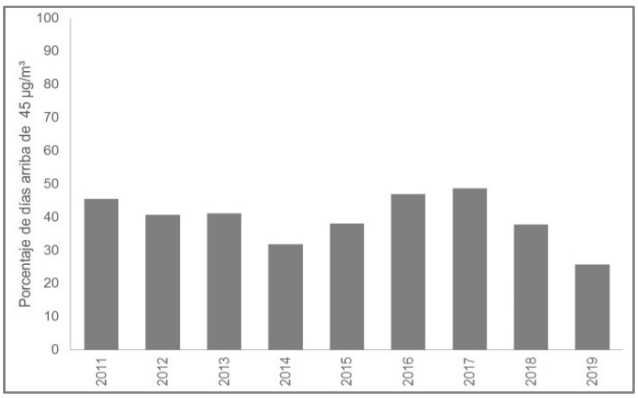
6.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 6.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1994 – 2019.

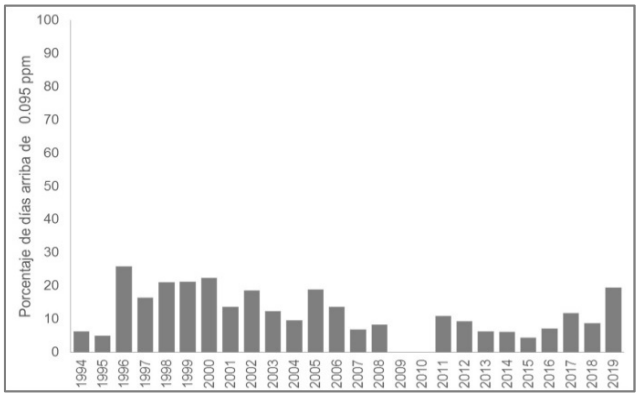
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1998 – 2019)



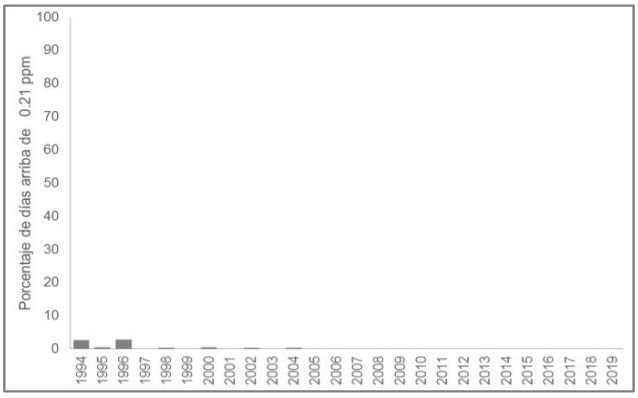
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2011 – 2019)



O_3 – Límite de 1 hora
(1994 – 2019)

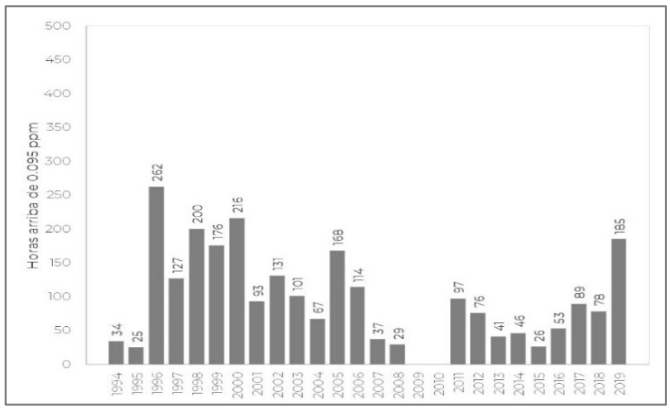


NO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2019)



6.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 6.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1994 – 2019.

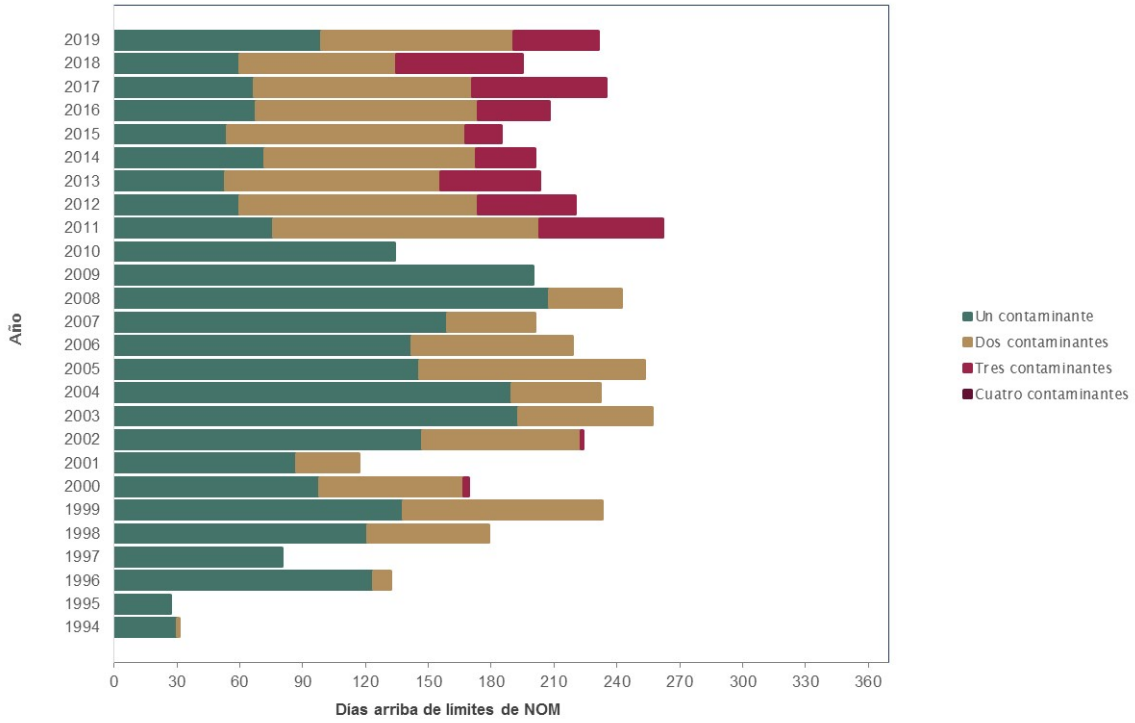


6.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 6.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 1994 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
1994	365	31	30	1	0	0
1995	365	27	27	0	0	0
1996	360	132	124	8	0	0
1997	365	80	80	0	0	0
1998	365	179	121	58	0	0
1999	363	233	138	95	0	0
2000	363	169	98	69	2	0
2001	365	117	87	30	0	0
2002	365	224	147	76	1	0
2003	365	257	193	64	0	0
2004	366	232	190	42	0	0
2005	365	253	146	107	0	0
2006	365	219	142	77	0	0
2007	365	201	159	42	0	0
2008	366	242	208	34	0	0
2009	365	200	200	0	0	0
2010	271	134	134	0	0	0
2011	365	262	76	127	59	0
2012	366	220	60	114	46	0
2013	365	203	53	103	47	0
2014	365	201	72	101	28	0
2015	365	185	54	114	17	0
2016	366	208	68	106	34	0
2017	365	235	67	104	64	0
2018	365	195	60	75	60	0
2019	365	231	99	92	40	0

Figura 6.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 1994 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 7. Guanajuato



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
GUANAJUATO

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Guanajuato, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado, estuvo integrado por 26 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, Moroleón, San José Iturbide y San Francisco del Rincón. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 7.1 a 7.18 y en las Tablas 7.1 a 7.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2019, los límites normados de este contaminante sólo se cumplieron en el municipio de Purísima del Rincón, en tanto que fueron rebasados en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. Tanto la concentración promedio de 24 horas, como el promedio anual más altos se registraron en la ciudad de Celaya, específicamente en la estación San Juanico, donde dichos registros fueron de 216 $\mu g/m^3$ y 79 $\mu g/m^3$, respectivamente. Valores que equivalen a 2.9 y 2 veces el límite normado correspondiente. Celaya fue también la ciudad en la que se rebasó el límite normado con mayor frecuencia a lo largo del año con un total de 174 días, seguida de Irapuato con 86 y Silao con 81.

En cuanto al comportamiento temporal, destaca que las concentraciones más altas de este contaminante suelen registrarse entre los meses de diciembre y mayo, así como el hecho de que entre 2017 y 2019 se registra una tendencia a la baja tanto del promedio, como de los percentiles 75 y 90 en todas las ciudades de la entidad. En este mismo periodo de tiempo, también se observa una tendencia a la baja en el número de días por año en el que se registran concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, siendo especialmente notorio en las ciudades de Irapuato, León y Salamanca. En Celaya y Silao el comportamiento de este indicador prácticamente permanece sin cambio en los 3 y 2 años más recientes, respectivamente.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La NOM de salud ambiental para $PM_{2.5}$ se incumplió en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Abasolo al superarse los dos límites normados (24 horas y anual), en tanto que, en Guanajuato y San Miguel de Allende el incumplimiento se dio por superar el límite normado como promedio anual.

En Silao y San Luis de la Paz no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM por insuficiencia de datos. La concentración más alta como promedio de 24 horas se registró en Irapuato (129 µg/m³) y como promedio anual en Salamanca (22 µg/m³). Concentraciones que equivalen a 2.9 y 1.8 veces el límite normado correspondiente. La mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado diario fue Salamanca con 7 días, seguida de Celaya con 4 días.

Las concentraciones más elevadas de $PM_{2.5}$, en todas las ciudades analizadas, suelen registrarse entre los meses de diciembre y mayo. En cuanto a la tendencia a lo largo de los años destaca la estabilidad de las concentraciones de este contaminante a través del tiempo, pues se observa muy poca variación en el comportamiento tanto del promedio, como de los percentiles 25, 75 y 90 en todas las ciudades de la entidad. Sólo la concentración máxima muestra una tendencia al alza en los tres años más recientes en la ciudad de Celaya, en tanto que en el resto de las ciudades se aprecia una variación aleatoria de un año a otro. En cuanto al número de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, se observa una tendencia decreciente en el periodo 2017 a 2019 en Celaya, Irapuato, Salamanca y Abasolo, en tanto que en León se registró un muy ligero incremento en 2019 respecto a lo observado en 2018.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se cumplió en dos de las tres estaciones de monitoreo de León, pero se incumplió en todas las estaciones de Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao, donde se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas). Irapuato y Salamanca fueron las ciudades en las que se alcanzaron las concentraciones más altas tanto de 1 como de 8 horas, con registros de 0.133 y 0.116 ppm, respectivamente, las cuales equivalen a 1.4 y 1.6 veces el límite correspondiente. Irapuato fue también la ciudad en la que con mayor frecuencia se incumplió la NOM correspondiente con un total de 84 días, seguida de Celaya con 28 días y Salamanca con 22 días.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron en los meses de abril y mayo en las ciudades de Celaya, León y Salamanca, en tanto que ello ocurrió entre mayo y julio en las ciudades de Irapuato y Silao. A lo largo de los años se observa un comportamiento muy estable en las concentraciones registradas de este contaminante en Celaya, León y Silao, en tanto que en Irapuato y Salamanca se observan pequeñas variaciones aleatorias de un año a otro. Salvo en Purísima del Rincón, en todas las demás ciudades de la entidad se registró, en 2019, un incremento en el número de días en que se rebasó el límite normado de 1 hora, siendo más claro este hecho en Irapuato, donde se pasó de un solo día en esta condición en 2018 a 69 en 2019.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de todas las ciudades en donde fueron medidos durante el año 2019; sin embargo, el límite normado de 8 horas de dióxido de azufre fue superado en la estación Teódula de Irapuato con una concentración de 0.228 ppm, equivalente a 1.14 veces el límite normado.

A DESTACAR

En 2019, destacan varios aspectos, como el hecho de que el número de días con concentraciones superiores al límite normado de ozono de 1 hora incrementó en todas las ciudades respecto a lo observado en 2018. Igualmente destaca el incumplimiento de la NOM de SO_2 en la ciudad de Irapuato, hecho que no se registraba en la ciudad desde que se lleva a cabo la medición de este contaminante.

En 2019, el número de días en que se incumple al menos una NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad, fue de 178 en Celaya, 144 en Irapuato, 53 en León, 39 en Salamanca, 15 en Silao, 2 en Abasolo y ninguno en Purísima del Rincón, San Luis de la Paz y San Miguel de Allende. Lo que significa una ligera mejoría respecto a lo observado en 2018 en León, Salamanca, Silao y Purísima del Rincón.

7.1 INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019

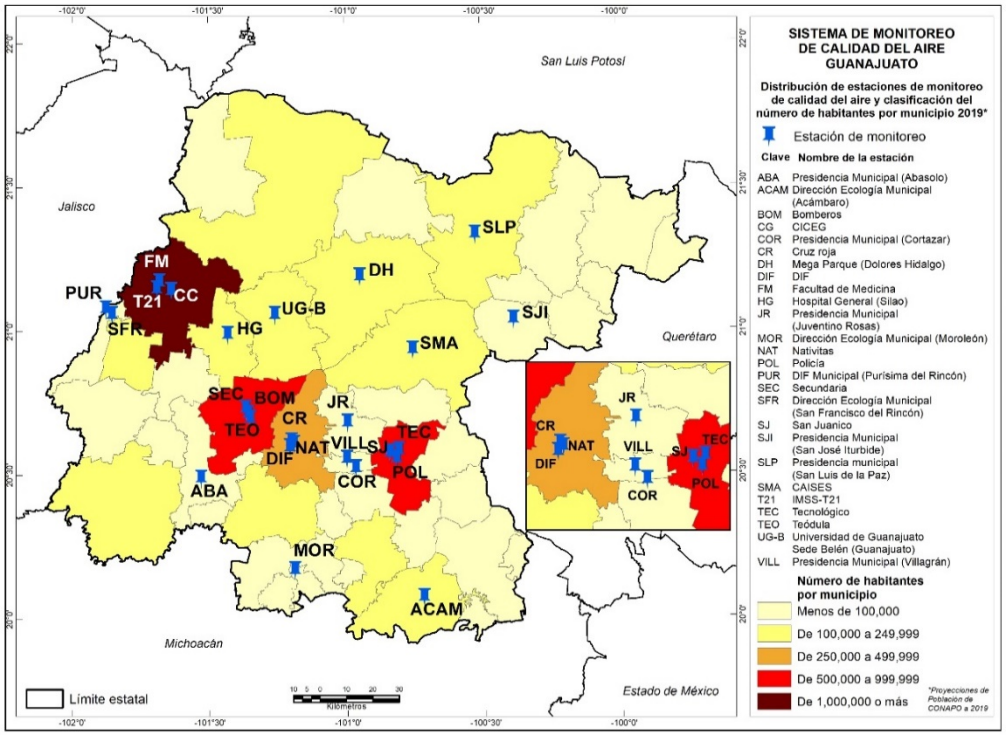
Tabla 7.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Celaya	Policía	POL	Automático (2002)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	San Juanico	SJ	Automático (2001)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tecnológico	TEC	Automático (2002)	✓	¤	✓	¤	✓	¤
Irapuato	Bomberos	BOM	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Secundaria	SEC	Automático (2002)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Teódula	TEO	Automático (2001)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
León	CICEG	CG	Automático (2003)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
	Facultad de Medicina	FM	Automático (2007)	✓	✓	✓	✓	✓	¤
	IMSS – T21	T21	Automático (2006)	✓	¤	✓	✓	✓	¤
Salamanca	Cruz Roja	CR	Automático (1999)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	DIF	DIF	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Nativitas	NAT	Automático (2002)	✓	¤	✓	✓	¤	✓
Silao	Hospital General	HG	Automático (2006)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Purísima del Rincón	Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG)	PUR	Automático (2014)	✓	¤	✓	¤	¤	¤
San Luis de la Paz	Presidencia Municipal	SLP	Automático (2015)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Guanajuato	Universidad de Guanajuato Sede Belén	UG-B	Automático (2015)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
San Miguel de Allende	Presidencia Municipal	SMA	Automático (2018)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Abasolo	Presidencia municipal	ABA	Automático (2005)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Villagrán	Presidencia Municipal	VILL	Manual (2005)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Dolores Hidalgo	Mega Parque	DH	Manual (2005)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Cortazar	Presidencia Municipal	COR	Manual (2005)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Juventino Rosas	Presidencia Municipal	JR	Manual (2005)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Acámbaro	Dirección Ecología Municipal	ACAM	Manual (2010)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Moroleón	Dirección Ecología Municipal	MOR	Manual (2010)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
San José Iturbide	Presidencia Municipal	SJI	Manual (2014)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
San Francisco del Rincón	Dirección Ecología Municipal	SFR	Manual (2009)	¤	✓	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato.

Figura 7.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Guanajuato, 2019.

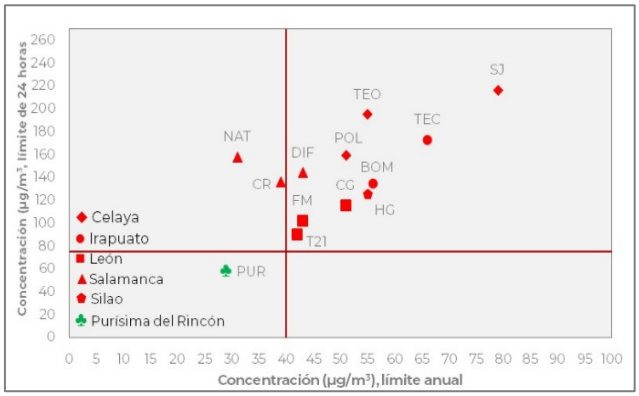


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato.

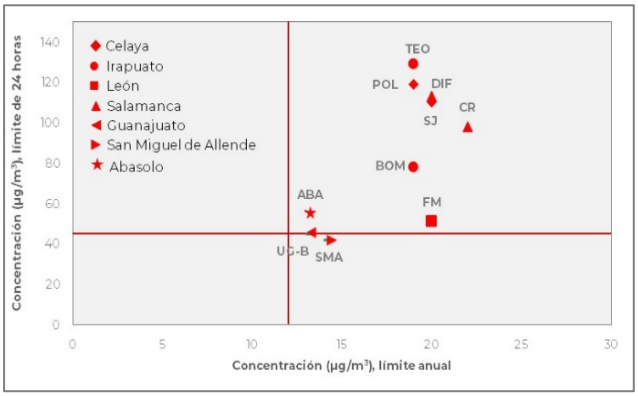
7.2 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 7.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Guanajuato, en el año 2019.

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)

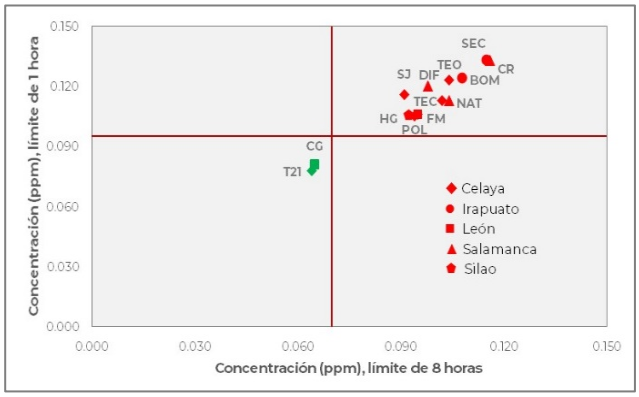


Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



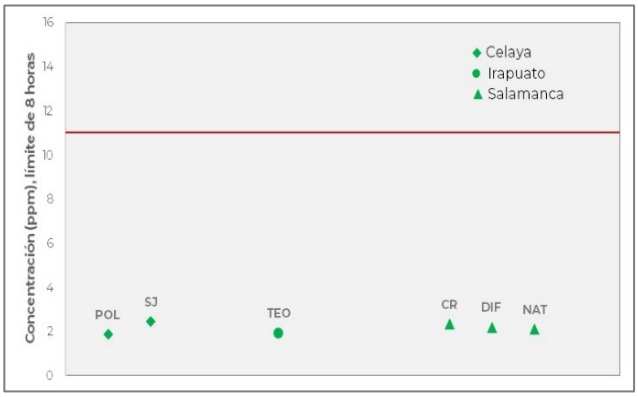
Ozono – O_3

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



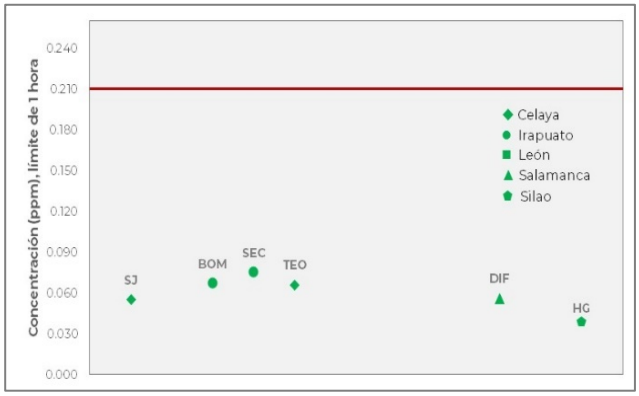
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



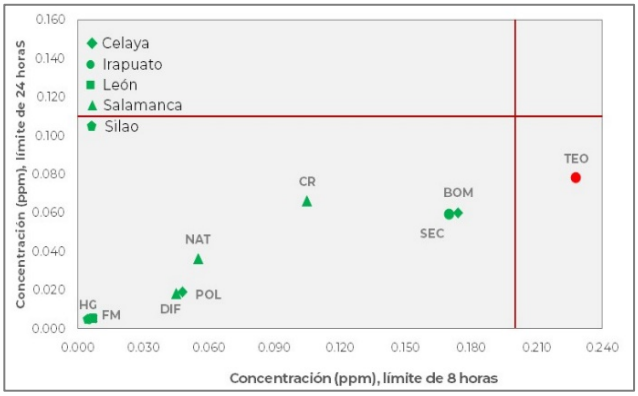
Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



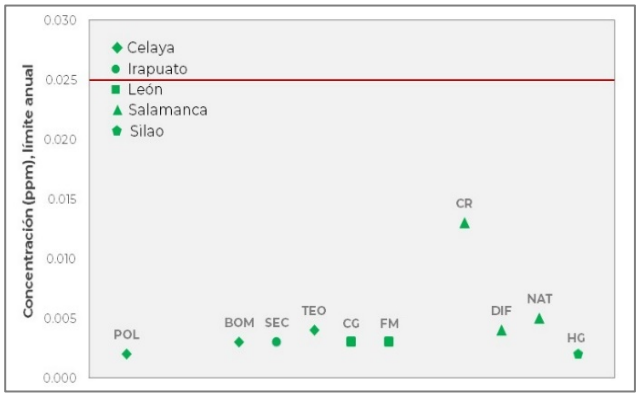
Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



<u>Celaya</u>
POL - Policía
SJ – San Juanico
TEC – Tecnológico

<u>Irapuato</u>
BOM – Bomberos
SEC – Secundaria
TEO – Teódula

<u>León</u>
CG – CICEG
FM – Facultad de Medici
T21 – IMSS – T21

<u>Salamanca</u>
CR – Cruz Roja
DIF – DIF
NAT – Nativitas

<u>Silao</u>
HG – Hospital General

<u>Purísima del Rincón</u>
PUR – UVEG

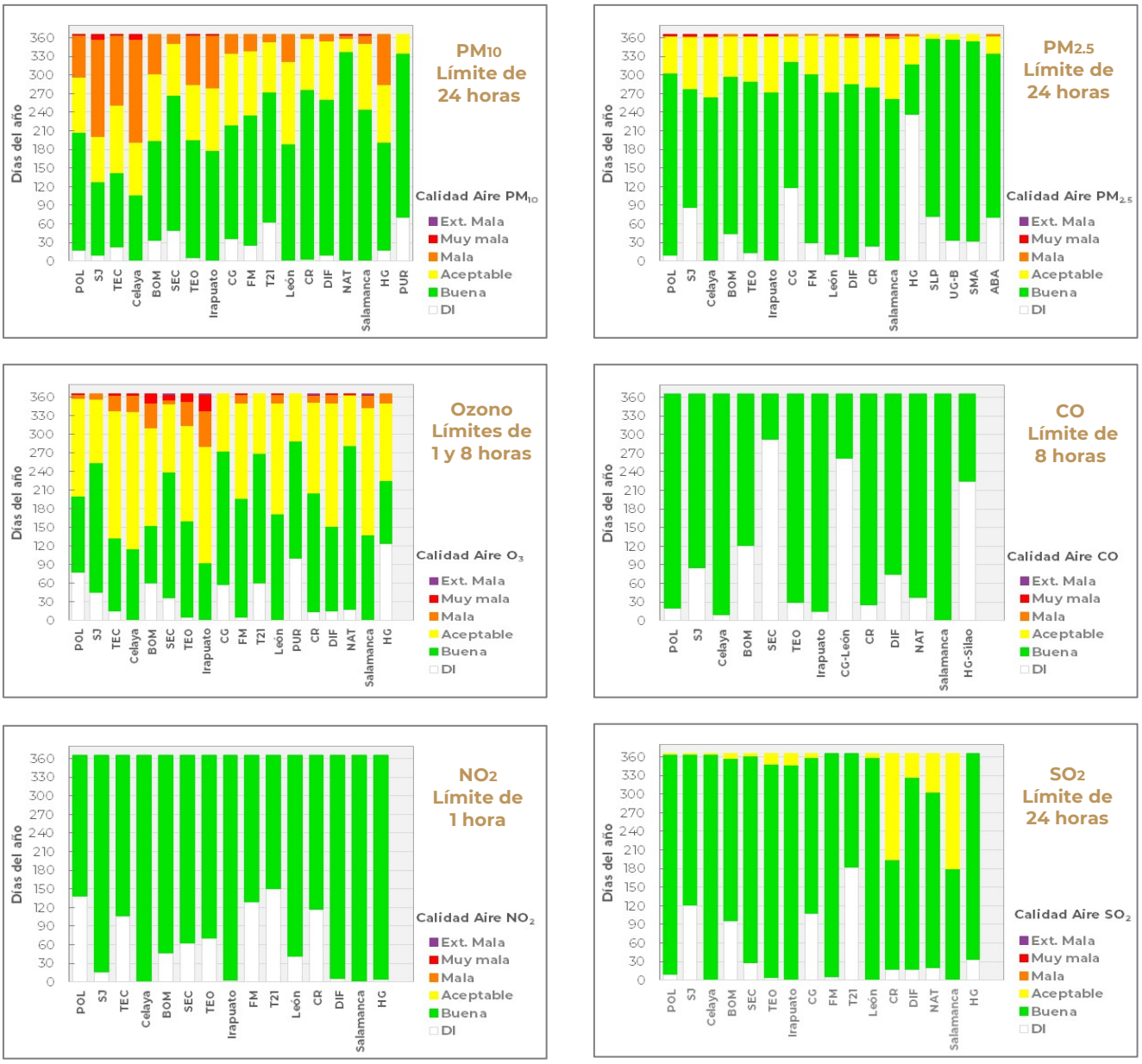
<u>San Miguel de Allende</u>
SMA – Presidencia Municipal

<u>Abasolo</u>
ABA – Presidencia Municipal

<u>Guanajuato</u>
UG-B – Universidad de Guanajuato

7.3 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 7.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo, en Guanajuato, en el año 2019.



Celaya
POL - Policía
SJ – San Juanic
TEC – Tecnológ

Irapuato
BOM - Bomber
SEC - Secundar
TEO – Teódula

León
CG – CICEG
FM – Facultad d Medicina
T21 – IMSS – T21

Salamanca
CR – Cruz Roja
DIF – DIF
NAT – Nativitas

Silao
HG – Hospital General

Purísima del Rincón
PUR – UVEG

San Miguel de Allende
SMA – Presidencia Municipal

Abasolo
ABA – Presidencia Municipal

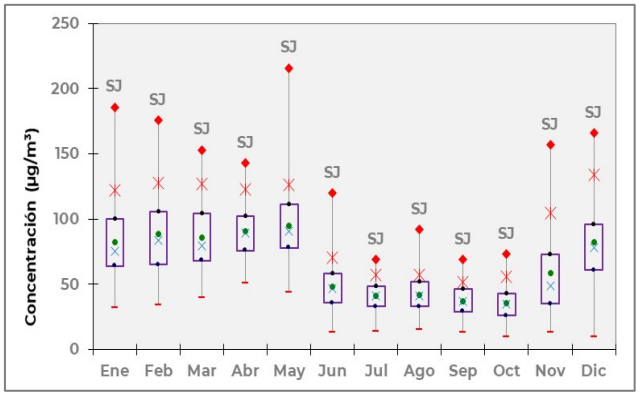
Guanajuato
UG - B – Universidad de Guanajuato

7.4 TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

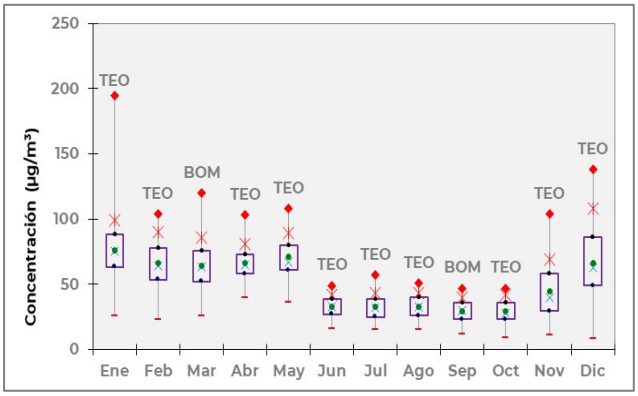
Figura 7.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato.

Promedios 24 horas

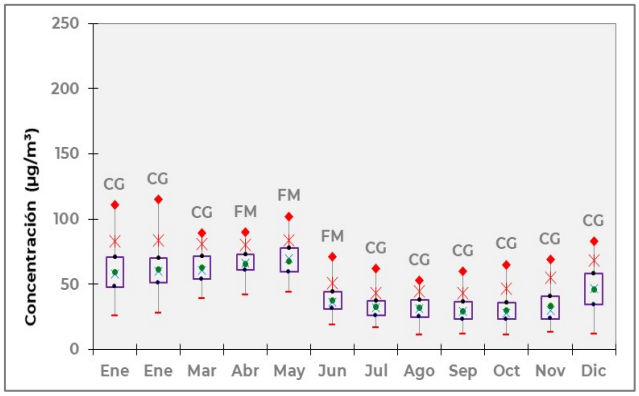
Celaya



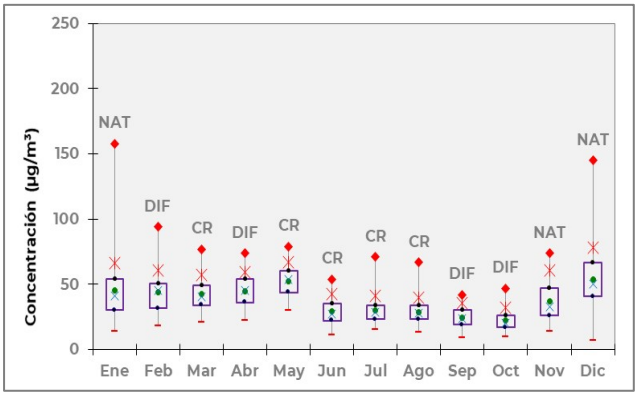
Irapuato



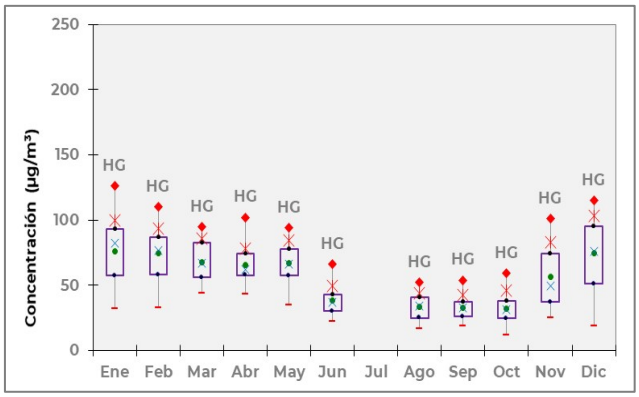
León



Salamanca



Silao



Purísima del Rincón

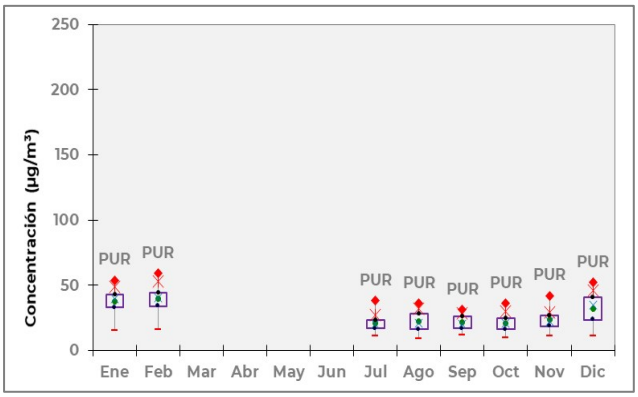
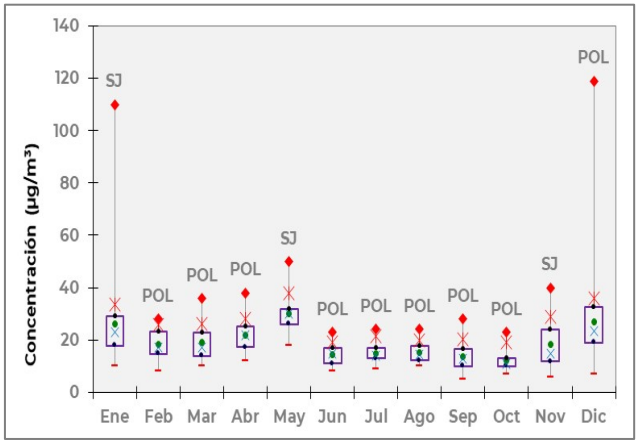


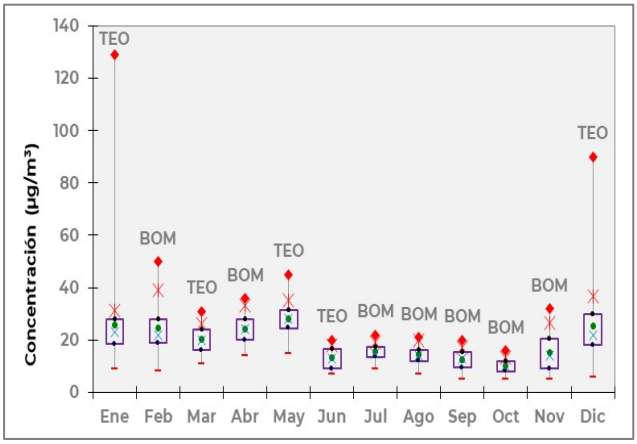
Figura 7.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato.

Promedios 24 horas

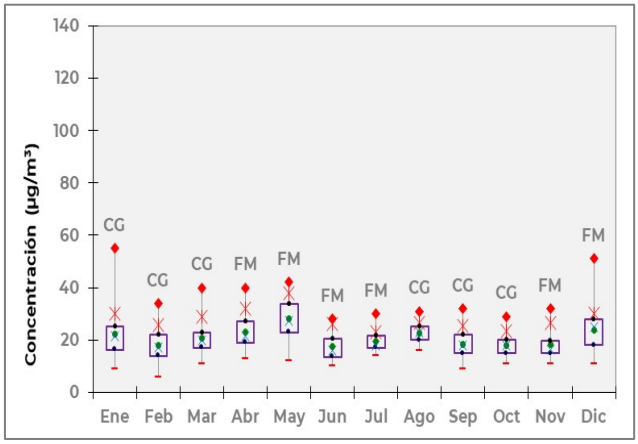
Celaya



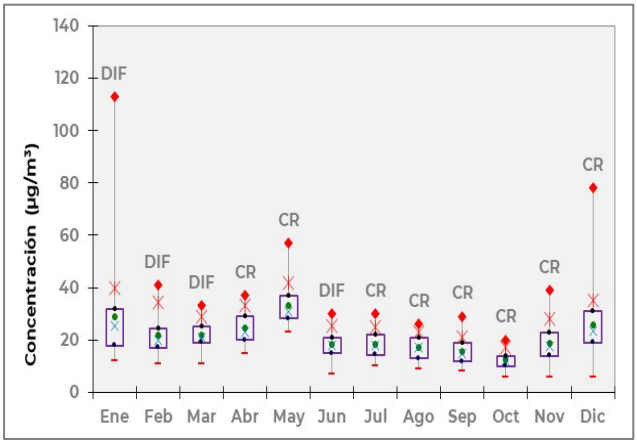
Irapuato



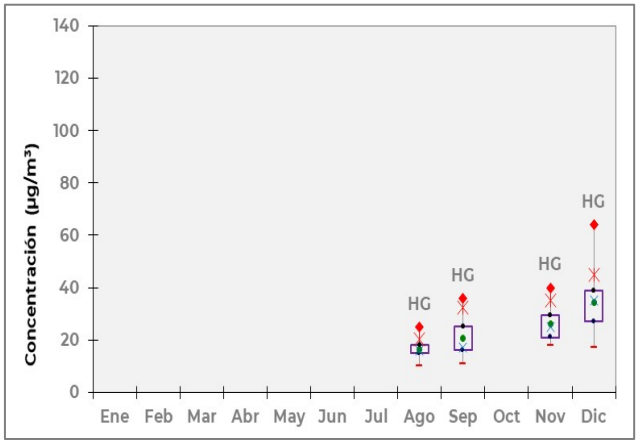
León



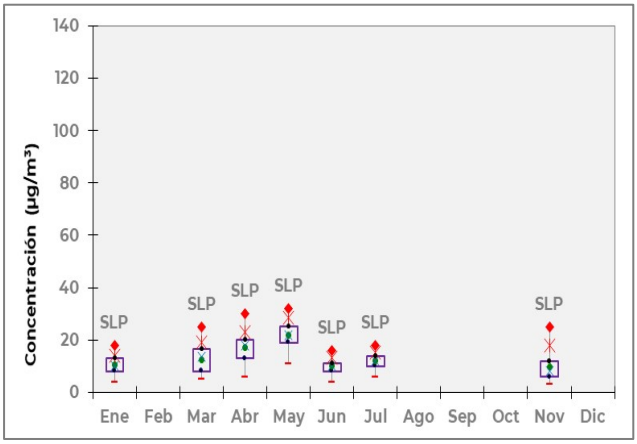
Salamanca



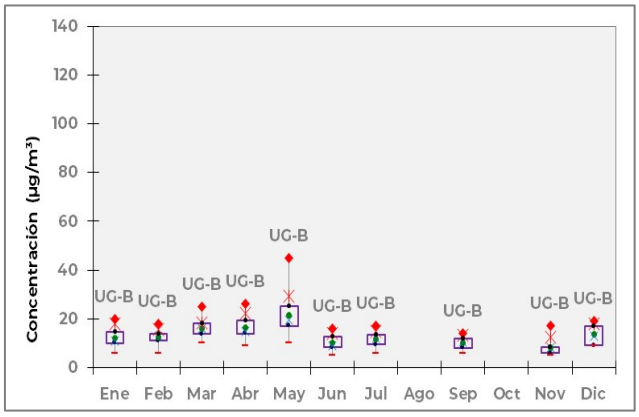
Silao



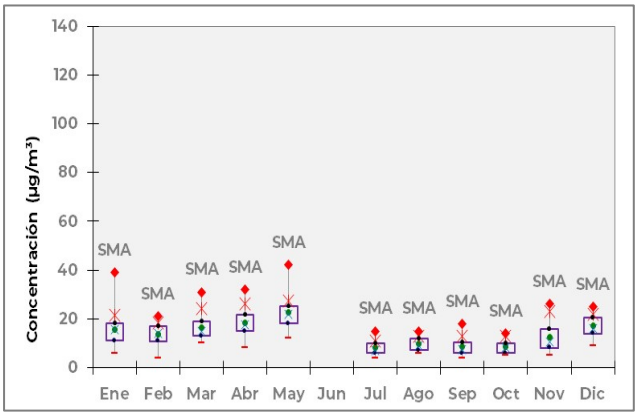
San Luis de la Paz



Guanajuato



San Miguel de Allende



Abasolo

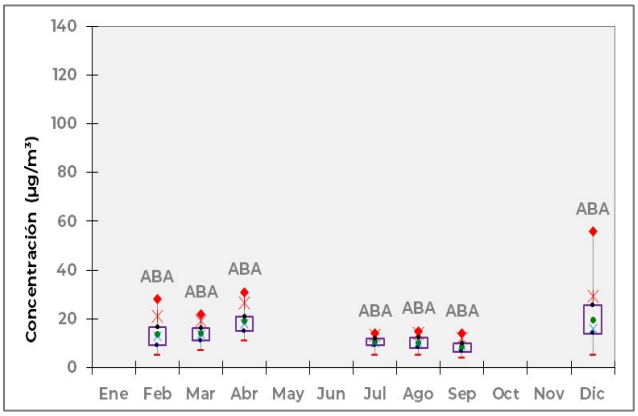
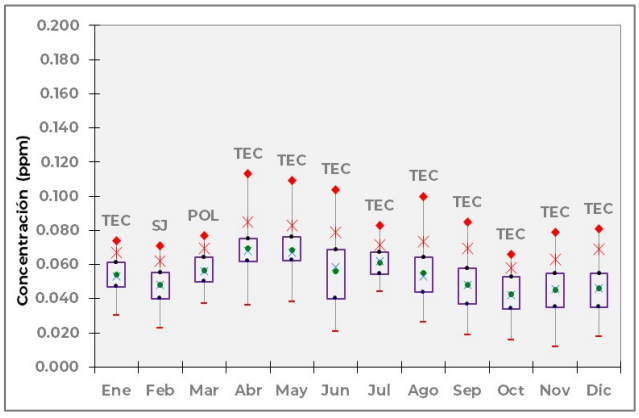


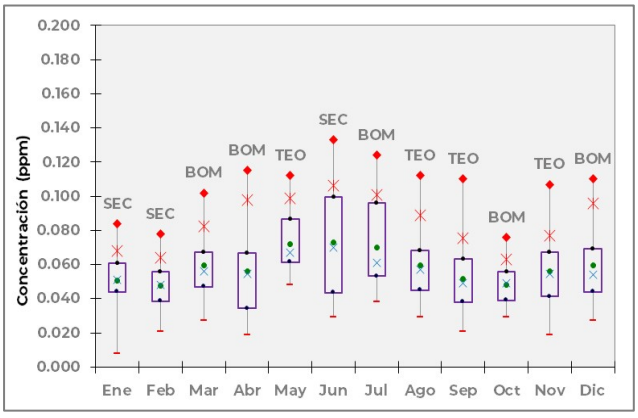
Figura 7.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato.

Máximo diario de 1 hora

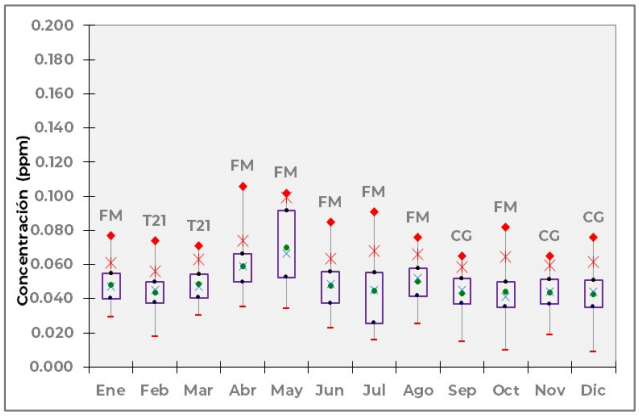
Celaya



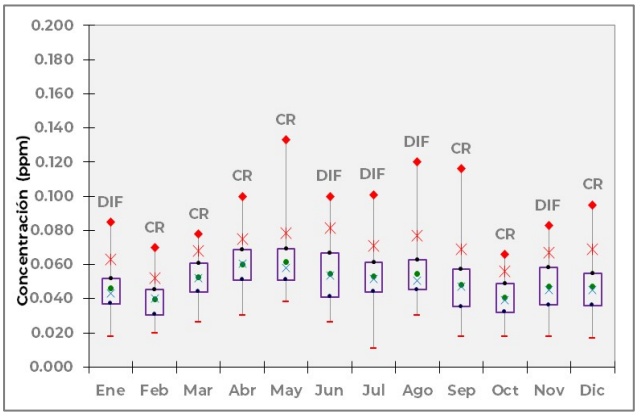
Irapuato



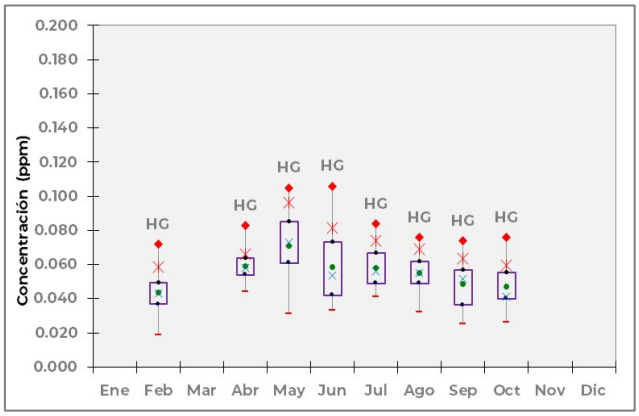
León



Salamanca



Silao



Purísima del Rincón

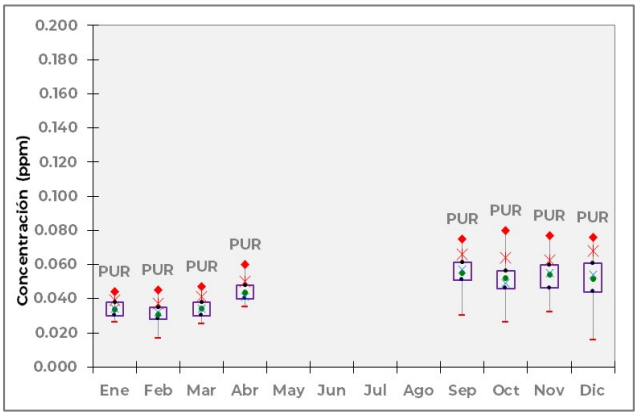
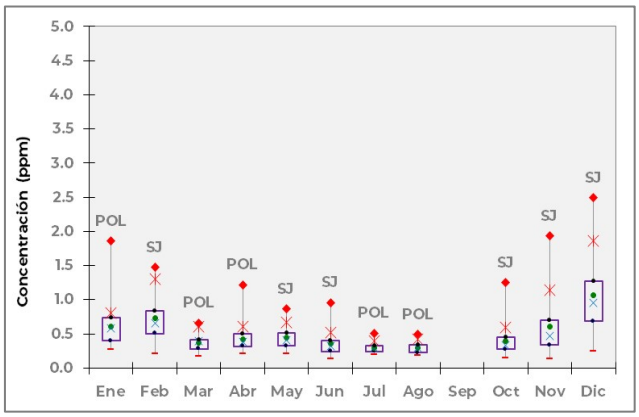


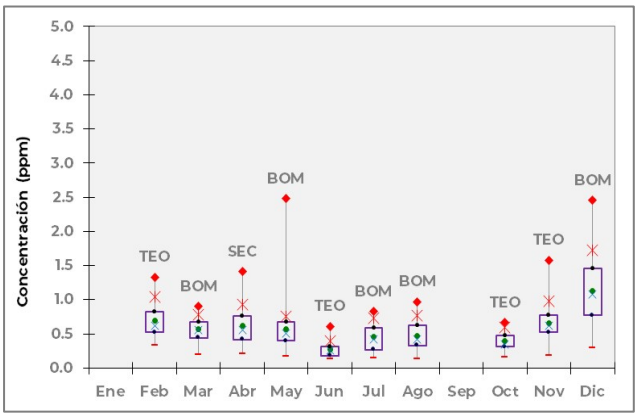
Figura 7.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato.

Máximo diario de 8 horas

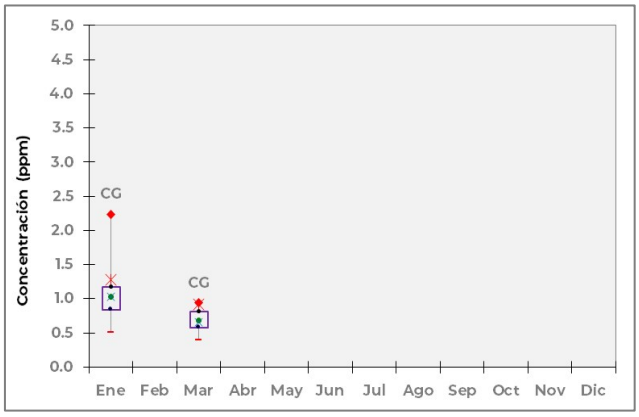
Celaya



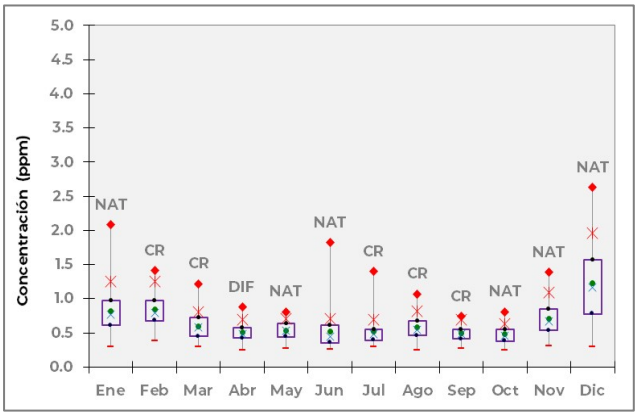
Irapuato



León



Salamanca



Silao

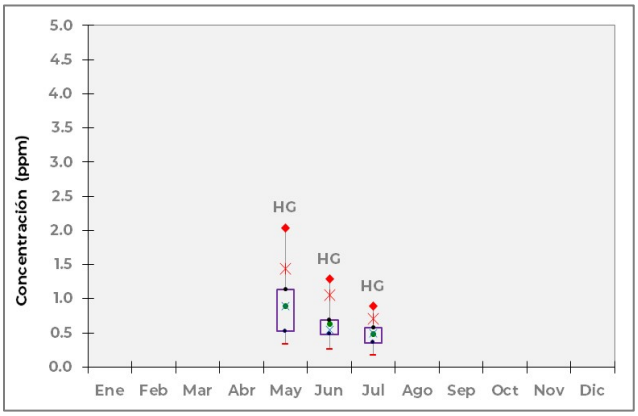
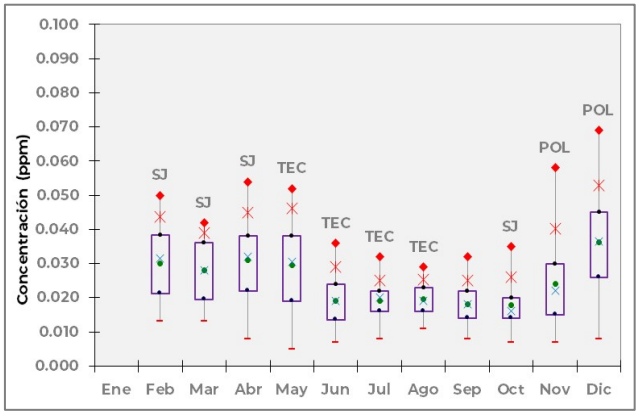


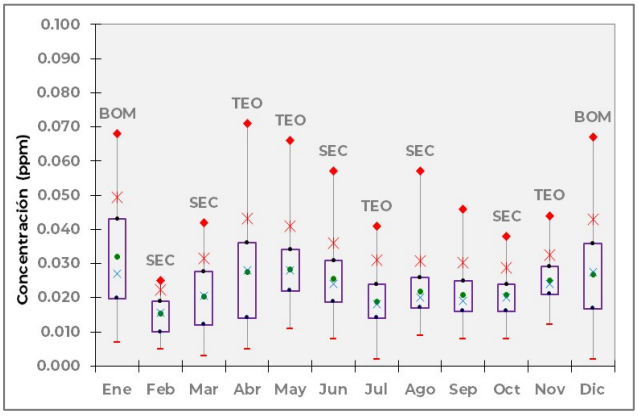
Figura 7.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato.

Máximo diario de 1 hora

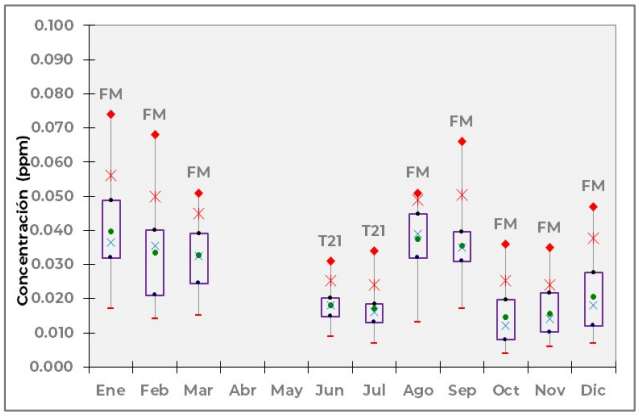
Celaya



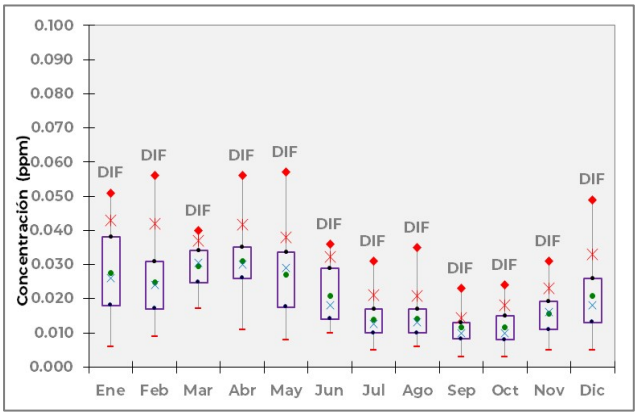
Irapuato



León



Salamanca



Silao

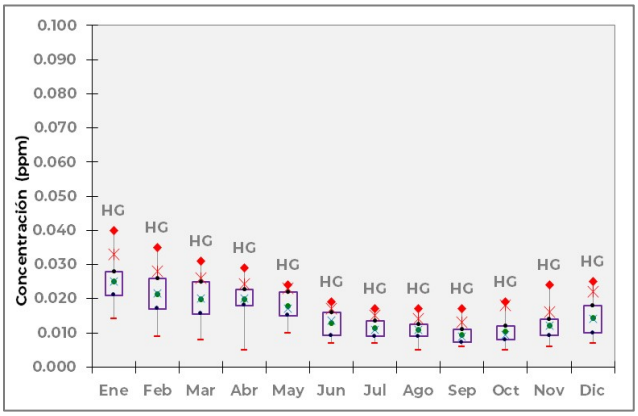
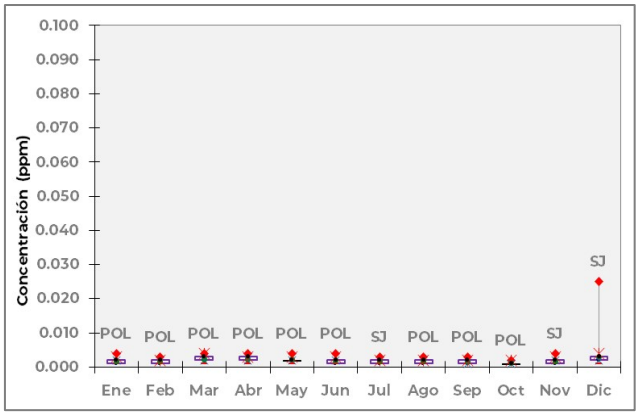


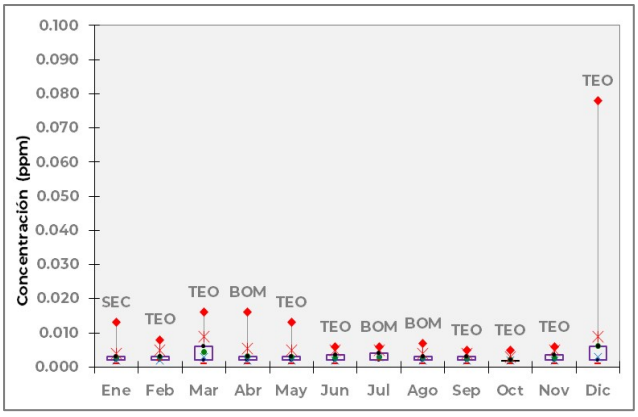
Figura 7.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Guanajuato.

Promedio de 24 horas

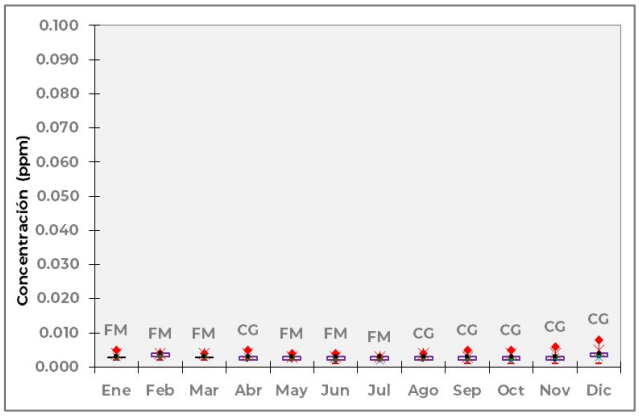
Celaya



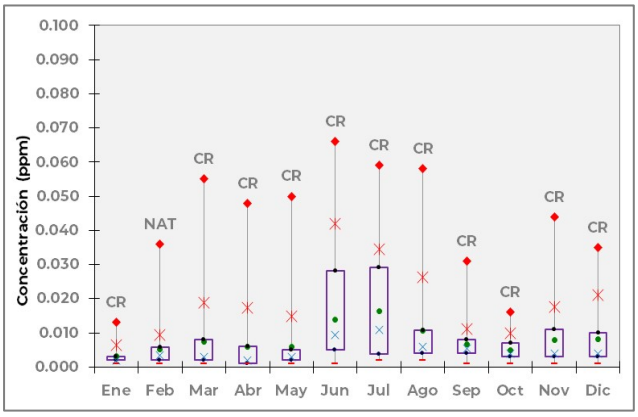
Irapuato



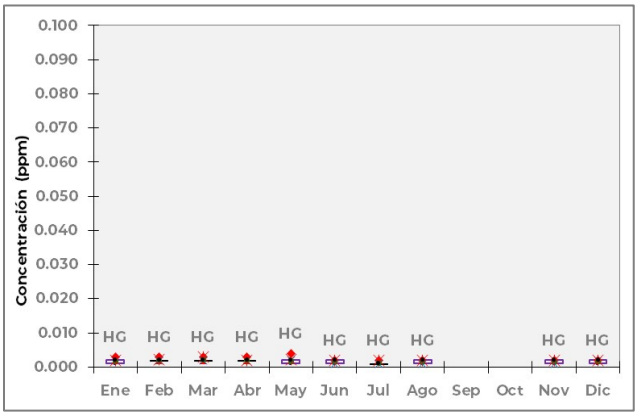
León



Salamanca



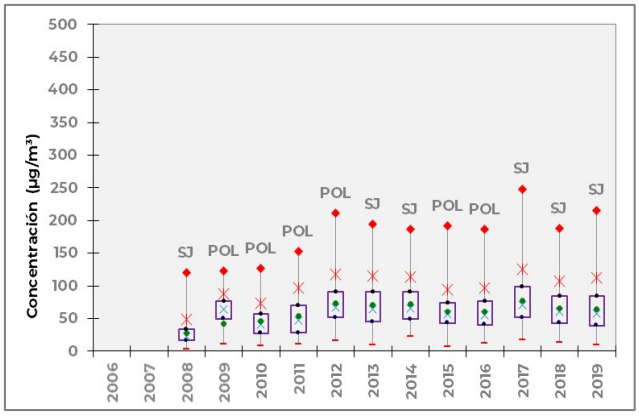
Silao



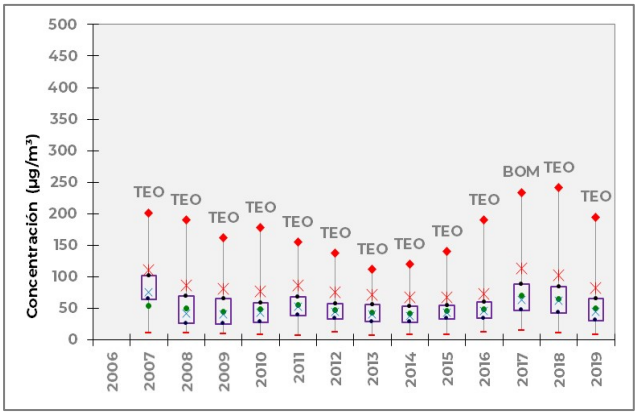
7.5 TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN GUANAJUATO EN EL PERIODO 2000 – 2019.

Figura 7.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019.

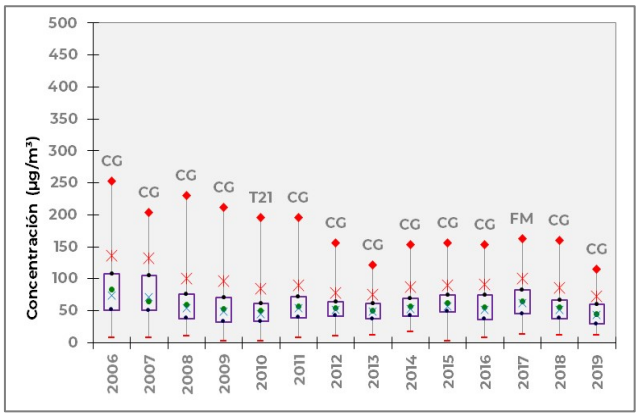
Celaya
(2006 – 2019)



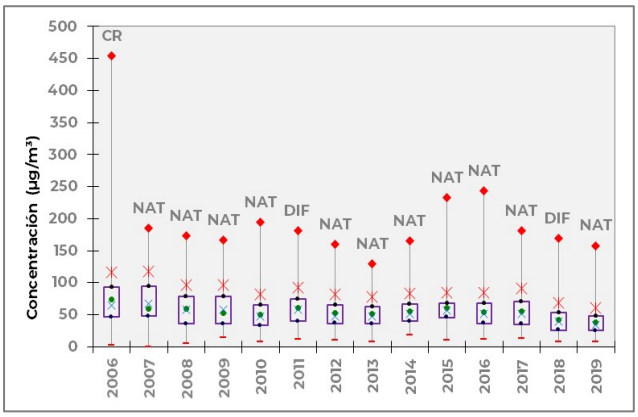
Irapuato
(2006 – 2019)



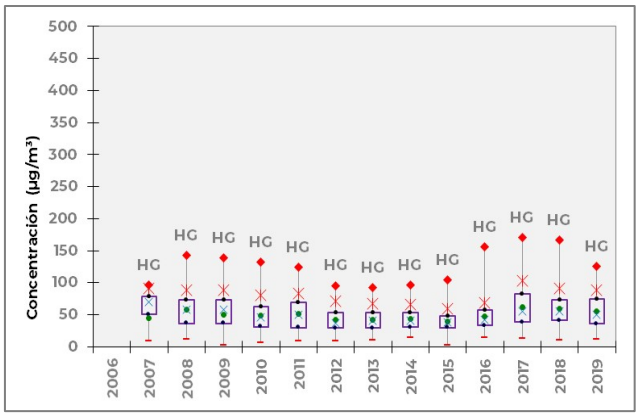
León
(2006 – 2019)



Salamanca
(2006 – 2019)



Silao
(2006– 2019)



Purísima del Rincón
(2017 – 2019)

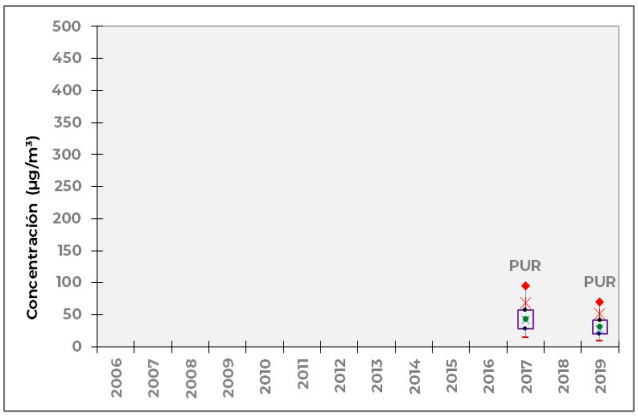
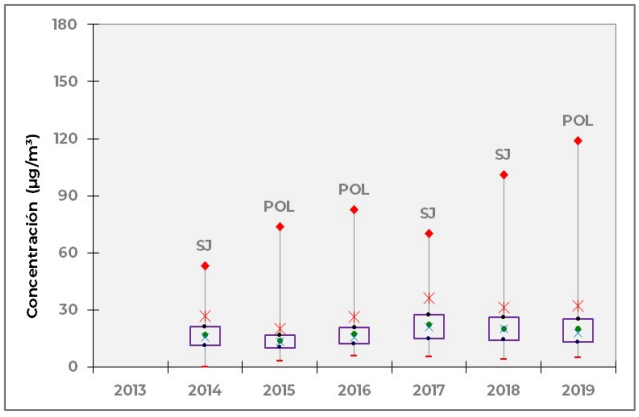
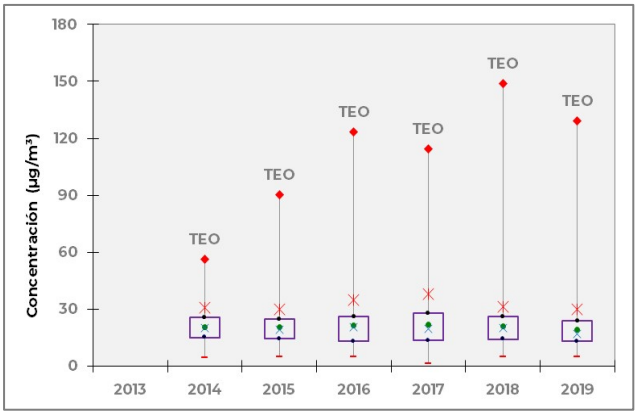


Figura 7.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2013 – 2019.

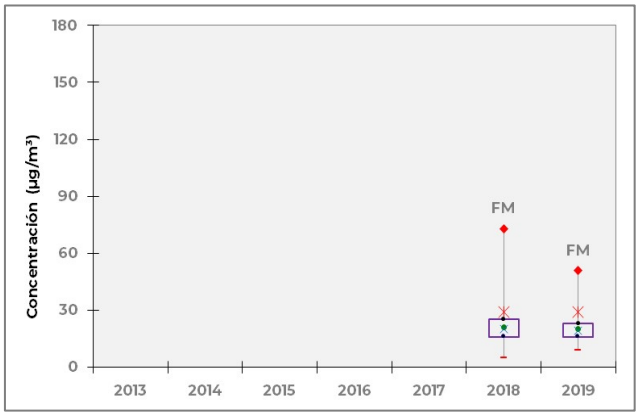
Celaya
(2013 – 2019)



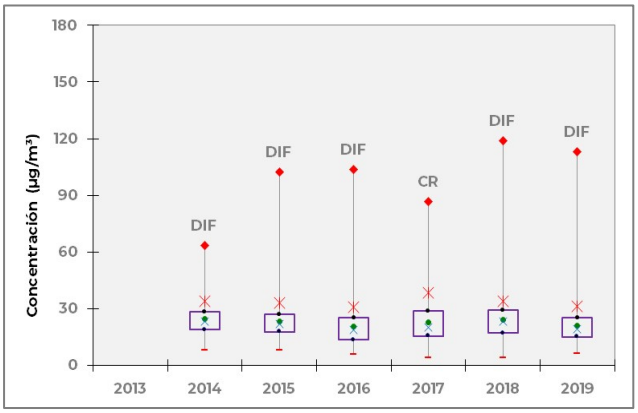
Irapuato
(2013 – 2019)



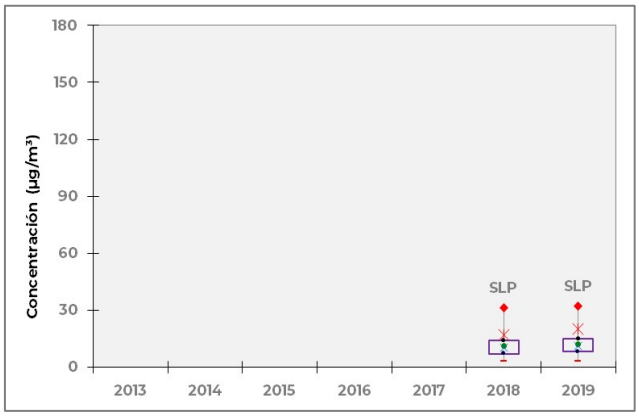
León
(2013 – 2019)



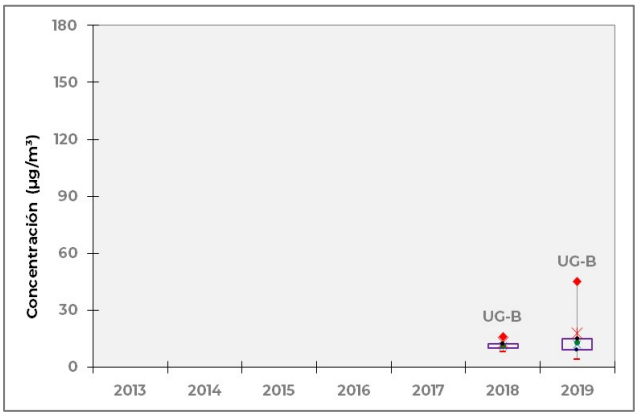
Salamanca
(2013 – 2019)



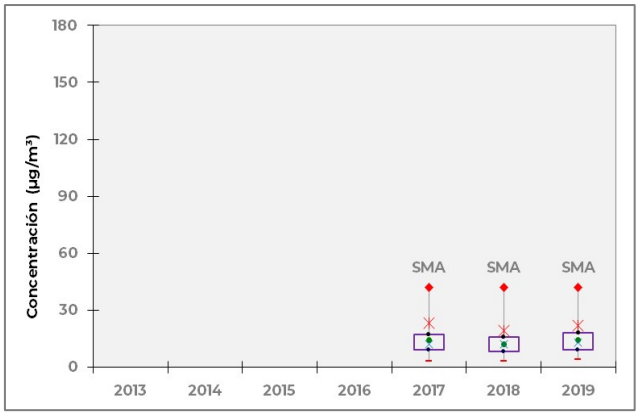
San Luis de la Paz
(2013 – 2019)



Guanajuato
(2013 – 2019)



San Miguel de Allende
(2013 – 2019)



Abasolo
(2013 – 2019)

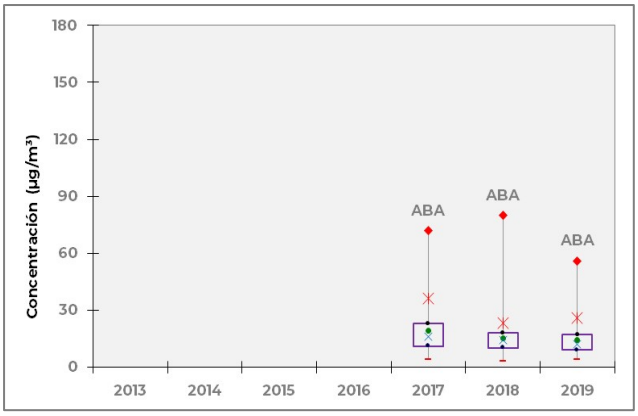
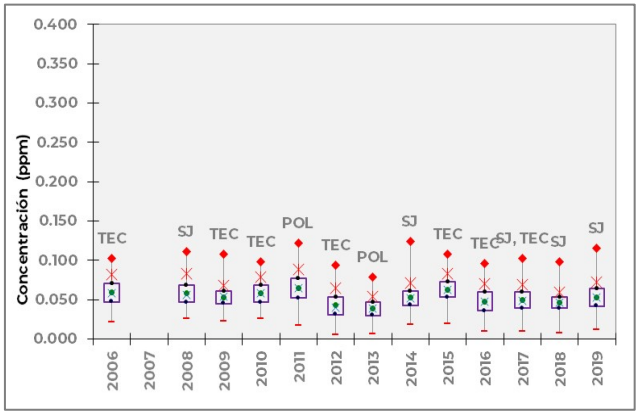
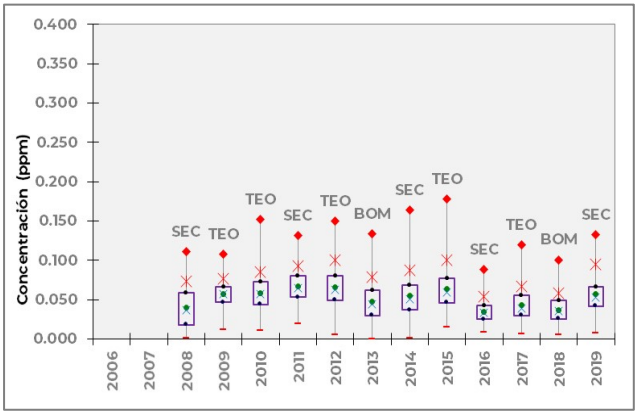


Figura 7.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019.

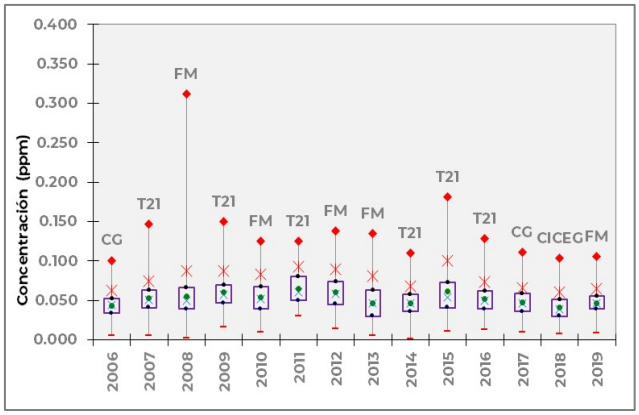
Celaya
(2006– 2019)



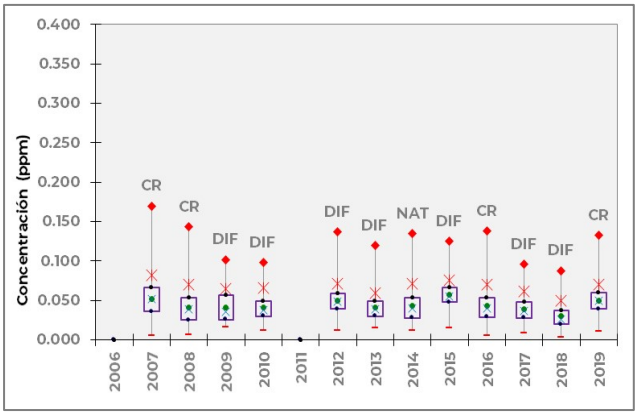
Irapuato
(2006– 2019)



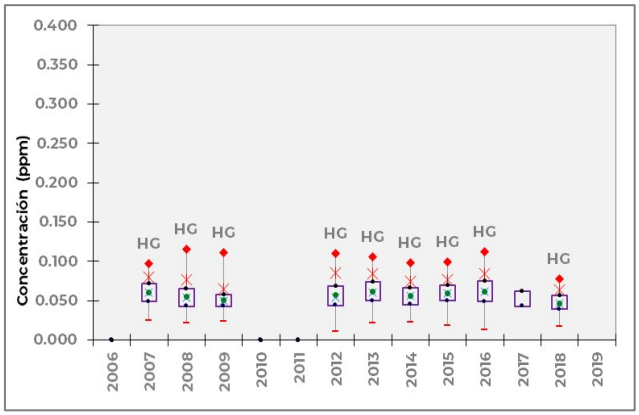
León
(2006 – 2019)



Salamanca
(2006 – 2019)



Silao
(2006 – 2019)



Purísima del Rincón
(2017– 2019)

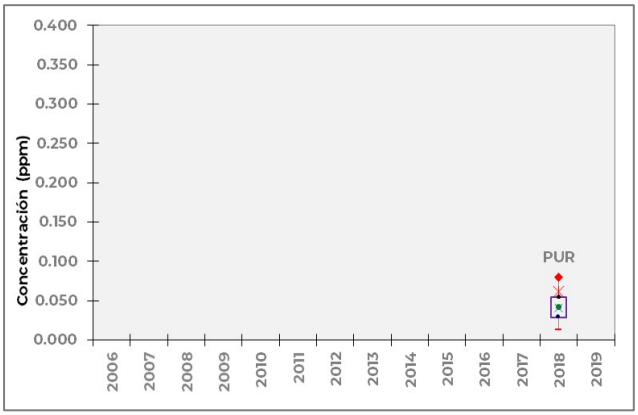
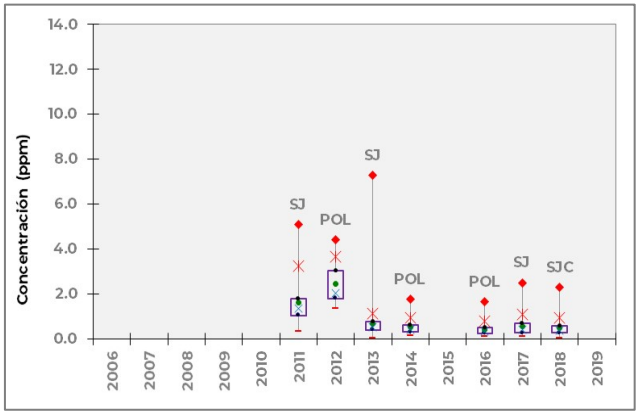
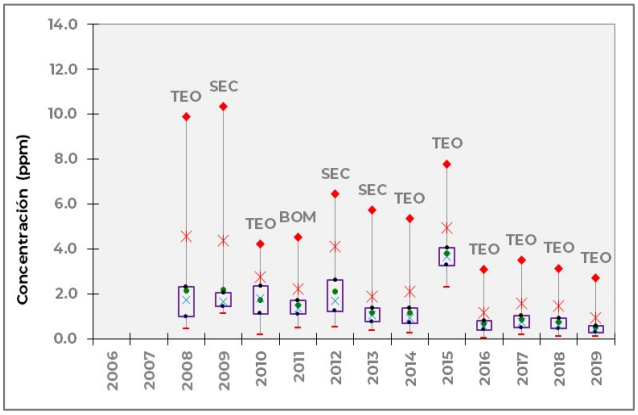


Figura 7.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019.

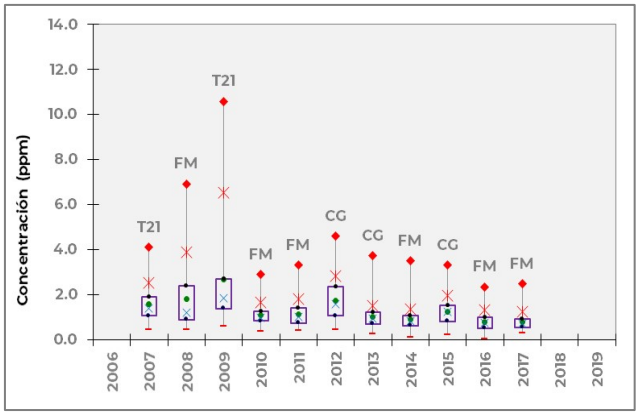
Celaya
(2006– 2019)



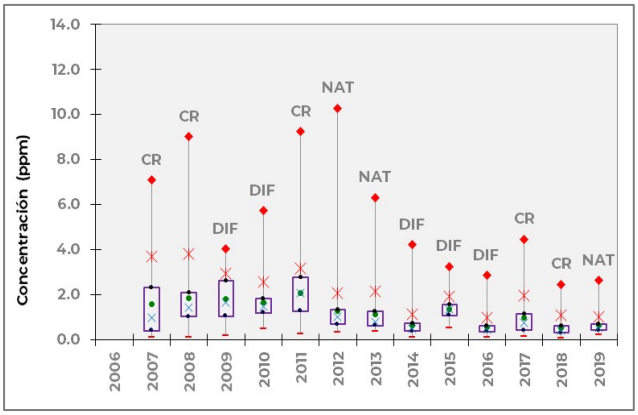
Irapuato
(2006– 2019)



León
(2006– 2019)



Salamanca
(2006– 2019)



Silao
(2006– 2019)

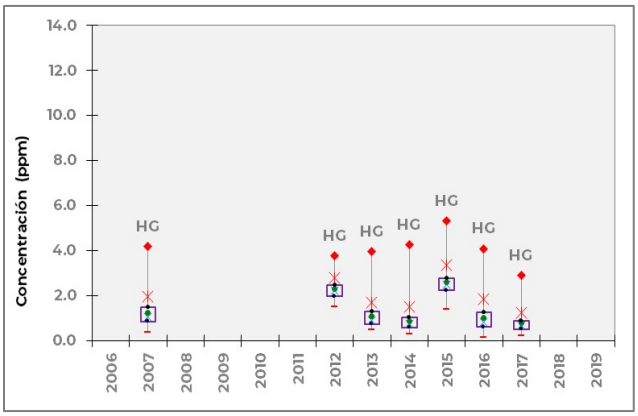
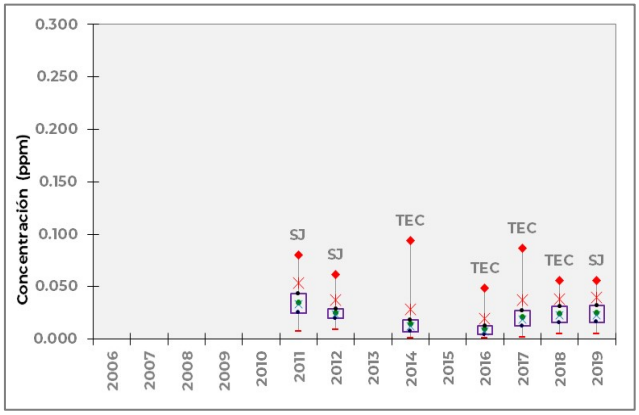
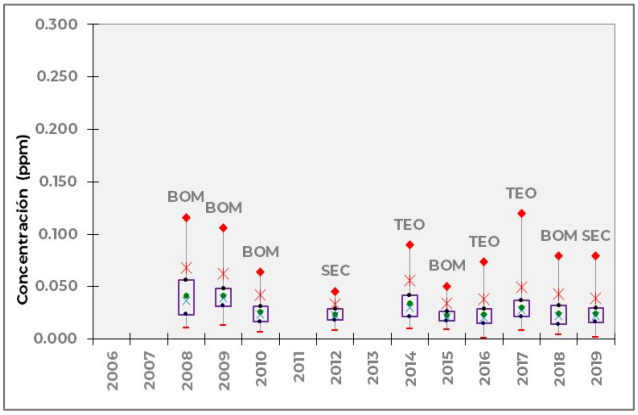


Figura 7.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2019.

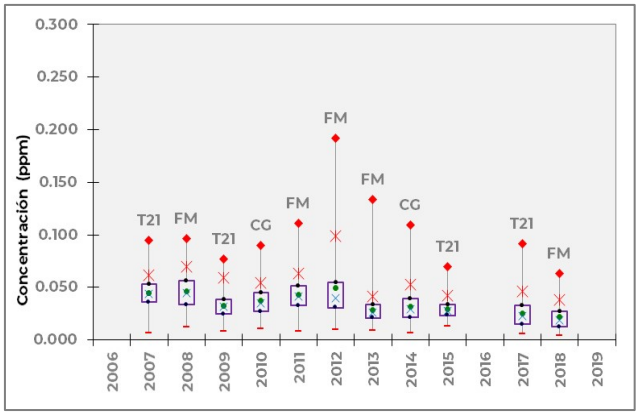
Celaya
(2006– 2019)



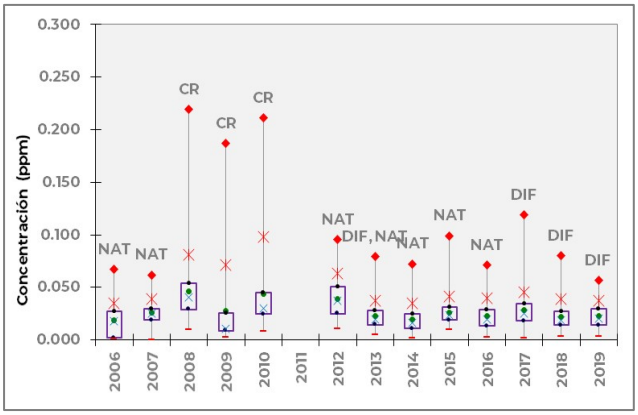
Irapuato
(2006– 2019)



León
(2006– 2019)



Salamanca
(2006 – 2019)



Silao
(2006– 2019)

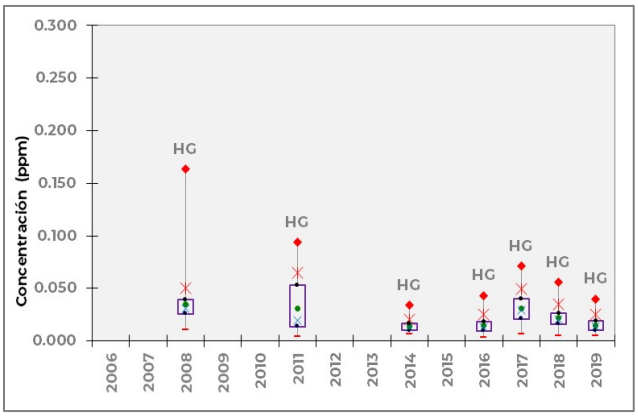
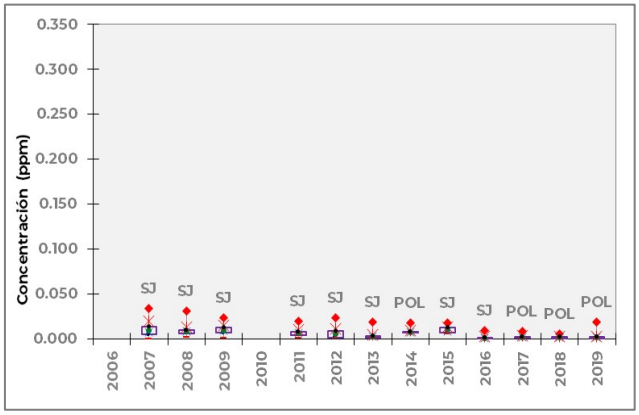
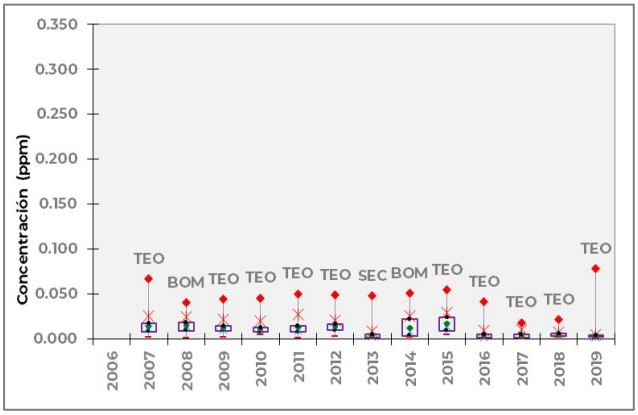


Figura 7.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2000 – 2019.

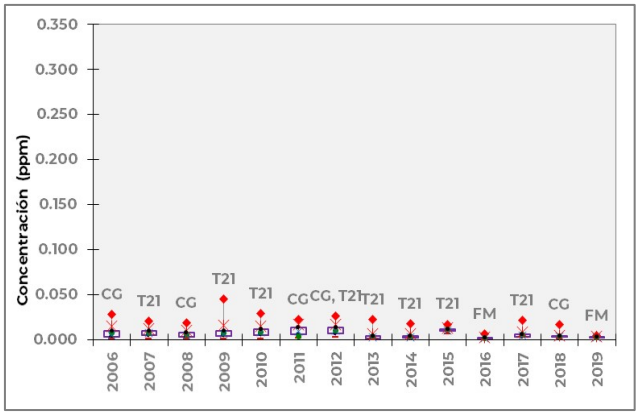
Celaya
(2006– 2019)



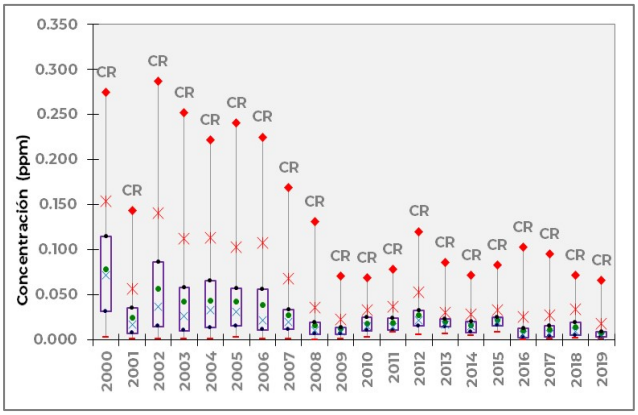
Irapuato
(2006– 2019)



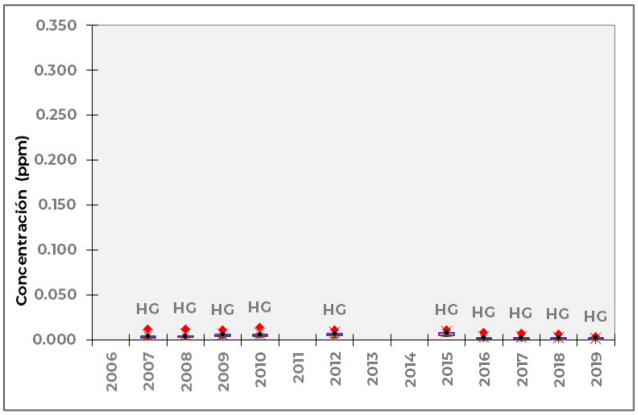
León
(2006– 2019)



Salamanca
(2000 – 2019)



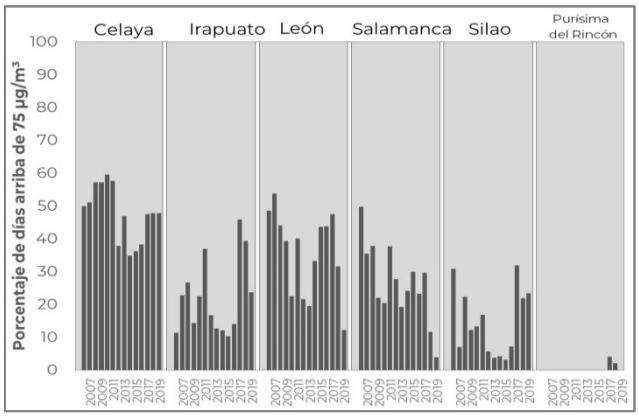
Silao
(2006– 2019)



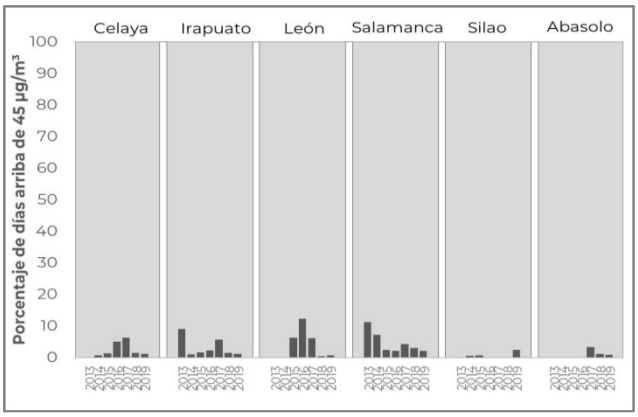
7.6 PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 7.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2019.

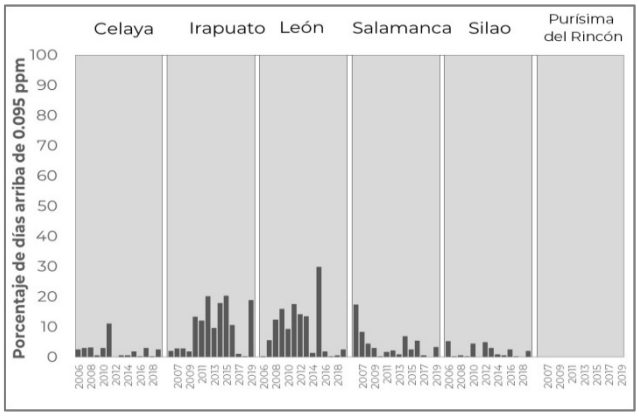
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2007 – 2019)



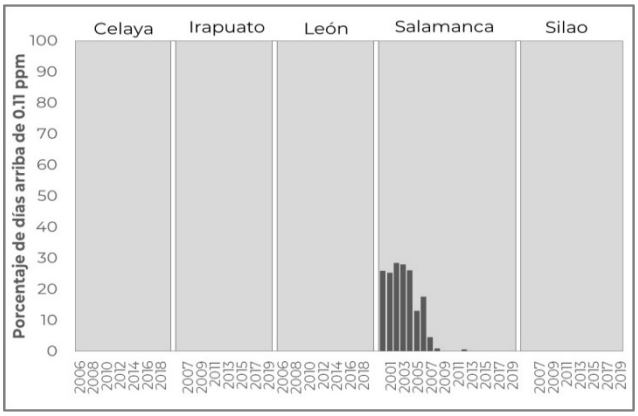
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2013 – 2019)



O_3 – Límite de 1 hora
(2006 – 2019)

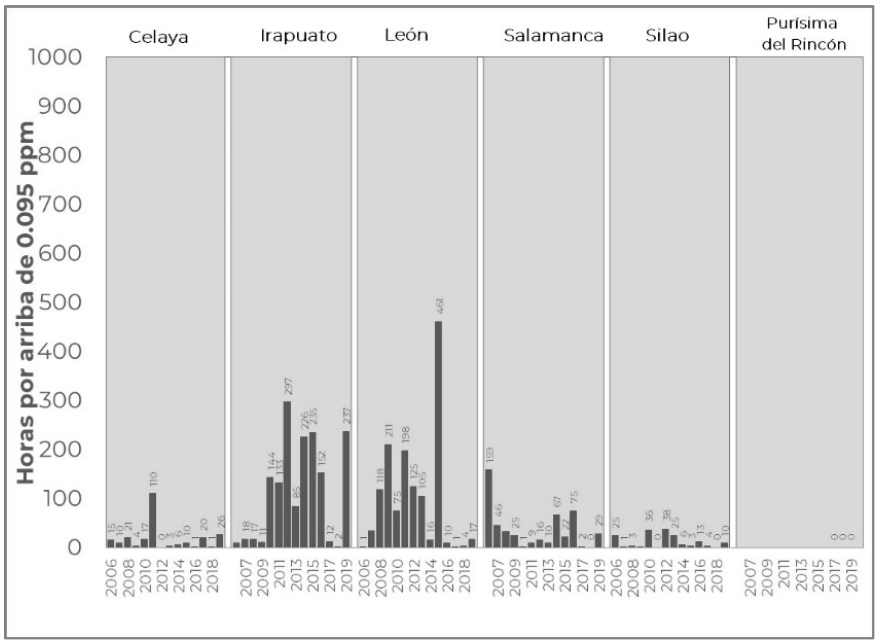


SO_2 – Límite de 24 horas
(2000 – 2019)



7.7 NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 7.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2006 – 2019.



7.8 NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

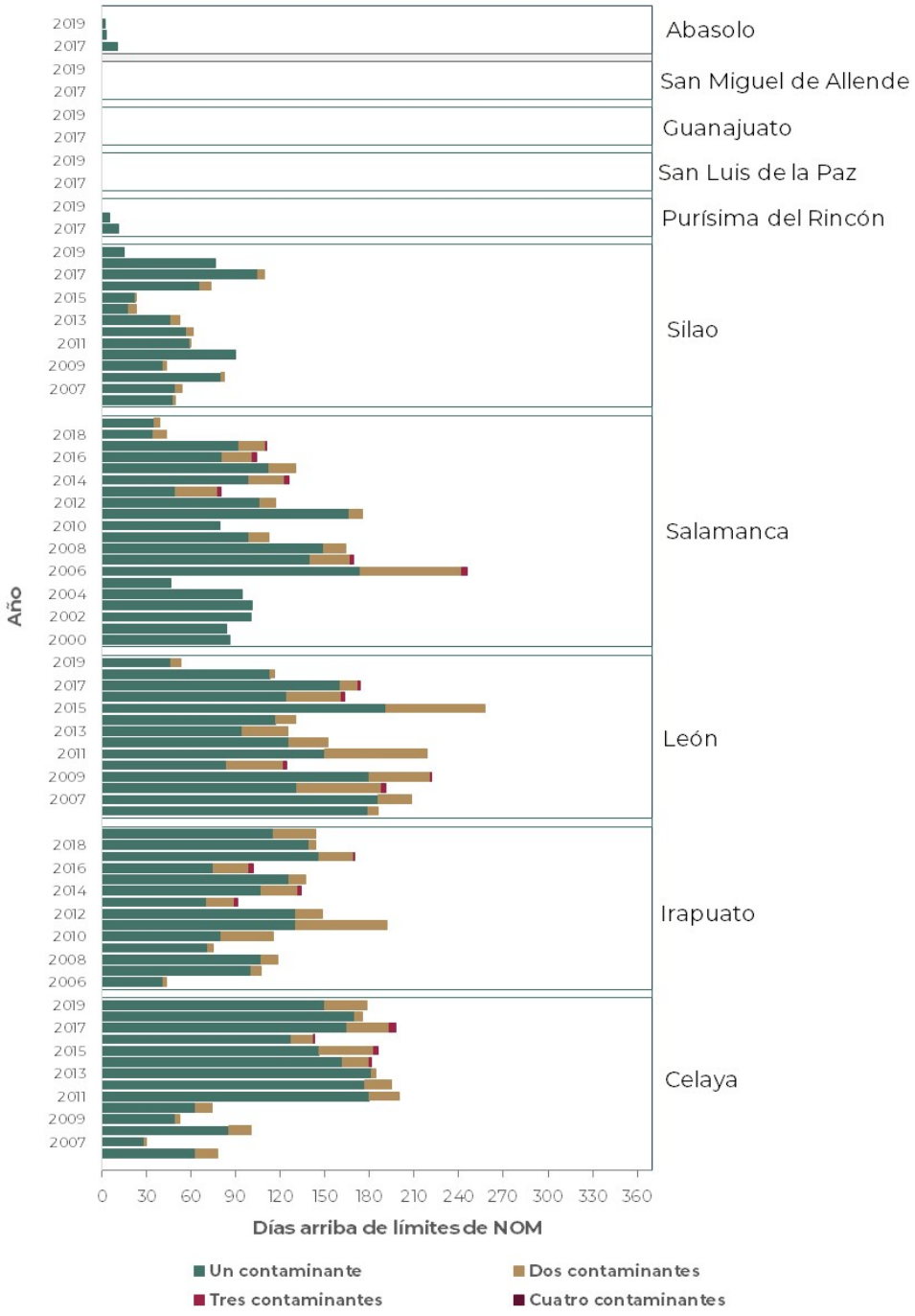
Tabla 7.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Celaya	2006	365	78	63	15	0	0
	2007	345	30	28	2	0	0
	2008	366	100	85	15	0	0
	2009	365	52	49	3	0	0
	2010	365	74	63	11	0	0
	2011	365	200	180	20	0	0
	2012	366	195	177	18	0	0
	2013	365	184	181	3	0	0
	2014	365	181	162	18	1	0
	2015	365	186	146	37	3	0
	2016	366	143	127	15	1	0

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
	2017	365	198	165	28	5	0
	2018	365	175	170	5	0	0
	2019	365	178	150	28	0	0
Irapuato	2006	330	43	41	2	0	0
	2007	362	107	100	7	0	0
	2008	365	118	107	11	0	0
	2009	365	75	71	4	0	0
	2010	365	115	80	35	0	0
	2011	365	192	130	62	0	0
	2012	366	148	130	18	0	0
	2013	365	91	70	19	2	0
	2014	365	134	107	25	2	0
	2015	365	137	126	11	0	0
	2016	366	102	75	24	3	0
	2017	365	170	146	23	1	0
	2018	365	144	139	5	0	0
	2019	365	144	115	29	0	0
León	2006	356	186	179	7	0	0
	2007	364	208	186	22	0	0
	2008	366	191	131	57	3	0
	2009	365	222	180	41	1	0
	2010	365	124	84	38	2	0
	2011	365	219	150	69	0	0
	2012	366	152	126	26	0	0
	2013	365	125	94	31	0	0
	2014	365	130	117	13	0	0
	2015	365	258	191	67	0	0
	2016	366	163	124	37	2	0
	2017	365	174	160	12	2	0
	2018	365	116	113	3	0	0
	2019	365	53	46	7	0	0
Salamanca	2000	332	86	86	0	0	0
	2001	333	84	84	0	0	0
	2002	353	100	100	0	0	0
	2003	362	101	101	0	0	0
	2004	362	94	94	0	0	0
	2005	354	46	46	0	0	0
	2006	365	246	174	68	4	0
	2007	365	169	140	27	2	0
	2008	366	164	149	15	0	0
	2009	365	112	99	13	0	0
	2010	365	79	79	0	0	0

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
	2011	365	175	166	9	0	0
	2012	366	117	106	11	0	0
	2013	365	80	49	29	2	0
	2014	365	126	99	24	3	0
	2015	365	130	112	18	0	0
	2016	366	104	81	20	3	0
	2017	365	111	92	18	1	0
	2018	365	43	34	9	0	0
	2019	365	39	35	4	0	0
Silao	2006	227	49	48	1	0	0
	2007	365	54	49	5	0	0
	2008	350	82	80	2	0	0
	2009	325	43	41	2	0	0
	2010	364	90	90	0	0	0
	2011	359	60	59	1	0	0
	2012	361	61	57	4	0	0
	2013	363	52	46	6	0	0
	2014	364	23	18	5	0	0
	2015	361	23	22	1	0	0
	2016	363	73	66	7	0	0
	2017	362	109	105	4	0	0
	2018	363	76	76	0	0	0
	2019	232	15	15	0	0	0
Purísima del Rincón	2017	286	11	11	0	0	0
	2018	307	5	5	0	0	0
	2019	333	0	0	0	0	0
San Luis de la Paz	2017	253	0	0	0	0	0
	2018	318	0	0	0	0	0
	2019	293	0	0	0	0	0
Guanajuato	2017	245	0	0	0	0	0
	2018	350	0	0	0	0	0
	2019	331	0	0	0	0	0
San Miguel de Allende	2017	333	0	0	0	0	0
	2018	346	0	0	0	0	0
	2019	333	0	0	0	0	0
Abasolo	2017	313	10	10	0	0	0
	2018	299	3	3	0	0	0
	2019	294	2	2	0	0	0

Figura 7.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 8. Hidalgo



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
HIDALGO

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Hidalgo, 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, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo y Zapotlán de Juárez. En su conjunto, este SMCA estuvo integrado por 15 estaciones de monitoreo. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019, como en años previos se ilustran en las Figuras 8.1 a 8.18 y en las Tablas 8.1 a 8.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Los límites normados para la protección de la salud de la población para este contaminante se cumplieron, en 2019, en las ciudades de Tula de Allende, Tepeji del Río, Huichapan y Zapotlán de Juárez, en tanto que, en Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tizayuca, Tepeapulco y Tulancingo se incumplieron los mismos. En Tlaxcoapan no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM, debido a que no se contó con información suficiente para ello. La concentración más alta de PM_{10}, como promedio de 24 horas se registró en Atitalaquia, en tanto que el promedio anual más alto fue el de Atotonilco. Dichas concentraciones fueron de 158 y 66 $\mu g/m^3$, respectivamente, las cuales equivalen a 2.1 y 1.7 veces el límite normado correspondiente. Las ciudades en las que con mayor frecuencia se supera el límite normado de 24 horas son: Atitalaquia (113 días) y Atotonilco (91 días).

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de diciembre y mayo, en tanto que a lo largo de los años se observa que las concentraciones más altas en Tula de Allende, Atitalaquia y Atotonilco se registraron en 2016, mientras en Tepeji del Río ello ocurrió en 2018 y en el resto de las ciudades en 2019. Igualmente destaca el hecho de que el número de días al año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas sufrió un incremento en 2019 respecto a lo observado en 2018, en Pachuca, Atitalaquia, Tizayuca y Tepeapulco. Por el contrario, una disminución de este indicador se observa en Tula de Allende, Atotonilco, Tepeji del Río y Tulancingo.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La NOM de salud ambiental para $PM_{2.5}$ se incumplió en Pachuca, Tizayuca y Tulancingo, en tanto que, en Tula, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Lolotla y Huichapan no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM por insuficiencia de datos. La concentración más alta como promedio de 24 horas se registró en Pachuca (56 $\mu g/m^3$) y como promedio anual en Tizayuca (19 $\mu g/m^3$). Concentraciones que equivalen a 1.2 y 1.6 veces el límite

normado correspondiente. La mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado diario fue Pachuca con 7 días.

Las concentraciones más elevadas, en Pachuca, Huichapan y Tulancingo, se presentaron entre los meses de diciembre y mayo, siendo particularmente más altas en mayo. En cuanto a la tendencia a lo largo de los años destaca que las concentraciones más altas han sido las registradas en 2019, tanto en Tulancingo como en Pachuca. En esta última ciudad también se registró un incremento en el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas (7 días), respecto a lo observado en 2018 (3 días).

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se cumplió en Tula de Allende, pero se incumplió en Pachuca, Tizayuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo. En la mayoría de los casos por haberse rebasado los dos límites normados. Pachuca fue la ciudad en la que se alcanzaron las concentraciones más altas tanto de 1 como de 8 horas (0.144 y 0.109 ppm, respectivamente), así como la ciudad en la que con mayor frecuencia se presentaron días en esta condición con un total de 55, seguida de Tepeji del Río con 54 y Atotonilco con 33.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas, en todas las ciudades, se presentaron en los meses de abril y mayo. En tanto que a lo largo los años se observa un comportamiento muy estable, al menos en los años más recientes, en Pachuca, Tizayuca, Tepeapulco y Huichapan; un ligero incremento en las concentraciones en Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río y Tulancingo; y, una disminución en Tula de Allende. A pesar de ello, salvo en Tula de Allende y Tulancingo, en todas las demás ciudades se observa, en 2019, un ligero incremento en el número de días en que se rebasa el límite normado de 1 hora, siendo más claro este hecho en Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco y Huichapan, que en 2018 no presentaron ningún día en esta condición.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de todas las ciudades en donde fueron medidos durante el año 2019.

A DESTACAR

En 2019, en Tula de Allende no se rebasó ningún límite normado para ningún contaminante. En tanto que el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, a nivel de ciudad, fue de 60 en Pachuca, 57 en Tizayuca, 122 en Atitalaquia, 106 en Atotonilco, 15 en Tulancingo, 21 en Huichapan, 42 en Tepeapulco y 54 en Tepeji del Río.

En el caso de Pachuca, Tulancingo, Huichapan y Tepeji del Río la norma de calidad del aire que se incumplió con mayor frecuencia fue la de ozono, mientras que en Tizayuca, Atitalaquia, Atotonilco y Tepeapulco fue la de partículas suspendidas, especialmente el límite diario de PM_{10}.

Niveles de concentración que determinaron una condición de mala o muy mala calidad el aire, de acuerdo con los intervalos definidos en el Índice Aire y Salud, sólo se presentaron en una ocasión en Atitalaquia (por PM_{10}), 5 días en Pachuca, 4 días en Tepeapulco y 3 días en Atotonilco (por ozono), en tanto que en ninguna ciudad se alcanzaron niveles que determinaran una condición de calidad del aire de Extremadamente Mala.

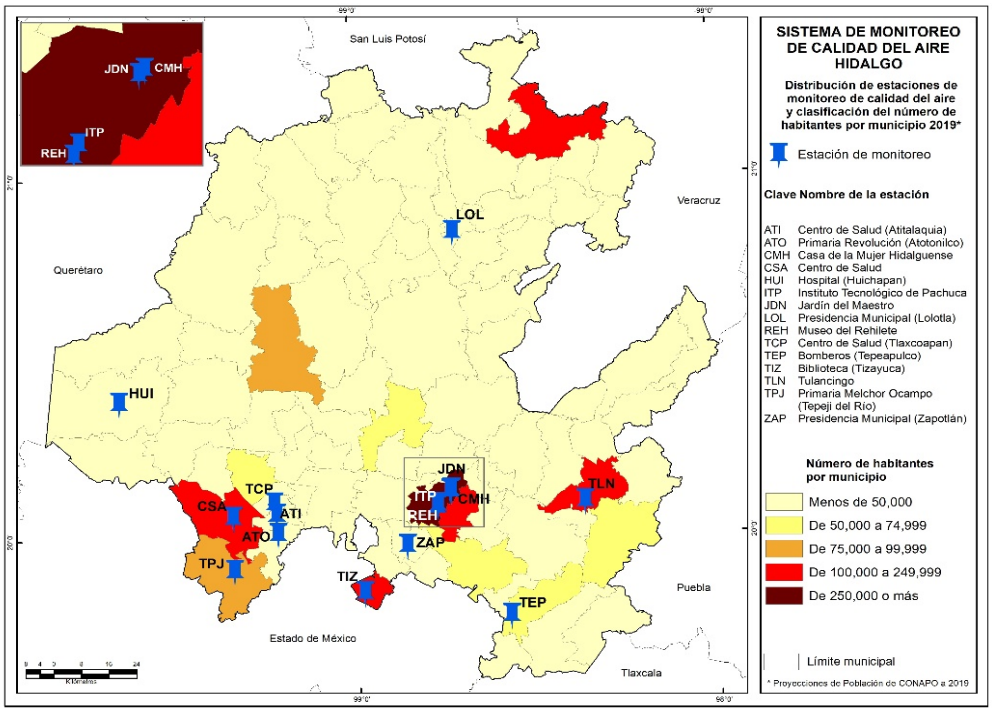
8.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 8.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Pachuca	Jardín del Maestro	JDN	Automático (2010)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Museo del Rehilete	REH	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Casa de la Mujer Hidalguense	CMH	Manual (2012)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
			Manual (2016)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
	Instituto Tecnológico de Pachuca	ITP	Manual (2012)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Tula de Allende	Centro de Salud	CSA	Automático (2006)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
			Manual (2016)	✓	✓	¤	¤	¤	¤
Atitalaquia	Centro de Salud	ATI	Automático (2009)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
			Manual (2004)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Atotonilco	Primaria Revolución	ATO	Automático (2011)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
			Manual (2015)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
			Manual (2018)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Tepeji del Río	Primaria Melchor Ocampo	TPJ	Automático (2010)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
			Manual (2004)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Tlaxcoapan	Centro de Salud	TCP	Manual (2004)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Tizayuca	Biblioteca	TIZ	Automático (2010)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
			Manual (2012)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
			Manual (2016)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Lolotla	Presidencia Municipal	LOL	Manual (2012)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Tepeapulco	Bomberos	TEP	Automático (2014)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Huichapan	Hospital	HUI	Automático (2014)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tulancingo	Tulancingo	TLN	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zapotlán de Juárez	Presidencia Municipal	ZAP	Manual (2014)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 8.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Hidalgo, 2019.

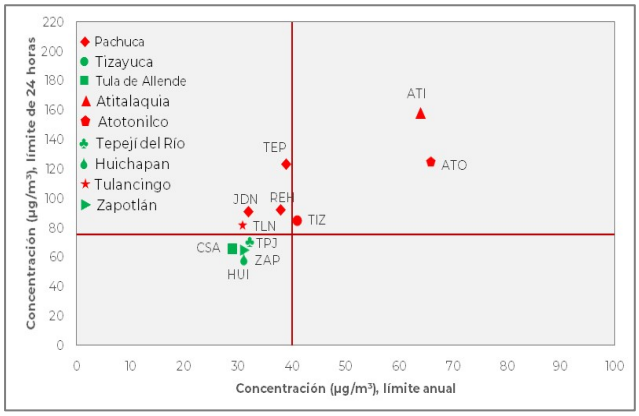


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.

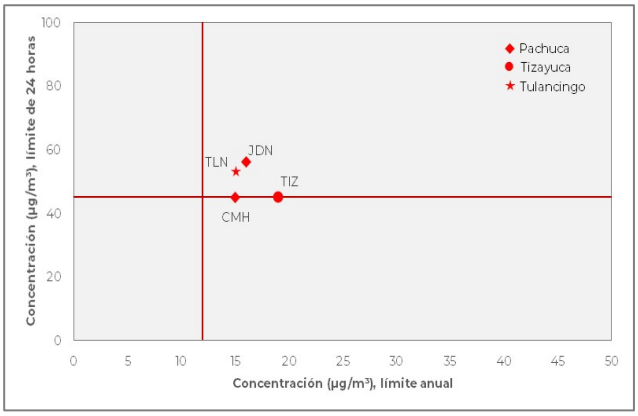
8.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 8.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Hidalgo, en el año 2019.

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)

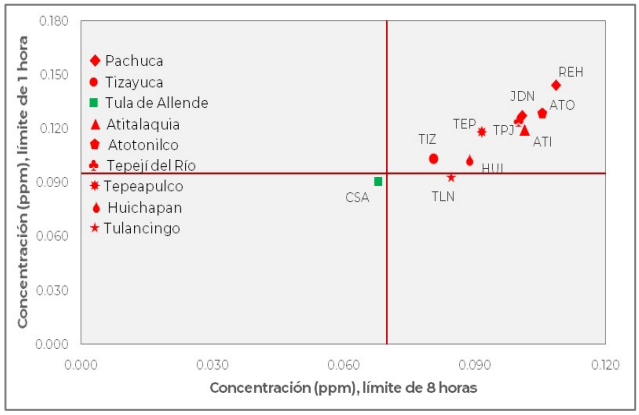


Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



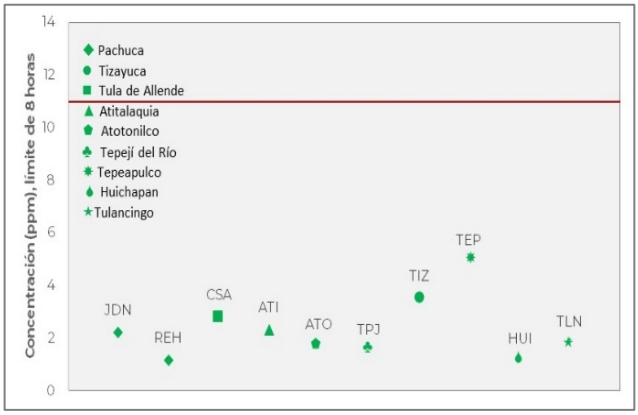
Ozono – O_3

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



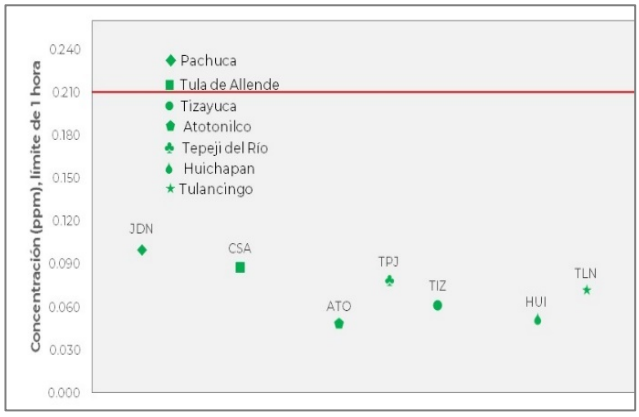
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



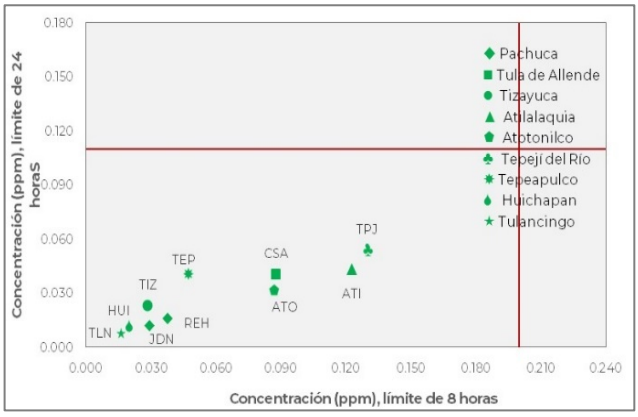
Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



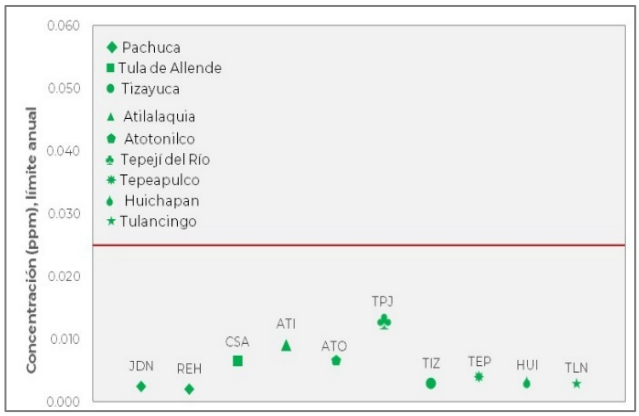
Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



Pachuca
JDN – Jardín del Maestro
REH – Museo del Rehilete
CMH – Casa de la Mujer Hidalguense

Tula de Allende
CSA – Tula de Allende

Atitalaquia
ATI – Centro de Salud

Atotonilco
ATO – Primaria Revolució

Tepeji del Río
TPJ – Primaria Melchor Ocampo

Tlaxcoapan
TCP – Centro de Salud

Tizayuca
TIZ – Biblioteca

Lolotla
LOL – Presidencia Municipal

Tepeapulco
TEP – Bomberos

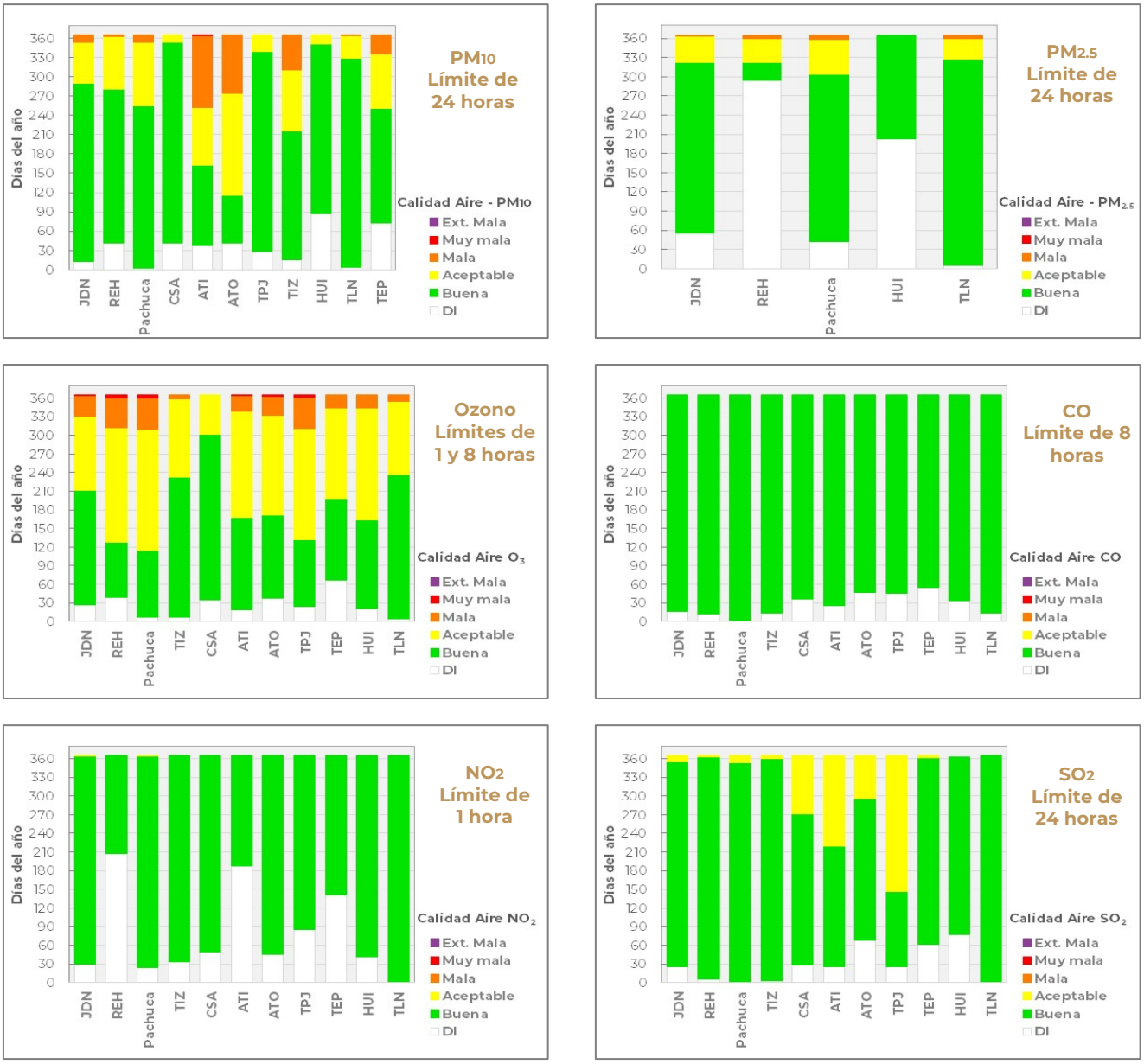
Huichapan
HUI - Hospital

Tulancingo
TLN – Tulancingo

Zapotlán
ZAP – Presidencia municipal

8.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 8.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Hidalgo, en el año 2019.



Pachuca
JDN – Jardín del Maestro
REH – Museo del Rehilete
CMH – Casa de la Mujer Hidalguense

Tula de Allende
CSA – Tula de Allende

Atitalaquia
ATI – Centro de Salud

Atotonilco
ATO – Primaria Revolución

Tepeji del Río
TPJ – Primaria Melchor Ocampo

Tlaxcoapan
TCP – Centro de Salud

Tizayuca
TIZ – Biblioteca

Lolotla
LOL – Presidencia Municipal

Tepeapulco
TEP – Bomberos

Huichapan
HUI - Hospital

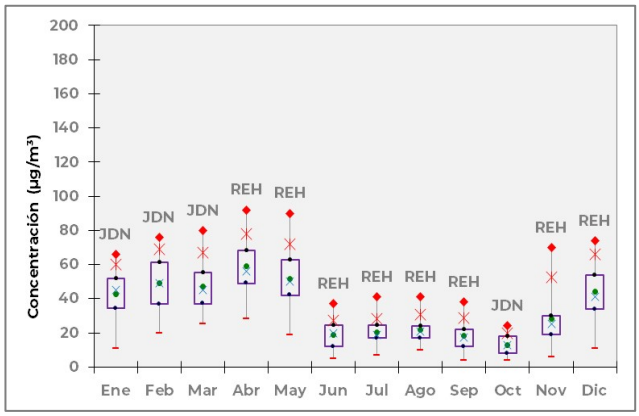
Tulancingo
TLN – Tulancingo

Zapotlán
ZAP – Presidencia municipal

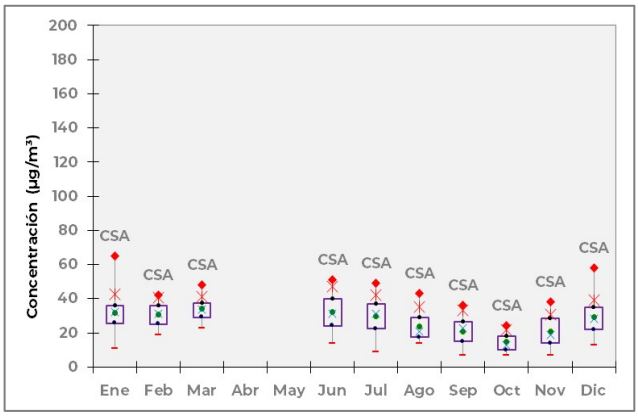
8.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 8.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo.
Promedios 24 horas

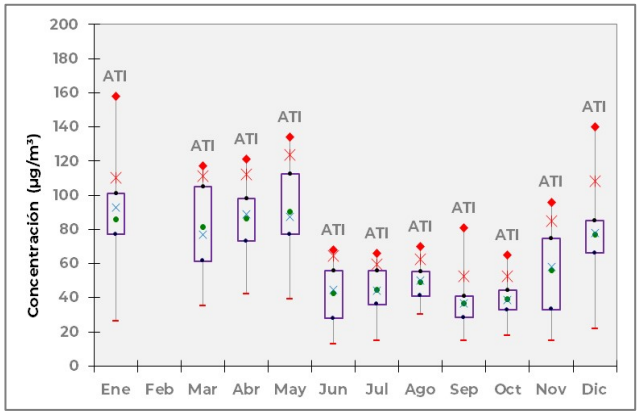
Pachuca



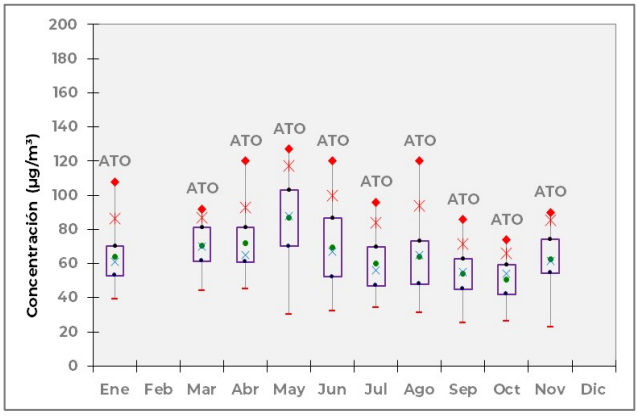
Tula de Allende



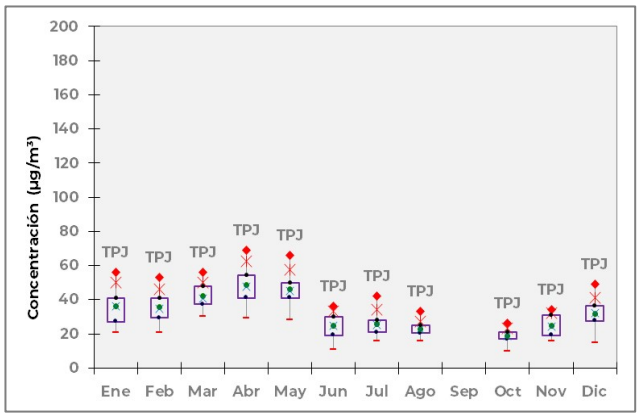
Atitalaquia



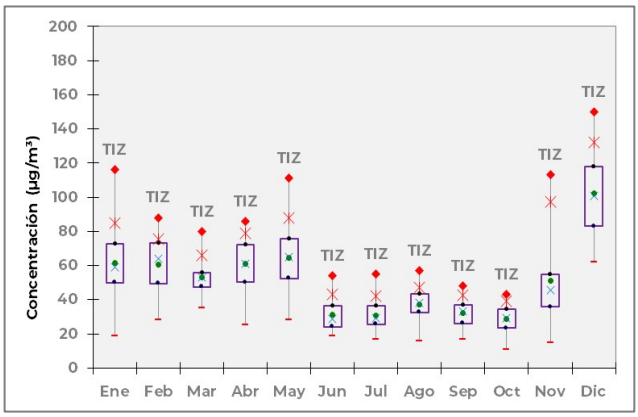
Atotonilco



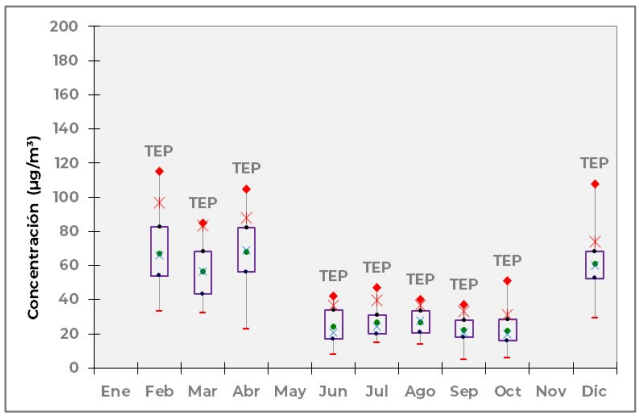
Tepeji del Río



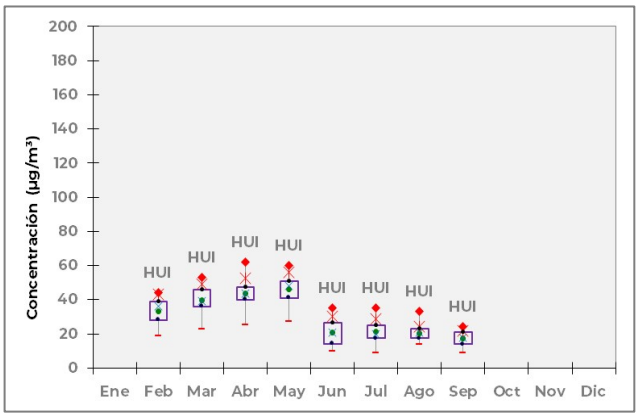
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

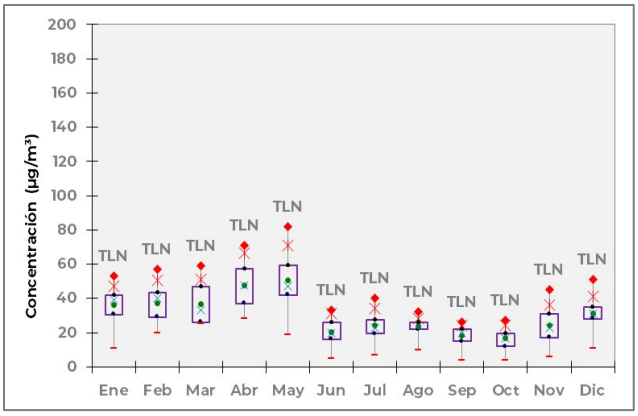
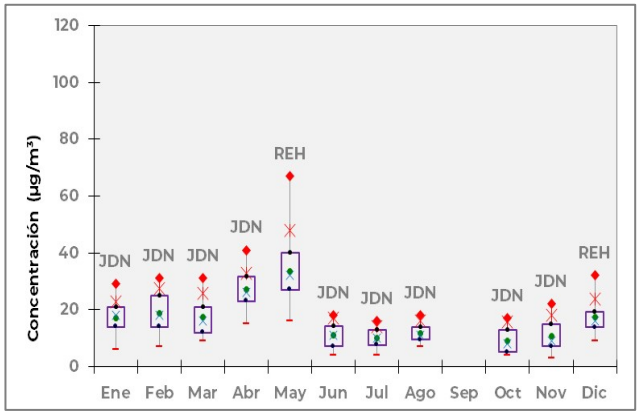


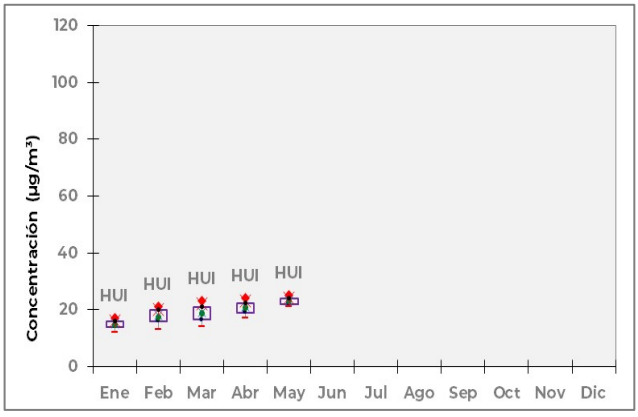
Figura 8.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo.

Promedios 24 horas

Pachuca



Huichapan



Tulancingo

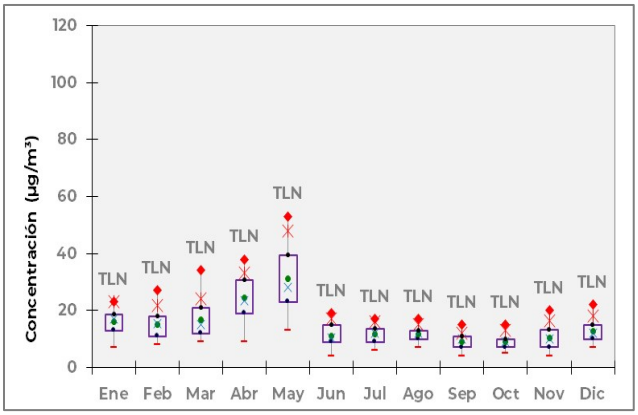
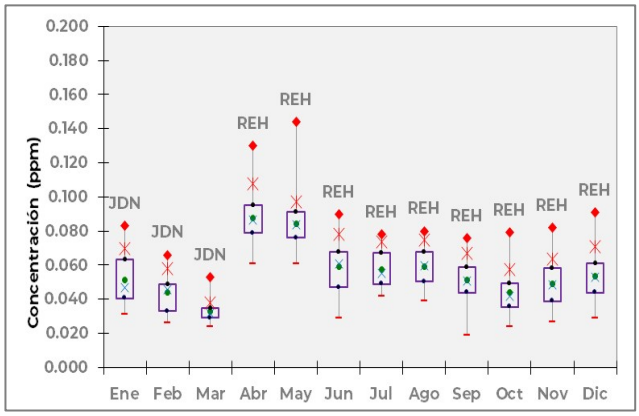


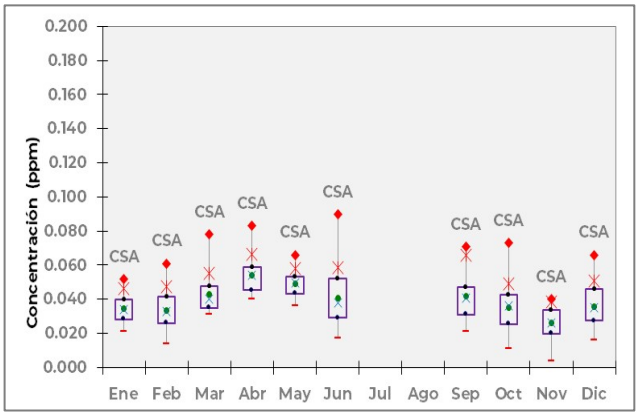
Figura 8.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo.

Máximo diario de 1 hora

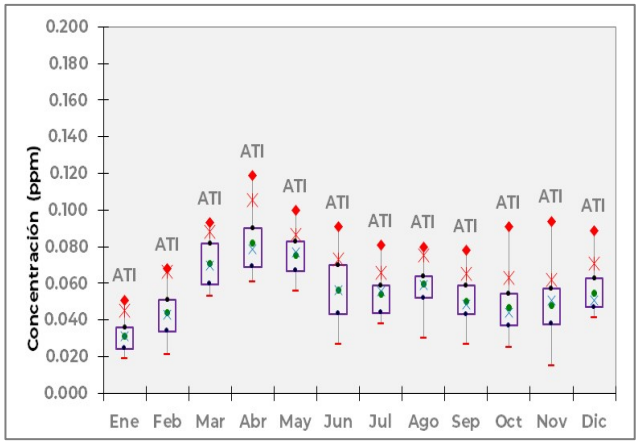
Pachuca



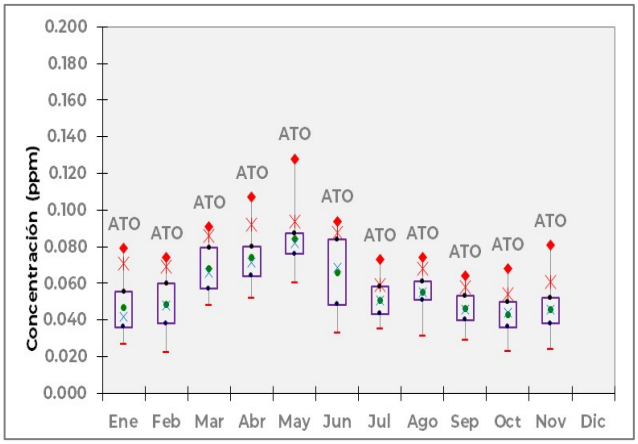
Tula de Allende



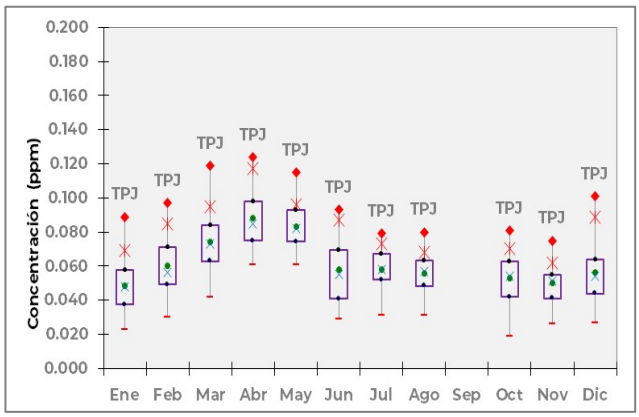
Atitalaquia



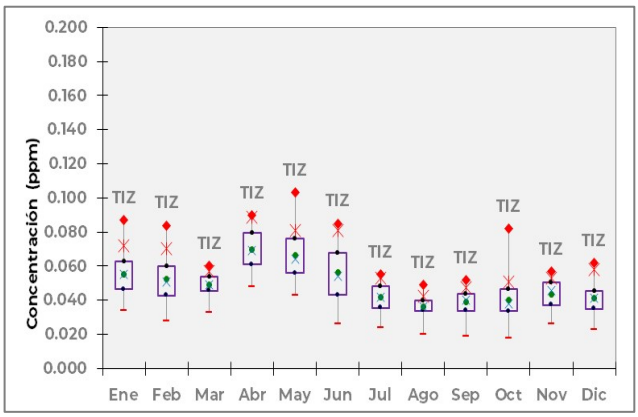
Atotonilco



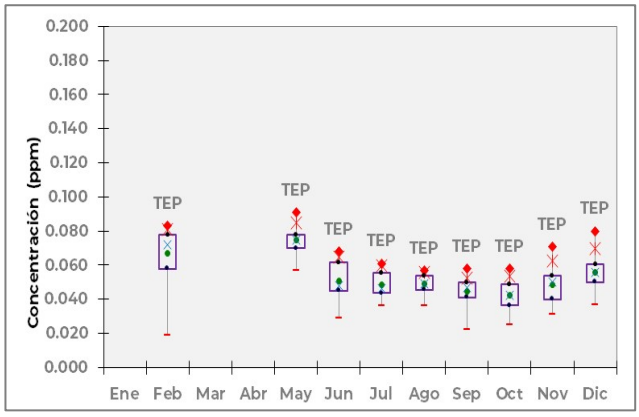
Tepeji del Río



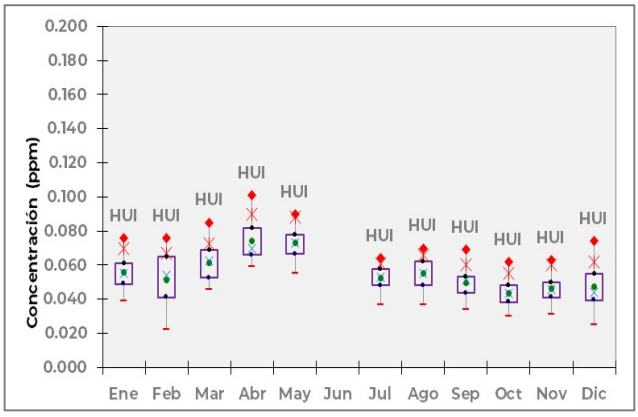
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

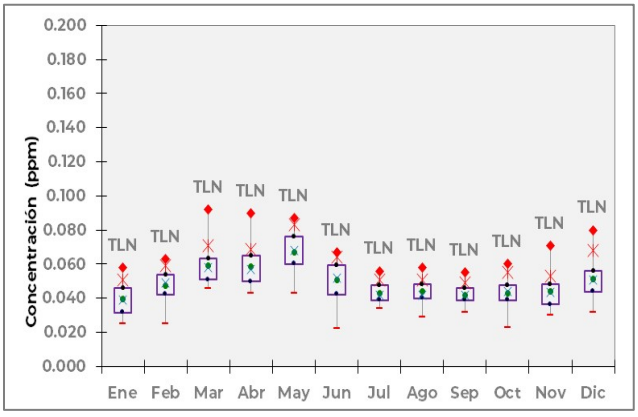
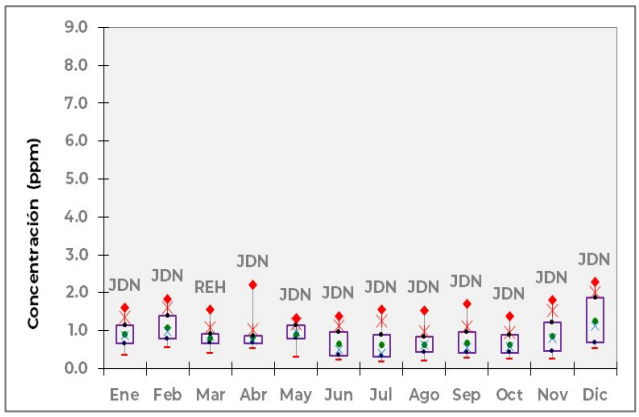


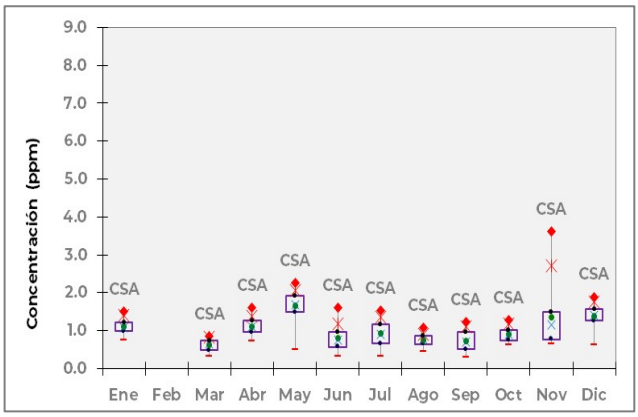
Figura 8.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo.

Máximo diario de 8 horas

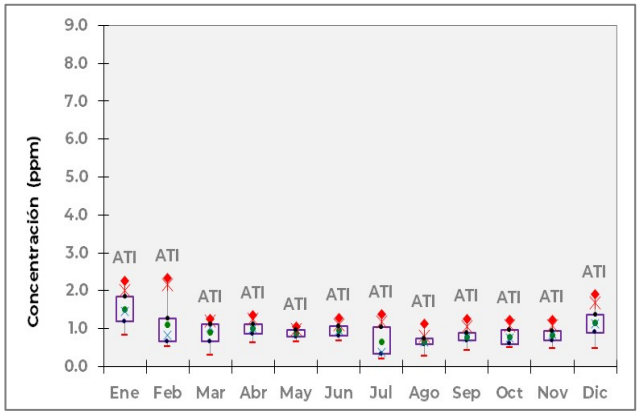
Pachuca



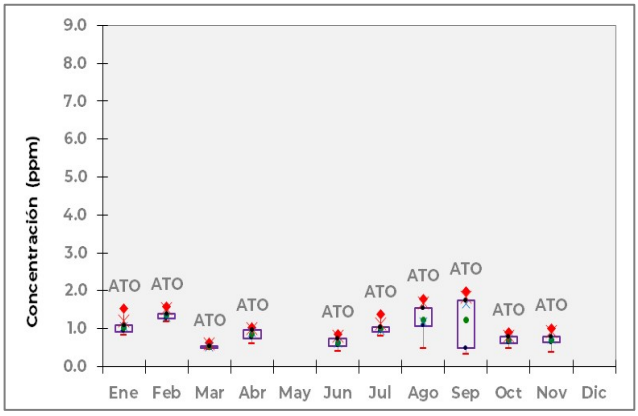
Tula de Allende



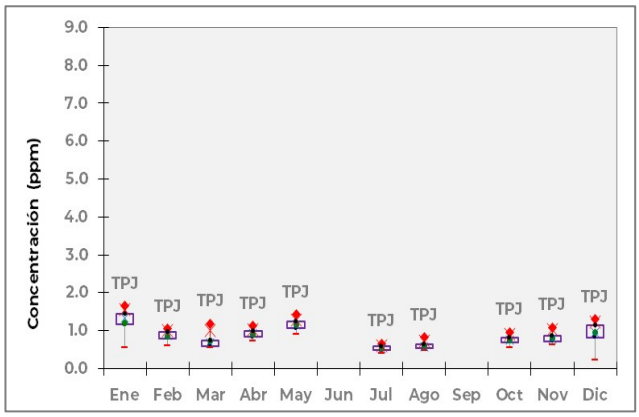
Atitalaquia



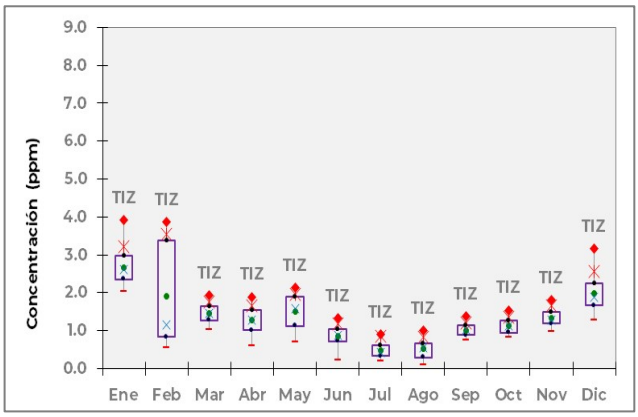
Atotonilco



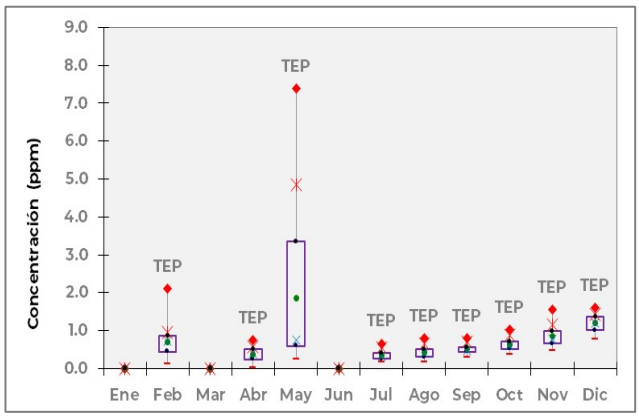
Tepeji del Río



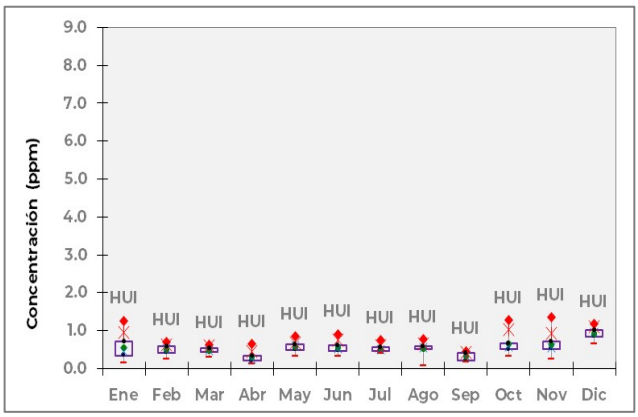
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

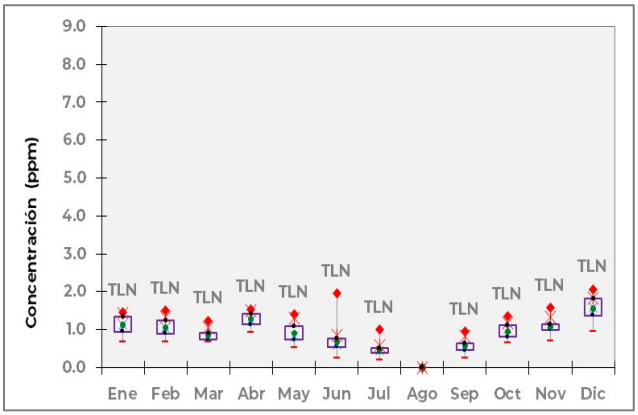
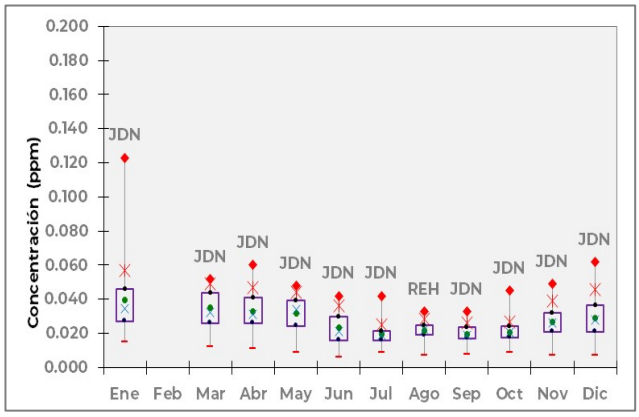


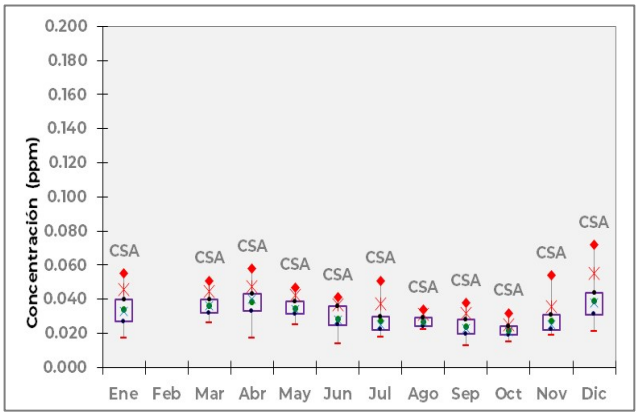
Figura 8.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo.

Máximo diario de 1 hora

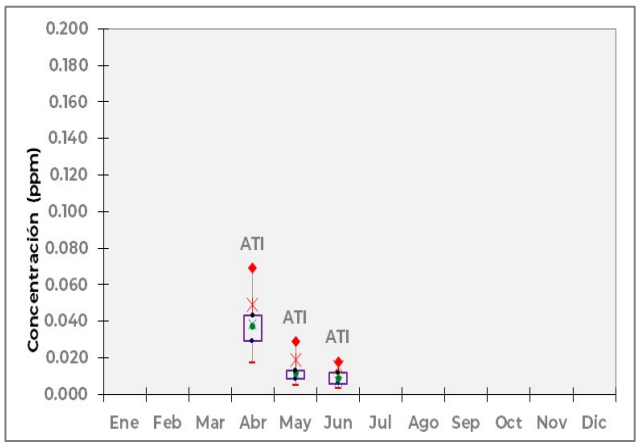
Pachuca



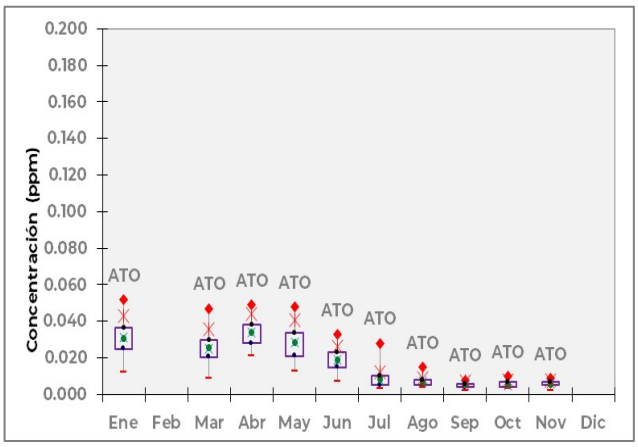
Tula de Allende



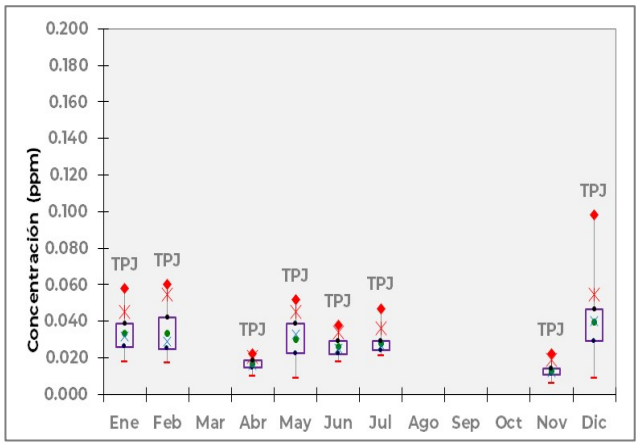
Atitalaquia



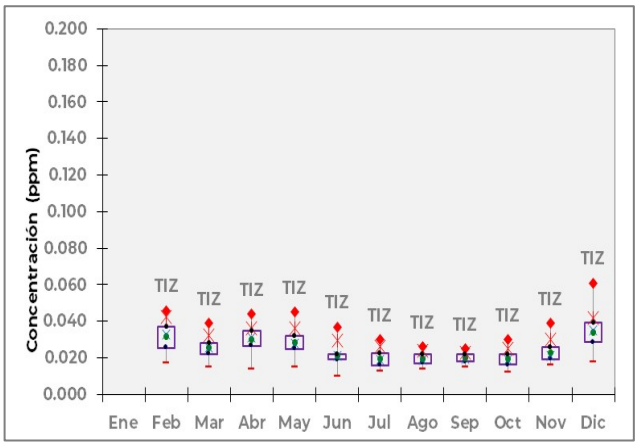
Atotonilco



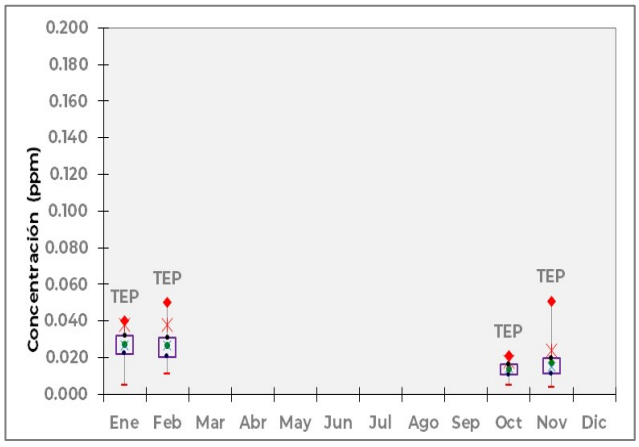
Tepeji del Río



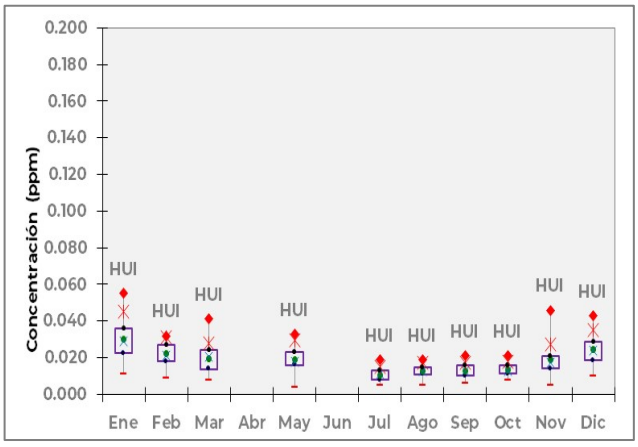
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

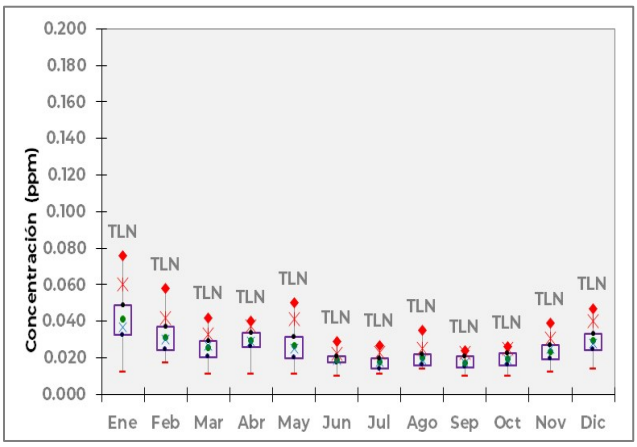
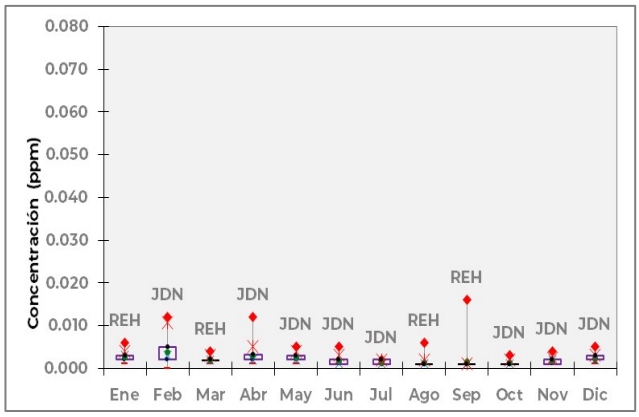


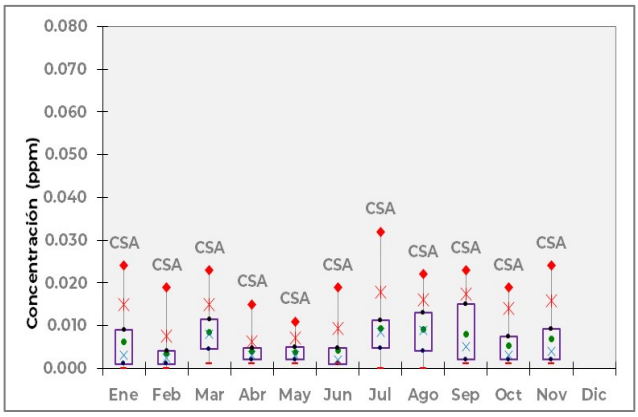
Figura 8.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Hidalgo.

Promedio de 24 horas

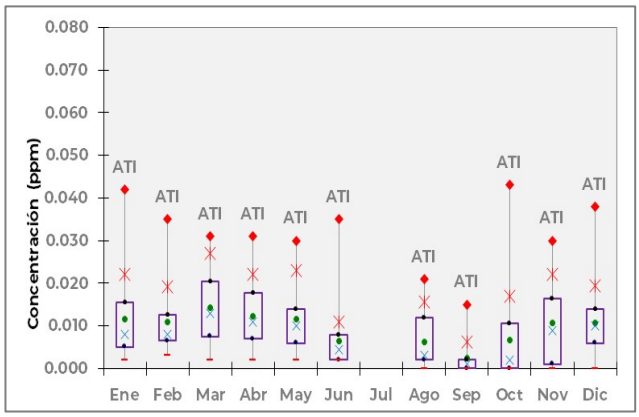
Pachuca



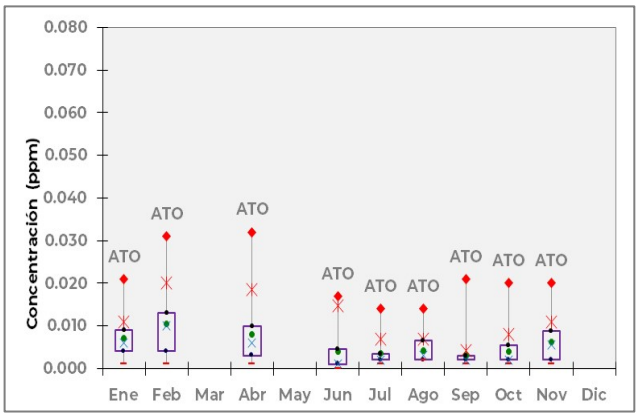
Tula de Allende



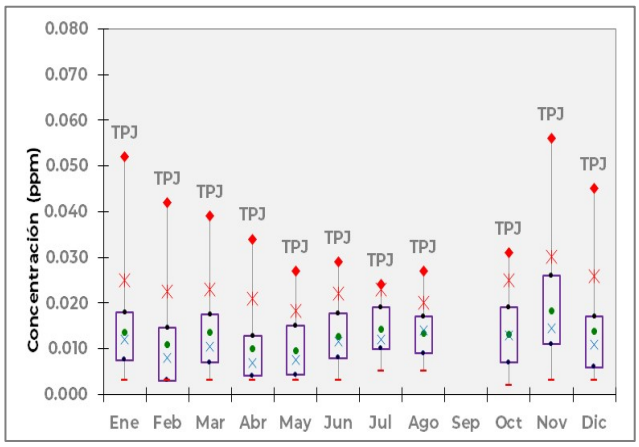
Atitalaquia



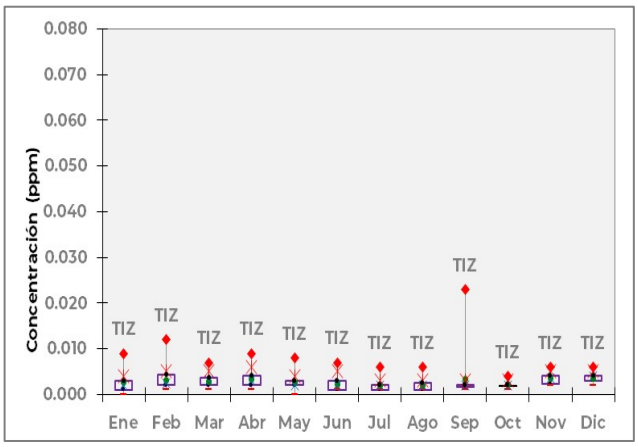
Atotonilco



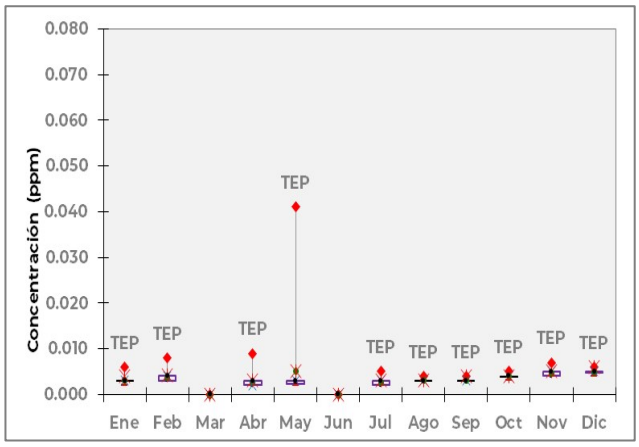
Tepeji del Río



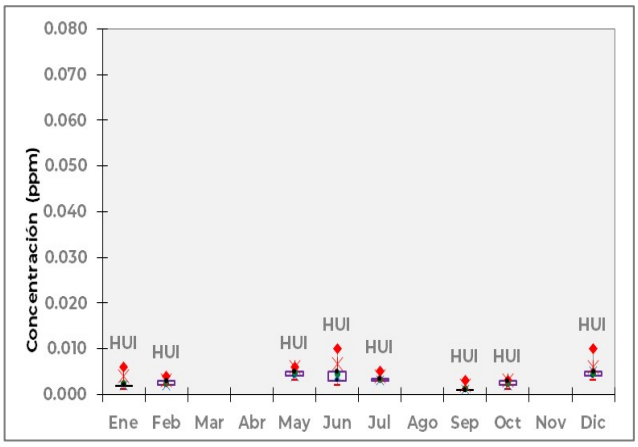
Tizayuca



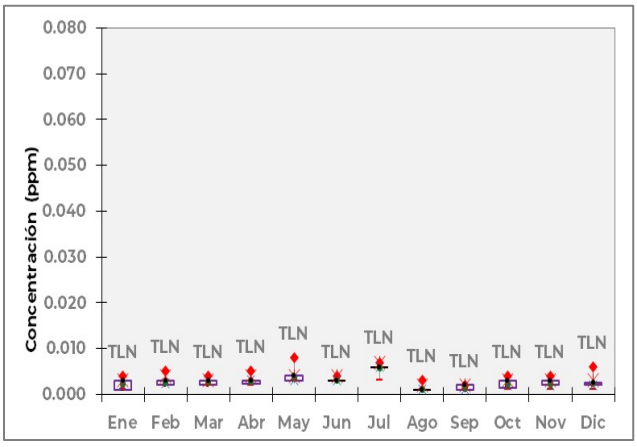
Tepeapulco



Huichapan



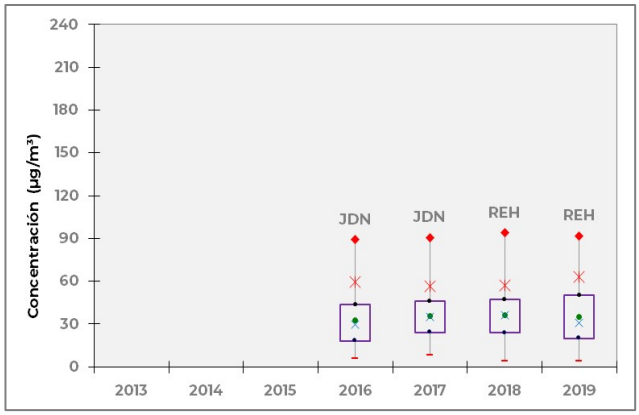
Tulancingo



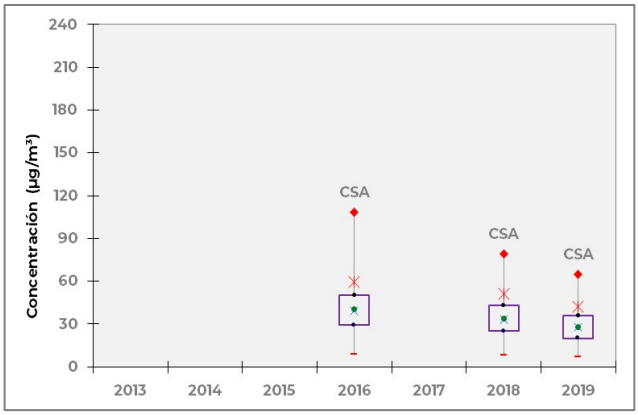
8.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN HIDALGO EN EL PERIODO 2013 – 2019.

Figura 8.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019.

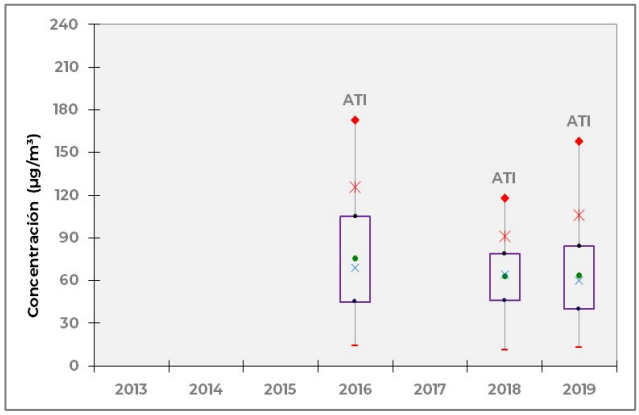
Pachuca
(2013 – 2019)



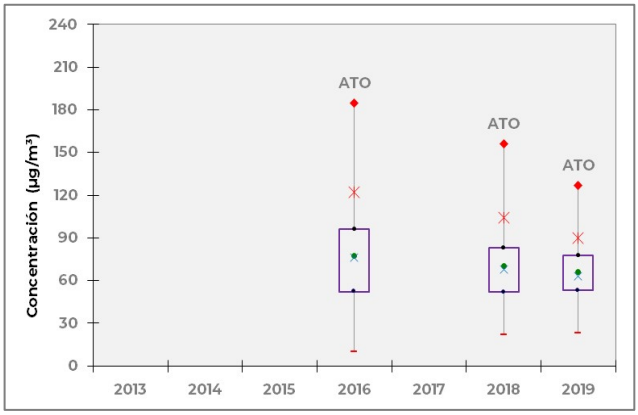
Tula de Allende
(2013 – 2019)



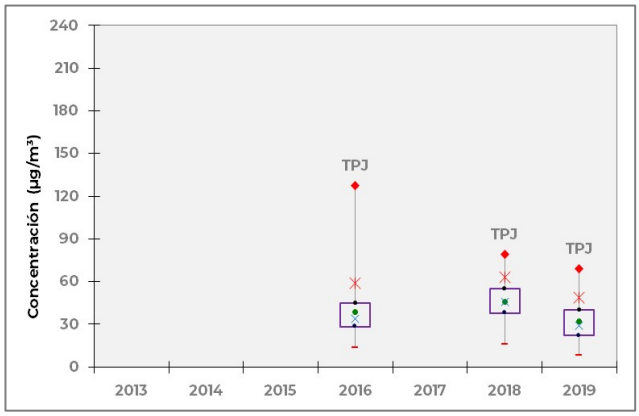
Atitalaquia
(2013 – 2019)



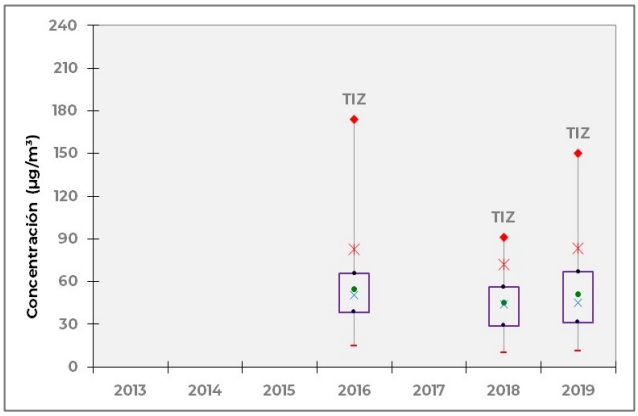
Atotonilco
(2013 – 2019)



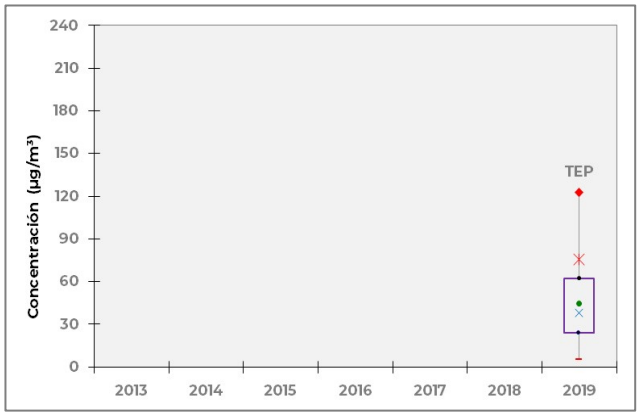
Tepeji del Río
(2013 – 2019)



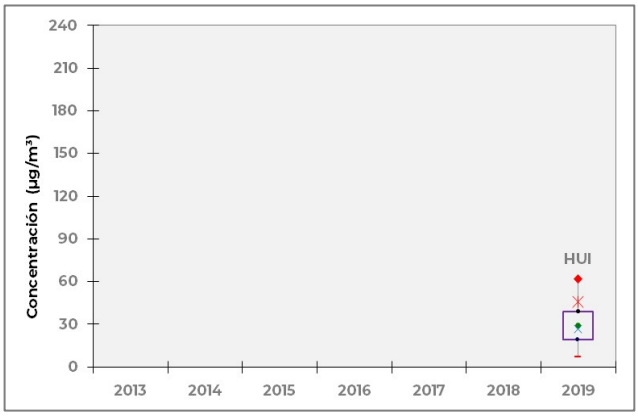
Tizayuca
(2013 – 2019)



Tepeapulco
(2019)



Huichapan
(2019)



Tulancingo
(2016 – 2019)

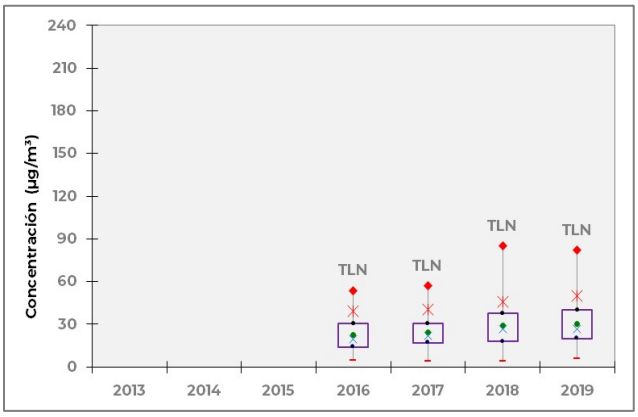
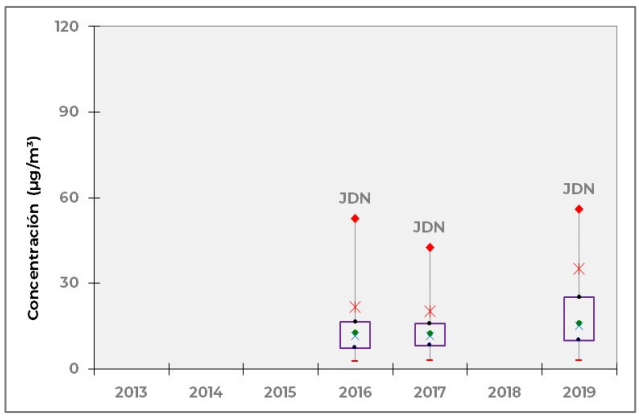
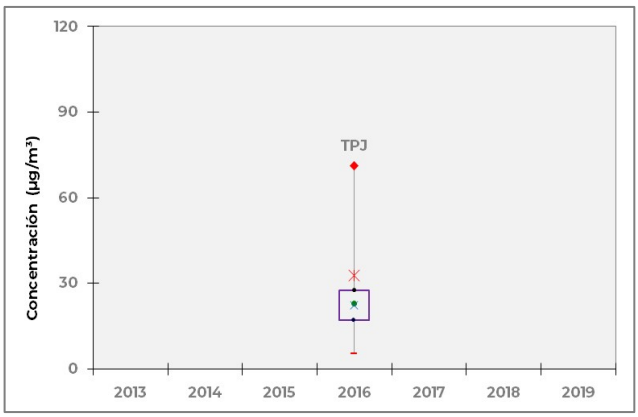


Figura 8.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019.

Pachuca
(2013 – 2019)



Tepeji del Río
(2013 – 2019)



Tulancingo
(2013 – 2019)

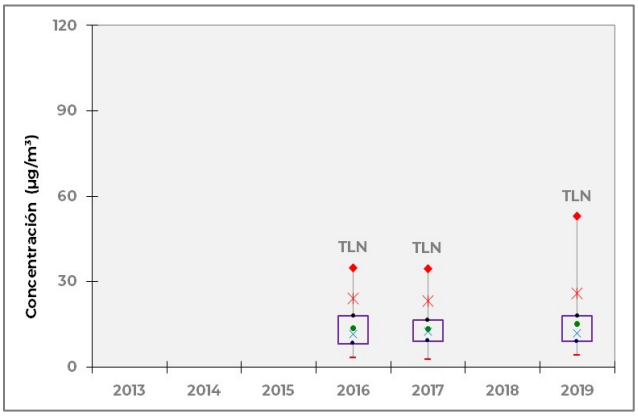
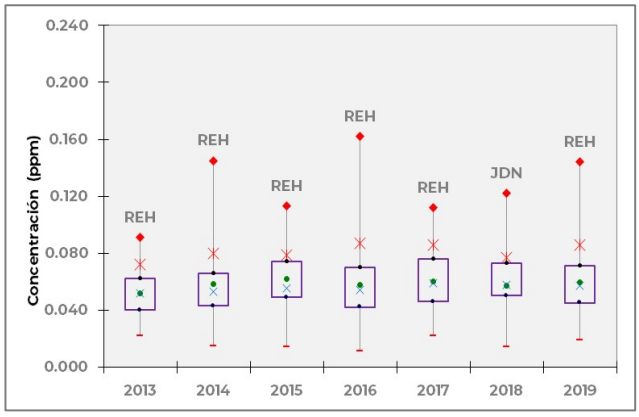
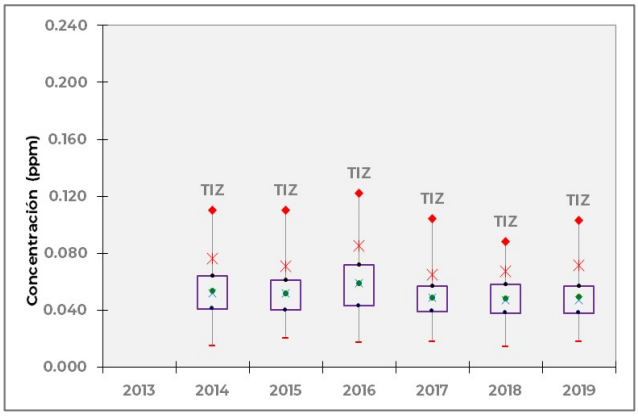


Figura 8.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019.

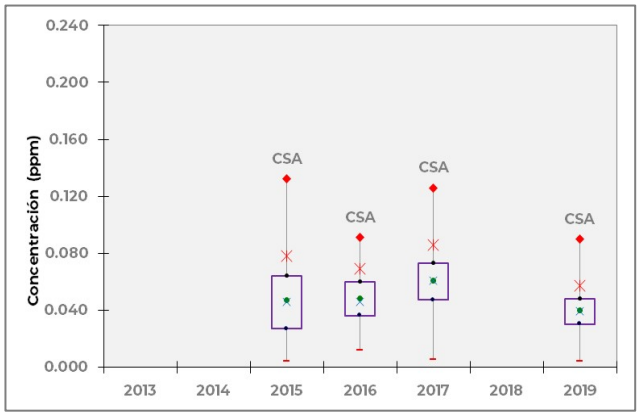
Pachuca
(2013– 2019)



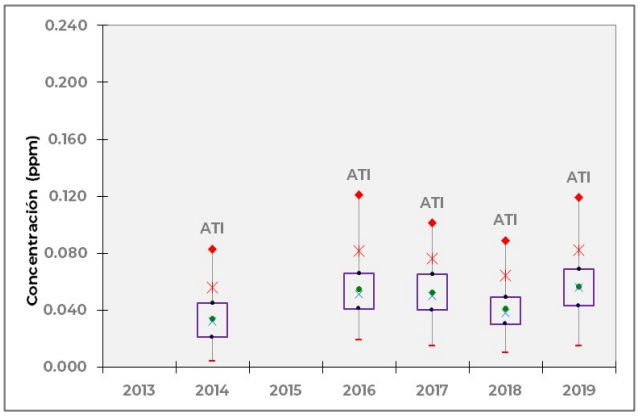
Tizayuca
(2013 – 2019)



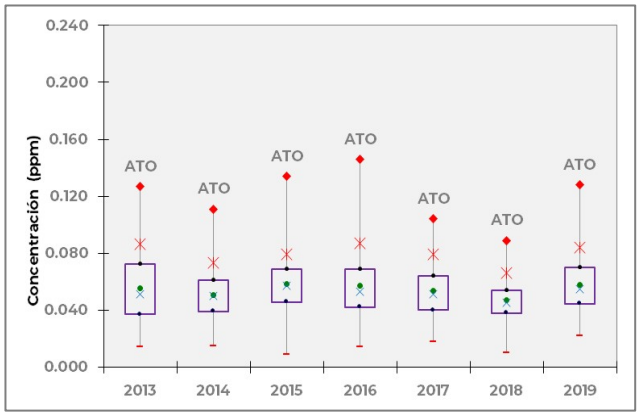
Tula de Allende
(2013 – 2019)



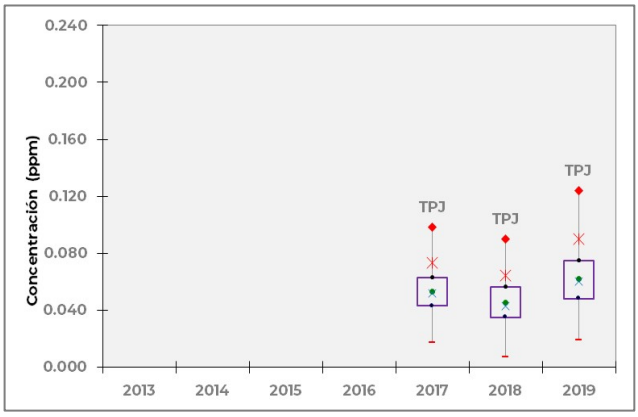
Atitalaquia
(2013 – 2019)



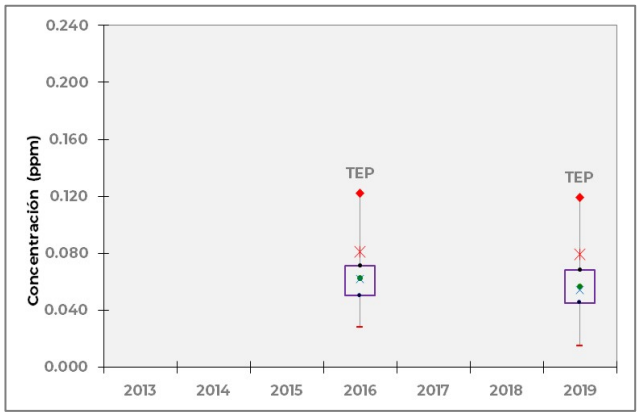
Atotonilco
(2013 – 2019)



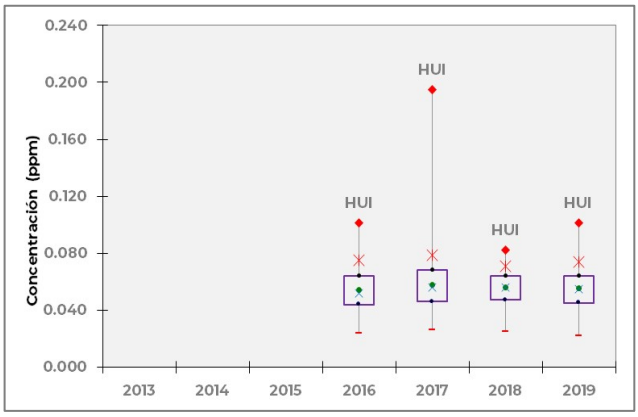
Tepeji del Río
(2013 – 2019)



Tepeapulco
(2013 – 2019)



Huichapan
(2014 – 2019)



Tulancingo
(2013 – 2019)

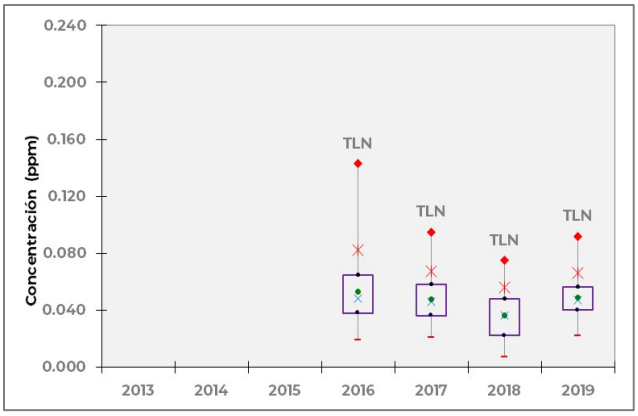
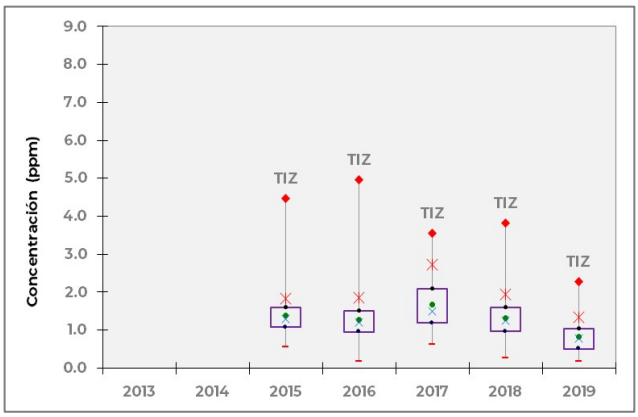


Figura 8.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019.

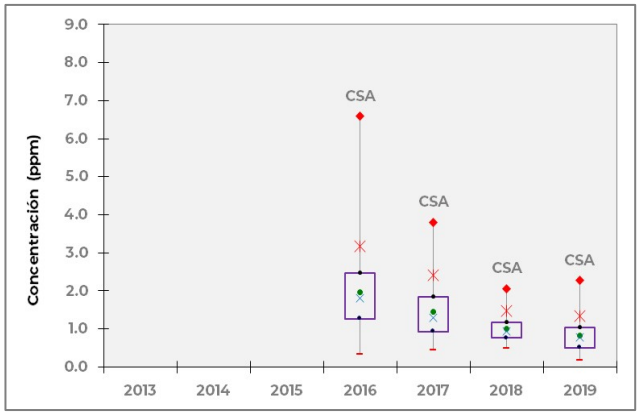
Pachuca
(2013 – 2019)



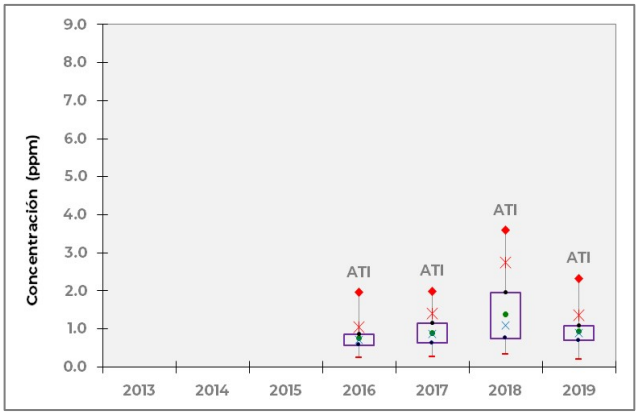
Tizayuca
(2013 – 2019)



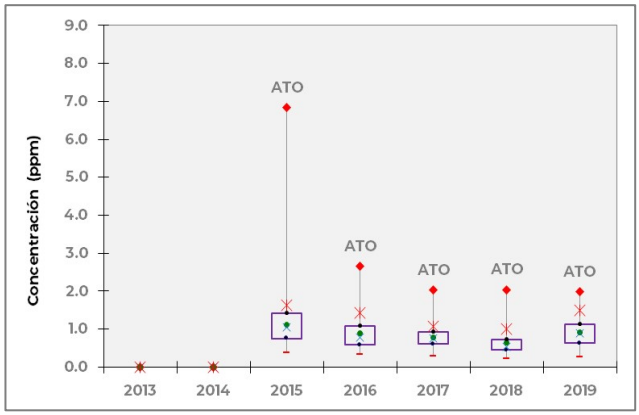
Tula de Allende
(2013 – 2019)



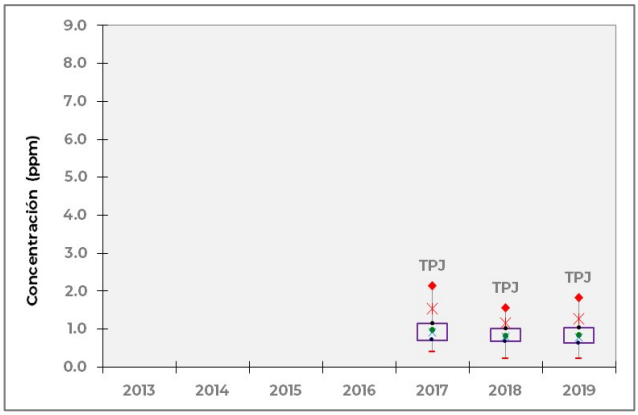
Atitalaquia
(2013 – 2019)



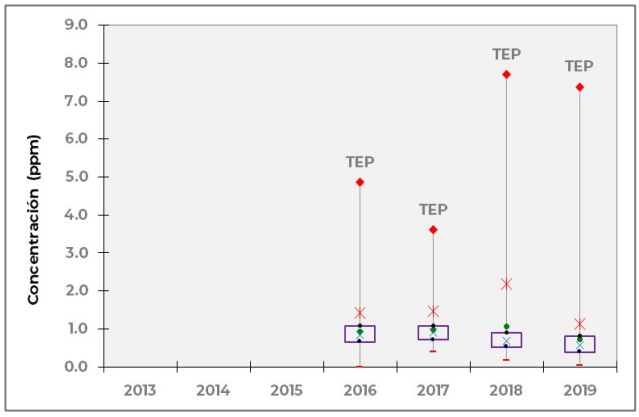
Atotonilco
(2013 – 2019)



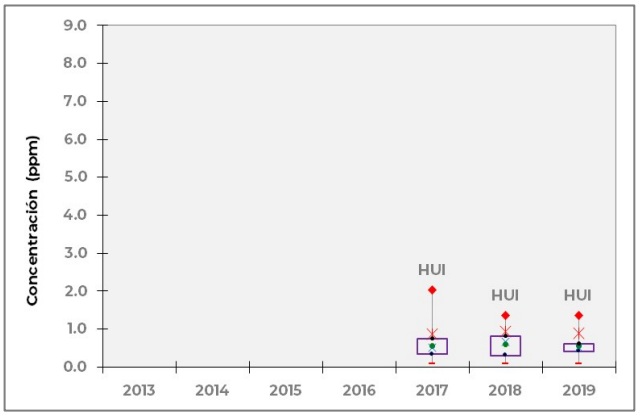
Tepeji del Río
(2013– 2019)



Tepeapulco
(2013 – 2019)



Huichapan
(2013 – 2019)



Tulancingo
(2013 – 2019)

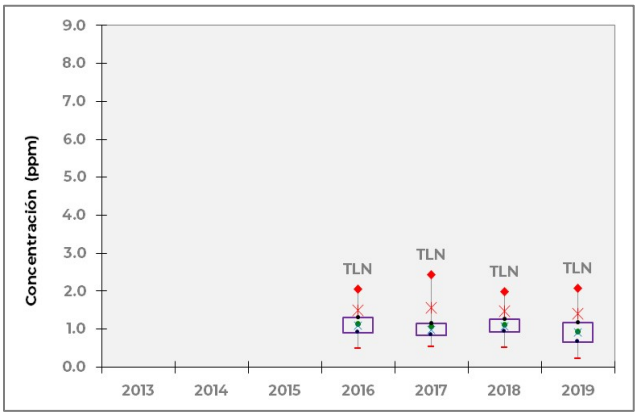
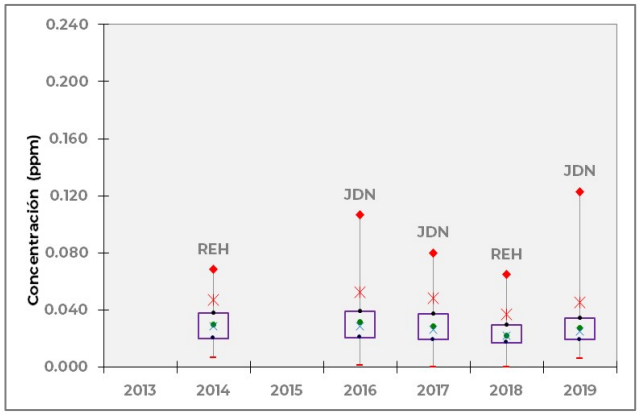
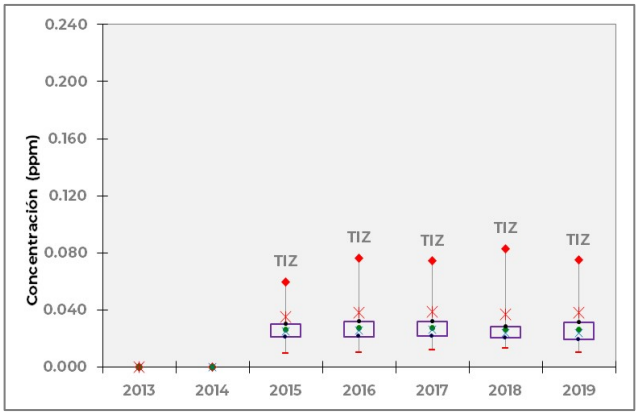


Figura 8.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019.

Pachuca
(2013 – 2019)



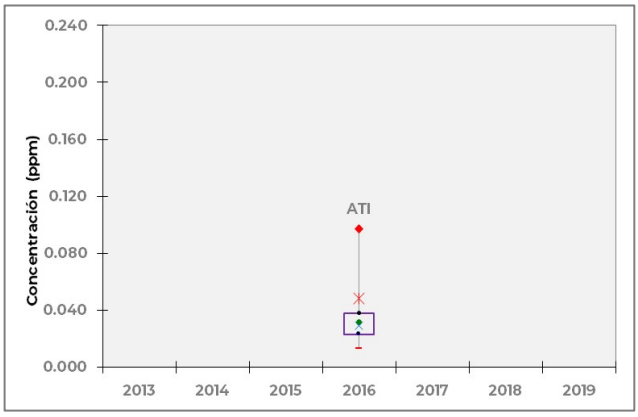
Tizayuca
(2013 – 2019)



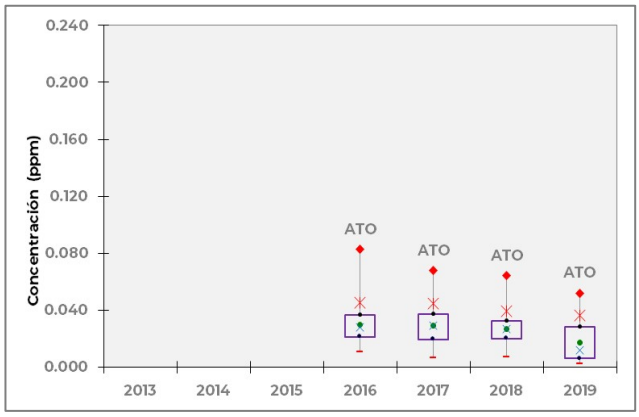
Tula de Allende
(2013 – 2019)



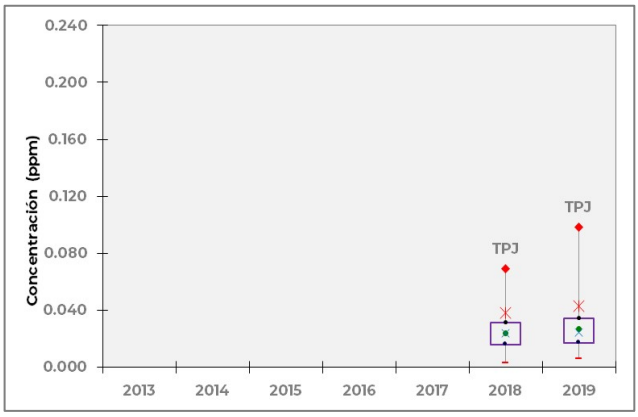
Atitalaquia
(2013 – 2019)



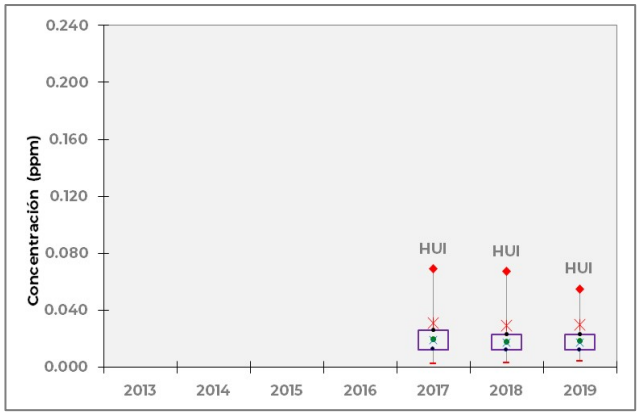
Atotonilco
(2013 – 2019)



Tepeji del Río
(2013 – 2019)



Huichapan
(2013 – 2019)



Tulancingo
(2013 – 2019)

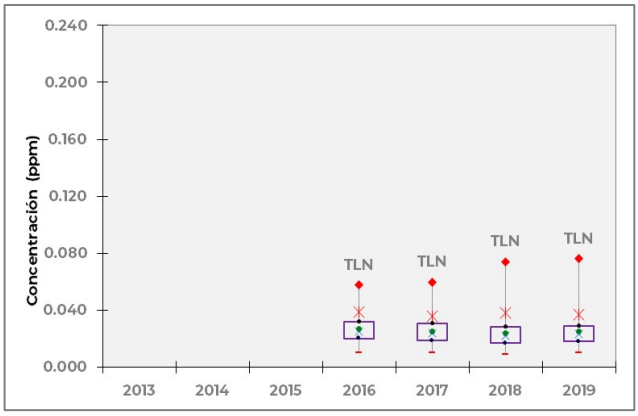
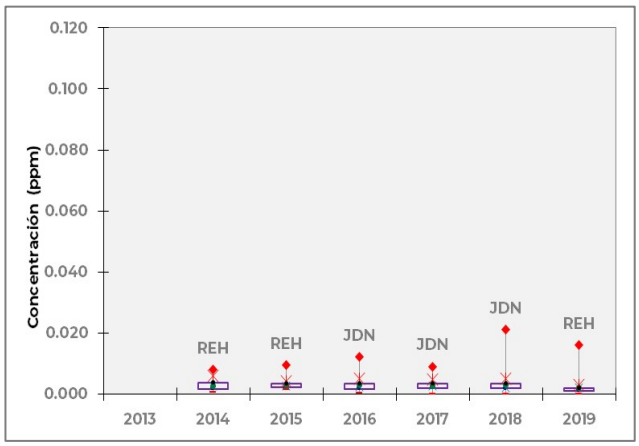
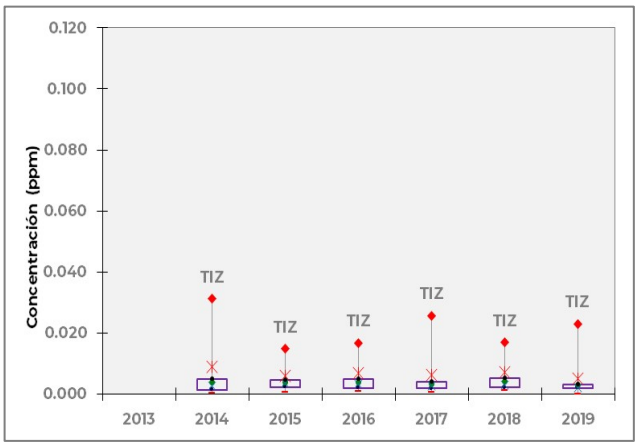


Figura 8.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2019.

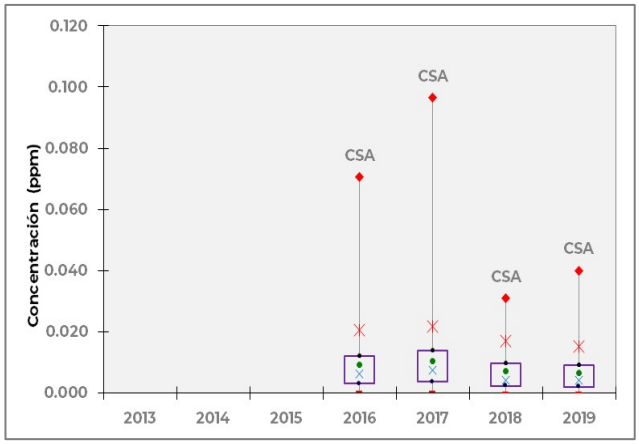
Pachuca
(2013 – 2019)



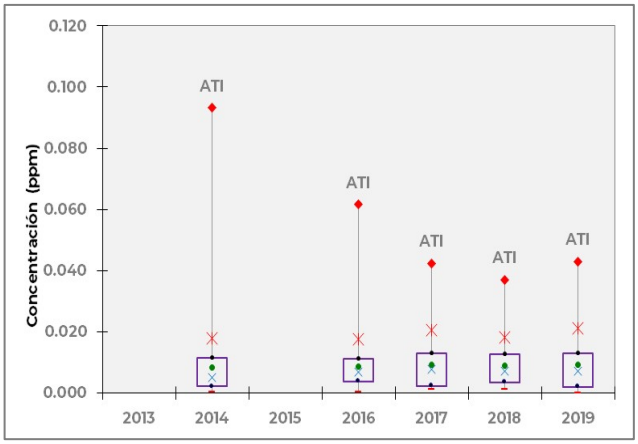
Tizayuca
(2013 – 2019)



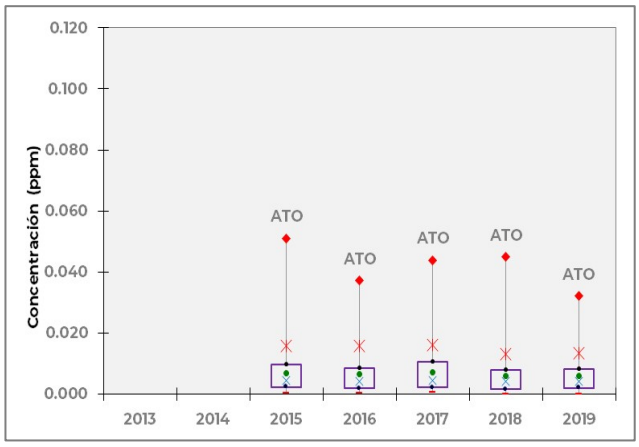
Tula de Allende
(2013 – 2019)



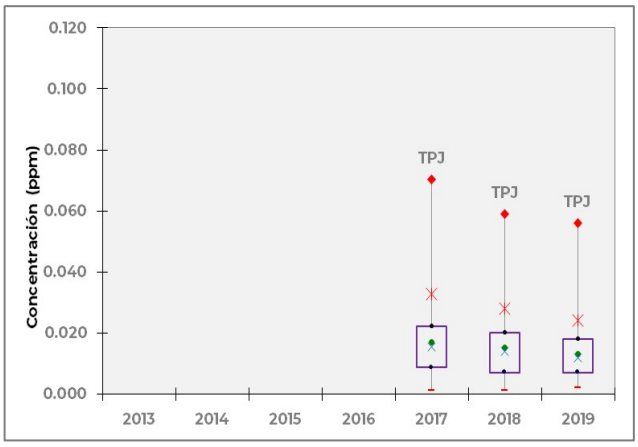
Atitalaquia
(2013 – 2019)



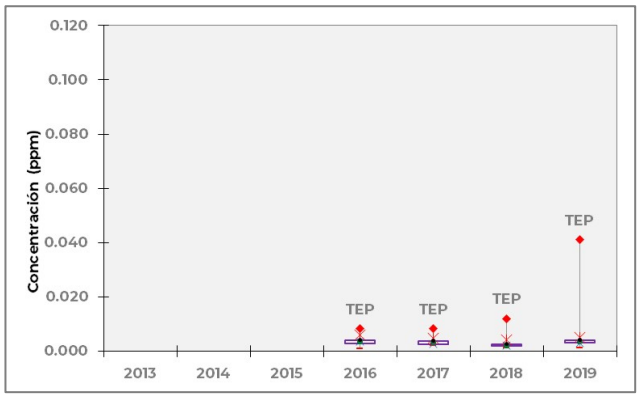
Atotonilco
(2013 – 2019)



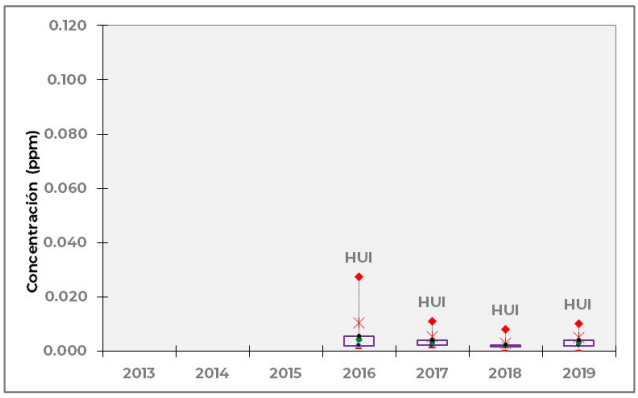
Tepeji del Río
(2013 – 2019)



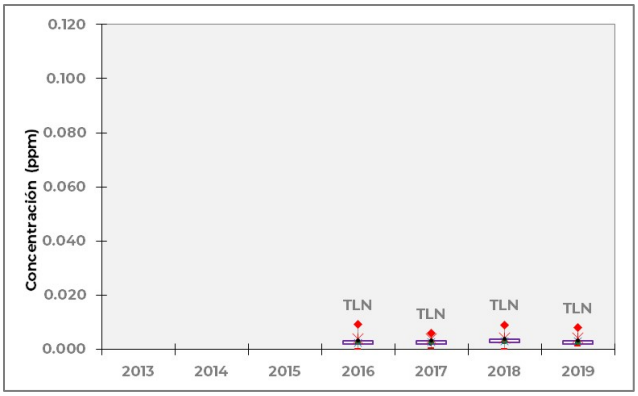
Tepeapulco
(2013 – 2019)



Huichapan
(2013 – 2019)



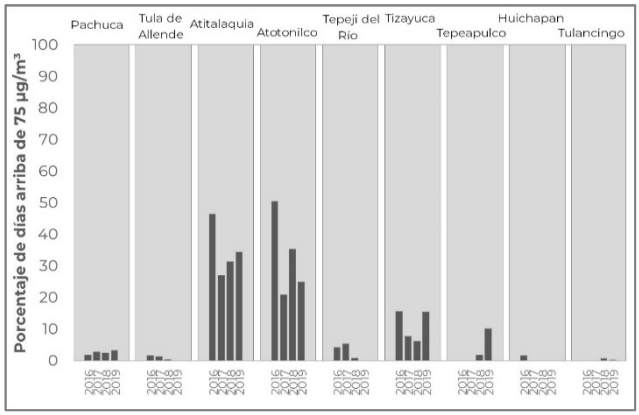
Tulancingo
(2013 – 2019)



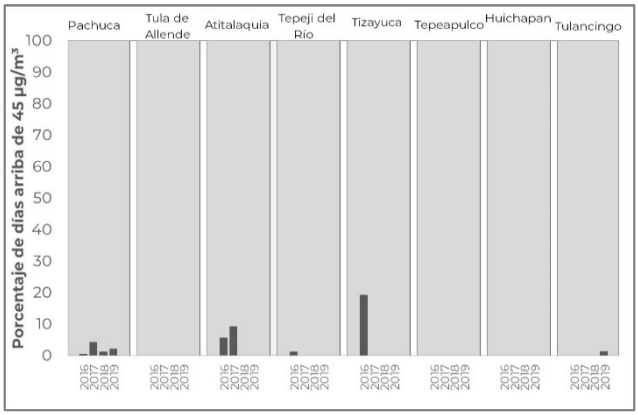
8.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 8.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2019.

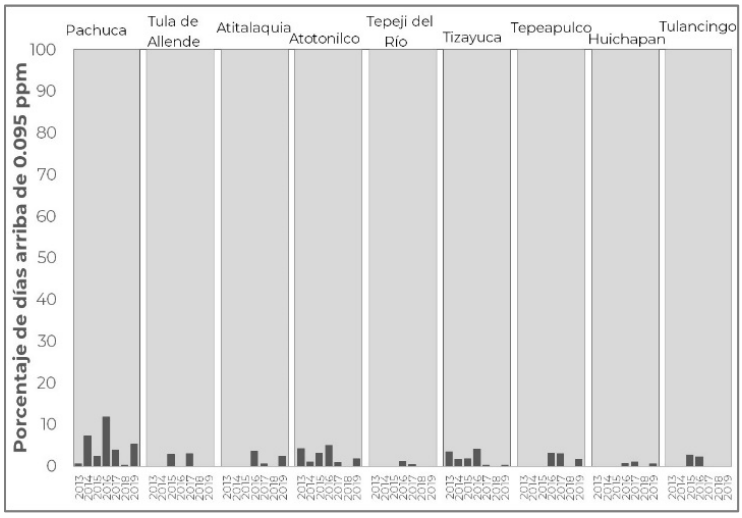
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2016 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2016 – 2019)

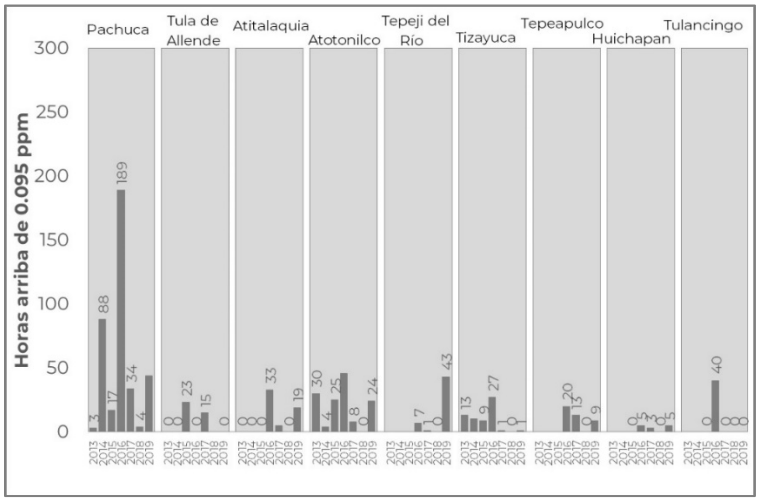


O_3 – Límite de 1 hora
(2013 – 2019)



8.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 8.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2013 – 2019.



8.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

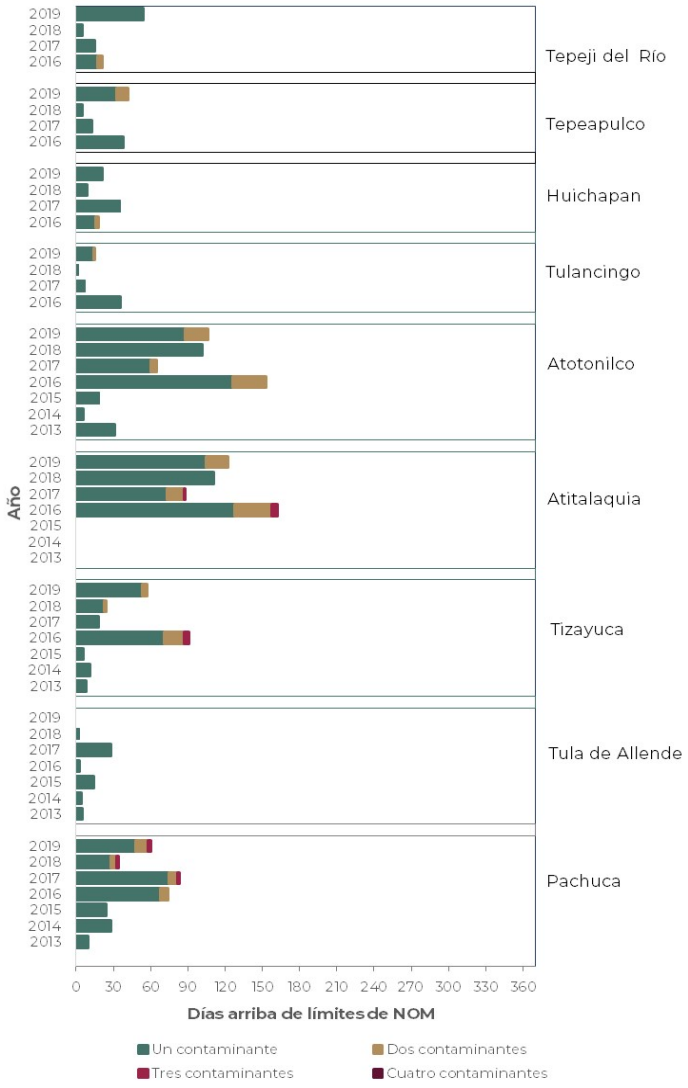
Tabla 8.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Pachuca	2013	359	10	10	0	0	0
	2014	333	28	28	0	0	0
	2015	355	24	24	0	0	0
	2016	366	74	68	6	0	0
	2017	365	83	75	7	1	0
	2018	365	34	28	5	1	0
	2019	365	60	48	10	2	0
Tula de Allende	2013	333	5	5	0	0	0
	2014	306	4	4	0	0	0
	2015	347	14	14	0	0	0
	2016	354	3	3	0	0	0
	2017	361	28	28	0	0	0
	2018	353	3	3	0	0	0
	2019	362	0	0	0	0	0
Tizayuca	2013	134	8	8	0	0	0
	2014	324	11	11	0	0	0
	2015	332	6	6	0	0	0
	2016	357	91	71	16	4	0
	2017	363	18	18	0	0	0
	2018	358	24	23	1	0	0
	2019	364	57	53	4	0	0
Atitalaquia	2013	208	0	0	0	0	0
	2014	350	0	0	0	0	0
	2015	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2016	363	162	128	30	4	0
	2017	365	88	73	14	1	0
	2018	365	111	111	0	0	0
	2019	355	122	105	17	0	0
Atotonilco	2013	287	31	31	0	0	0
	2014	312	6	6	0	0	0
	2015	361	19	19	0	0	0
	2016	340	153	126	27	0	0
	2017	362	65	60	5	0	0
	2018	351	102	102	0	0	0
	2019	332	106	88	18	0	0
Tulancingo	2016	365	36	36	0	0	0
	2017	360	7	7	0	0	0
	2018	365	2	2	0	0	0
	2019	365	15	14	1	0	0

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Huichapan	2016	311	18	16	2	0	0
	2017	342	36	36	0	0	0
	2018	353	9	9	0	0	0
	2019	360	21	21	0	0	0
Tepeapulco	2016	323	38	38	0	0	0
	2017	324	13	13	0	0	0
	2018	350	5	5	0	0	0
	2019	338	42	33	9	0	0
Tepeji del Río	2016	364	21	17	4	0	0
	2017	342	15	15	0	0	0
	2018	358	5	5	0	0	0
	2019	345	54	54	0	0	0

FO = fuera de operación

Figura 8.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 9.
Jalisco



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA – ZMG

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Jalisco, a cargo de la Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) integrado 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). Todas con capacidad para la medición de partículas PM_{10}, ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Las $PM_{2.5}$ sólo se miden en 6 de las 10 estaciones. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 9.1 a 9.8 y en las Tablas 9.1 a 9.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En todas las estaciones de monitoreo se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente, registrándose la concentración más alta, tanto de 24 horas como anual, en la estación Las Pintas (PIN), en el municipio de El Salto, con valores de 261 $\mu g/m^3$ y 58 $\mu g/m^3$, respectivamente. La primera equivale a 3.5 y la segunda a 1.5 veces el valor límite respectivo (75 y 40 $\mu g/m^3$). A nivel de toda la zona metropolitana, se superó el límite normado de 24 horas en 142 días, siendo la estación Santa Fe (SFE), en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia (106 días) a lo largo del año.

Las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de diciembre y febrero, en tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra una tendencia a la baja, tanto de la concentración promedio, como de los percentiles 25 y 90 en el periodo 2016 a 2019. En este mismo periodo de tiempo se ha registrado un decremento importante en el porcentaje de días del año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas pasando de 56% en 2016 a 41% en 2019.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

No hubo información suficiente para realizar la evaluación de cumplimiento de la norma respectiva. Sin embargo, con la información disponible se generaron otros indicadores que permitieron identificar la ocurrencia de concentraciones que superaron el límite normado de 24 horas, siendo particularmente evidente esta situación en la estación Santa Fe (SFE), donde esta situación se registró en 11 ocasiones.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y enero. En tanto que la tendencia a lo largo de los años muestra que el promedio, el percentil 90 y el máximo tuvieron una tendencia creciente de 2014 a 2017, en tanto que en 2018 registraron un decremento. En 2019 no se tuvo suficiente información para generar los indicadores respectivos. En cuanto al indicador del porcentaje de días con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas se observa una mejora en 2018 con respecto a 2017, ya que los días en esta condición se redujeron de 19% a 6%. En 2019 este indicador fue de solo 4%, pero muy probablemente como consecuencia de la escasa información recolectada para este contaminante.

Ozono (O_3)

La norma de salud ambiental para ozono también se incumplió en la ZMG, como resultado de que en todas las estaciones de monitoreo se rebasaron los dos límites normados. Las concentraciones más altas, como promedio horario y como promedio móvil de 8 horas, se registraron en la estación de monitoreo Miravalle (MIR) con valores de 0.225 ppm y 0.146 ppm, las cuales son equivalentes a 2.4 y 2.1 veces el límite correspondiente. La estación en la que con mayor frecuencia se rebasa al menos uno de los límites normados de este contaminante (1 y 8 horas) es Tlaquepaque con un total de 115 días en 2019.

En general, las concentraciones más elevadas de este contaminante suelen presentarse entre junio y septiembre. Como tendencia histórica, se observa un comportamiento variable, en el que el promedio y los percentiles 25 y 90 bajaron del año 1996 al 2001, luego subieron en el periodo 2002 a 2010 y nuevamente bajan del 2011 al 2015, en tanto que en los tres años más recientes se observa cierta estabilización. Por otra parte, tanto el porcentaje de días por año, como el número de horas al año en el que se supera el límite normado de 1 hora muestran un decremento en los tres años más recientes.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire, ni a nivel regional ni a nivel de estación de monitoreo. En general, el monóxido de carbono no ha registrado concentraciones superiores al límite normado vigente desde el año 2009, en tanto que para dióxido de nitrógeno no se tiene registro de concentraciones superiores a su límite normado desde el año 2012 y para dióxido de azufre desde 2003.

A DESTACAR

En 2019, el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 267, lo que equivale al 73% de los días del año. En 222 días se rebasó el límite normado de un solo contaminante (principalmente O_3 con el 32% de estos días), en 40 días el límite de dos contaminantes (fundamentalmente PM_{10} y ozono), y en 5 días el de tres contaminantes (Ozono, PM_{10} y $PM_{2.5}$). Ello significa que sólo en poco menos del 30% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de la población de acuerdo con la normatividad mexicana vigente en la materia. En general, el número de días con concentraciones que superan al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante en 2019 fue 6% superior al registrado en 2018.

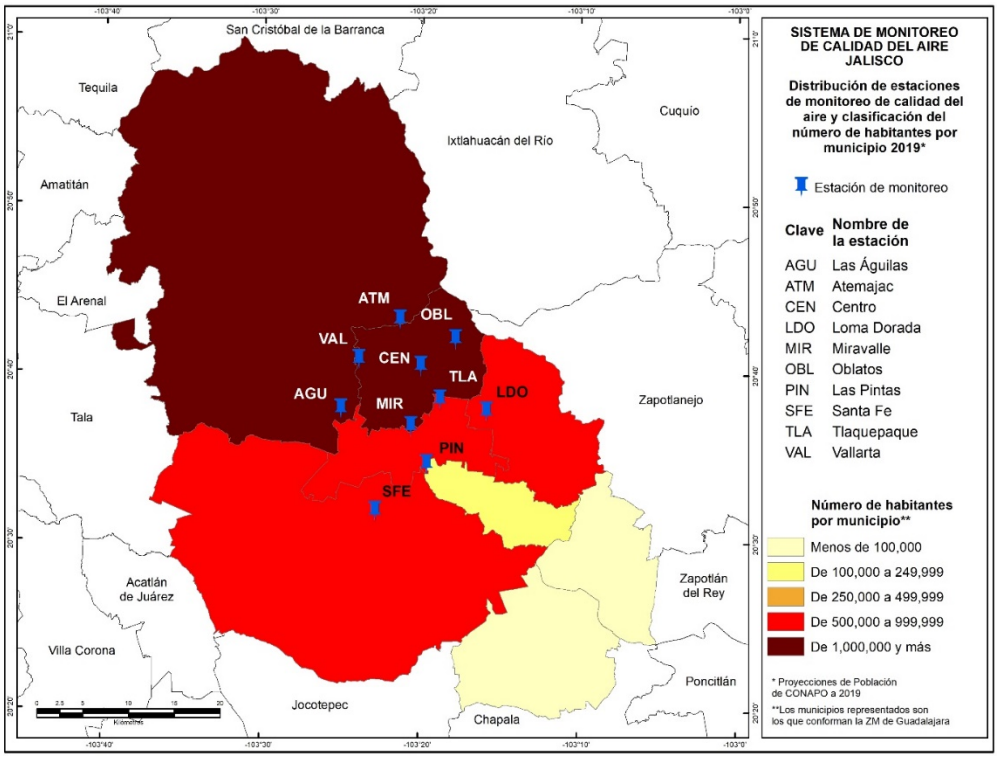
9.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 9.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Guadalajara	Centro	CEN	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Miravalle	MIR	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Oblatos	OBL	Automático (1993)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Zapopan	Atemajac	ATM	Automático (1993)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Las Águilas	AGU	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Vallarta	VAL	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
El Salto	Las Pintas	PIN	Automático (1993)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Tonalá	Loma Dorada	LDO	Automático (1993)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Tlajomulco de Zúñiga	Santa Fe	SFE	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tlaquepaque	Tlaquepaque	TLA	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

¤ = 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 Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco.

Figura 9.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2019.

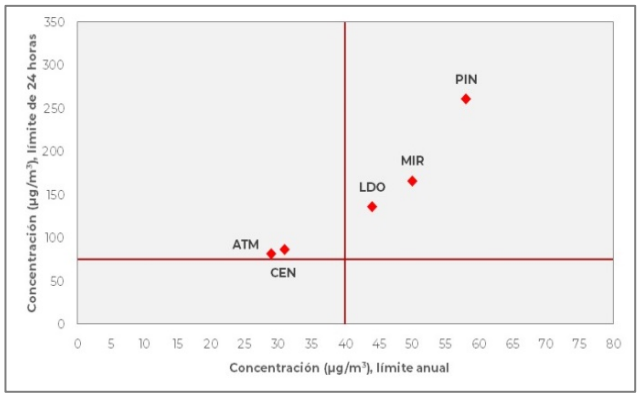


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco.

9.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 9.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2019.

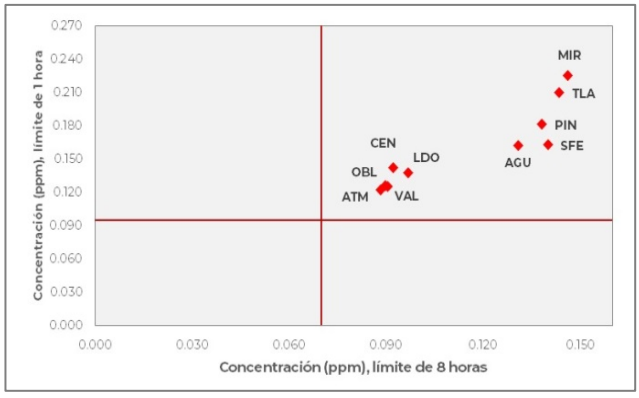
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



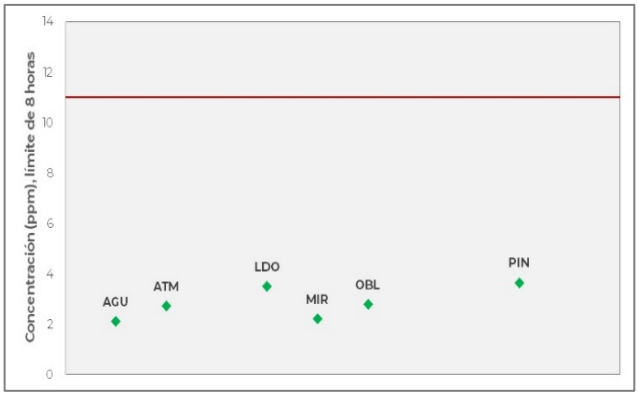
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)

No hubo datos suficientes para evaluar el cumplimiento de NOM

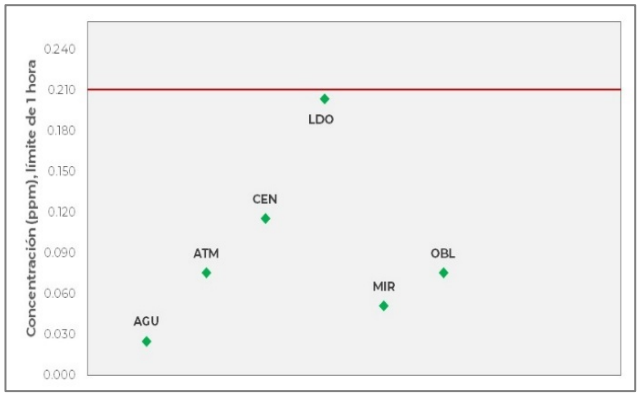
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



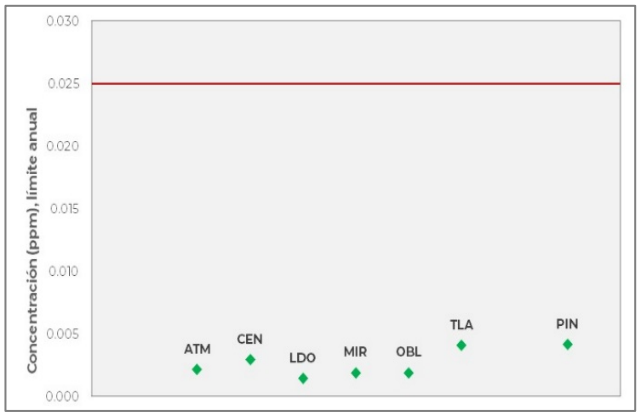
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



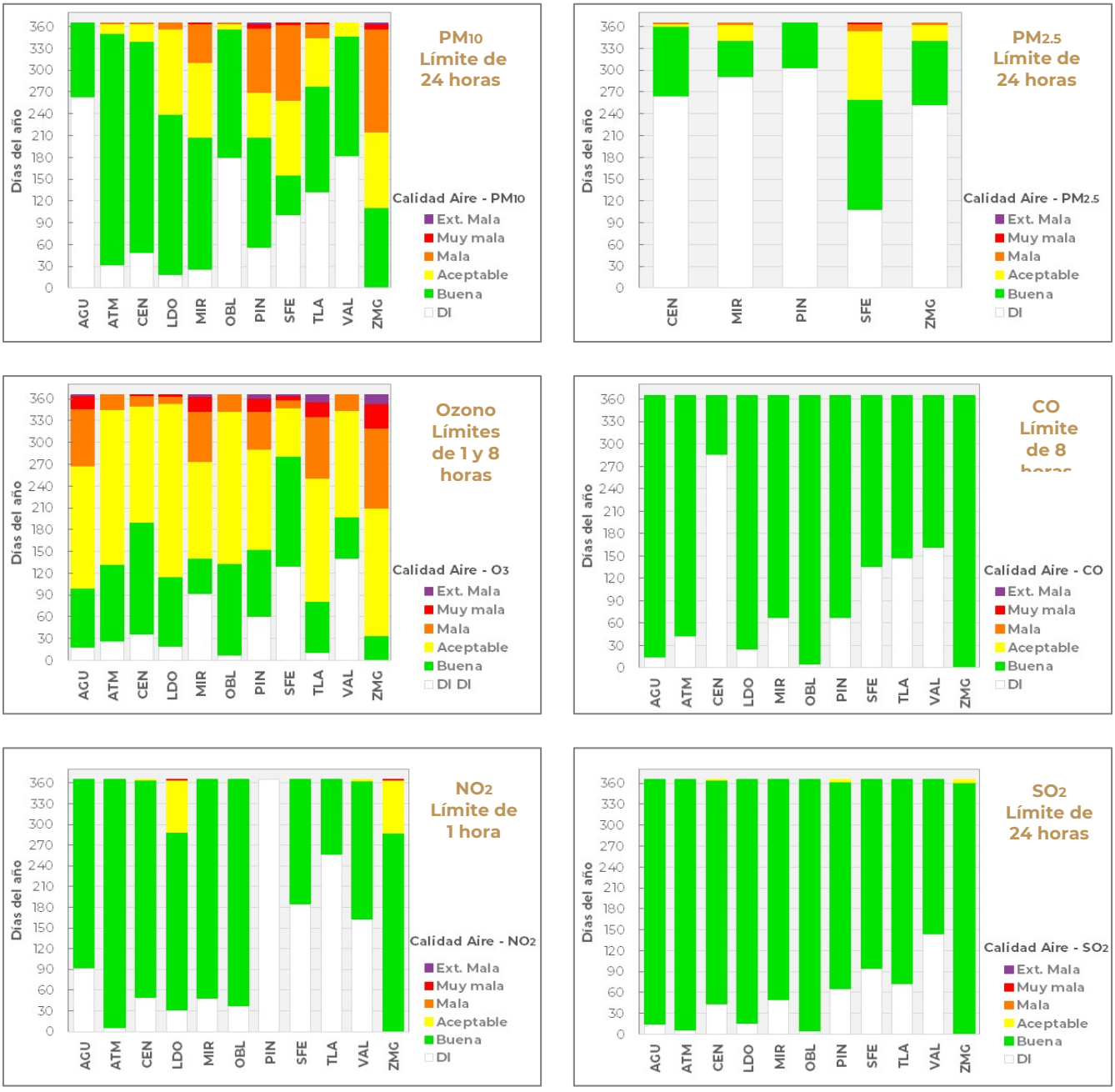
Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



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

9.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 9.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2019.

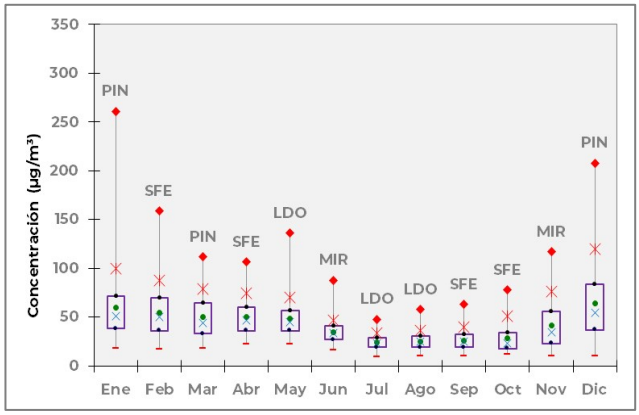


CEN – Centro, Guadalajara
OBL – Oblatos, Guadalajara
ATM – Atemajac, Zapopan
AGU – Las Águilas, Zapopan
VAL – Vallarta, Zapopan
PIN – Las Pintas, El Salto
LDO – Loma Dorada, Tonalá
SFE – Santa Fe, Tlajomulco
TLA – Tlaquepaque, Tlaquepaque
MIR – Miravalle, Guadalajara
ZMG – Zona Metropolitana de Guadalajara

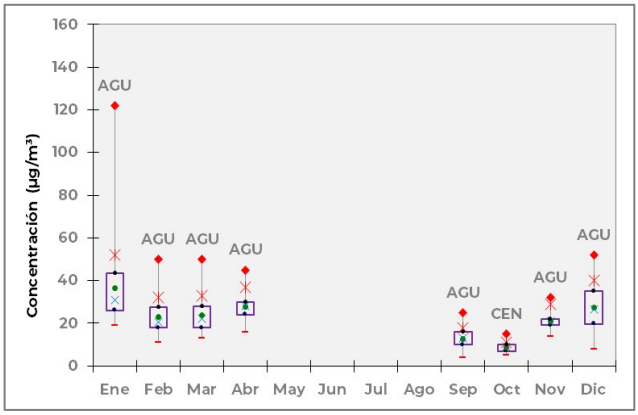
9.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 9.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2019.

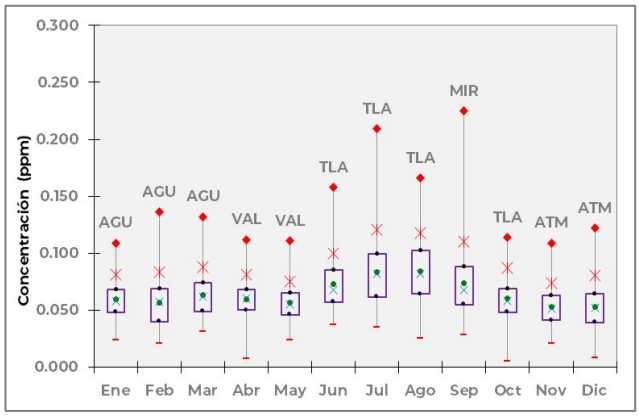
PM_{10} – Promedio de 24 horas



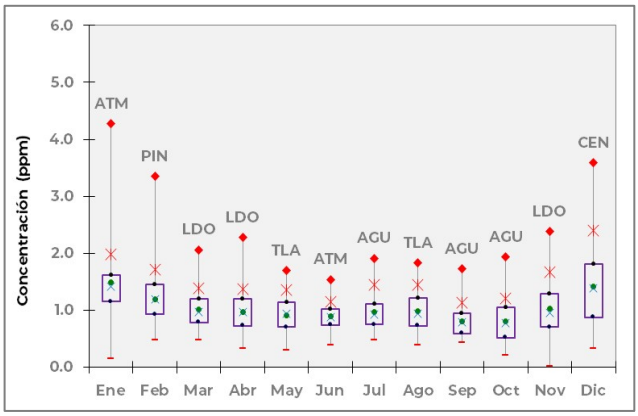
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



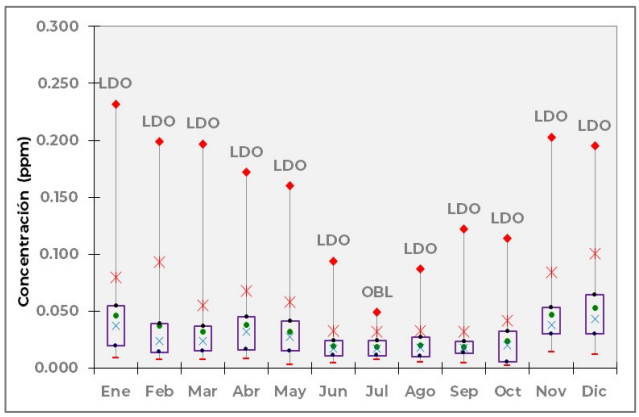
Ozono – Máximo diario de 1 hora



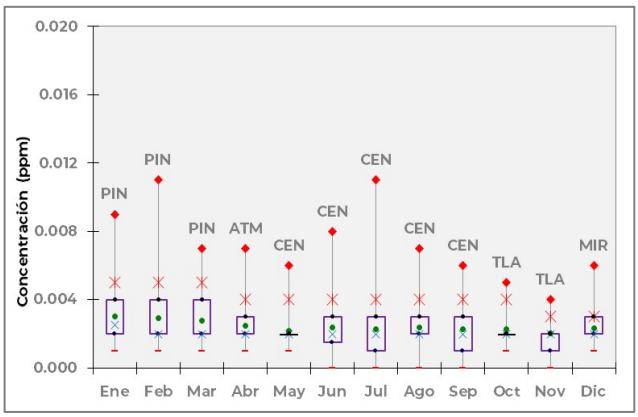
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



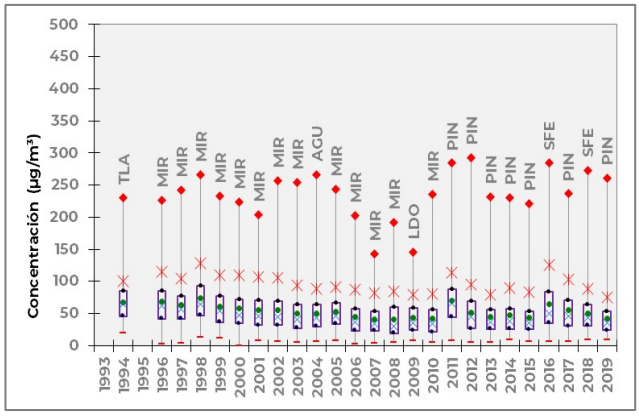
SO_2 – Promedio de 24 horas



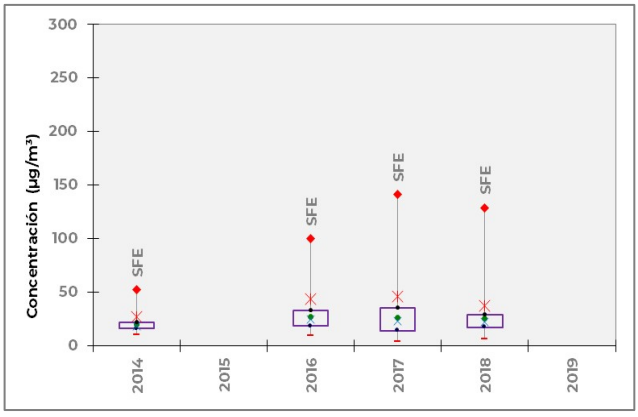
9.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA ZMG EN EL PERIODO 1993 – 2019.

Figura 9.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el periodo 1993 - 2019.

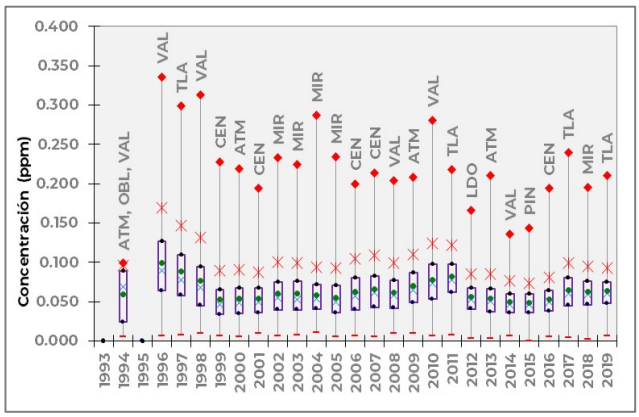
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1993-2019)



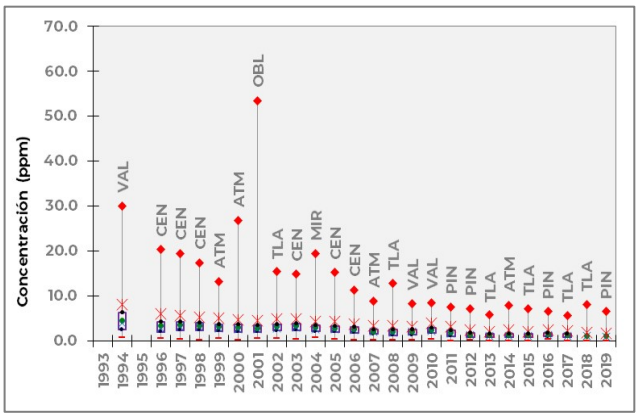
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2011-2019)



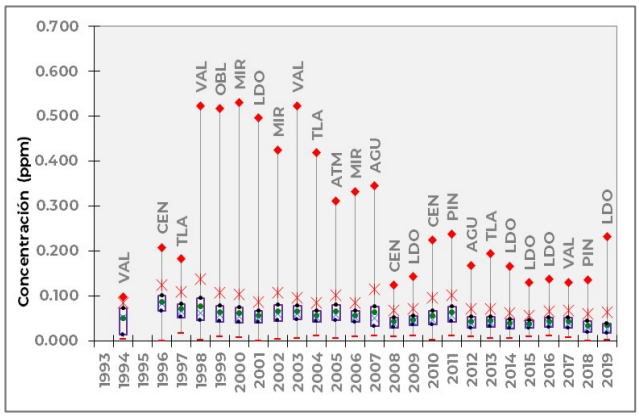
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1994-2019)



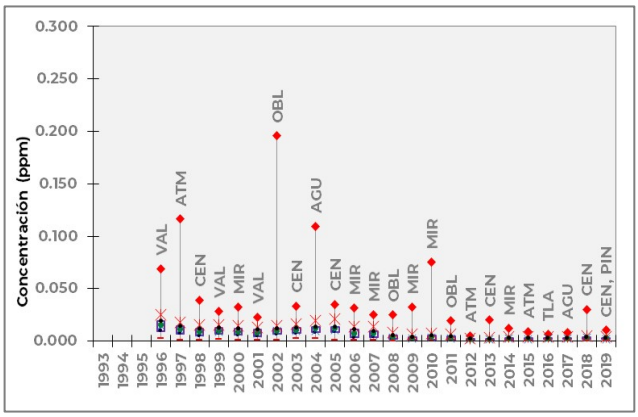
CO – Máximo diario de 8 horas
(1994-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2019)



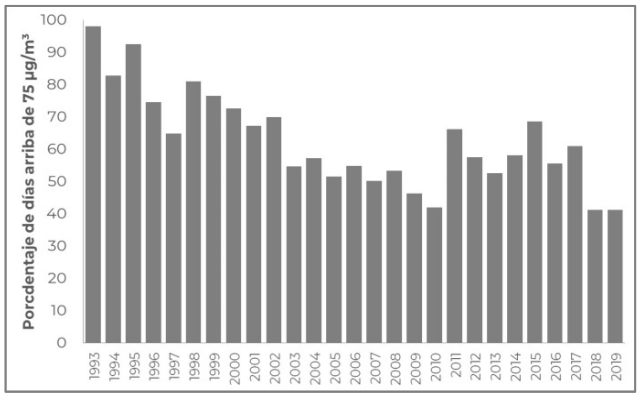
SO_2 – Promedio de 24 horas
(1994-2019)



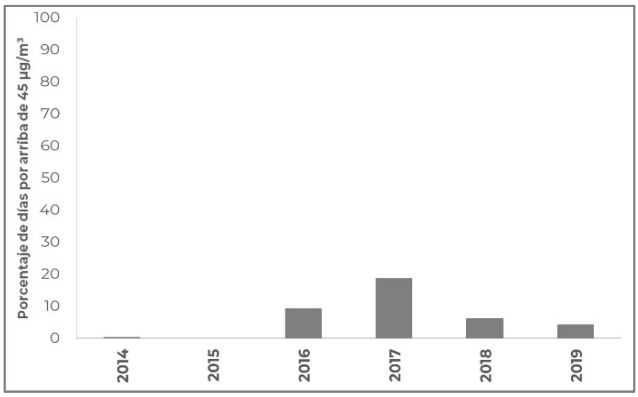
9.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 9.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1993 – 2019.

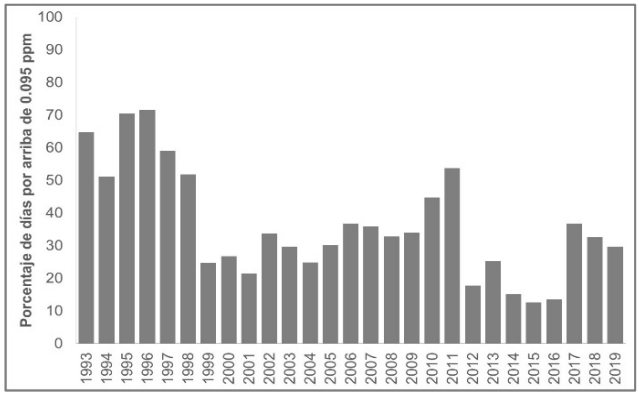
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1993 – 2019)



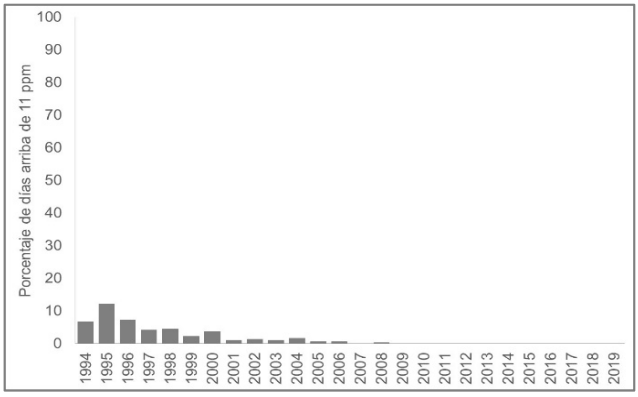
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2011 – 2019)



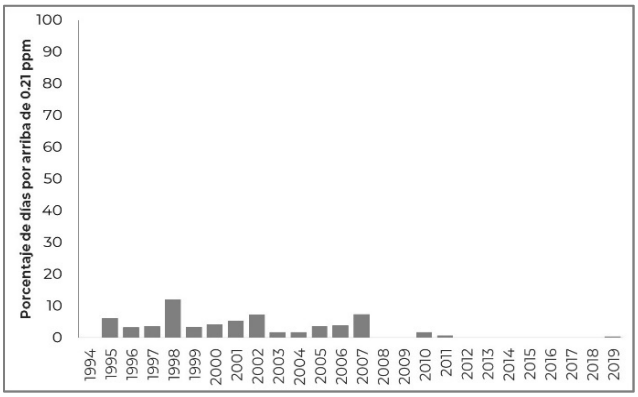
O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2019)



CO – Límite de 8 horas
(1994 – 2018)

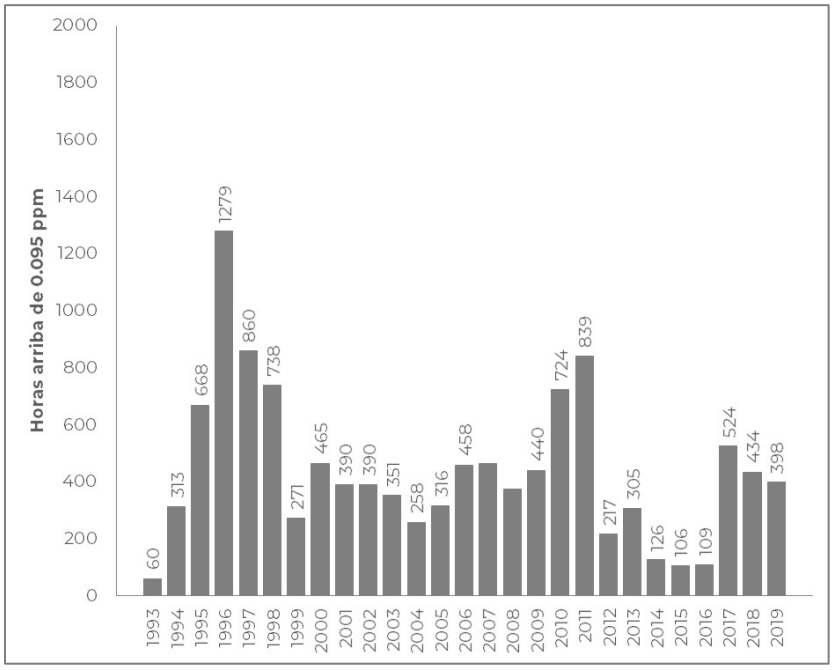


NO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2019)



9.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 9.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1993 – 2019.



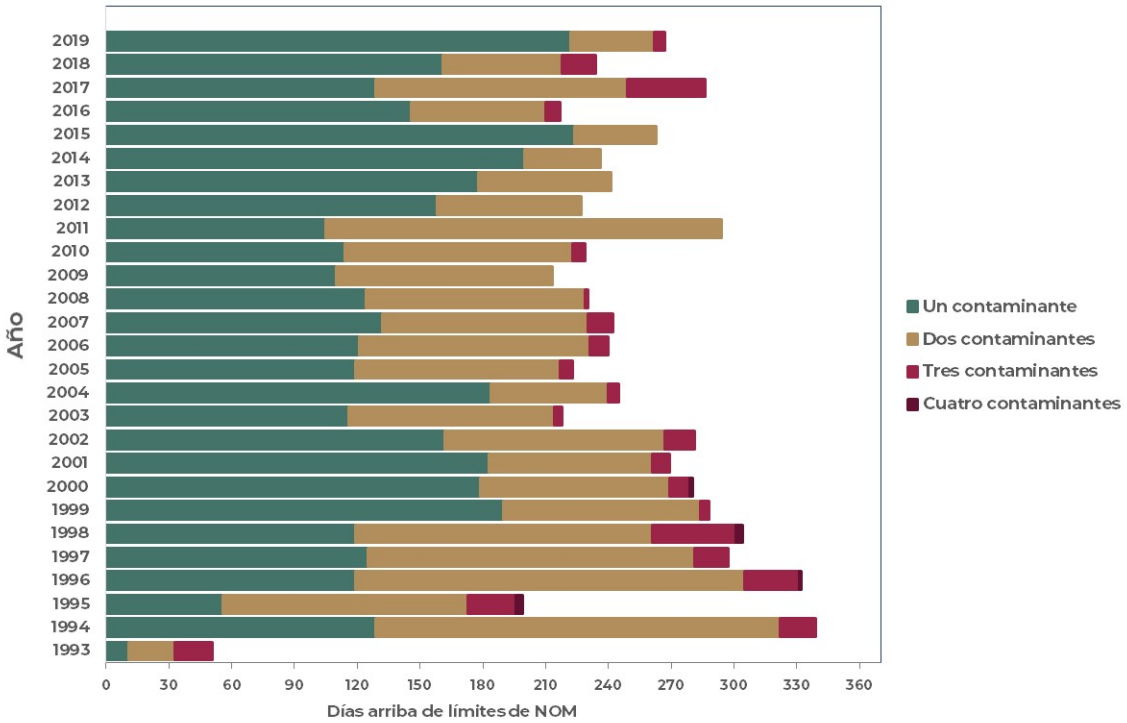
9.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 9.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
1993	51	51	11	22	18	0
1994	365	339	129	193	17	0
1995	208	199	56	117	23	3
1996	361	332	119	186	26	1
1997	361	297	125	156	16	0
1998	356	304	119	142	40	3
1999	360	288	190	94	4	0
2000	361	280	179	90	10	1
2001	365	269	183	78	8	0
2002	363	281	162	105	14	0
2003	365	218	116	98	4	0
2004	359	245	184	56	5	0

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2005	363	223	119	98	6	0
2006	365	240	121	110	9	0
2007	365	242	132	98	12	0
2008	366	230	124	105	1	0
2009	365	213	110	103	0	0
2010	365	229	114	109	6	0
2011	365	294	105	189	0	0
2012	366	227	158	69	0	0
2013	365	241	178	63	0	0
2014	365	236	200	36	0	0
2015	365	263	224	39	0	0
2016	366	217	146	64	7	0
2017	365	286	129	120	37	0
2018	365	234	161	57	16	0
2019	365	267	222	40	5	0

Figura 9.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 10. Morelos



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
MORELOS

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Morelos, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, estuvo integrado por 4 estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Cuernavaca (Palacio de gobierno - PGO), Cuautla (Palacio municipal - PMNC), Ocuituco (Palacio municipal - PMNO) y Zacatepec (Instituto Tecnológico - TEC). Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información disponible se ilustran en las Figuras 10.1 a 10.18 y en las Tablas 10.1 y 10.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Tanto en Cuernavaca como en Ocuituco se registró incumplimiento de los límites normados de PM_{10}. En Cuernavaca se superaron los dos límites normados (24 horas y anual), con concentraciones de hasta 141 y 42 µg/m^3, respectivamente. Dichos valores equivalen a 1.9 y 1.05 veces el límite correspondiente. En Ocuituco sólo se superó el límite de 24 horas con concentraciones que alcanzaron hasta los 158 µg/m^3, la cual equivale a más de dos veces el límite normado. En Cuautla y Zacatepec, los equipos de medición de PM_{10} se reportaron fuera de operación en 2019. El número de días con registros de concentración superiores al límite normado de 24 horas fue de 28 en Cuernavaca y 38 en Ocuituco. En Cuernavaca, estos 28 días correspondieron a una mala calidad del aire, en tanto que en Ocuituco 37 correspondieron a mala calidad del aire y 1 a muy mala calidad del aire, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud.

En ambas ciudades, las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron en los meses de abril y mayo, en tanto que, a lo largo de los años, en Cuernavaca se observa poca variabilidad en los niveles de concentración asociados al promedio y a los percentiles 25 y 75, entre un año y otro. Sólo es apreciable una tendencia ligeramente creciente entre 2016 y 2019, con respecto a la concentración máxima. Tendencia que también se observa en el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Los límites normados de $PM_{2.5}$ para protección de la salud (24 horas y anual), fueron superados tanto en Cuernavaca como en Ocuituco. En Cuernavaca se alcanzaron concentraciones de hasta 107 y 20 µg/m^3, respectivamente, las cuales equivalen a 2.4 y 1.7 veces el límite normado respectivo. En Ocuituco se alcanzaron concentraciones de hasta 88 y 17 µg/m^3, respectivamente, las cuales equivalen a 2 y 1.4 veces el límite correspondiente. En Cuernavaca se registraron a lo largo del año 2019, 25 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$, en Ocuituco 10 y en Zacatepec 16.

Destaca el caso de Zacatepec, donde el número de días en esta condición fue superior al registrado en Ocuituco. De esos 16 días, 11 correspondieron a una condición de mala calidad del aire y 5 a muy mala calidad del aire, de acuerdo con el Índice Aire y Salud. Este indicador pone de manifiesto que en Zacatepec existe un problema de calidad del aire por $PM_{2.5}$, a pesar de que no fue posible establecer incumplimiento de NOM debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos. En Cuautla el equipo de medición de $PM_{2.5}$ estuvo fuera de operación.

En general, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ en 2019, tanto en Cuernavaca como en Ocuituco y Zacatepec, se registraron en los meses de abril y mayo. Por otra parte, como tendencia histórica, la información disponible sólo permite establecer que en la ciudad de Cuernavaca el comportamiento de este contaminante es muy estable en el periodo 2016-2019. A pesar de ello, en 2019 se observó un incremento significativo en el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, respecto a lo observado en 2018. En este periodo se pasó de 0.6 a 7% de los días del año en esta condición.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se incumplió tanto en Cuernavaca como en Ocuituco y en Zacatepec. En las tres ciudades se superaron los dos límites normados para protección de la salud (1 y 8 horas). La concentración más alta, como promedio de 1 hora, se registró en Ocuituco, en tanto que como promedio de 8 horas ello ocurrió en Zacatepec. Dichas concentraciones fueron de 0.117 y 0.100 ppm, respectivamente, las cuales son equivalentes a 1.2 y 1.4 veces el límite respectivo. En general, los días con concentraciones superiores a alguno de los límites normados de este contaminante fueron más frecuentes en Zacatepec (64), seguido de Ocuituco (47) y Cuernavaca (21). Sólo en Zacatepec y Ocuituco se registraron días donde la calidad del aíre alcanzó la categoría de muy mala de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud. Se registraron 2 días en esta condición en Ocuituco y 3 en Zacatepec. Las concentraciones más altas de ozono en 2019 ocurrieron con mayor frecuencia en los meses de marzo a mayo en Cuernavaca, abril en Ocuituco y abril y mayo en Zacatepec. Como tendencia histórica se aprecia que en la ciudad de Cuernavaca se ha experimentado un incremento en el promedio y en los percentiles 25 y 75 en el periodo 2016 a 2019. A pesar de ello, el porcentaje de días y horas con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora no ha experimentado cambios significativos en ese periodo de tiempo.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

En 2019, la medición de CO, NO_2 y SO_2, sólo se realizó en Cuernavaca, pues las estaciones ubicadas en Ocuituco, Zacatepec y Cuautla estuvieron fuera de operación. Los registros de estos contaminantes en Cuernavaca se ubicaron muy por debajo de los límites normados correspondientes, situación que se

vio reflejada en el hecho de que en todos los días con mediciones válidas, la calidad del aire fue buena de acuerdo con los criterios del Índice Aire y Salud.

A DESTACAR

En 2019, Cuernavaca, Zacatepec y Ocuituco experimentaron un incremento significativo en el número de días por año en que se superó al menos un límite normado de calidad del aire, respecto a lo observado en 2018. En Cuernavaca, por ejemplo, se pasó de 15 a 43, en Zacatepec de 54 a 64 y en Ocuituco de 19 a 64. Ello, probablemente es consecuencia de que en 2019 se contó con una mayor cantidad de días con información válida, lo que pone de manifiesto la importancia de lograr una operación regular de los equipos de monitoreo.

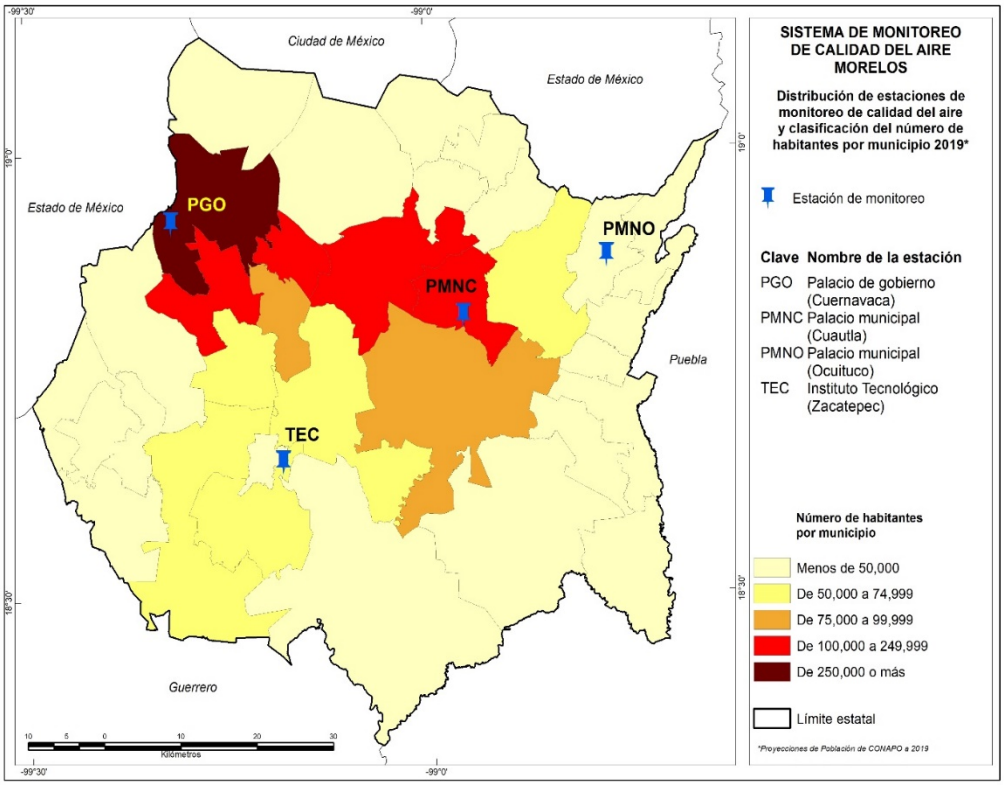
10.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 10.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

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

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

Figura 10.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Morelos, 2019.

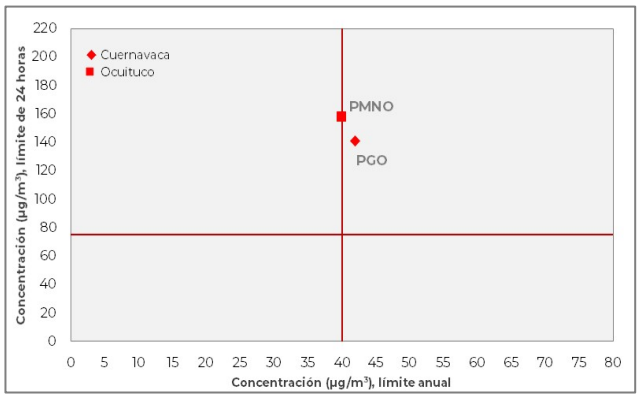


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

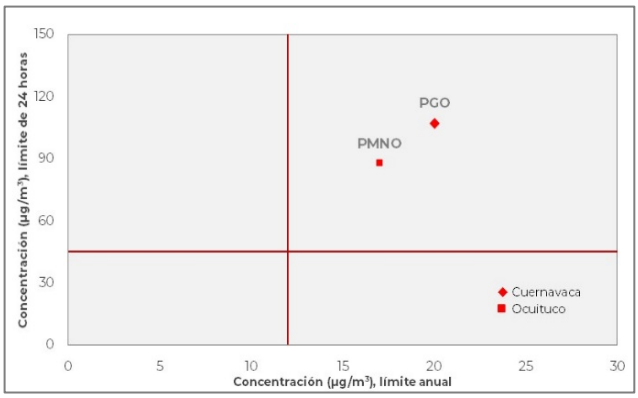
10.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 10.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Morelos, en el año 2019.

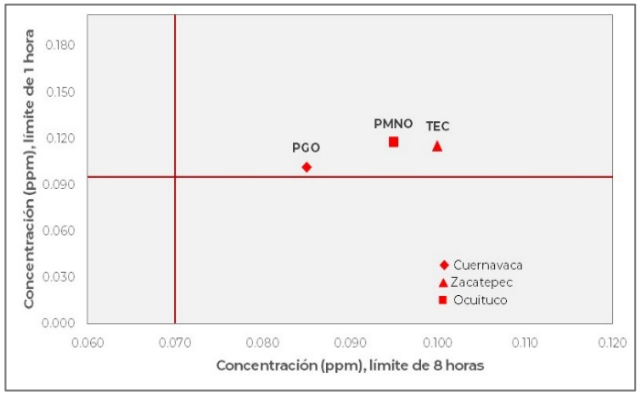
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



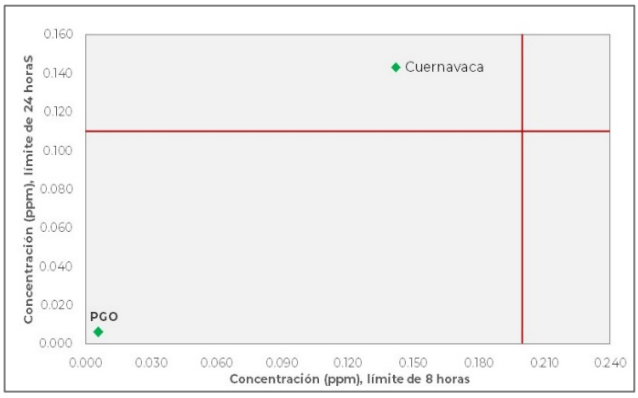
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm - línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



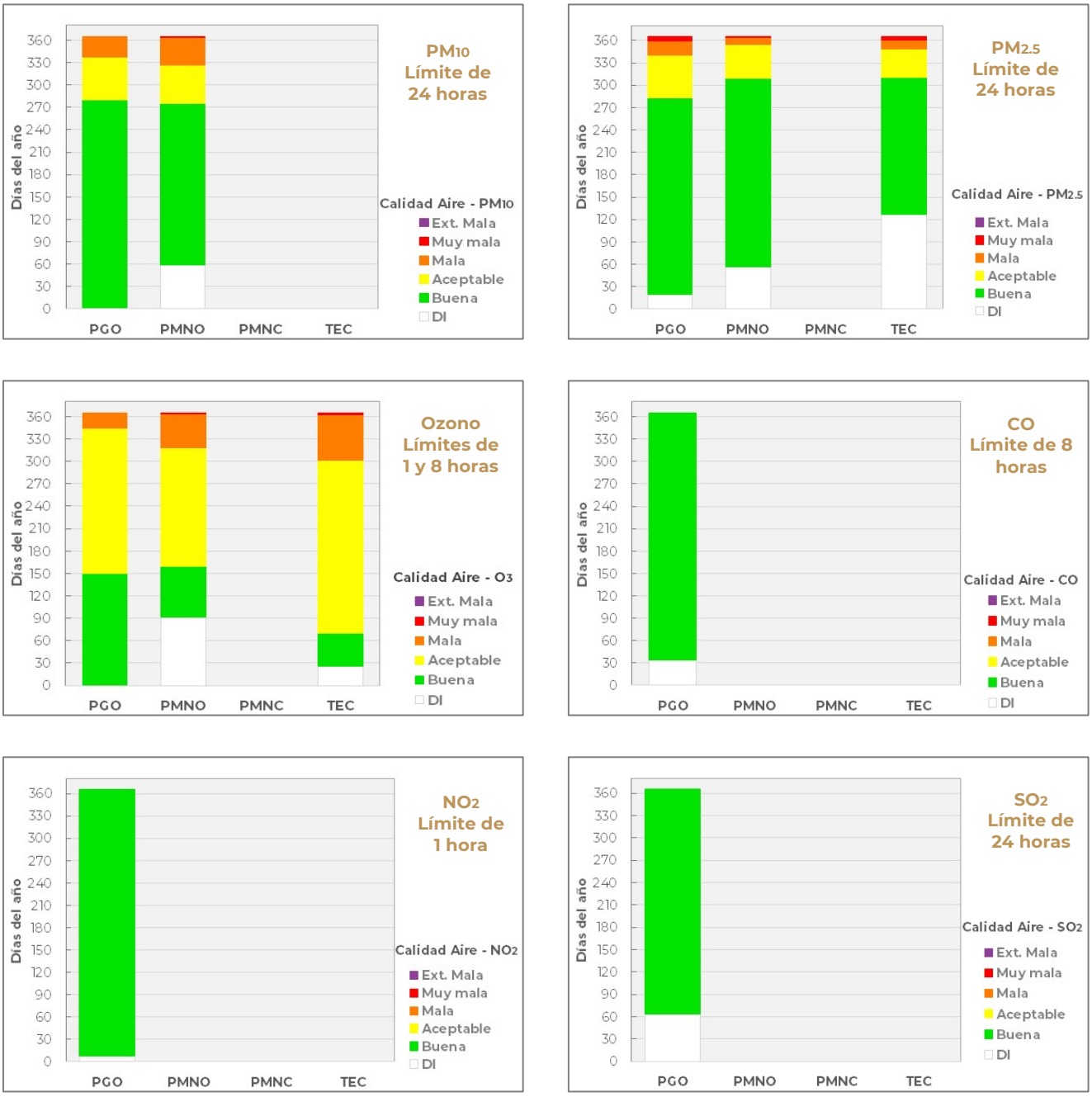
Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm - línea horizontal)



Cuernavaca
PGO – Palacio de gobierno
Cuautla
PMNC – Palacio municipal
Ocuituco
PMNO – Palacio municipal
Zacatepec
TEC – Instituto Tecnológico

10.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 10.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Morelos, en el año 2019.



Cuernavaca
PGO – Palacio de gobierno

Cuautla
PMNC – Palacio municipal

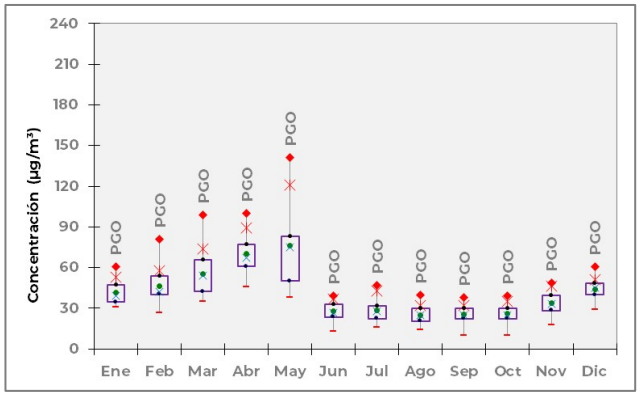
Ocuituco
PMNO – Palacio municipal

Zacatepec
TEC – Instituto Tecnológico

10.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 10.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos.
Promedios 24 horas

Cuernavaca



Ocuituco

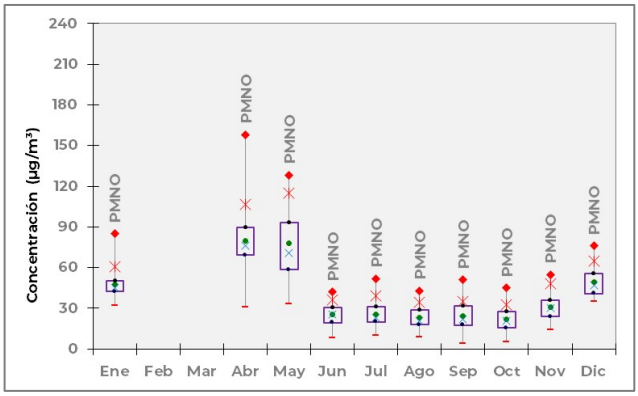
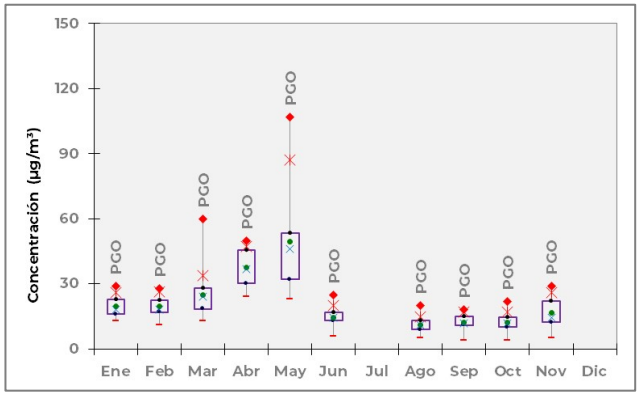


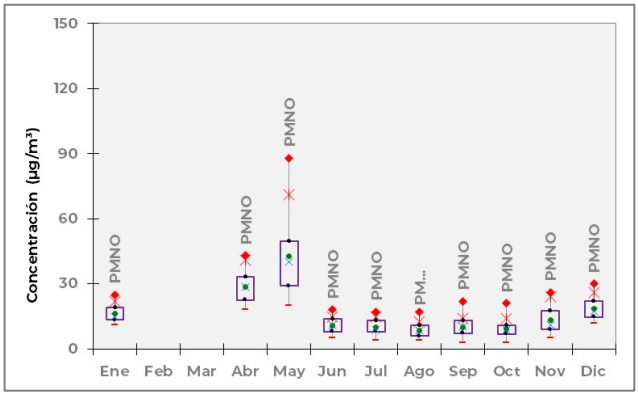
Figura 10.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos.

Promedios 24 horas

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

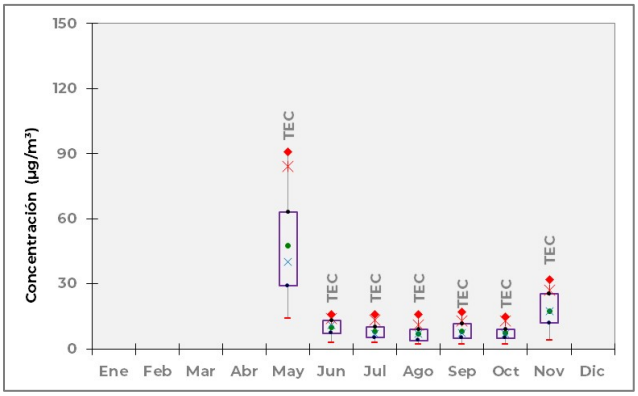
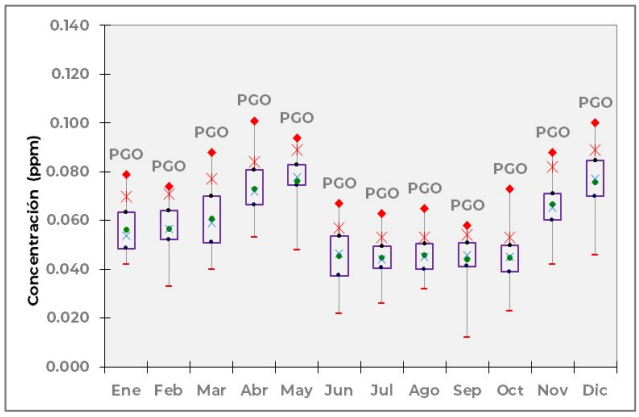


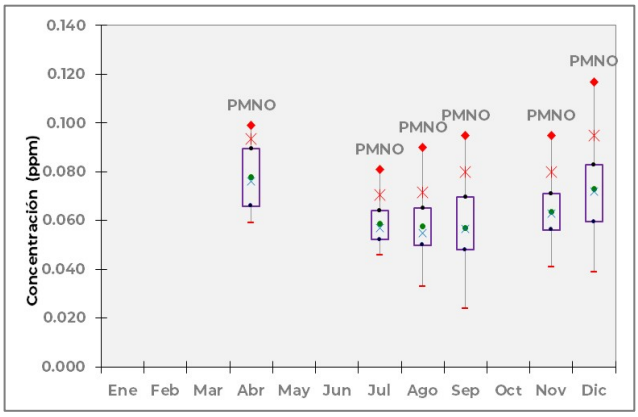
Figura 10.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos.

Máximo diario de 1 hora

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

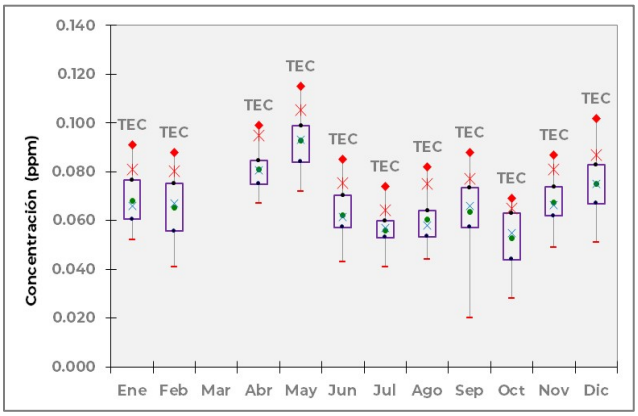


Figura 10.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos.

Máximo diario de 8 horas

Cuernavaca

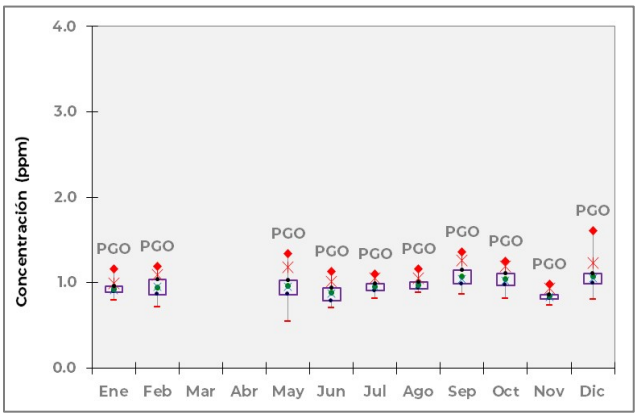


Figura 10.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos.

Máximo diario de 1 hora

Cuernavaca

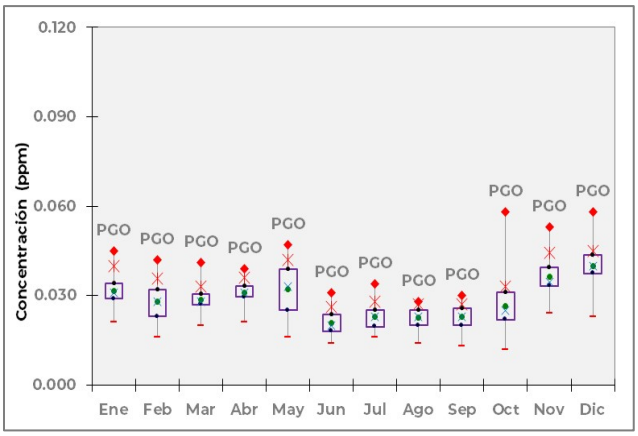
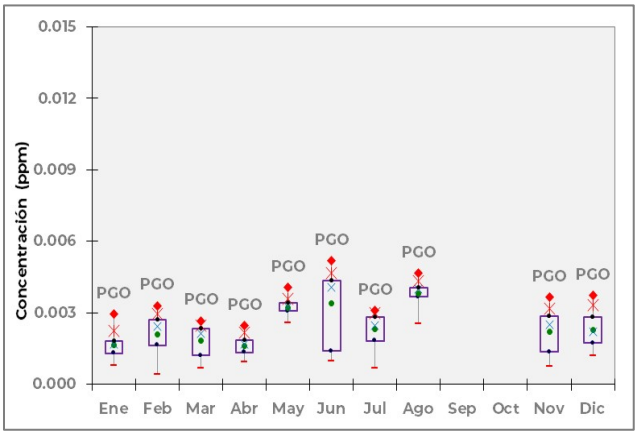


Figura 10.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Morelos.

Promedio de 24 horas

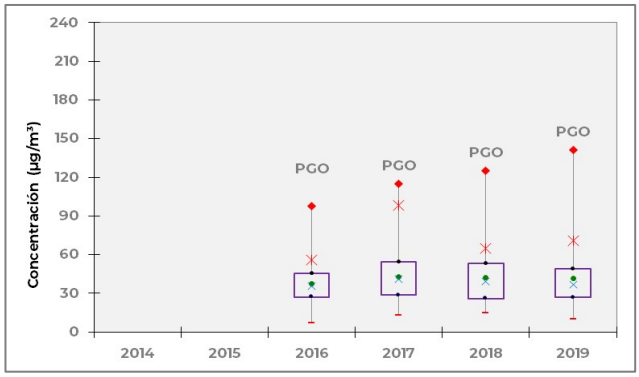
Cuernavaca



10.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN MORELOS EN EL PERIODO 2014 – 2019.

Figura 10.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019.

Cuernavaca
(2014 – 2019)



Ocuituco
(2014 – 2019)

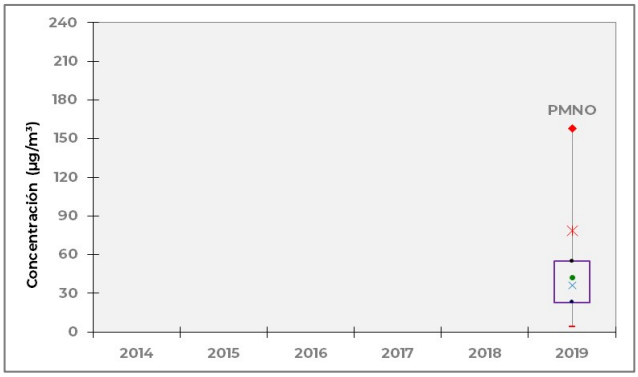
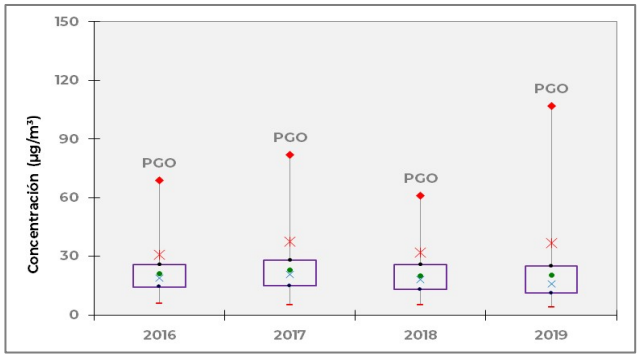


Figura 10.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2016 – 2019.

Cuernavaca
(2016 – 2019)



Ocuituco
(2016 – 2019)

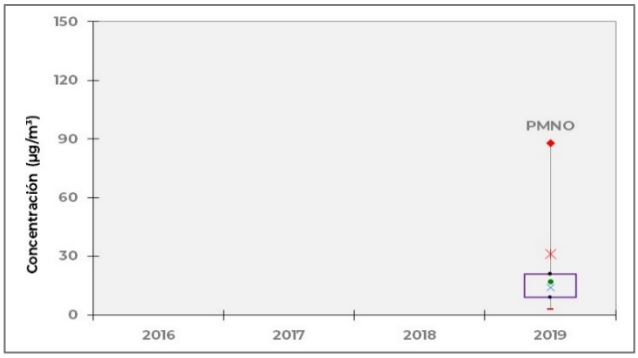
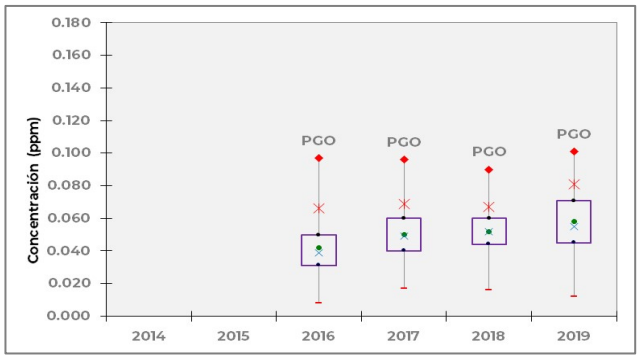


Figura 10.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019.

Cuernavaca
(2014 – 2019)



Zacatepec
(2014 – 2019)

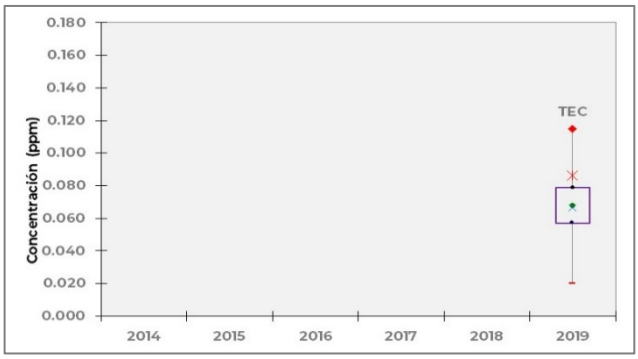


Figura 10.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019.

Cuernavaca
(2014 – 2019)

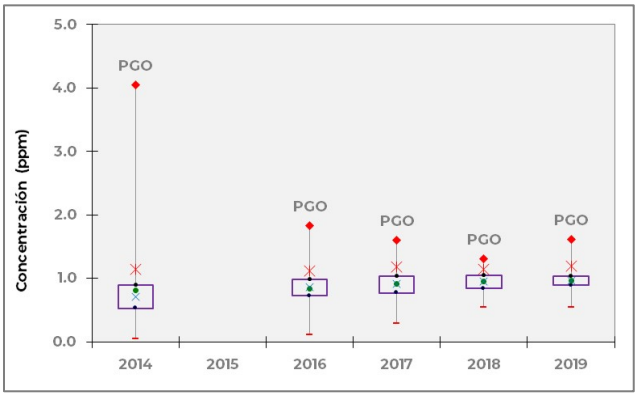


Figura 10.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2019.

Cuernavaca
(2014 – 2019)

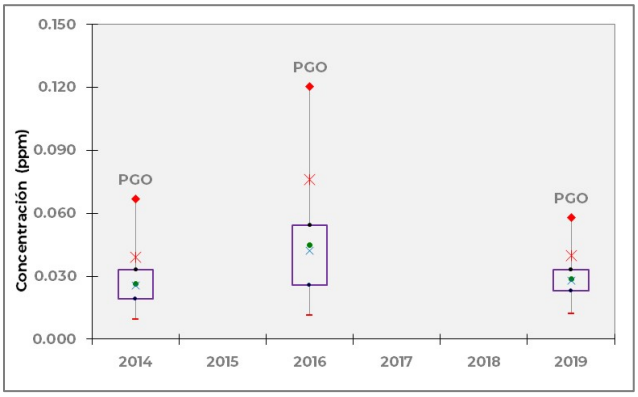
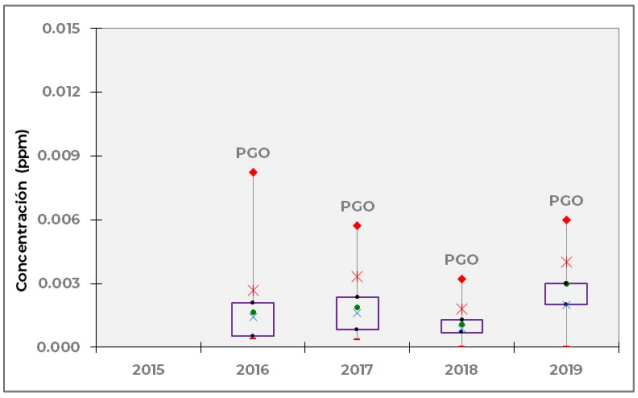


Figura 10.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos en el periodo 2015 – 2019.

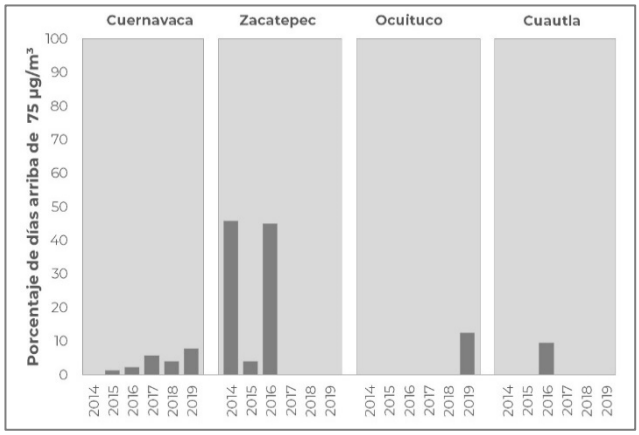
Cuernavaca
(2015 – 2019)



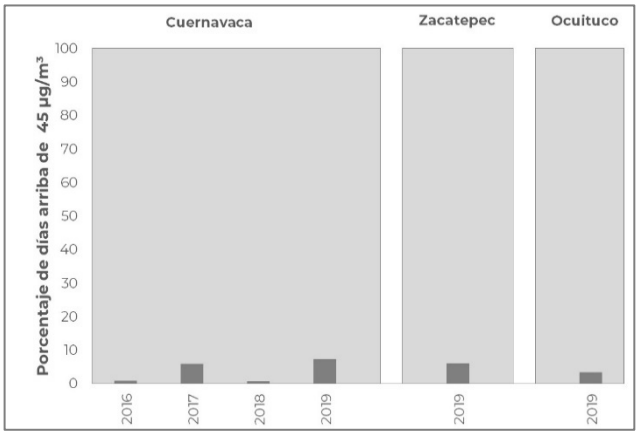
10.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 10.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2019.

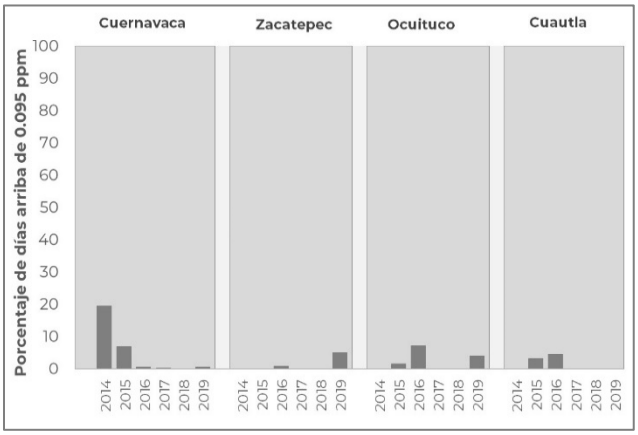
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2014 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2016 – 2019)

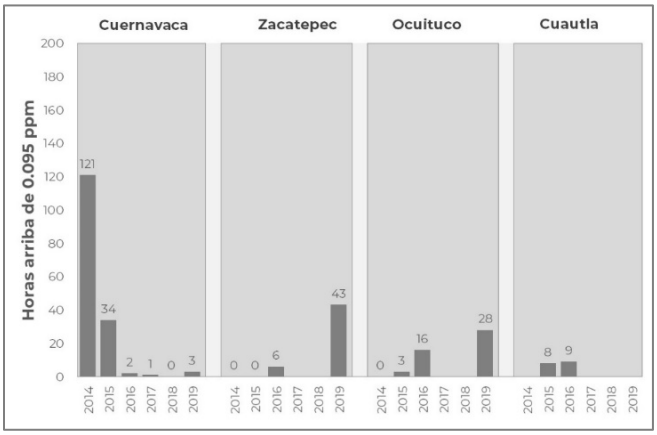


O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2019)



10.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 10.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2014 – 2019.

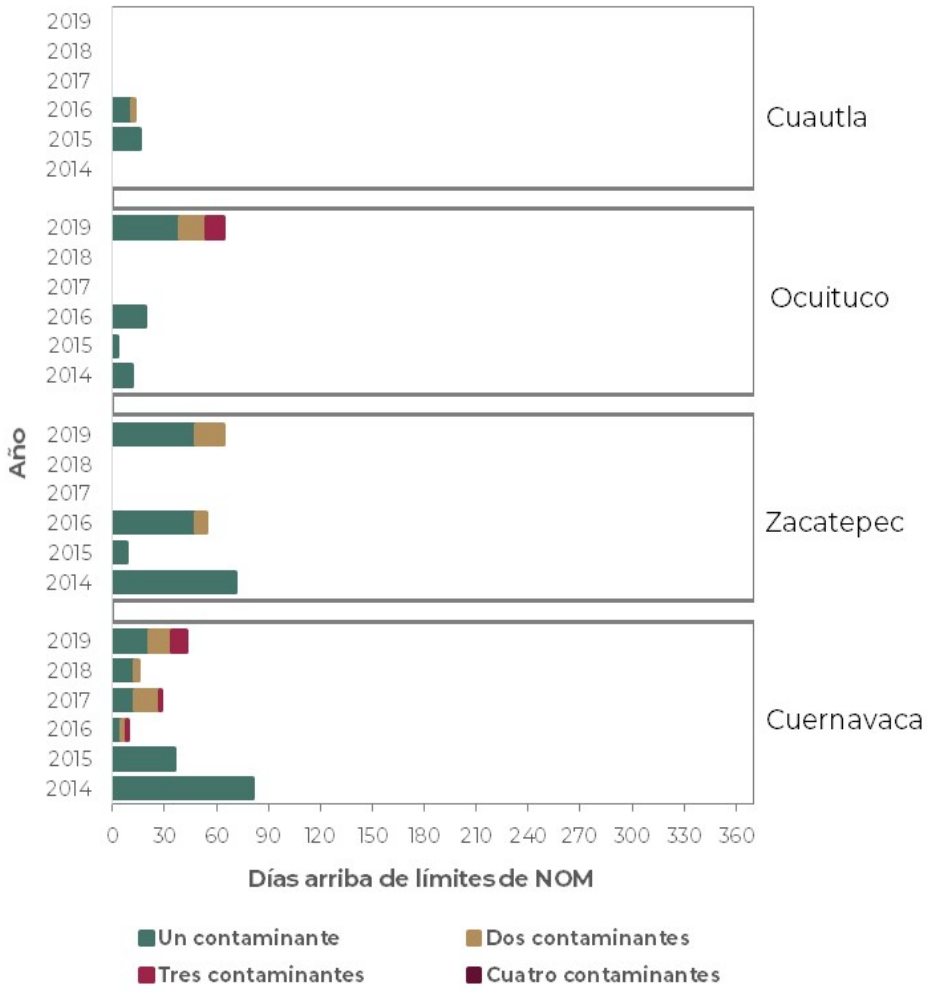


10.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 10.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 Contaminantes
Cuernavaca	2014	341	81	81	0	0	0
	2015	216	36	36	0	0	0
	2016	347	9	5	3	1	0
	2017	350	28	13	14	1	0
	2018	315	15	13	2	0	0
	2019	365	43	21	13	9	0
Zacatepec	2014	326	71	71	0	0	0
	2015	195	8	8	0	0	0
	2016	141	54	48	6	0	0
	2019	340	64	48	16	0	0
Ocuituco	2014	150	11	11	0	0	0
	2015	63	3	3	0	0	0
	2016	136	19	19	0	0	0
	2019	321	64	39	15	10	0
Cuautla	2015	181	16	16	0	0	0
	2016	289	13	11	2	0	0

Figura 10.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 11.
Nayarit



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
NAYARIT

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Nayarit, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, estuvo conformado por dos estaciones de monitoreo automáticas ubicadas en la ciudad de Tepic. Ambas con capacidad para la medición de los seis contaminantes criterio. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 11.1 a 11.7 y en las Tablas 11.1 a 11.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Sólo en la estación Tecnológico de Tepic (TEC) se registró incumplimiento de la Norma de Salud Ambiental correspondiente, al superarse tanto el límite de 24 horas como el anual con concentraciones de 94 µg/m^3 y 46 µg/m^3, respectivamente. En total, en 2019 se rebasó el límite de 24 horas (75 µg/m^3) en 28 de los 365 días del año. En general, en Tepic predominaron los días con buena calidad del aire.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de marzo y mayo. En tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que, tanto la concentración promedio, como los percentiles 75 y 90 y el máximo, tienen una ligera tendencia decreciente en el periodo 2017 a 2019. En este mismo periodo de tiempo se ha registrado una reducción importante en el porcentaje de días del año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas pasando de 18% en 2017 a 8% en 2019.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La estación Julián Gascón (PRIM), fue la única que registró incumplimiento del límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ al registrar, en una sola ocasión a lo largo del año, una concentración superior a dicho límite (45 µg/m^3). Esta concentración fue de 48 µg/m^3, que equivale a 1.07 veces el límite normado.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de abril y mayo. En tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que, el promedio, la mediana y el percentil 90 aumentaron del año 2016 al 2017, mientras que para 2018 disminuyeron y en 2019 se mantuvieron prácticamente sin cambio. La concentración máxima, por su parte, fue menor en 2019 (48 µg/m^3), respecto al observado en 2018 (68 µg/m^3). En este mismo periodo de tiempo sólo se han registrado días con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas en 2017 (9 días), 2018 (1 día) y 2019 (1 día).

Ozono (O_3)

En 2019 no se registró un solo día con concentraciones superiores a ninguno de los límites normados de este contaminante, predominando claramente los días con calidad del aire buena (199 días) y aceptable (160 días) en la ciudad.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de ozono suelen presentase entre marzo y julio, e históricamente éstas muestran un comportamiento bastante estable en todos sus indicadores (promedio, percentiles 25, 75 y 90, así como en el máximo). En el periodo 2015 a 2019, sólo en el último año no se tuvo registro de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, en tanto que en los años previos esta condición se presentó entre 1 y 3 días por año.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en ambas estaciones de monitoreo.

A DESTACAR

A pesar del incumplimiento de las NOM de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), 2019 ha sido el año con las mejores condiciones de calidad del aire en la ciudad de Tepic desde el año 2015, ya que se registraron un total de 28 días en los que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire, en tanto que, en 2016, 2017 y 2018 se registraron 68, 66 y 44 días, respectivamente. Además, por primera vez desde que se instrumentó el monitoreo de la calidad del aire en la ciudad, no se registró incumplimiento de la norma de ozono.

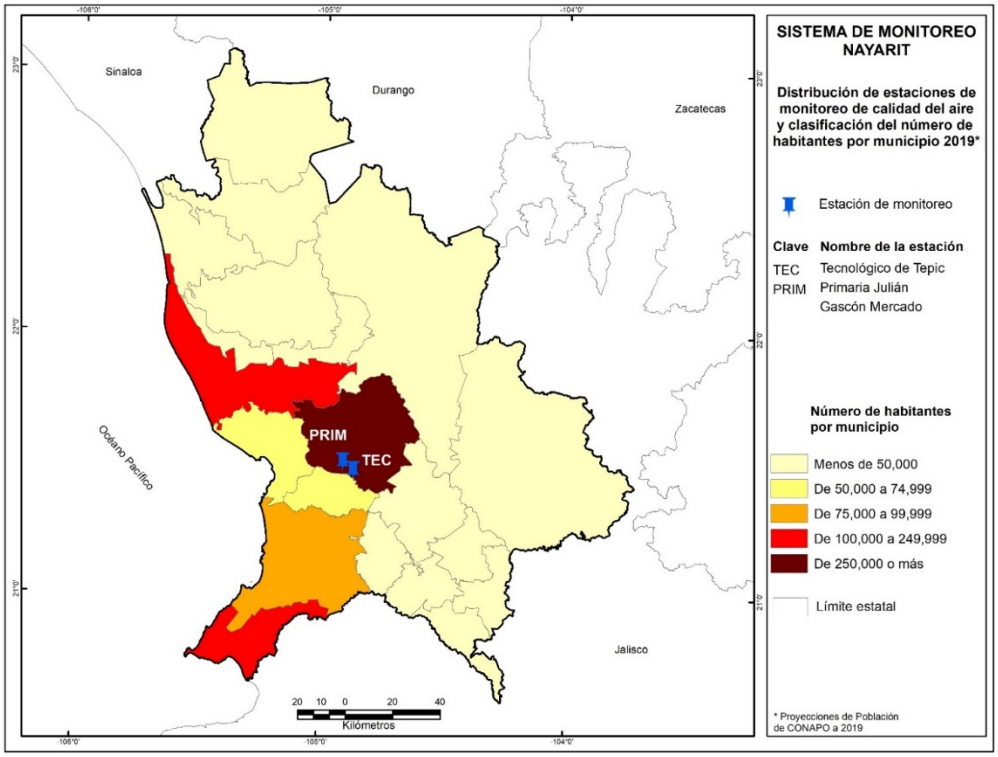
11.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 11.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Tepic	Tecnológico de Tepic	TEC	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Primaria Julián Gascón Mercado	PRIM	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓= Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.

Figura 11.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Nayarit, 2019.

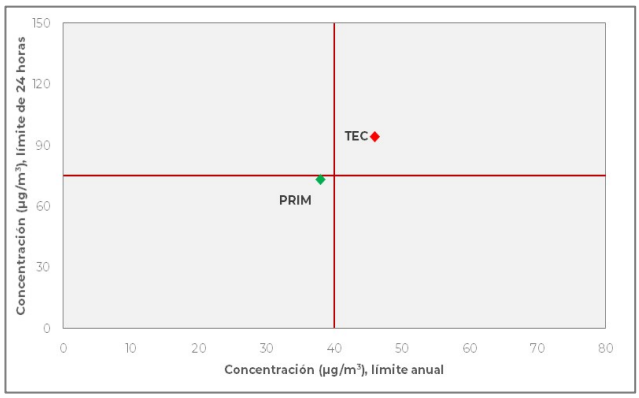


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.

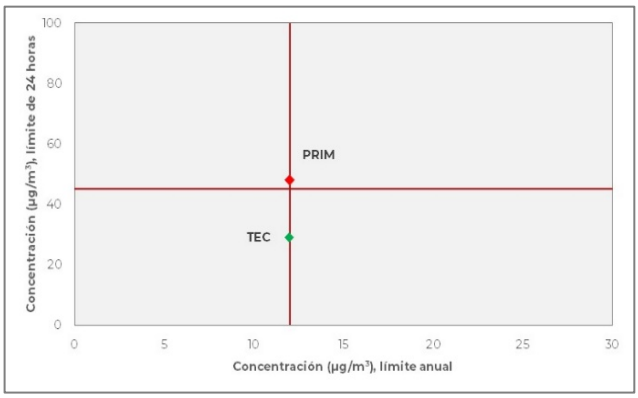
11.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 11.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Nayarit, en el año 2019.

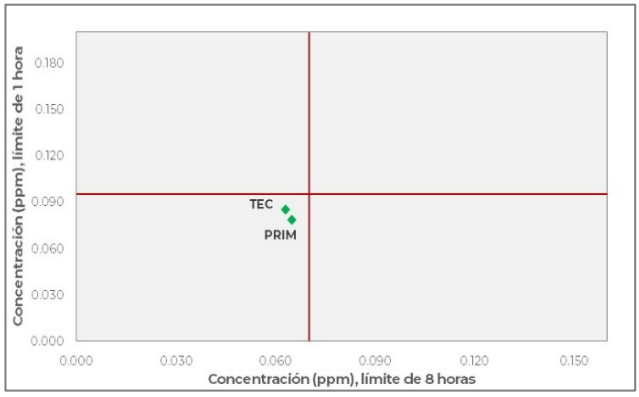
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)

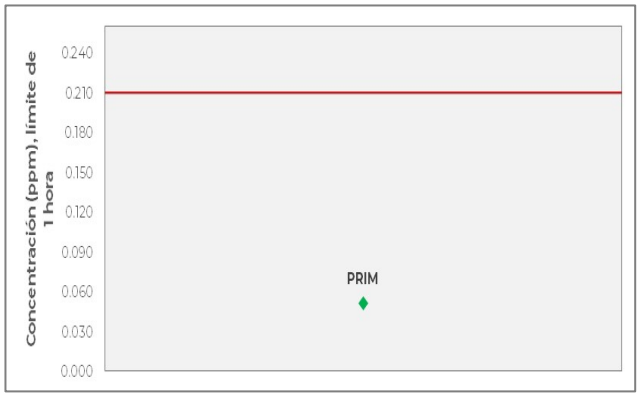


Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)

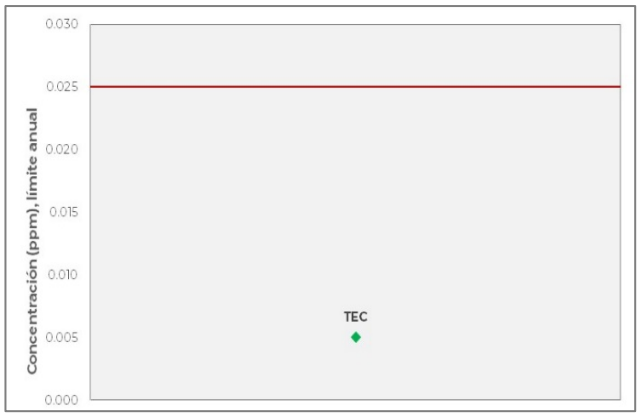
Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)





Dióxido de azufre – SO_2

Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



TEC – Tecnológico de Tepic;
PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado

11.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 11.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Nayarit, en el año 2019.

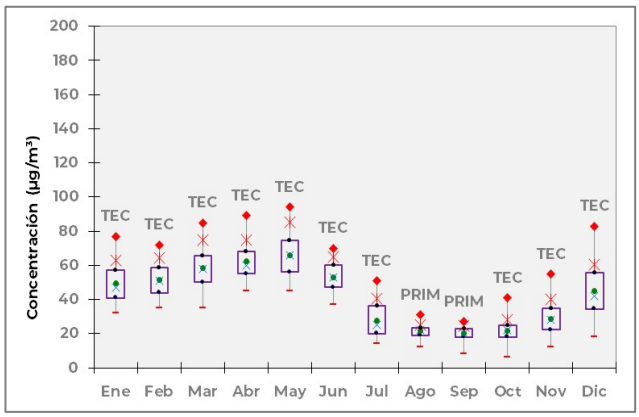


TEC – Tecnológico de Tepic; PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado

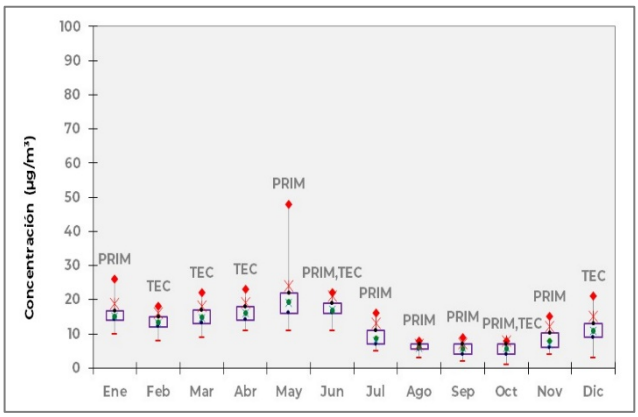
11.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 11.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Nayarit, en el año 2019.

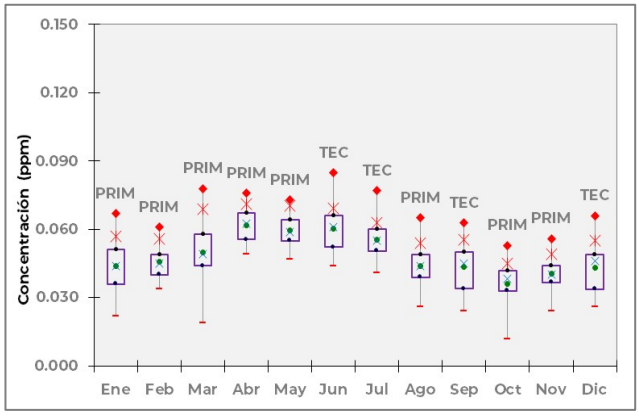
PM_{10} – Promedio de 24 horas



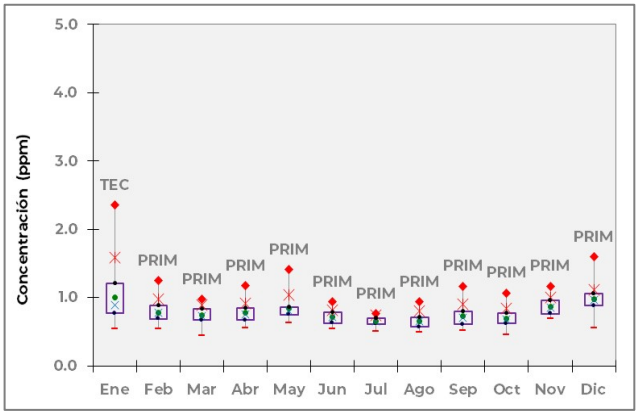
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



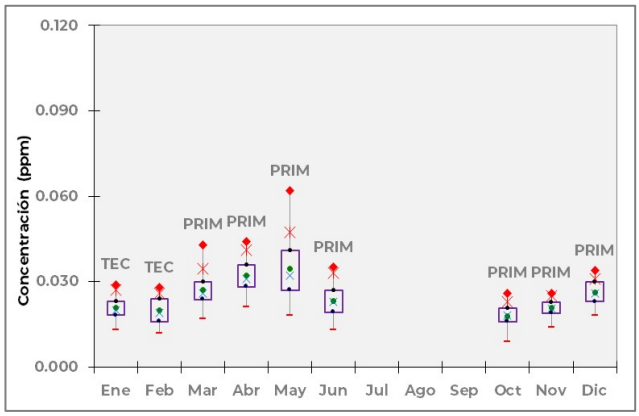
Ozono – Máximo diario de 1 hora



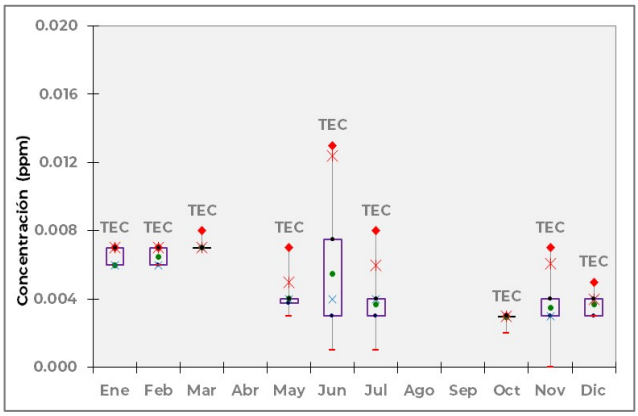
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



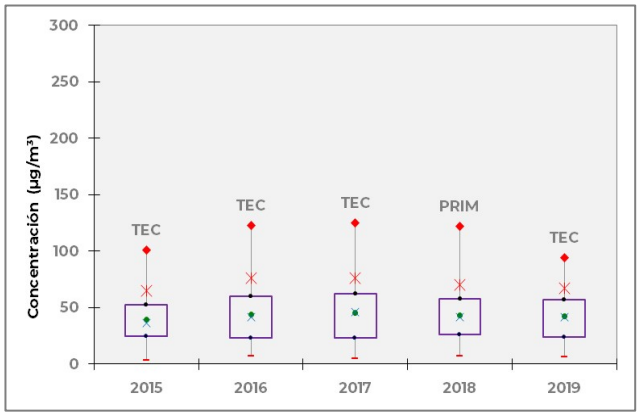
SO_2 – Promedio de 24 horas



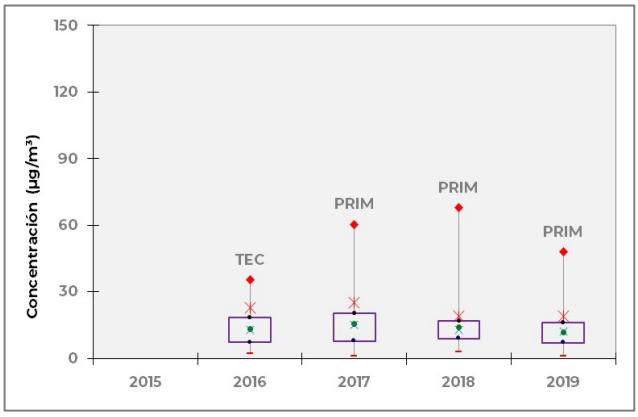
11.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN NAYARIT EN EL PERIODO 2015 – 2019.

Figura 11.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Nayarit, en el periodo 2015 - 2019.

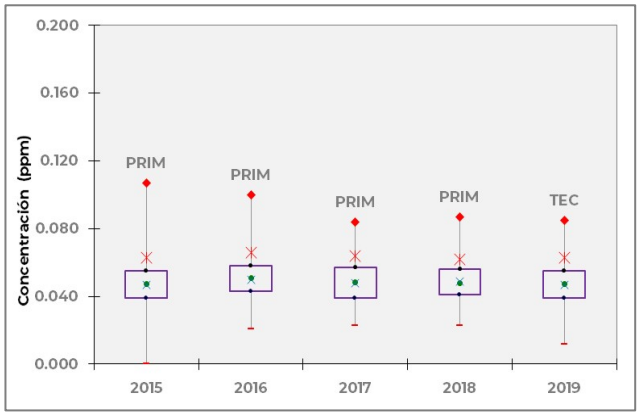
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2015-2019)



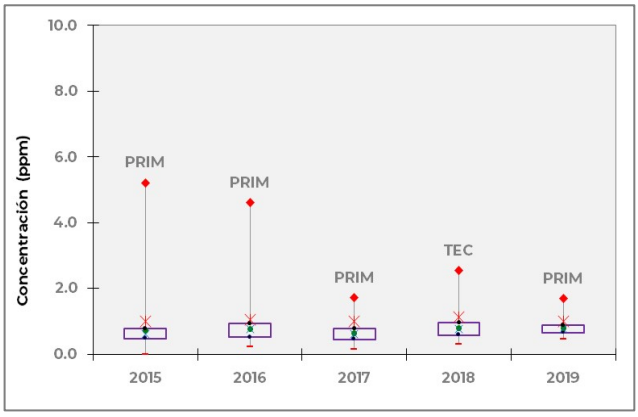
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2015-2019)



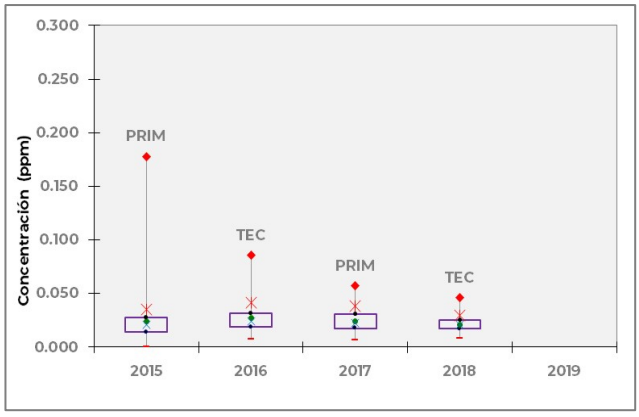
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2015-2019)



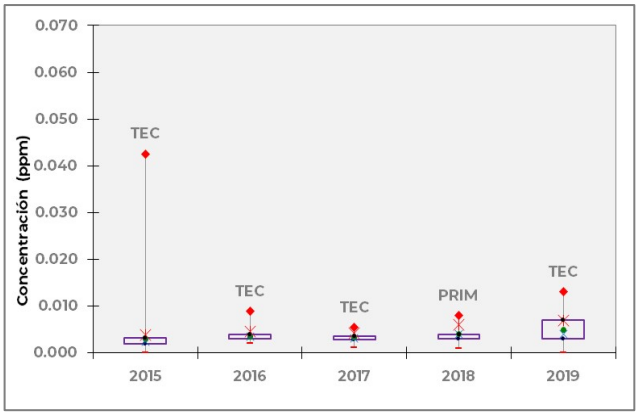
CO – Máximo diario de 8 horas
(2015-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2015-2019)



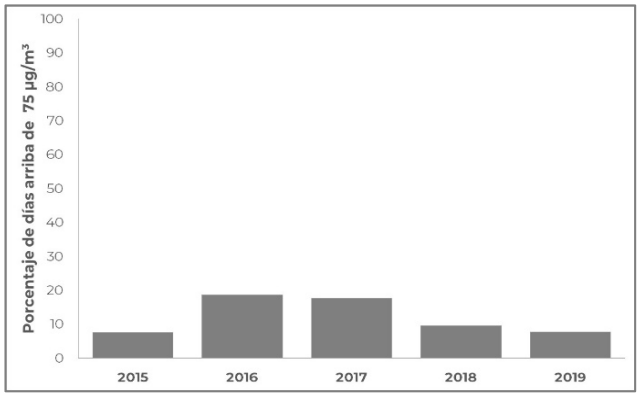
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2015-2019)



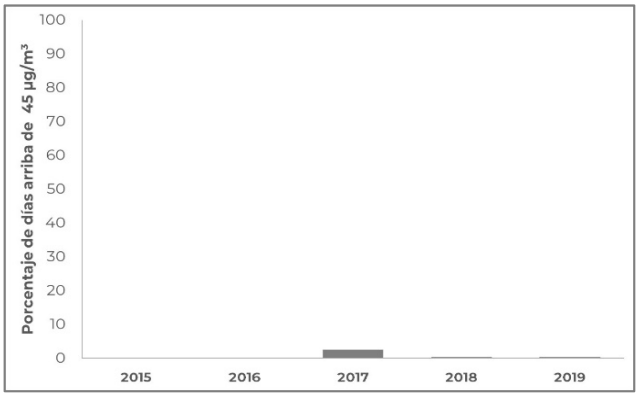
11.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 11.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2015 – 2019.

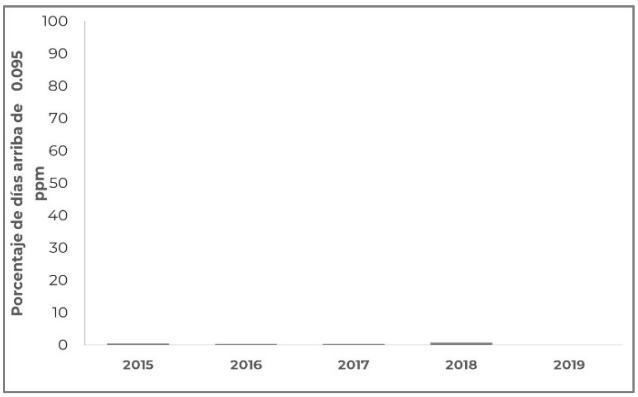
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2015 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2015 – 2019)

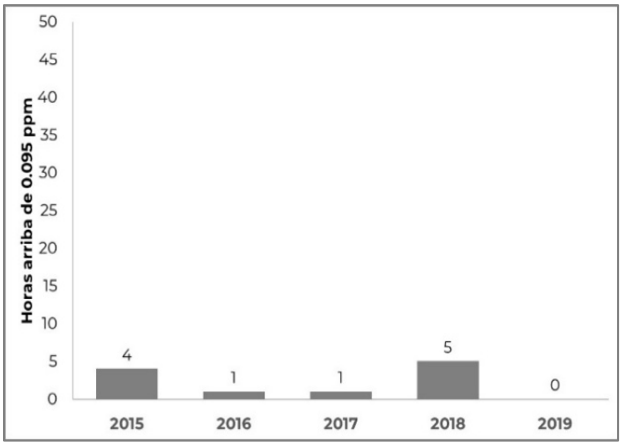


O_3 – Límite de 1 hora
(2015 – 2019)



11.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 11.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2015 – 2019.

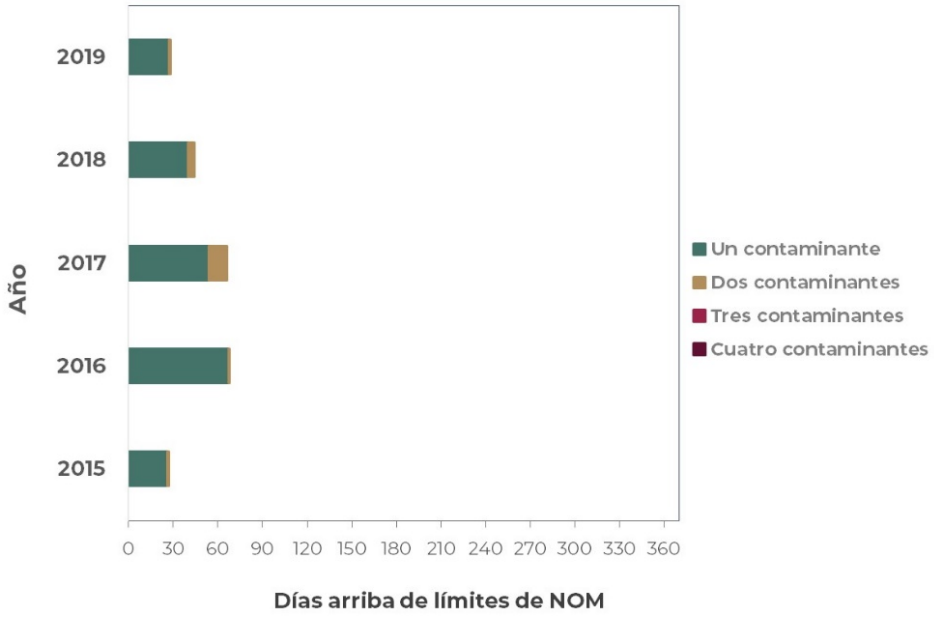


11.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 11.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2015	336	27	26	1	0	0
2016	366	68	67	1	0	0
2017	365	66	54	12	0	0
2018	363	44	40	4	0	0
2019	365	28	27	1	0	0

Figura 11.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 12.
Nuevo León



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY – AMM

En el año 2019, 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 quedó constituida por 13 estaciones de monitoreo automático. Tres estaciones en el municipio de Monterrey (Obispado, San Bernabé y Pueblo Serena, dos en San Nicolás de los Garza (San Nicolás y Universidad) y una más en cada uno de los siguientes municipios: Apodaca (Apodaca), General Escobedo (Escobedo), García (García), Cadereyta (Sureste 3), Juárez (Juárez), Guadalupe (La Pastora), San Pedro Garza García (San Pedro) y Santa Catarina (Santa Catarina). Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 12.1 a 12.8 y en las Tablas 12.1 a 12.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En todas las estaciones de monitoreo se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente al superarse los dos límites normados. La concentración más alta, como promedio de 24 horas se registró en la estación Juárez (SE2), en el municipio del mismo nombre, en tanto que el promedio anual más elevado ocurrió en San Bernabé (NO) en el municipio de Monterrey. Dichas concentraciones fueron de 240 $\mu g/m^3$ y 71 $\mu g/m^3$, respectivamente. La primera equivale a 3.2 y la segunda a 1.8 veces el valor límite respectivo (75 y 40 $\mu g/m^3$). A nivel de toda la zona metropolitana, se superó el límite normado de 24 horas en 153 días, siendo la estación San Bernabé (NO), en el municipio de Monterrey, el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia (109 días) a lo largo del año.

Temporalmente, destaca que las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre noviembre y febrero, en tanto que a lo largo de los años se observa una tendencia a la baja, tanto de la concentración promedio, como del percentil 90 en el periodo 2017 a 2019. En este mismo periodo de tiempo se ha registrado un notable decremento en el porcentaje de días del año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas, pasando de 60% en 2016 a 42% en 2019.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Al igual que en el caso de las PM_{10}, en todas las estaciones donde fue posible la evaluación de cumplimiento de Norma, se superaron los dos límites normados de protección a la salud por $PM_{2.5}$. En este caso, la concentración más alta, como promedio de 24 horas se registró en la estación San Nicolás (NE), en el municipio del mismo nombre, en tanto que el promedio anual más elevado ocurrió en la estación Universidad (N2) también en el municipio

de San Nicolás. Dichas concentraciones fueron de 209 µg/m^3 y 26 µg/m^3, respectivamente. La primera equivale a 4.6 y la segunda a 2.2 veces el valor límite respectivo (45 y 12 µg/m^3). A nivel de toda el área metropolitana, se superó el límite normado de 24 horas en 49 días, siendo la estación San Bernabé (NO), el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia (25 días) a lo largo del año.

Temporalmente, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre noviembre y febrero, con un segundo pico en el mes de mayo. Por su parte, la tendencia a lo largo de los años muestra que el promedio y los percentiles 75 y 90 muestran una tendencia estable desde el año 2010. Sin embargo, la concentración máxima registrada en 2019, es la más alta desde que se empezó a medir este contaminante. En cuanto al indicador del porcentaje de días con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas se observa una tendencia creciente de 2017 a 2019, periodo en el que los días en esta condición pasaron de 6% a 13%.

Ozono (O_3)

La norma de salud ambiental para ozono también se incumplió en 2019 en el AMM, como resultado de que en 8 de las 9 estaciones, donde fue posible la evaluación de cumplimiento, se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas) y en la otra uno de ellos (8 horas). La concentración más alta, como promedio de una hora, se registró en la estación Santa Catarina (SO), en el municipio del mismo nombre, en tanto que como promedio de 8 horas ello ocurrió en la estación Universidad (N2), en el municipio de San Nicolás de los Garza. Estas concentraciones fueron de 0.150 ppm y 0.104 ppm, las cuales son equivalentes a 1.6 y 1.5 veces el límite correspondiente (0.095 ppm y 0.070 ppm). A nivel de toda la zona metropolitana, se superó alguno de los límites normados en 47 días, siendo la estación San Pedro (SO2), en el municipio de San Pedro Garza García, el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia (30 días) a lo largo del año.

En general, las concentraciones más elevadas de este contaminante suelen presentarse entre junio y agosto, en tanto que la tendencia histórica muestra, en todos los indicadores (promedio y percentiles 25, 75 y 90), una variación aleatoria poco significativa desde el año 2002; sin embargo, destaca que en 2018 se registraron el percentil 25, el percentil 90, el promedio y el máximo más bajos en el periodo 2002-2018. Sin embargo, en 2019 se registró un repunte y dichos indicadores son similares a los registrados en 2017. Por otra parte, tanto el porcentaje de días por año, como el número de horas al año en el que se supera el límite normado de 1 hora muestran un incremento en 2019 respecto a lo observado en 2018.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire, ni a nivel regional ni a nivel de estación de monitoreo. En general, el CO y el NO_2 no han registrado concentraciones superiores al límite normado vigente correspondiente desde el año 2007 y 1994, respectivamente. El SO_2 por su parte, no ha superado el límite normado vigente desde que se hace medición del mismo en 1993.

A DESTACAR

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey son las PM_{10} (42% de los días del año), seguido del O_3 y $PM_{2.5}$ (13%) en ambos casos. En 2019, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental fue de 178, lo que significa el mejor registro en los últimos 20 años y mantiene la tendencia observada desde el año 2017.

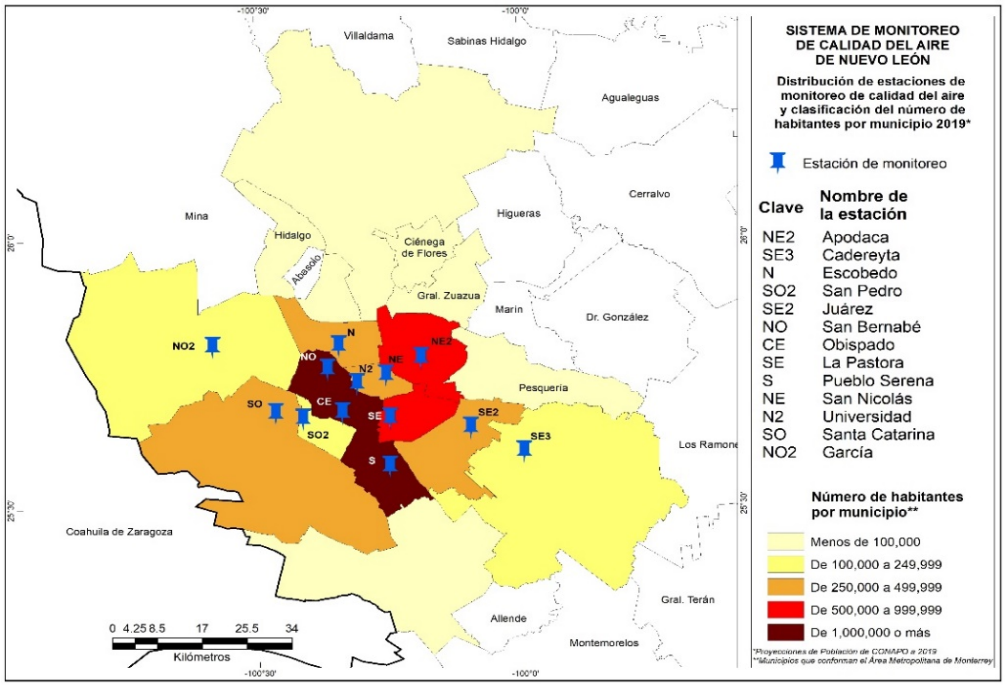
12.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 12.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nuevo León en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Monterrey	Obispado	CE	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	San Bernabé	NO	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
	Pueblo Serena	S	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
Apodaca	Apodaca	NE2	Automático (2012)	✓	✓	¤	¤	✓	✓
General Escobedo	Escobedo	N	Automático (2009)	✓	✓	¤	¤	¤	✓
García	García	NO2	Automático (2009)	✓	✓	✓	¤	¤	✓
Cadereyta	Sureste 3	SE3	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Juárez	Juárez	SE2	Automático (2012)	✓	✓	¤	✓	✓	✓
Guadalupe	La Pastora	SE	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
San Nicolás	San Nicolás	NE	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Universidad	N2	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Pedro	San Pedro	SO2	Automático (2014)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Santa Catarina	Santa Catarina	SO	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

¤ = 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 Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Figura 12.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey, 2019.

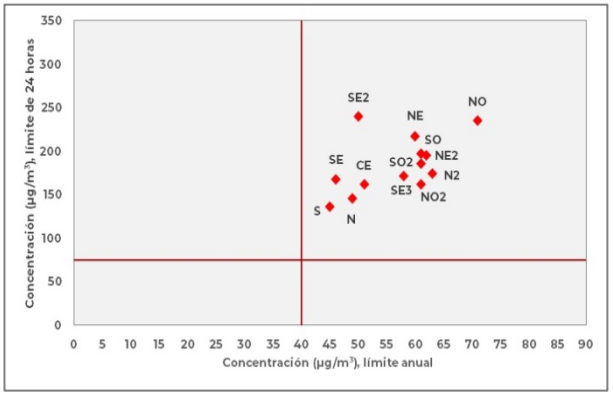


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.

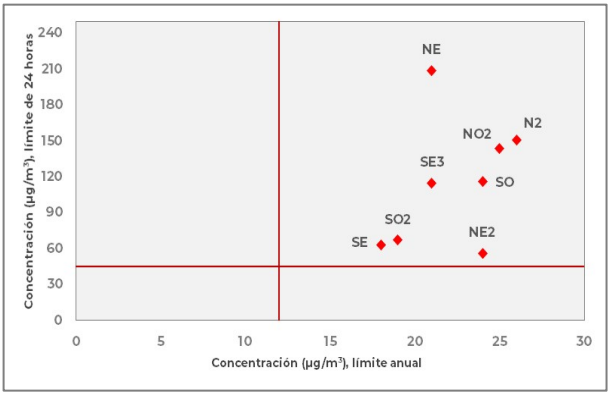
12.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 12.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2019.

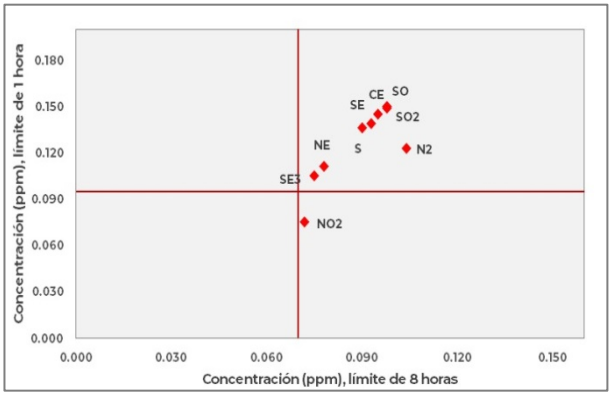
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



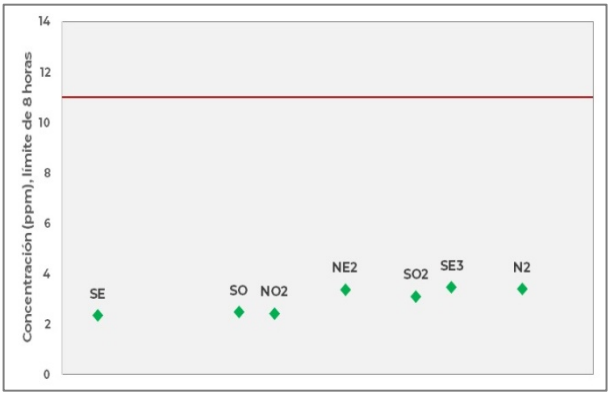
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



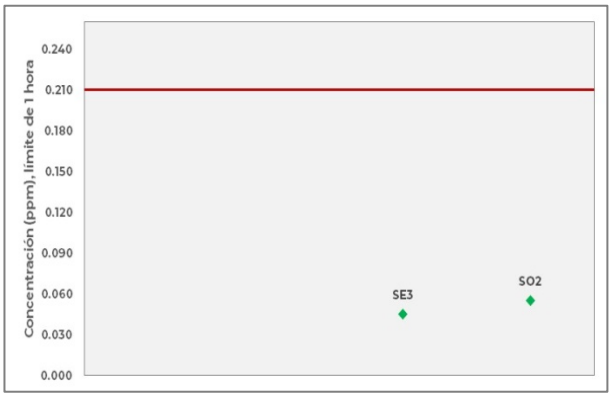
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



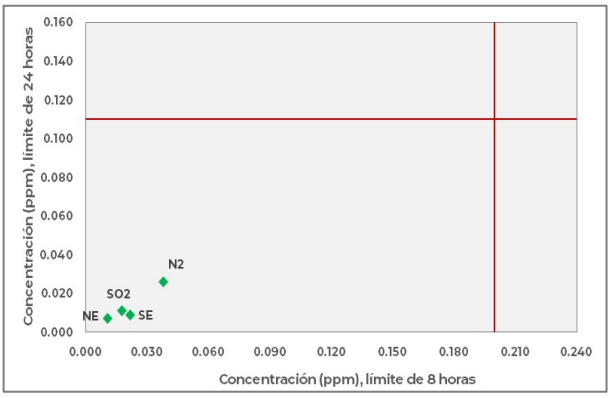
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



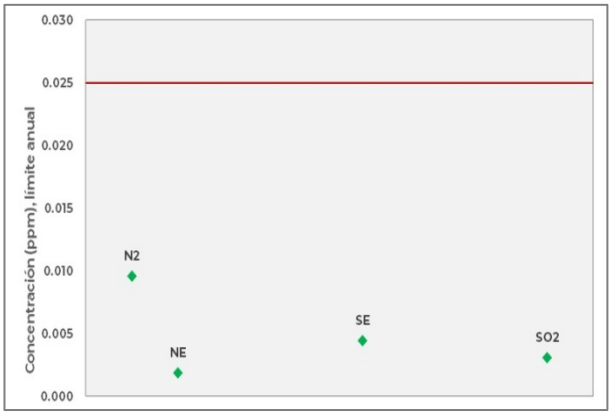
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



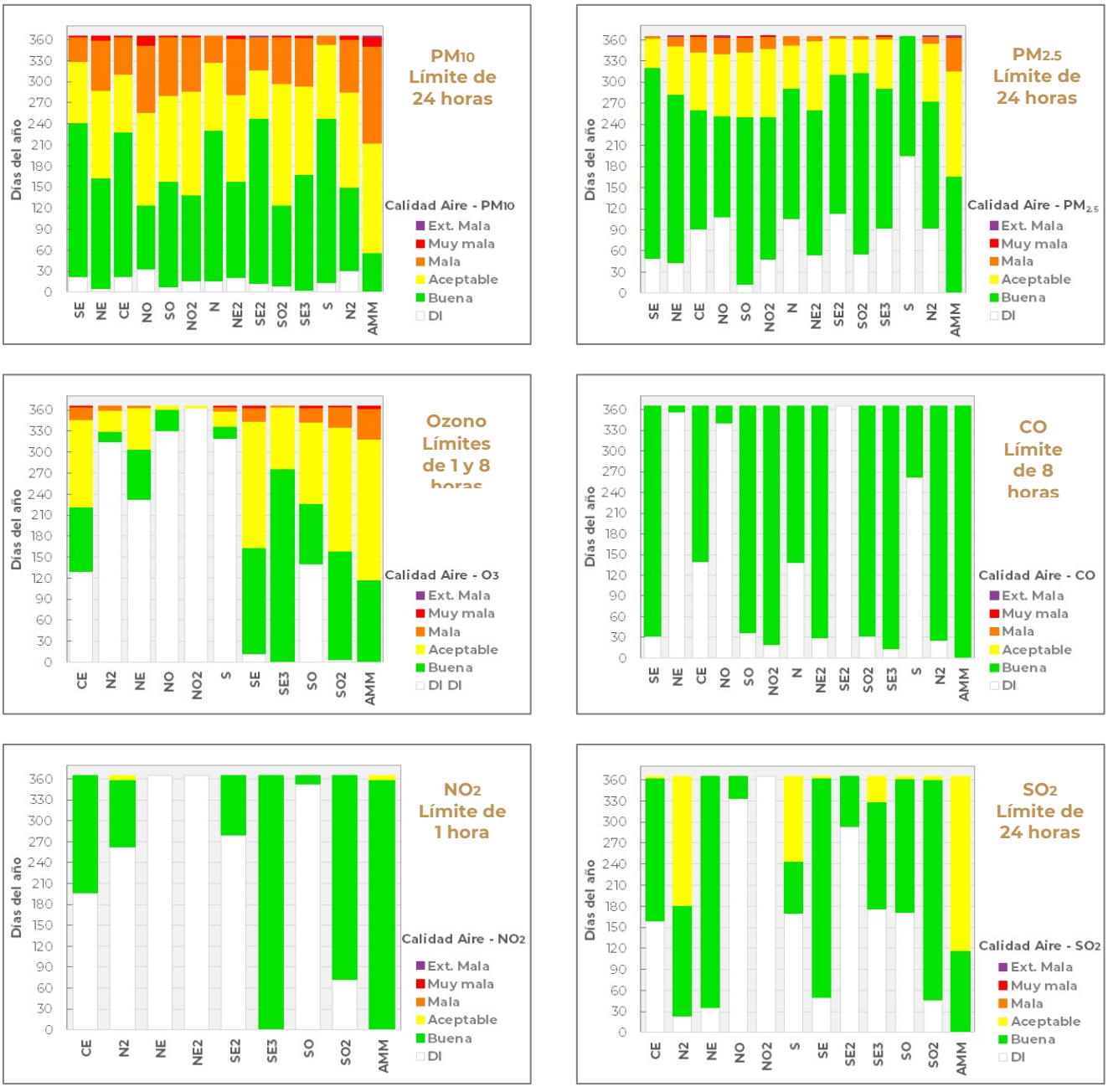
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



CE – Obispado;
NO – San Bernabé;
S – Pueblo Serena;
NE2 – Apodaca;
N – Escobedo;
NO2 – García;
SE3 – Sureste 3
SE2 – Juárez;
SE – La Pastora;
NE – San Nicolás
N2 – Universidad;
SO2- San Pedro;
SO – Santa Catarina

12.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 12.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en el Área de Metropolitana de Monterrey, en el año 2019.

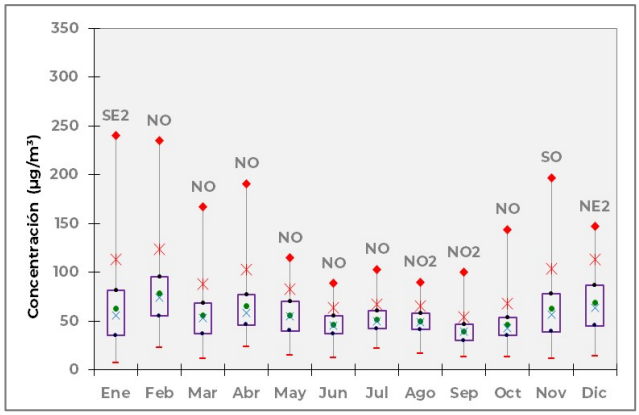


CE – Obispado;
NO – San Bernabé;
S – Pueblo Serena;
NE2 – Apodaca;
N – Escobedo;
NO2 – García;
SE3 – Sureste 3
SE2 – Juárez;
SE – La Pastora;
NE – San Nicolás
N2 – Universidad;
SO2- San Pedro;
SO – Santa Catarina
AMM –Área Metropolitana de Monterrey

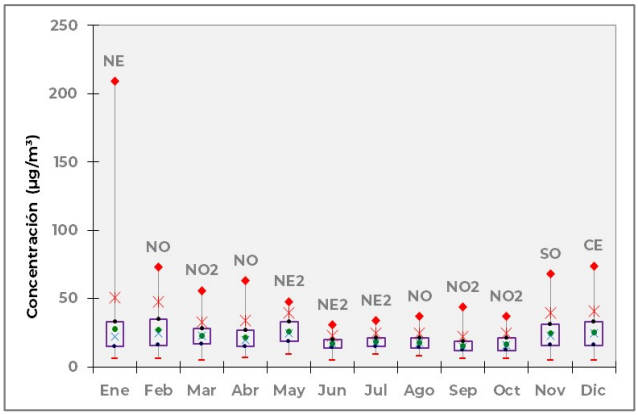
12.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 12.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2019.

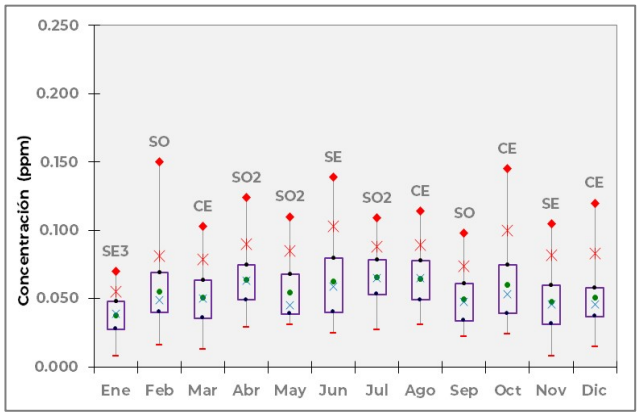
PM_{10} – Promedio de 24 horas



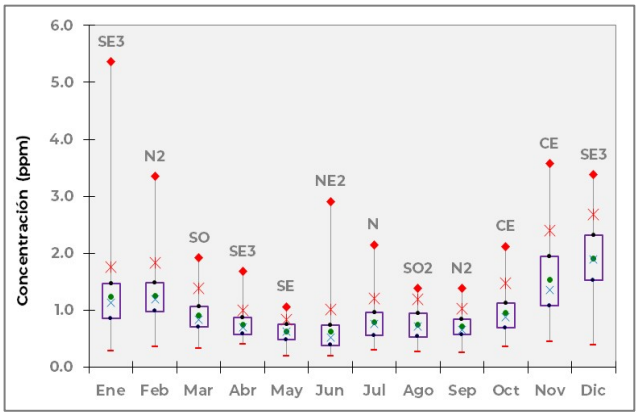
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



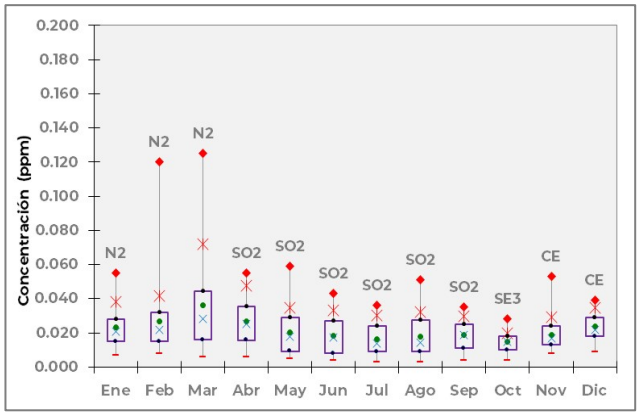
Ozono – Máximo diario de 1 hora



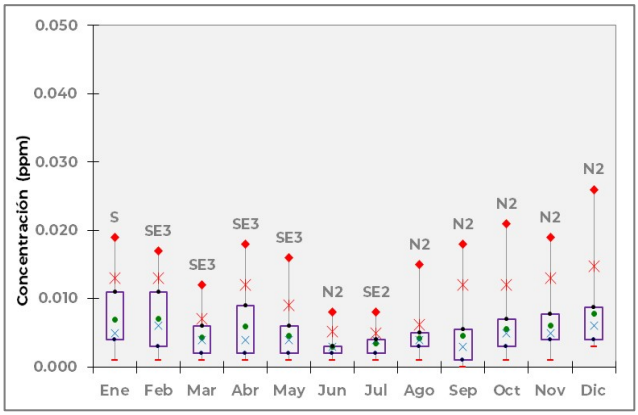
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



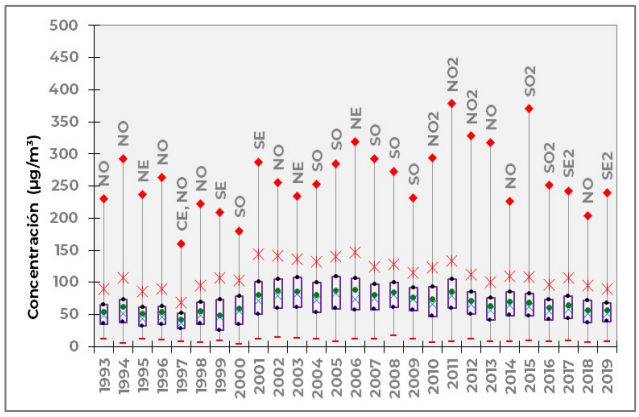
SO_2 – Promedio de 24 horas



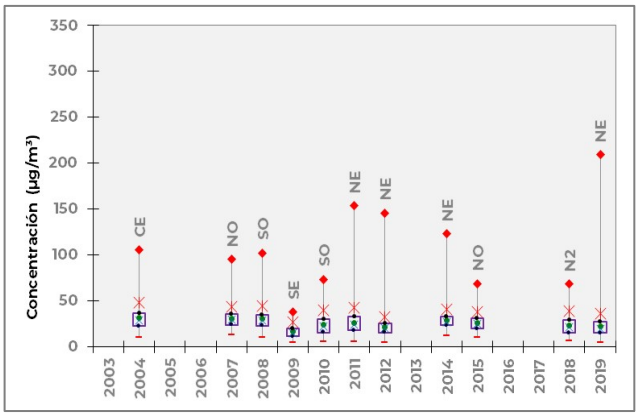
12.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN EL AMM EN EL PERIODO 1993 – 2019.

Figura 12.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el periodo 1993 - 2019.

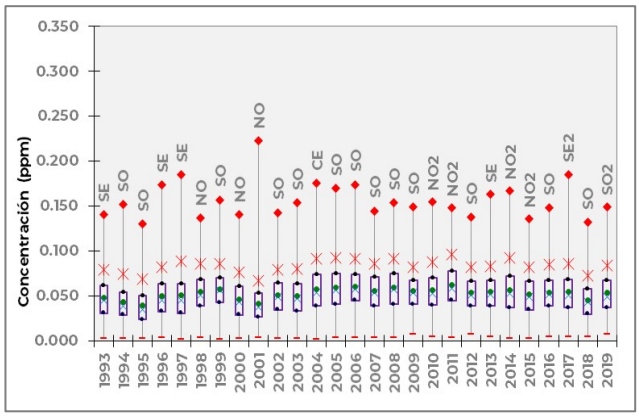
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1993-2019)



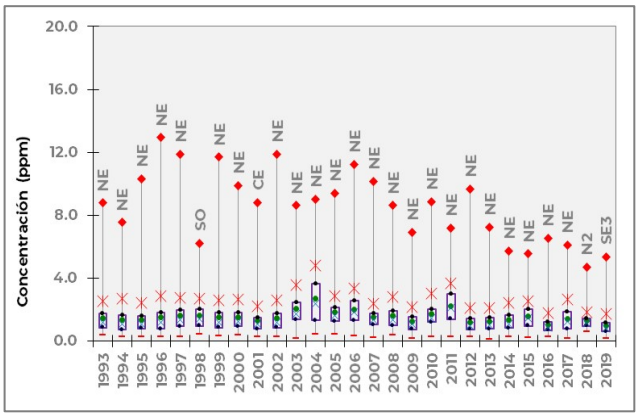
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2003-2019)



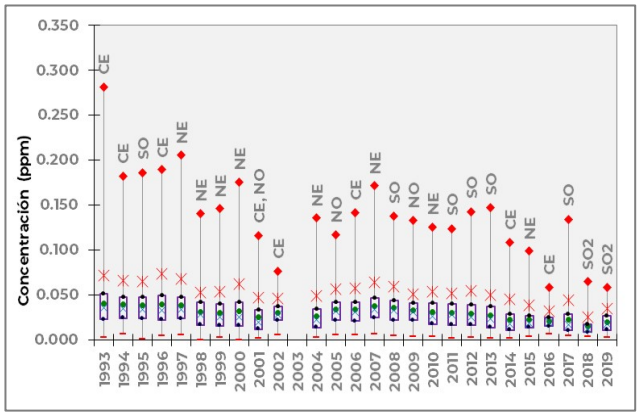
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1993-2019)



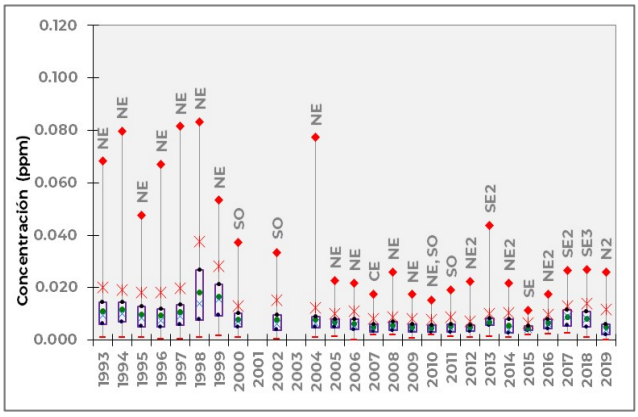
CO – Máximo diario de 8 horas
(1993-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1993-2019)



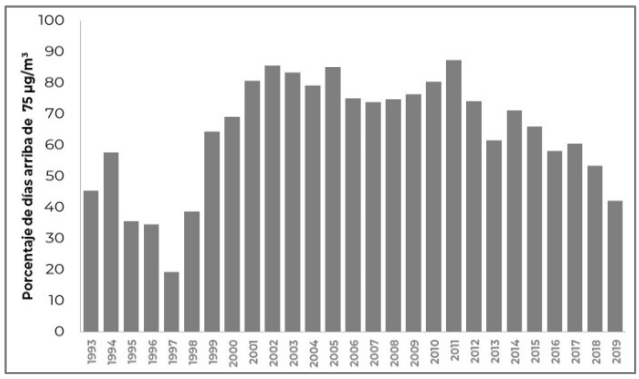
SO_2 – Promedio de 24 horas
(1993-2019)



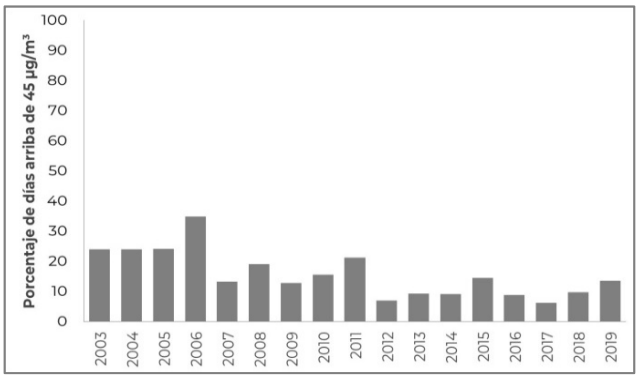
12.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 12.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1993 – 2019.

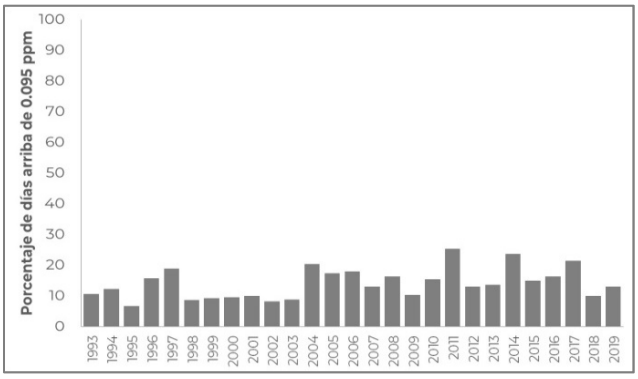
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1993 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2003 – 2019)

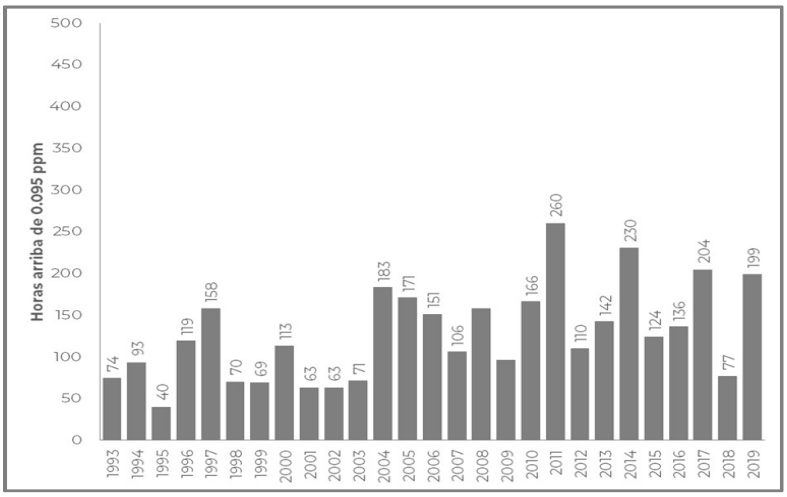


O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2019)



12.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 12.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1993 – 2019.



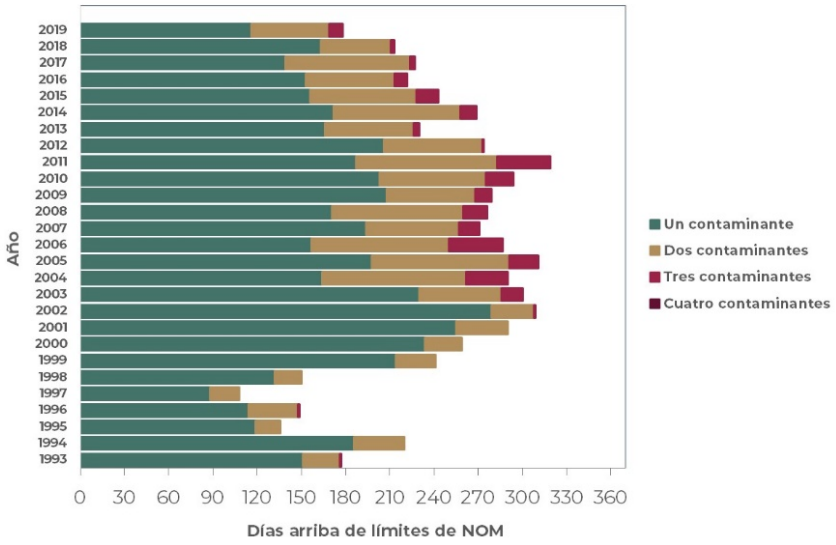
12.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 12.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
1993	365	177	151	25	1	0
1994	365	220	186	34	0	0
1995	365	136	119	17	0	0
1996	366	149	114	34	1	0
1997	362	108	88	20	0	0
1998	365	150	132	18	0	0
1999	363	241	214	27	0	0
2000	363	259	234	25	0	0
2001	365	290	255	35	0	0
2002	362	309	279	29	1	0
2003	359	300	230	56	14	0
2004	366	290	164	98	28	0
2005	365	311	198	93	20	0
2006	365	287	157	93	37	0
2007	365	271	194	63	14	0
2008	365	276	171	89	16	0
2009	365	279	208	60	11	0
2010	365	294	203	72	19	0
2011	365	319	187	96	36	0
2012	366	274	206	67	1	0
2013	365	230	166	60	4	0
2014	365	269	172	86	11	0

2015	365	243	156	72	15	0
2016	366	222	153	60	9	0
2017	365	227	139	85	3	0
2018	365	213	163	48	2	0
2019	365	178	116	53	9	0

Figura 12.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 13.
PUEBLA



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
CIUDAD DE PUEBLA Y CORONANGO

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Puebla, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado, estuvo integrado por cinco estaciones de monitoreo, cuatro de las cuales conforman la Red de Monitoreo de la Ciudad de Puebla y una estación en Coronango. Todas las estaciones están equipadas exclusivamente con equipo de monitoreo automático. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 13.1 a 13.18 y en las Tablas 13.1 a 13.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2019, la norma de calidad del aire para este contaminante no se cumplió en la ciudad de Puebla, en tanto que en Coronango no fue posible evaluar tal cumplimiento debido a la escasez de información. En Puebla, de hecho, tanto el límite normado de 24 horas como el anual fueron superados en las dos estaciones de monitoreo donde se contó con información suficiente para su análisis, siendo la estación Ninfas (NIN) el sitio con las concentraciones más altas con valores de hasta 137 y 54 $\mu g/m^3$, respectivamente, los cuales equivalen a 1.8 y 1.4 veces el límite normado correspondiente.

A nivel de ciudad, el límite normado de 24 horas se rebasó en 72 de los 365 días del año en la ciudad de Puebla, en tanto que, en Coronango, la información disponible indica que esto ocurrió en 19 de los 259 días con información válida. La estación de monitoreo donde esta situación se registró con mayor frecuencia fue Ninfas (NIN) con un total de 62 días. En ambas ciudades, las concentraciones más altas de este contaminante durante el año 2019 se registraron entre enero y mayo, en tanto que la tendencia histórica de las concentraciones diarias muestra un comportamiento muy estable entre 2014 y 2019 en Puebla y una pequeña reducción en el periodo 2014 a 2016 en Coronango. A pesar de ello, en 2019 también se observa, con respecto a 2018, un ligero decremento en el porcentaje de días del año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en la ciudad de Puebla, en tanto que en Coronango se experimentó un incremento en este indicador.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La NOM de salud ambiental para $PM_{2.5}$ sólo pudo ser evaluada en la ciudad de Puebla, y el resultado fue el incumplimiento de la misma al superarse tanto el límite normado de 24 horas como el anual en las dos estaciones de monitoreo que contaron con información suficiente para hacer tal evaluación. Las concentraciones más elevadas de este contaminante, tanto

como promedio de 24 horas como anual, se registraron en la estación ubicada en la Universidad Tecnológica de Puebla (UTP), con registros de 92 y 21 µg/m^3, respectivamente, los cuales equivalen a 2 y 1.8 veces el límite normado correspondiente. En la estación Ninfas (NIN) también se registró un promedio anual de 21 µg/m^3.

En general, en Puebla, se registraron 250 días con buena calidad del aire, 101 con calidad aceptable, 10 con mala calidad y 4 con muy mala calidad, de acuerdo con los parámetros definidos por el índice Aire y Salud. La temporada del año en la que suelen registrarse las concentraciones más altas de este contaminante en la entidad es entre enero y mayo, siendo particularmente más altas en este último mes, en tanto que históricamente las concentraciones diarias de este contaminante muestran un comportamiento muy estable en todos los años con información disponible. Comportamiento que también se observa en el indicador que reporta el porcentaje de días por año con concentraciones promedio de 24 horas superiores al límite normado correspondiente. Dicho porcentaje se ubica por debajo del 5% en la ciudad de Puebla, en tanto que en Coronango sólo se dispone de datos para los años 2014 y 2015, periodo en el que se pasó de 14% a 0% de días en esta condición, aunque es importante decir que en 2015 sólo se contó con información válida para 51 días del año.

Ozono (O_3)

Tanto en Puebla como en Coronango se incumplió la norma de este contaminante. En ambas ciudades se rebasaron los dos límites normados de protección a la salud (1 y 8 horas). Las concentraciones más altas se registraron en la ciudad de Puebla, específicamente en la estación de monitoreo Benemérito Instituto Normal del Estado (BIN) con valores de hasta 0.149 y 0.108 ppm, respectivamente. Ambos valores de concentración equivalen a 1.6 veces el límite normado correspondiente.

En 2019, al menos uno de los límites normados de ozono fue rebasado en 40 días en la ciudad de Puebla y en 44 días en Coronango. En el caso de Puebla, 38 de esos 40 días correspondieron a una mala calidad del aire y 2 a muy mala calidad, en tanto que Coronango todos correspondieron a una condición de mala calidad del aire de acuerdo con los criterios definidos por el índice Aire y Salud. En el resto de los días, en ambas ciudades, la calidad del aire fue de buena a aceptable. En general, las concentraciones más altas de este contaminante se registran entre febrero y mayo, aunque en el caso de Coronango se registraron altas concentraciones también en el mes de septiembre.

Con respecto al comportamiento de las concentraciones de este contaminante a lo largo de los años, en Puebla se observan, pequeñas variaciones aleatorias tanto al alza como a la baja en el periodo 2000 a 2019. En el caso particular del año 2019 destaca una ligera reducción en las concentraciones respecto a lo observado en 2018. En el caso de Coronango el comportamiento es más estable, destacando una ligera reducción en el periodo 2017 - 2018. Esta situación se refleja también en los indicadores sobre

el número de días y de horas con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, los cuales muestran una reducción respecto a lo observado en 2018.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de la entidad donde fueron medidos.

A DESTACAR

En 2019, en Puebla se registró el incumplimiento de al menos una norma de calidad del aire en el 27% de los días del año, en tanto que en Coronango ello ocurrió en 19% de los días con información válida. El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad de Puebla son las partículas PM_{10}, en tanto que en Coronango fue el ozono.

13.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 13.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

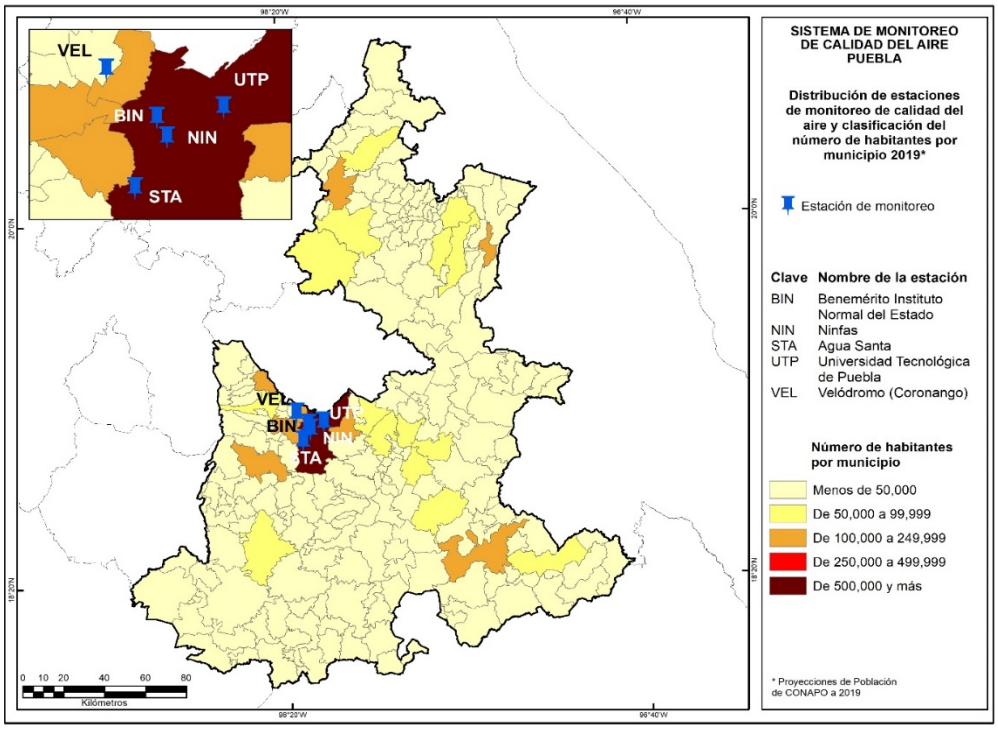
Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Puebla	Benemérito Instituto Normal del Estado	BIN	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ninfas	NIN	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Agua Santa	STA	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Universidad Tecnológica de Puebla	UTP	Automático (2010)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Coronango *	Velódromo	VEL	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

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

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

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado.

Figura 13.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Puebla, 2019.

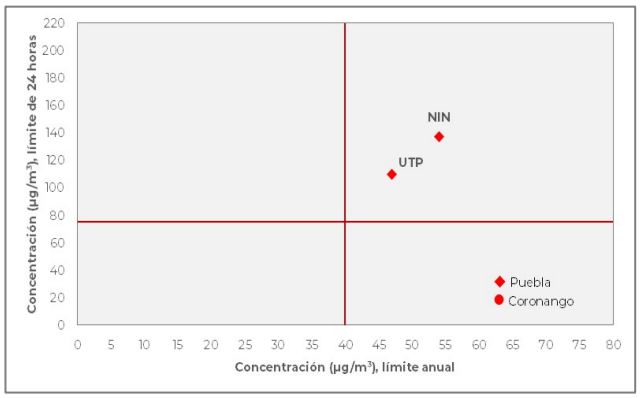


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado.

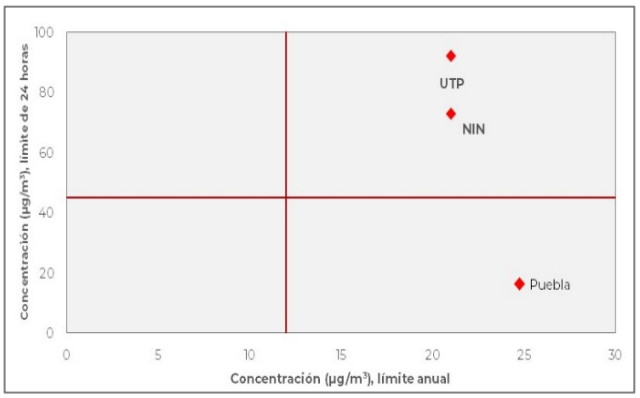
13.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 13.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Puebla, en el año 2019.

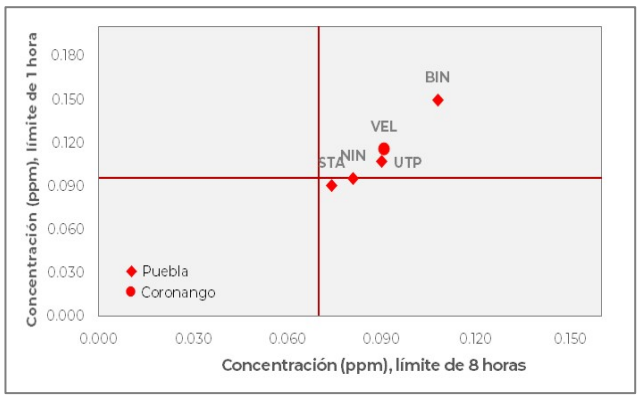
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



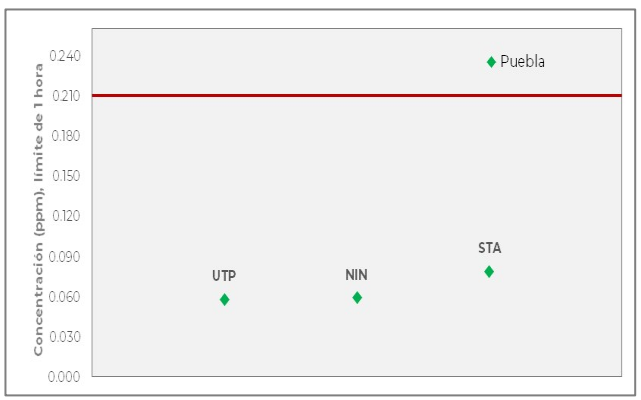
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm – línea vertical)



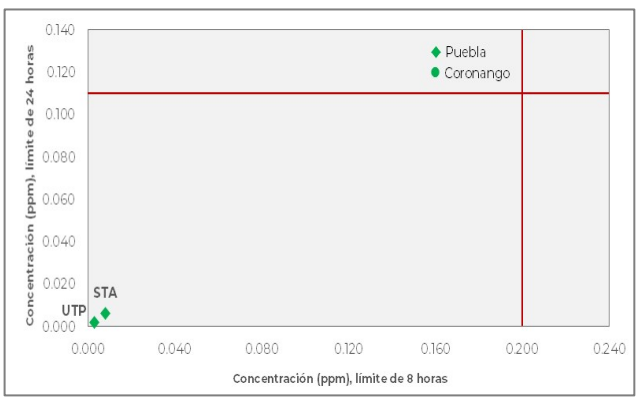
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm – línea horizontal)



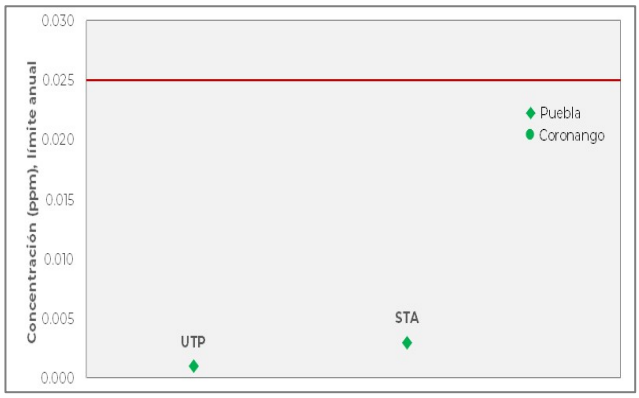
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm – línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm – línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)

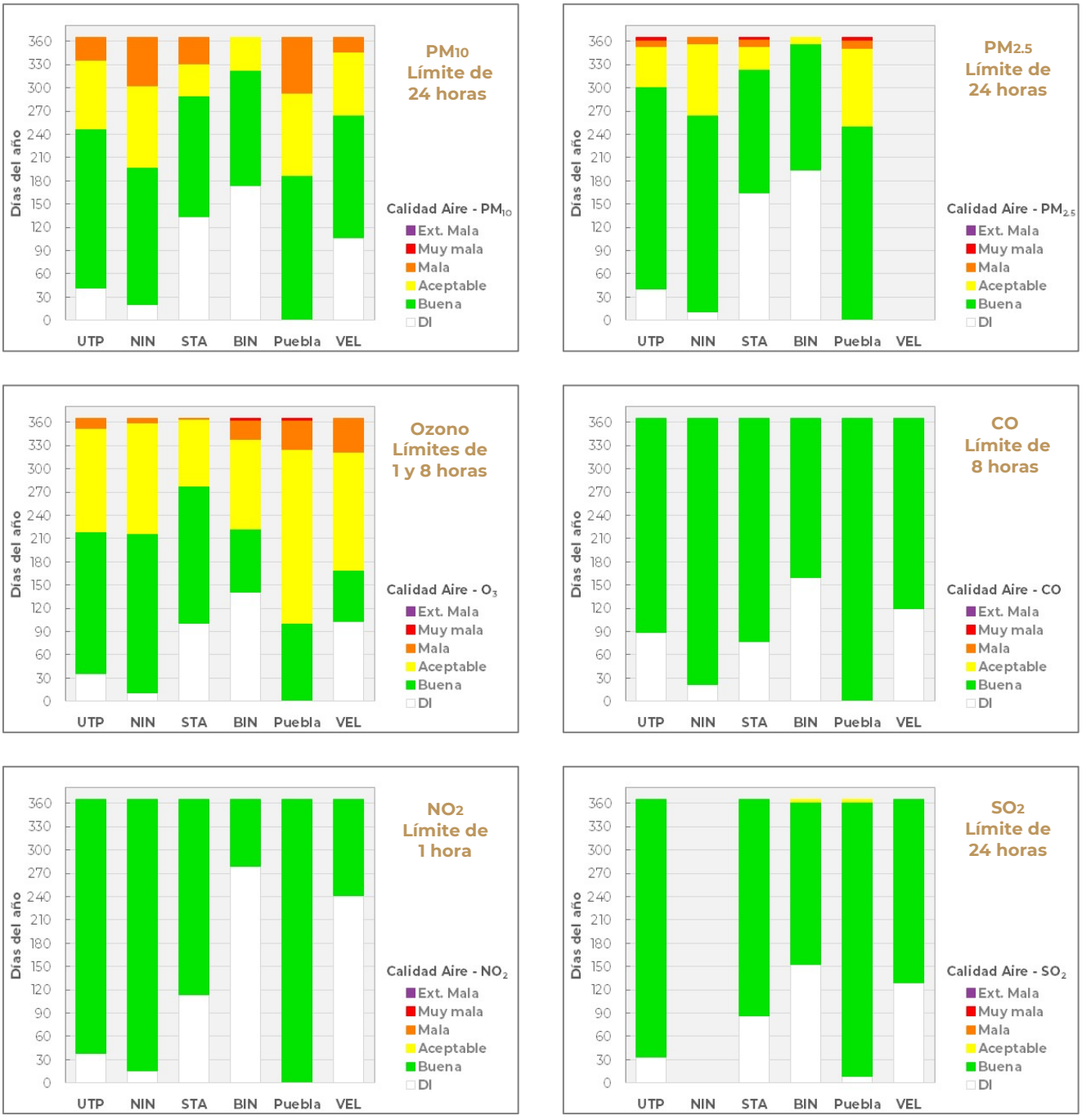


Puebla
BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado
NIN – Ninfas
STA – Agua Santa
UTP – Universidad Tecnológica de Puebla

Coronango
VEL- Velódromo

13.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 13.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Puebla, en el año 2019.



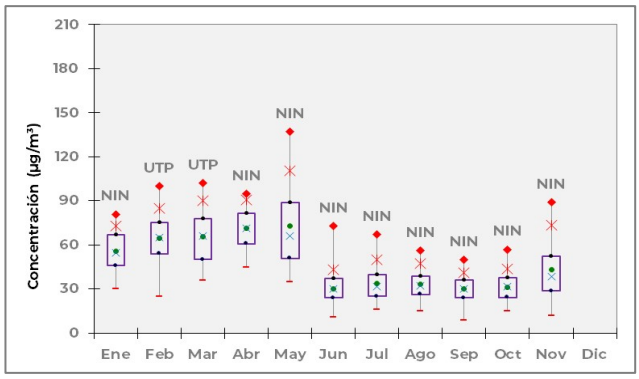
Puebla
BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado
NIN – Ninfas
STA – Agua Santa
UTP – Universidad Tecnológica de Puebla

Coronango
VEL- Velódromo

13.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 13.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla.
Promedios 24 horas

Puebla



Coronango

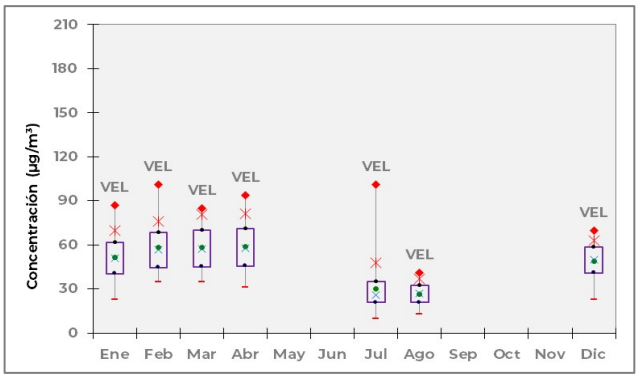


Figura 13.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla.

Promedios 24 horas

Puebla

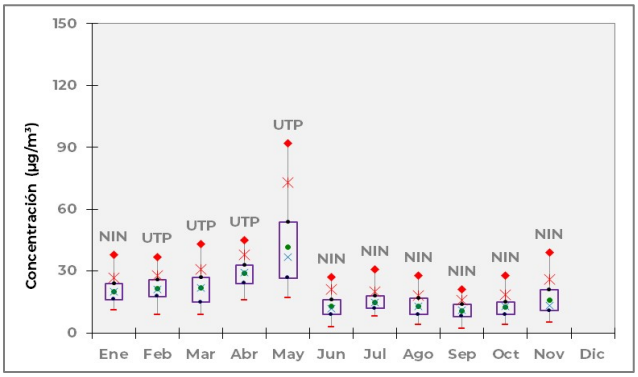
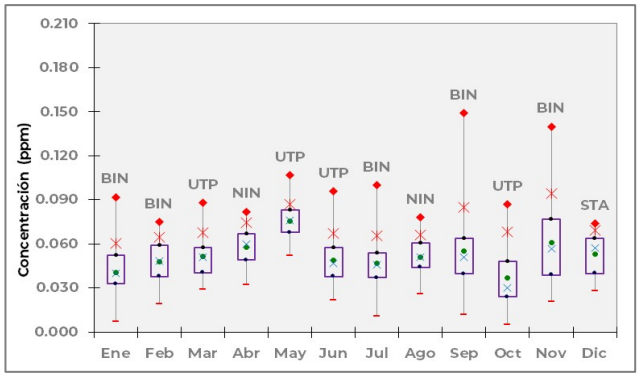


Figura 13.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla.

Máximo diario de 1 hora

Puebla



Coronango

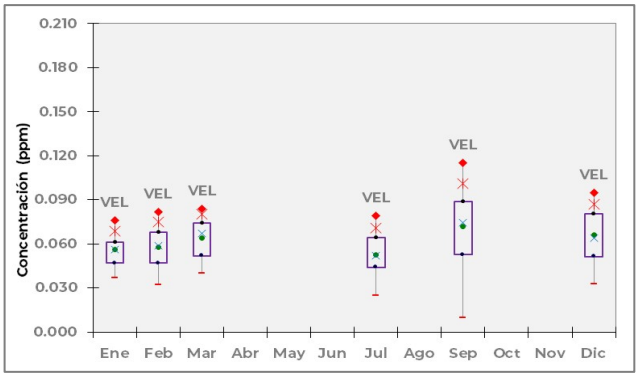
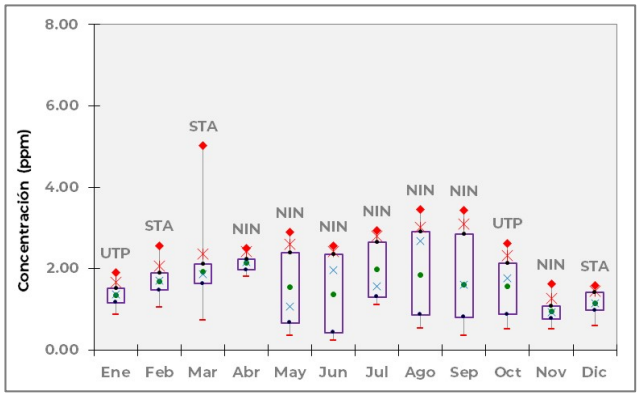


Figura 13.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla.

Máximo diario de 8 horas

Puebla



Coronango

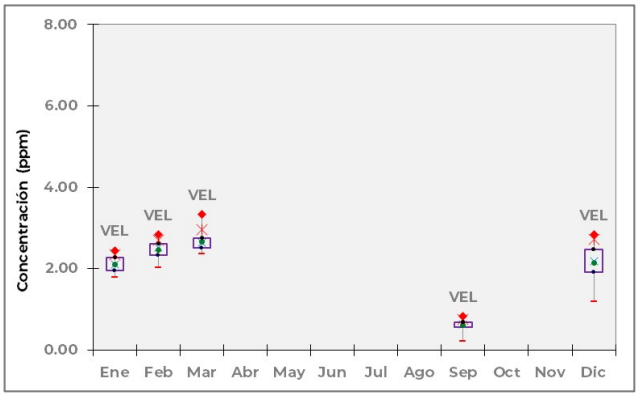
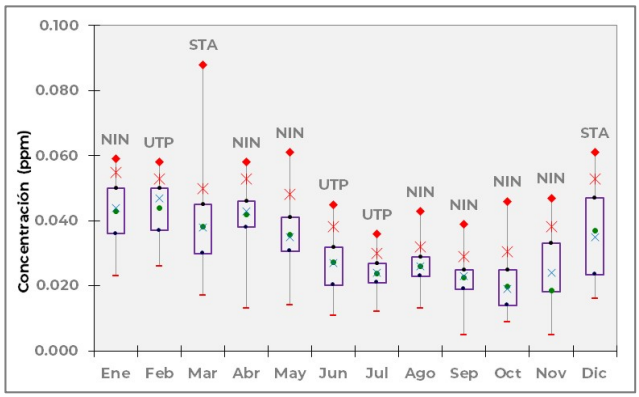


Figura 13.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla.

Máximo diario de 1 hora

Puebla



Coronango

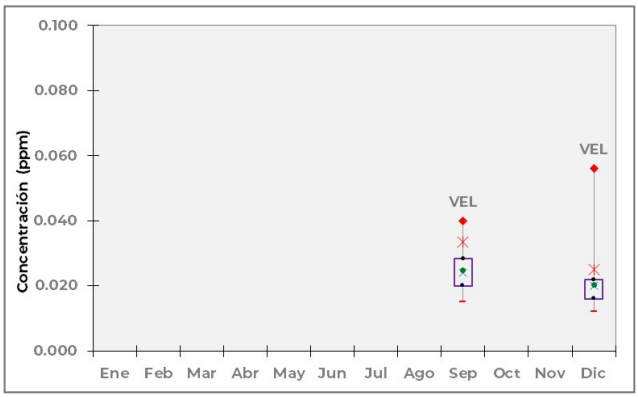
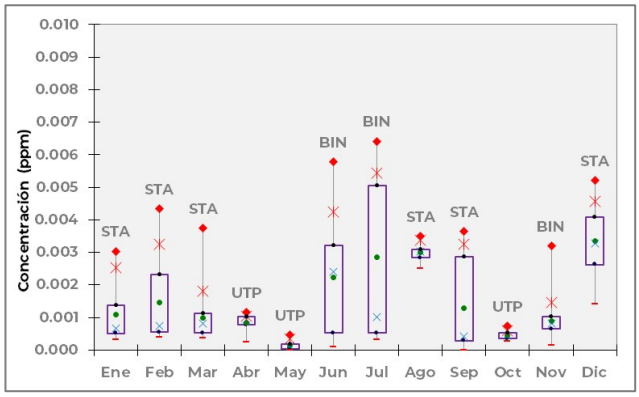


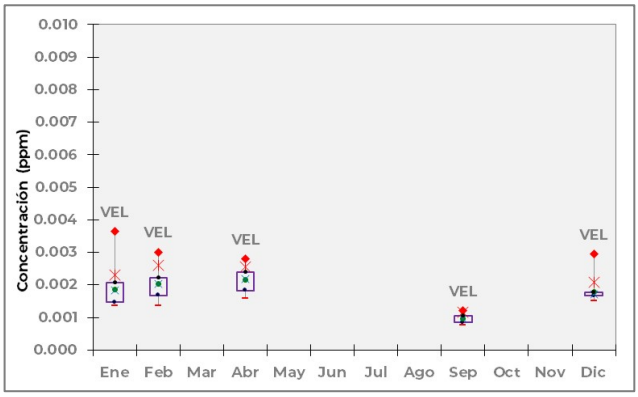
Figura 13.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Puebla.

Promedio de 24 horas

Puebla



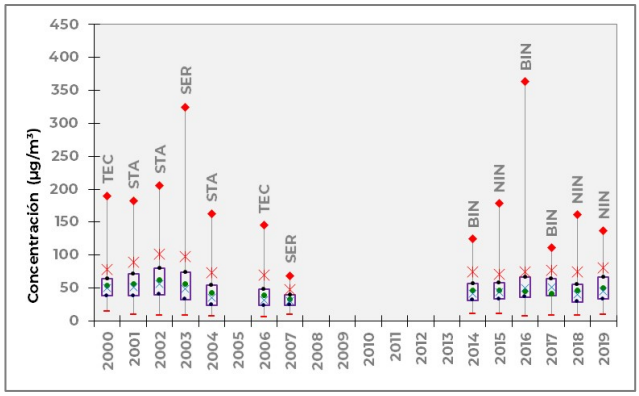
Coronango



13.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Puebla en el periodo 2000 – 2019.

Figura 13.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019.

Puebla (2000 – 2019)



Coronango (2012 – 2019)

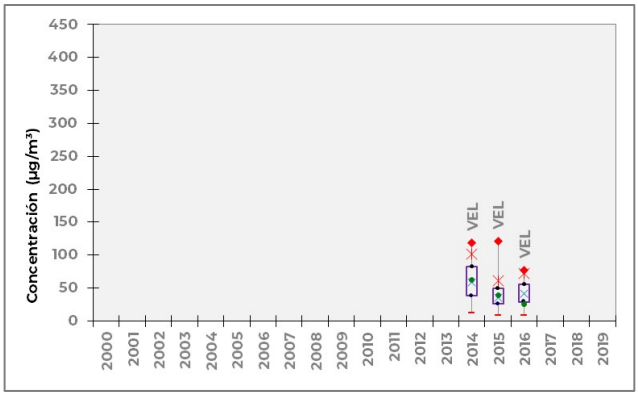
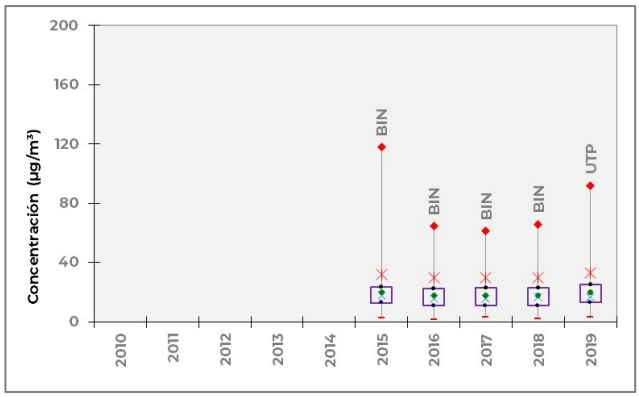


Figura 13.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2010 – 2019.

Puebla (2010 – 2019)



Coronango (2012 – 2019)

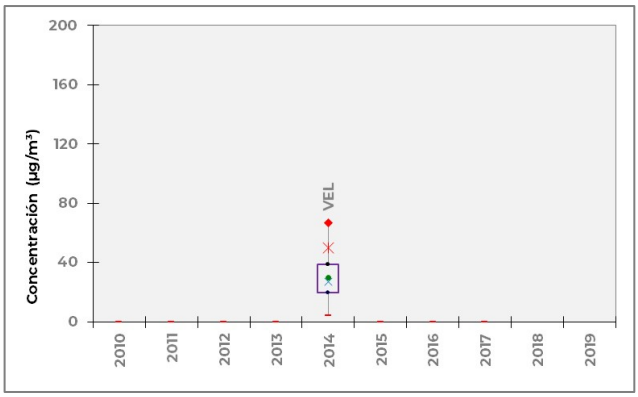
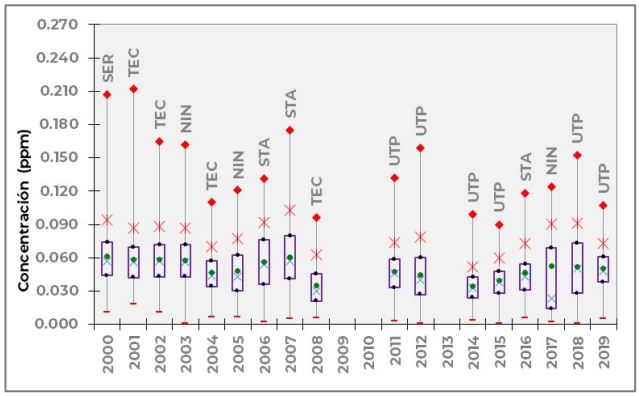


Figura 13.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019.

Puebla (2000 – 2019)



Coronango (2012 – 2019)

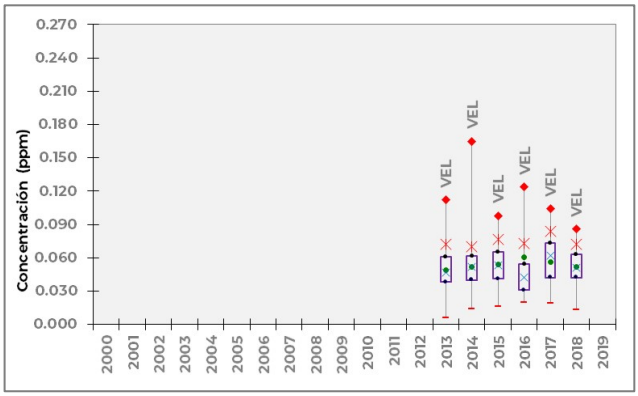
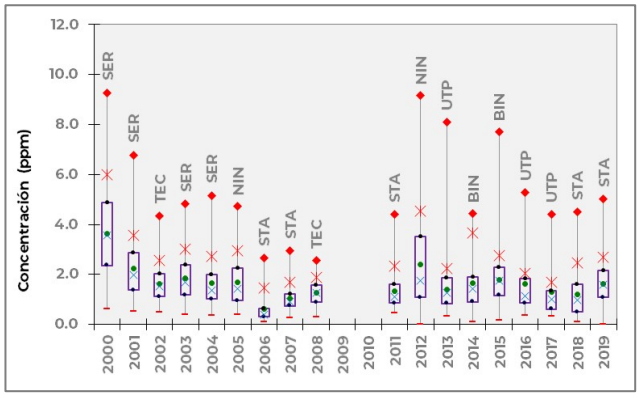


Figura 13.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019.

Puebla
(2000 – 2019)



Coronango
(2012 – 2019)

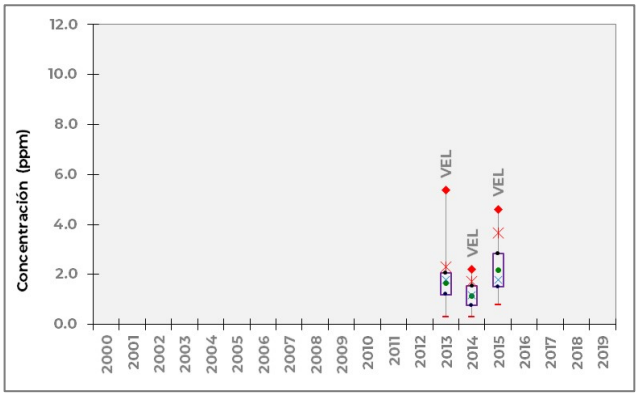
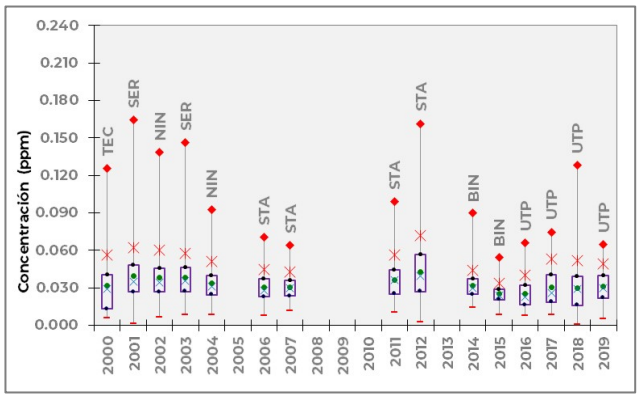


Figura 13.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019.

Puebla
(2000 – 2019)



Coronango
(2012 – 2019)

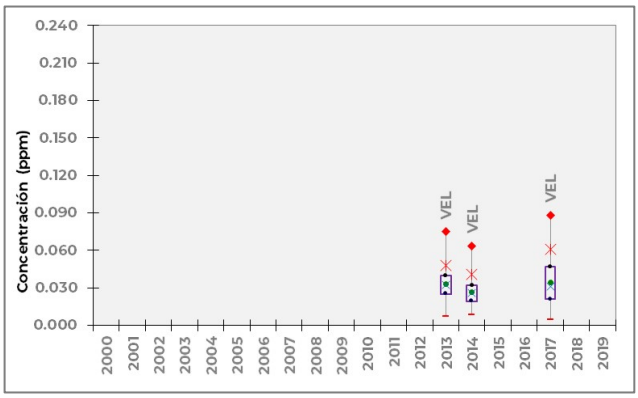
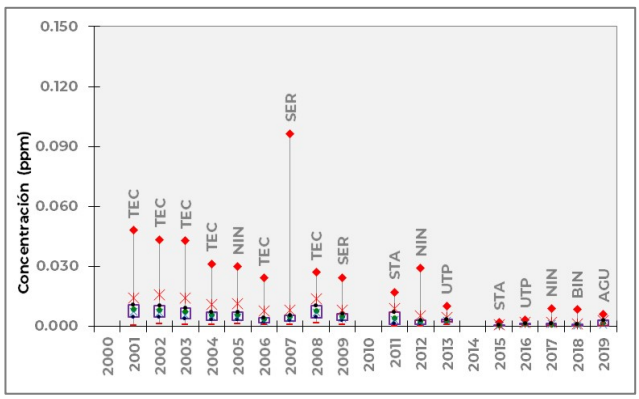
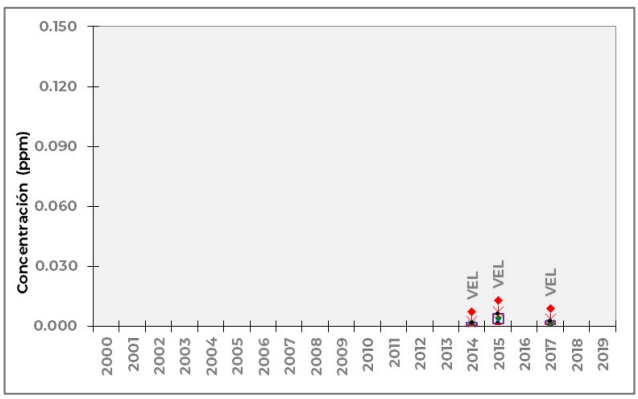


Figura 13.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2019.

Puebla
(2000 – 2019)



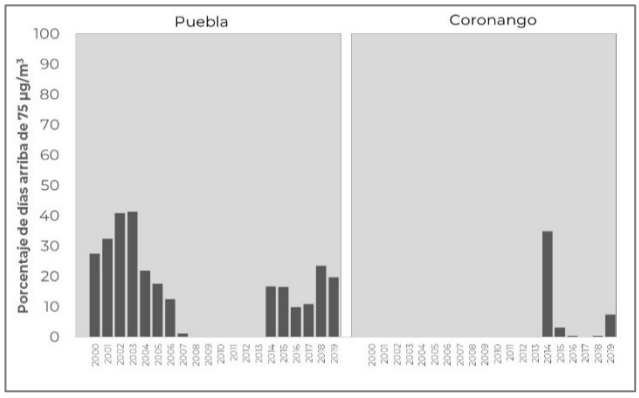
Coronango
(2012 – 2019)



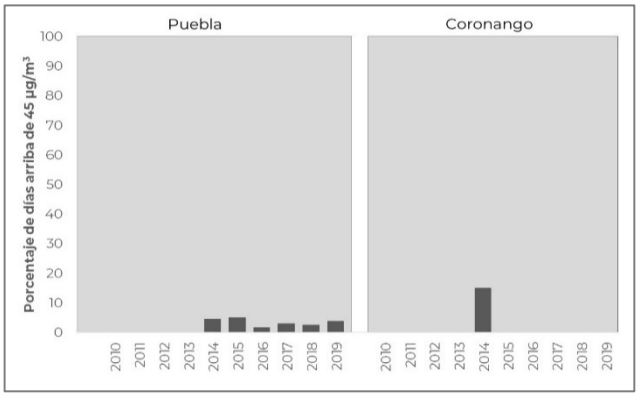
13.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 13.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2019.

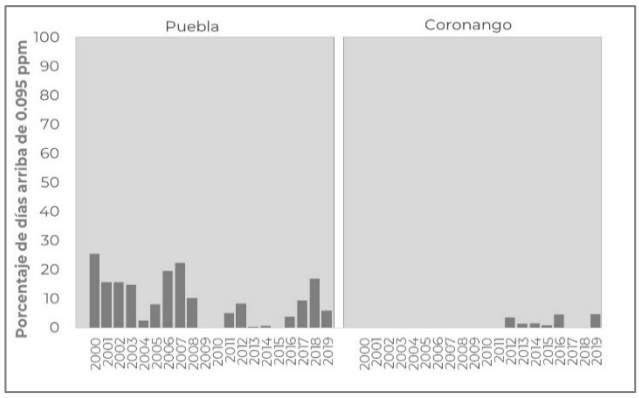
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2000 – 2019)



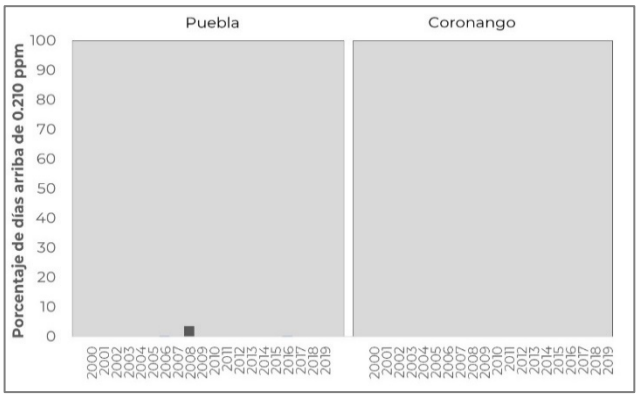
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2010 – 2019)



O_3 – Límite de 1 hora
(2000 – 2019)

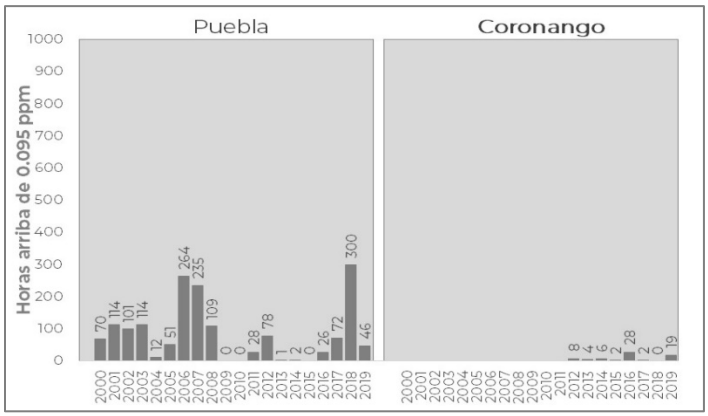


NO_2 – Límite de 1 hora
(2000– 2019)



13.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 13.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2000 – 2019.



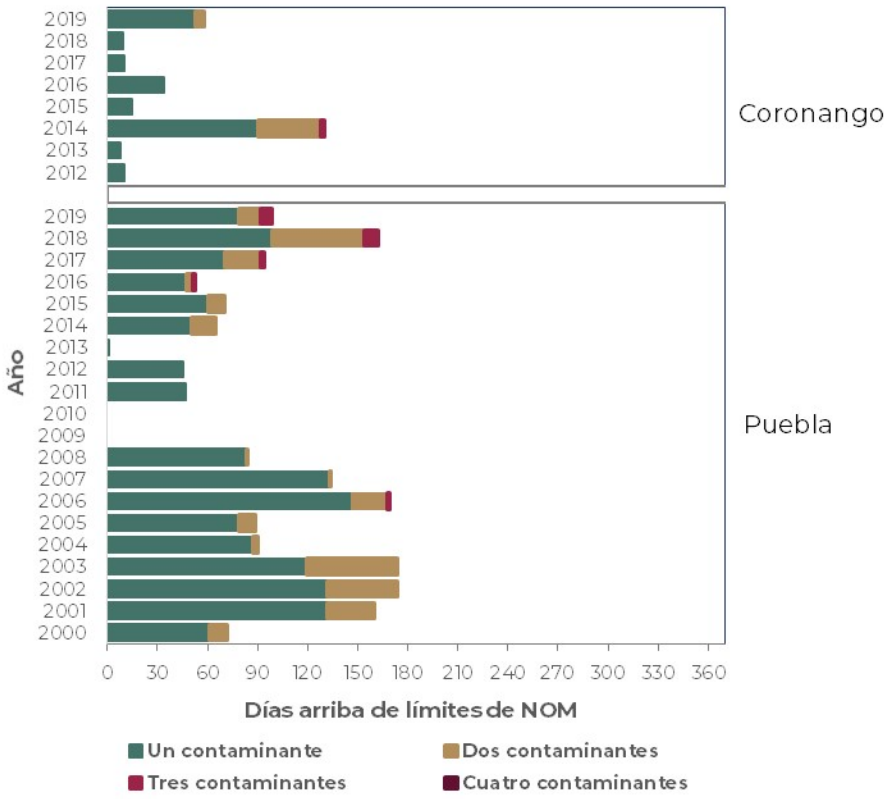
13.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 13.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 Contaminantes
Puebla	2000	153	72	61	11	0	0
	2001	365	160	132	28	0	0
	2002	365	174	132	42	0	0
	2003	365	174	119	55	0	0
	2004	366	90	87	3	0	0
	2005	365	89	79	10	0	0
	2006	365	169	146	22	1	0
	2007	365	134	133	1	0	0
	2008	361	84	83	1	0	0
	2009	358	0	0	0	0	0
	2010	365	0	0	0	0	0
	2011	365	47	47	0	0	0
	2012	366	45	45	0	0	0
	2013	358	1	1	0	0	0
	2014	365	65	50	15	0	0
	2015	365	70	60	10	0	0
	2016	366	53	47	4	2	0

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 Contaminantes
	2017	365	94	70	22	2	0
	2018	365	162	99	55	8	0
	2019	365	99	79	13	7	0
Coronango	2012	209	10	10	0	0	0
	2013	356	8	8	0	0	0
	2014	348	130	90	38	2	0
	2015	355	15	15	0	0	0
	2016	358	34	34	0	0	0
	2017	361	10	10	0	0	0
	2018	362	9	9	0	0	0
	2019	298	58	53	5	0	0

Figura 13.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 14. QUERÉTARO



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
QUERÉTARO

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Querétaro, a cargo del Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétaro (CeMCAQ), estuvo integrado por la red de monitoreo de Santiago de Querétaro, así como por las estaciones de monitoreo ubicadas en los municipios de Corregidora, El Marqués y San Juan del Río. Los hallazgos más relevantes, tanto del año 2019 como de las tendencias históricas de estos contaminantes se ilustran en las Figuras 14.1 a 14.18 y en las Tablas 14.1 a 14.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Este contaminante sólo se mide en los municipios de Santiago de Querétaro y San Juan del Río: en ambos sitios se superaron los dos límites normados y las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en Santiago de Querétaro. Dichas concentraciones fueron de 184 µg/m³ y 67 µg/m³, respectivamente, las cuales equivalen a 2.5 y 1.7 veces el límite normado correspondiente (75 µg/m³ y 40 µg/m³). La frecuencia con la que se presentan concentraciones superiores al límite de 24 horas, que indican una mala calidad del aire, también es más alta en Santiago de Querétaro que en San Juan del Río, en la primera esta situación se presentó en 81 días a lo largo del año, en tanto que en la segunda ello ocurrió en 6 días. Estos datos indican un repunte respecto a lo observado en 2018 en Santiago de Querétaro y una ligera reducción en San Juan del Río. Con respecto a la época del año con los registros más altos de contaminación por este contaminante destaca que en Santiago de Querétaro ello ocurre entre noviembre y diciembre, en tanto que en San Juan del Río es entre abril y mayo.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La NOM de este contaminante se incumplió tanto en Santiago de Querétaro (Félix Osores, FEO), donde se superó el límite anual (12 µg/m³) con un registro de 13 µg/m³, como en San Juan del Río (SJU), donde se superaron tanto el límite anual como el de 24 horas (45 µg/m³), al alcanzar registros de hasta 17 µg/m³ y 48 µg/m³, respectivamente. Es importante destacar, sin embargo, que el límite de 24 horas sólo se rebasó una vez en todo el año en San Juan del Río. En el resto de las estaciones con capacidad de medir este contaminante, tanto en Santiago de Querétaro, como en Corregidora y El Marqués, no fue posible evaluar el cumplimiento de norma por insuficiencia de datos. En general, las concentraciones de $PM_{2.5}$ suelen ser más altas en julio y agosto, en el caso de Santiago de Querétaro, y entre abril y mayo en San Juan del Río.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se incumplió en Santiago de Querétaro, Corregidora, El Marqués y San Juan del Río. En todas las ciudades se registraron concentraciones, tanto de una como de ocho horas, que superaron los límites normados correspondientes (0.095 ppm y 0.070 ppm). La concentración más alta como promedio de 1 hora se registró en El Marqués, en tanto que, como promedio de 8 horas, ello ocurrió en Santiago de Querétaro. Dichas concentraciones fueron de 0.108 y 0.089 ppm, respectivamente, que equivalen a 1.1 y 1.3 veces el límite normado correspondiente. El número de días con mala calidad del aire por ozono en 2019 fue de 36 en Santiago de Querétaro, 12 en El Marqués, 11 en San Juan del Río y 10 en Corregidora. En todas estas ciudades, las concentraciones más elevadas de ozono suelen ocurrir entre abril y junio, en tanto que a lo largo de los años no se observan cambios significativos en los niveles de concentración.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Las 7 estaciones del SMCA de Querétaro tienen capacidad de medir estos contaminantes y en todas aquellas donde hubo información suficiente para evaluar el cumplimiento de las normas correspondientes, estas se cumplieron. De hecho, en todas las ciudades, la información disponible indica claramente que predominan los días con buena calidad del aire con respecto a estos contaminantes.

A DESTACAR

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Santiago de Querétaro son las partículas PM_{10}, en tanto que, en San Juan del Río, Corregidora y el Marqués lo es el ozono.

En 2019 el número de días en que se incumple al menos una norma de calidad del aire, a nivel de ciudad, se incrementó notablemente en la ciudad de Querétaro al pasar de 65 en 2018 a 108 en 2019. Lo mismo sucedió en El Marqués donde se pasó de 3 a 12 días y en San Juan del Río donde los registros fueron de 9 en 2018 y 16 en 2019.

Las estaciones de Corregidora y El Marqués no generaron información suficiente sobre partículas $PM_{2.5}$, lo que impidió la evaluación del cumplimiento de norma de este contaminante.

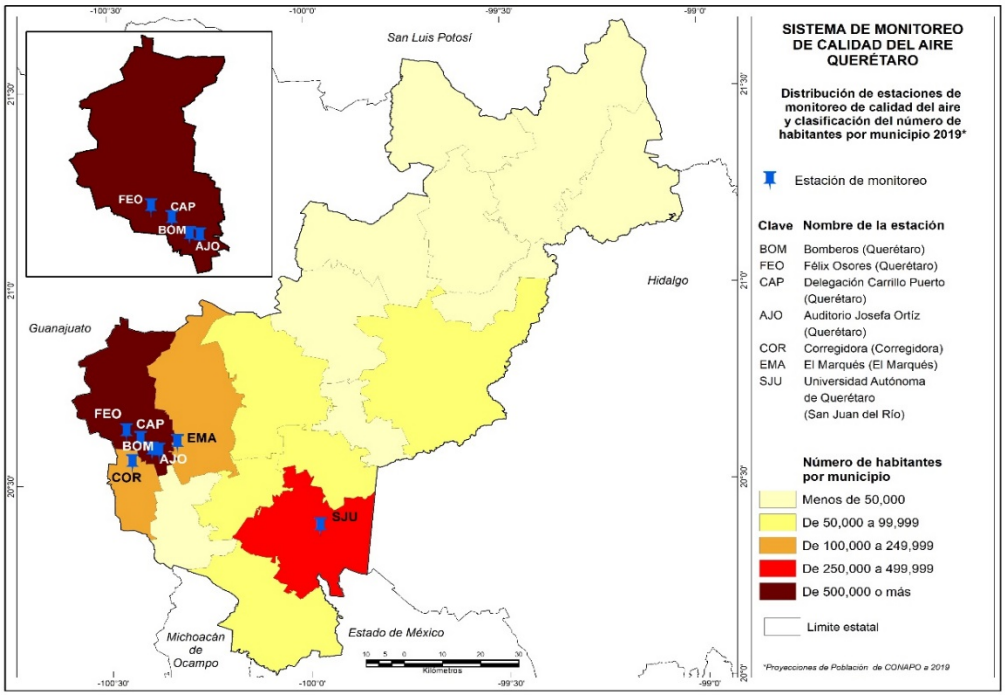
14.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 14.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de Monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Santiago de Querétaro	Bomberos	BOM	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Félix Osores	FEO	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Delegación Carrillo Puerto	CAP	Automático (2000)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Auditorio Josefa Ortiz	AJO	Automático (2013)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
Corregidora	Corregidora	COR	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
El Marqués	El Marqués	EMA	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
San Juan del Río	Universidad Autónoma de Querétaro	SJU	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

Figura 14.1. Ubicación de las estaciones que conforman el SMCA de Querétaro, 2019.

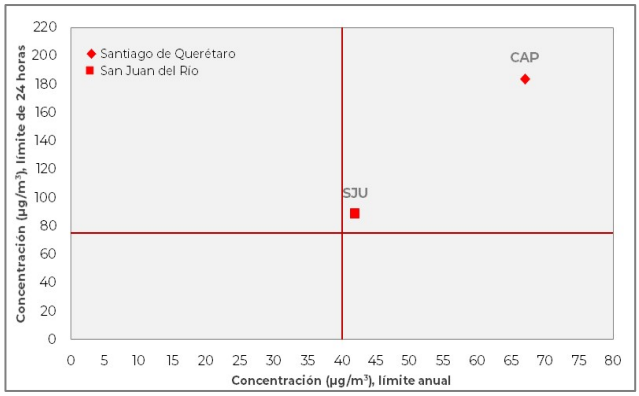


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

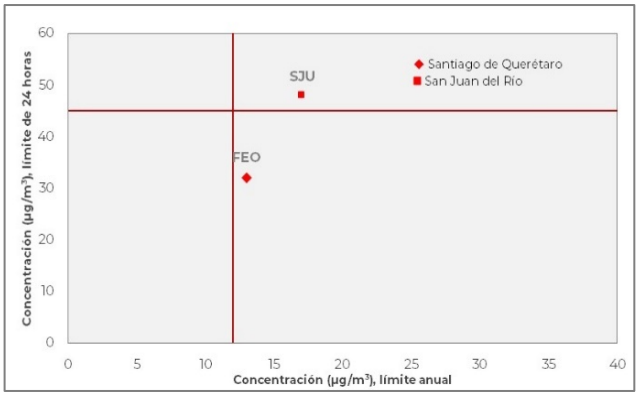
14.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 14.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Querétaro, en el año 2019.

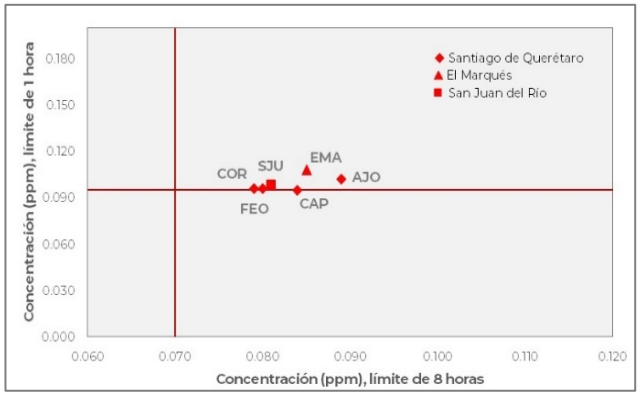
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



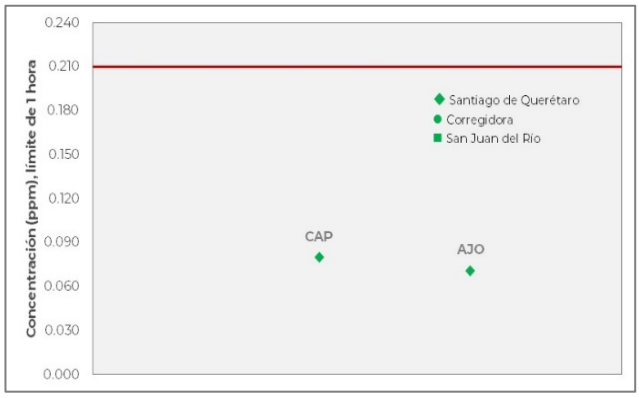
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



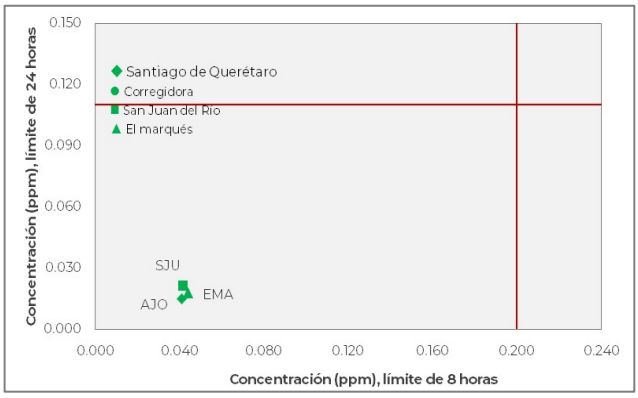
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm – línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm – línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
límite anual (0.025 ppm línea horizontal)



Santiago de Querétaro
BOM – Bomberos
FEO – Félix Osores
CAP – Delegación Carrillo Puerto
AJO – Auditorio Josefa Ortiz

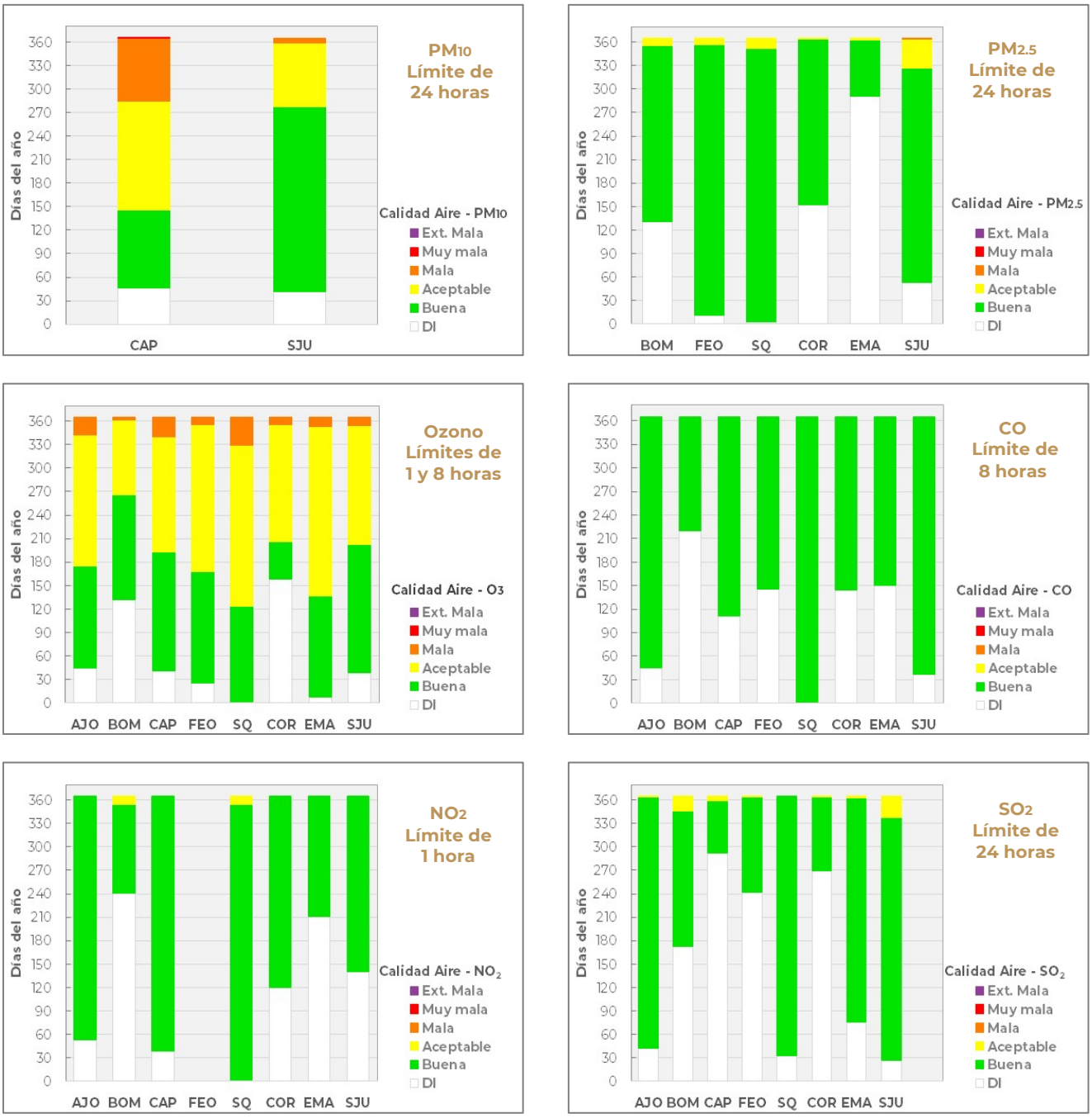
Corregidora
COR – Corregidora

El Marqués
EMA – El Marqués

San Juan del Río
SJU – Universidad Autónoma de Querétaro

14.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 14.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Querétaro, en el año 2019.



Santiago de Querétaro (SQ)
BOM – Bomberos
FEO – Félix Osores
CAP – Delegación Carrillo Puerto
AJO – Auditorio Josefa Ortiz

Corregidora
COR – Corregidora

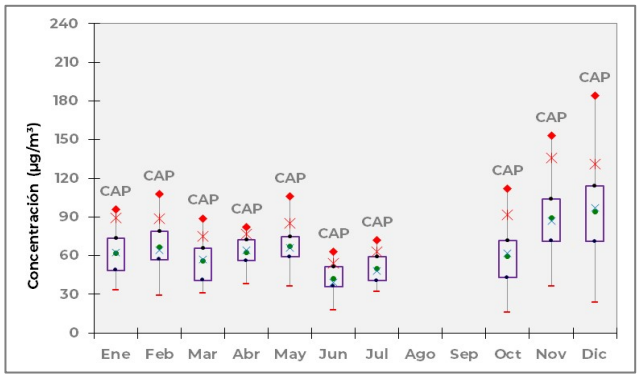
El Marqués
EMA – El Marqués

San Juan del Río
SJU – Universidad Autónoma de Querétaro

14.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 14.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro.
Promedios 24 horas

Santiago de Querétaro



San Juan del Río

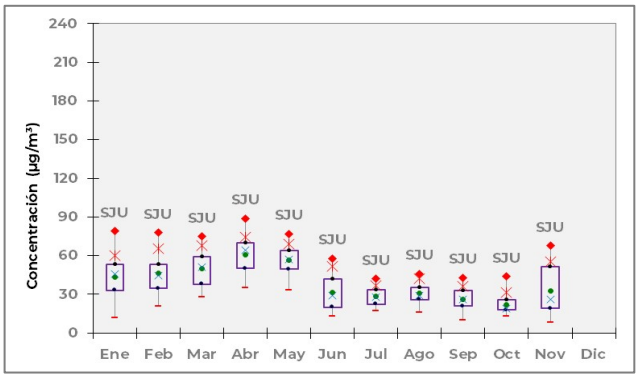
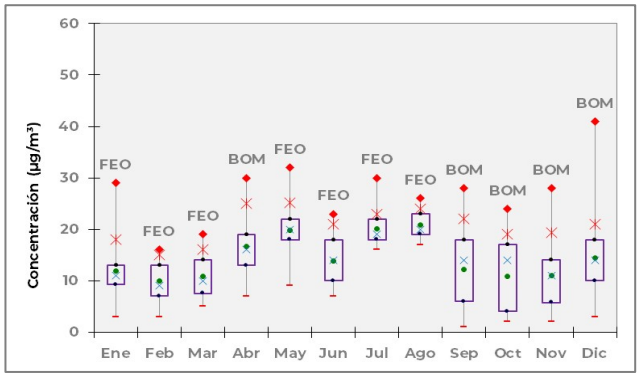


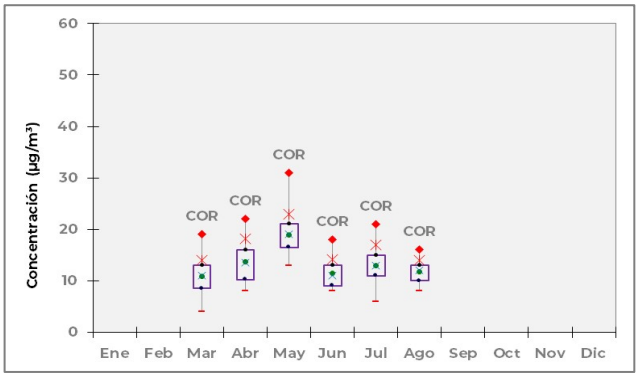
Figura 14.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro.

Promedios 24 horas

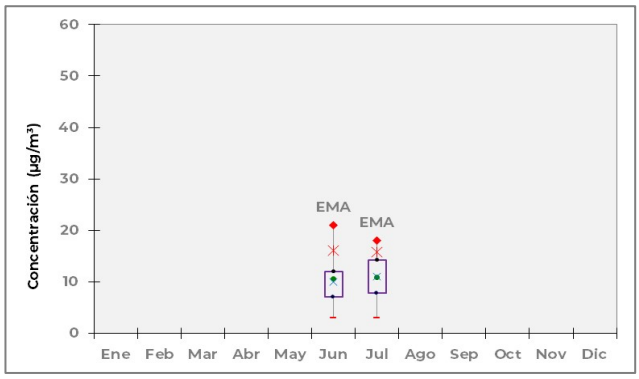
Santiago de Querétaro



Corregidora



El Marqués



San Juan del Río

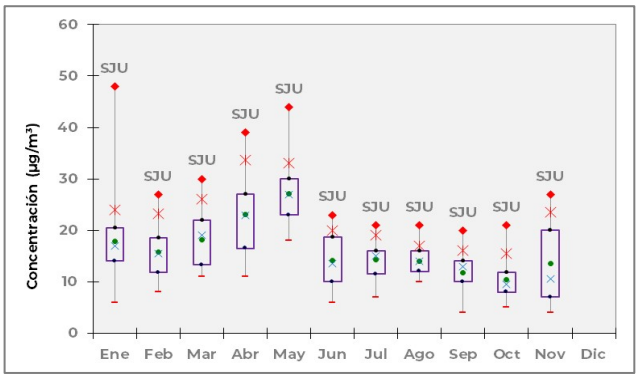
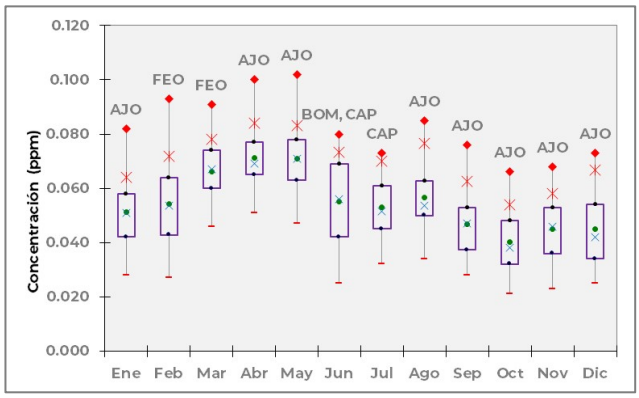


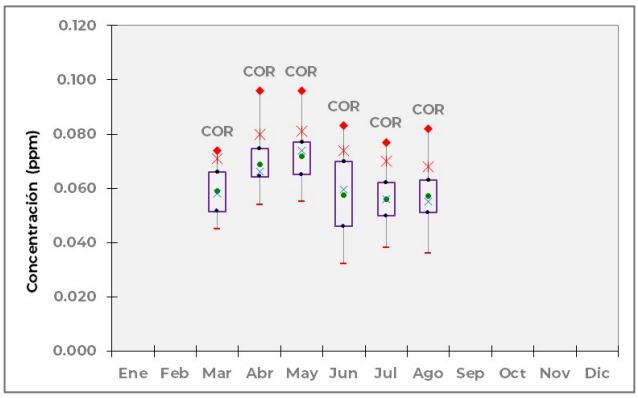
Figura 14.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro.

Máximo diario de 1 hora

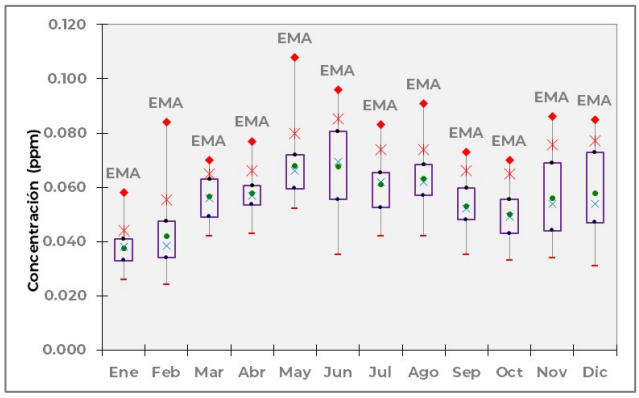
Santiago de Querétaro



Corregidora



El Marqués



San Juan del Río

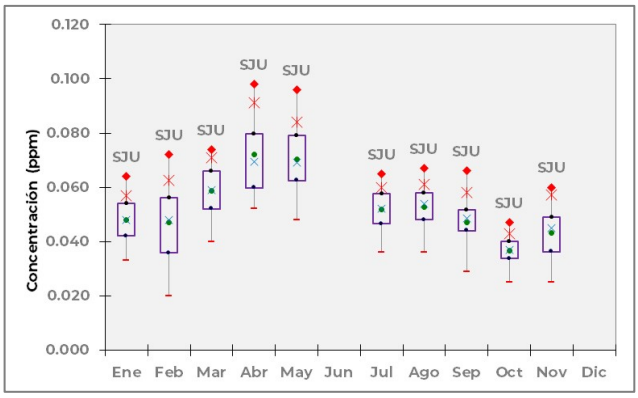
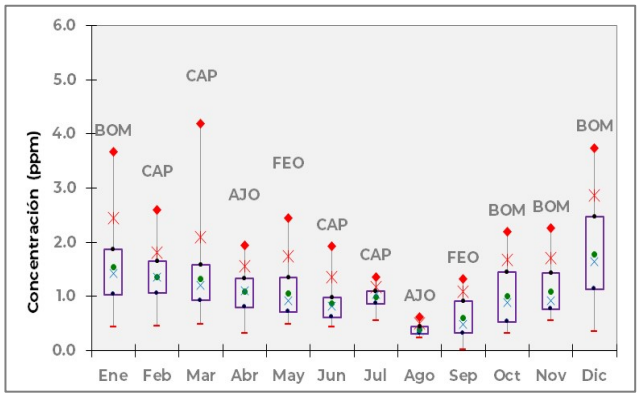


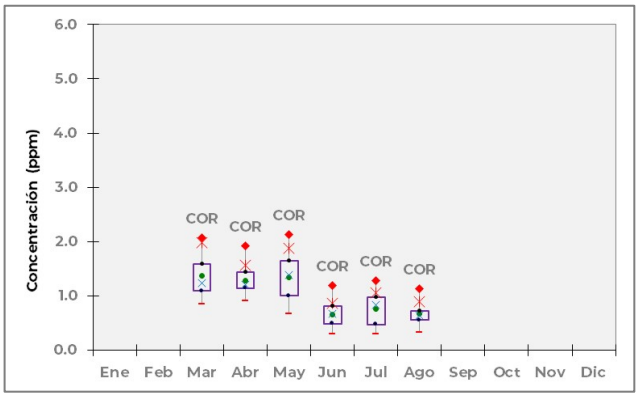
Figura 14.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro.

Máximo diario de 8 horas

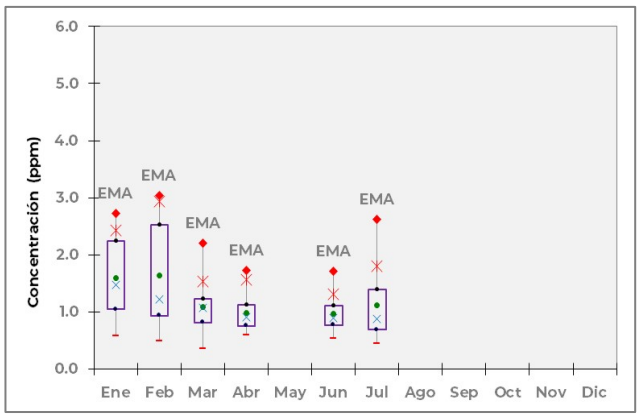
Santiago de Querétaro



Corregidora



El Marqués



San Juan del Río

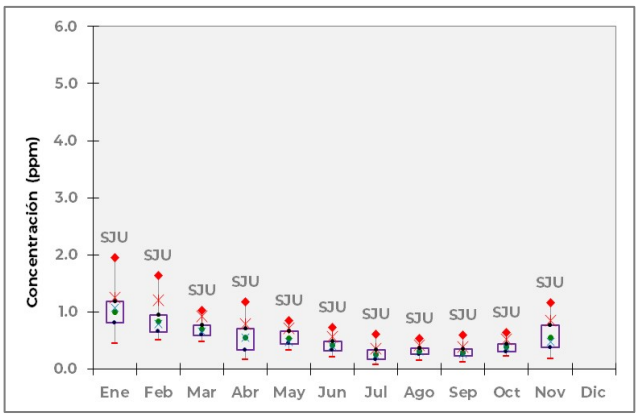
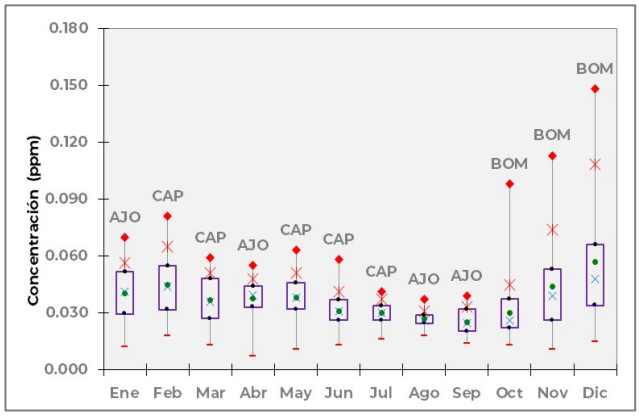


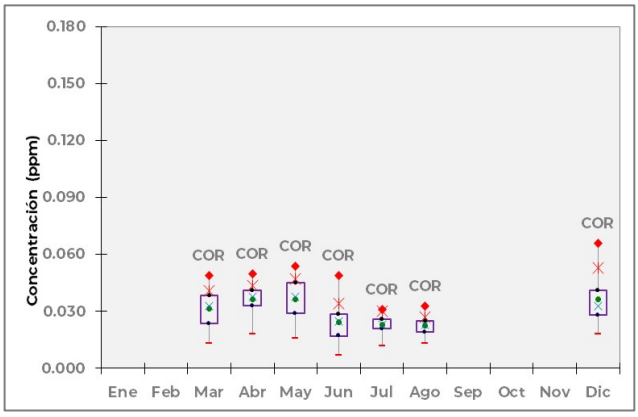
Figura 14.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro.

Máximo diario de 1 hora

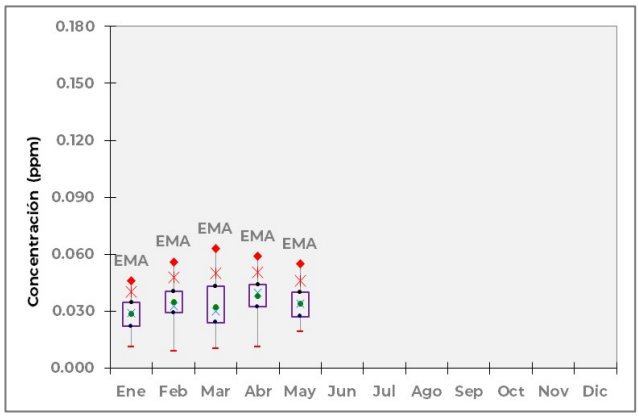
Santiago de Querétaro



Corregidora



El Marqués



San Juan del Río

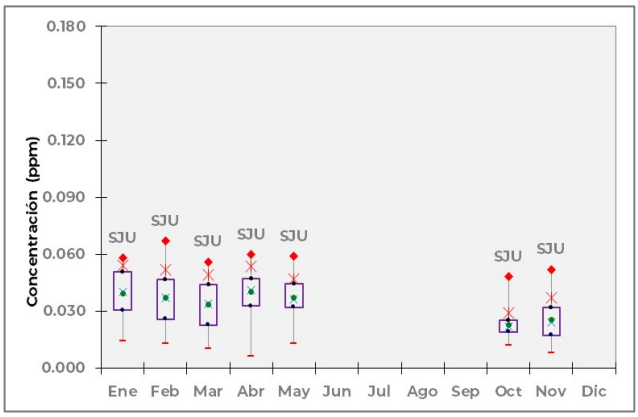
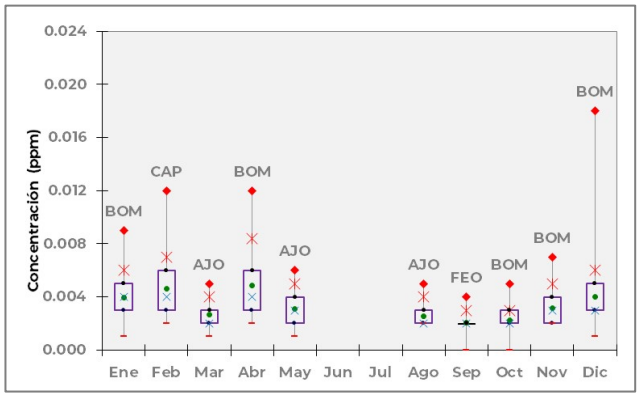


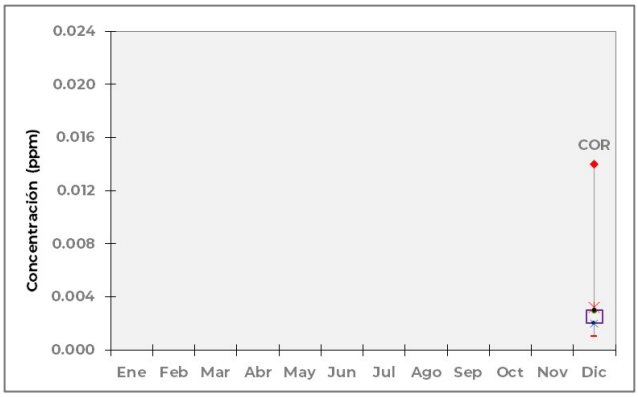
Figura 14.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Querétaro.

Promedio de 24 horas

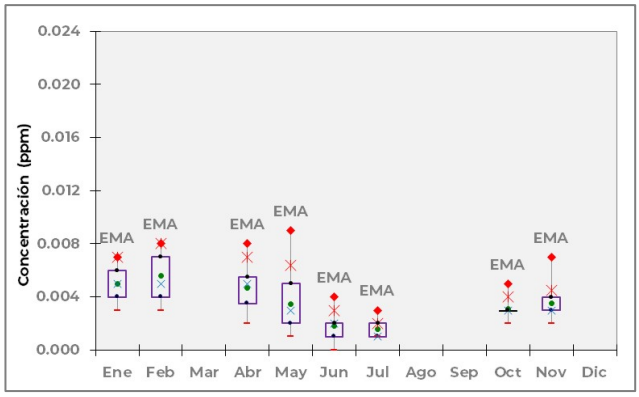
Santiago de Querétaro



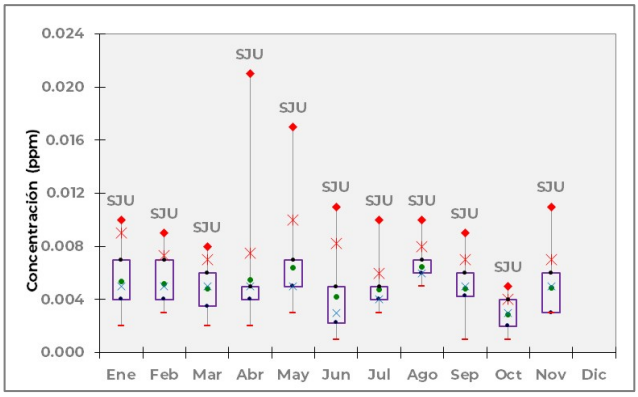
Corregidora



El Marqués



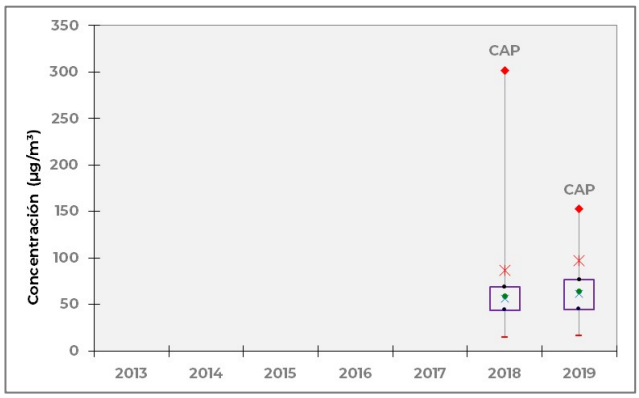
San Juan del Río



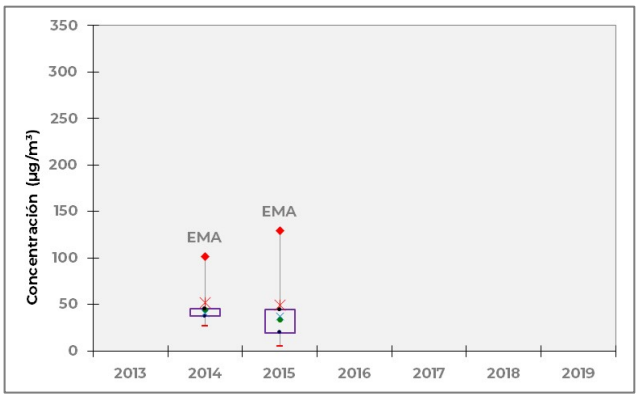
14.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN QUERÉTARO EN EL PERIODO 2013 – 2019.

Figura 14.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2019.

Santiago de Querétaro
(2013 – 2019)



El Marqués
(2013 – 2019)



San Juan del Río
(2015 – 2019)

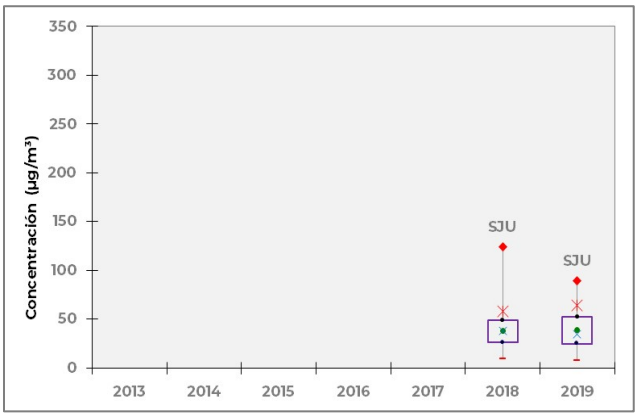
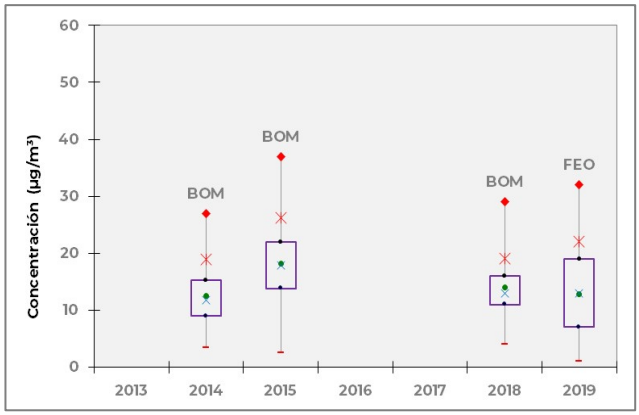


Figura 14.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2019.

Santiago de Querétaro
(2013 – 2019)



San Juan del Río
(2019)

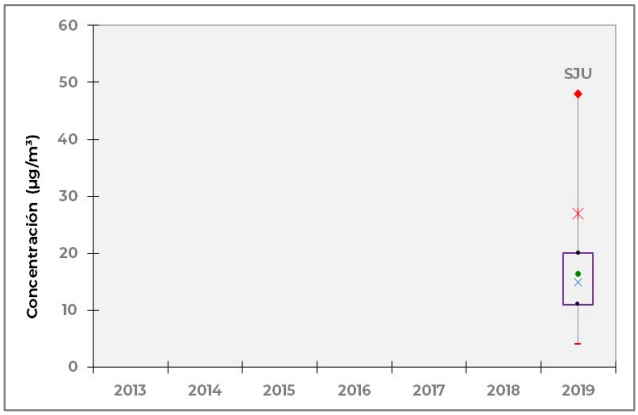
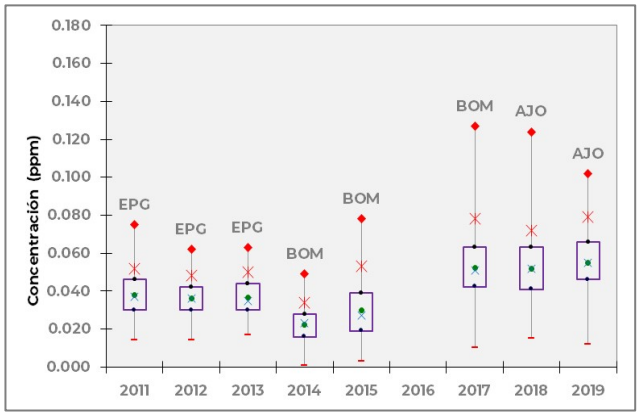
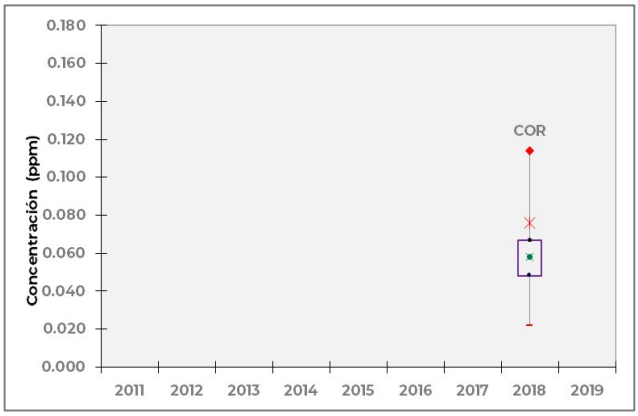


Figura 14.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019.

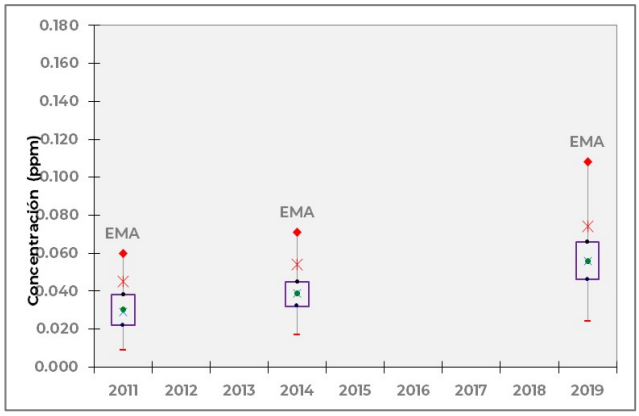
Santiago de Querétaro
(2011 – 2019)



Corregidora
(2011 – 2019)



El Marqués
(2011 – 2019)



San Juan del Río
(2015 – 2019)

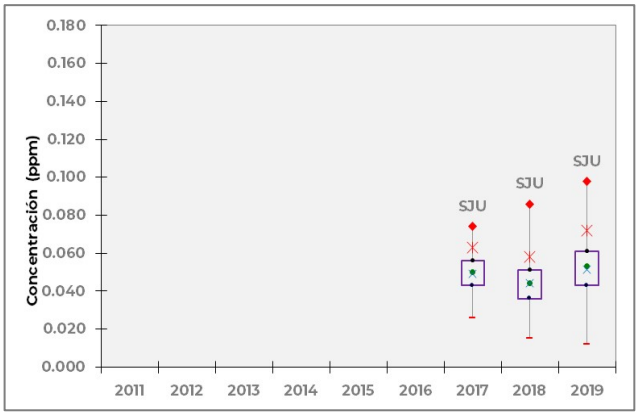
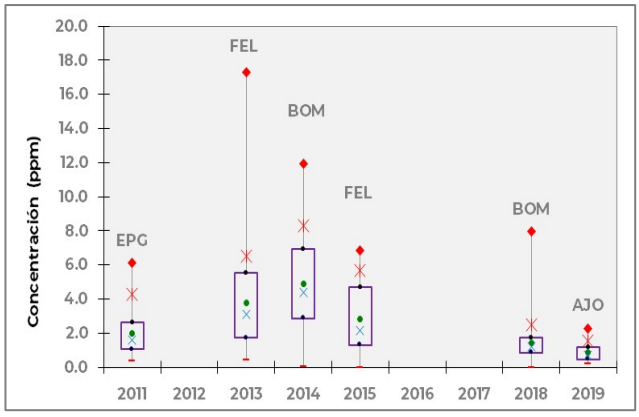
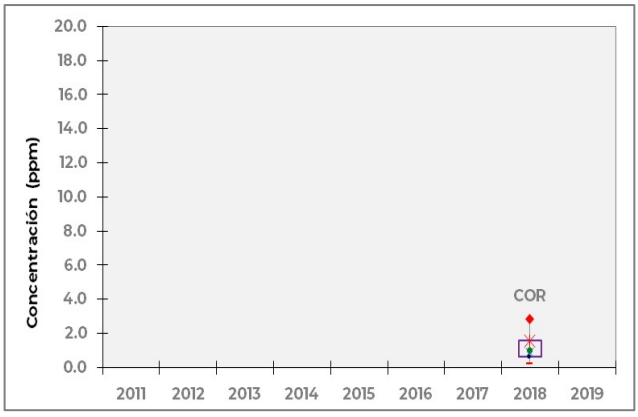


Figura 14.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019.

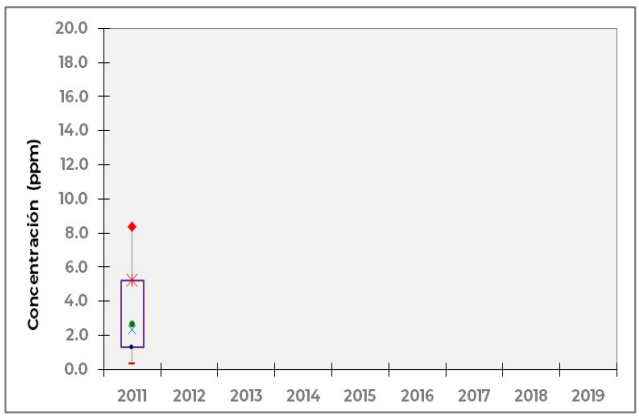
Santiago de Querétaro
(2011 – 2019)



Corregidora
(2011 – 2019)



El Marqués
(2011 – 2019)



San Juan del Río
(2015 – 2019)

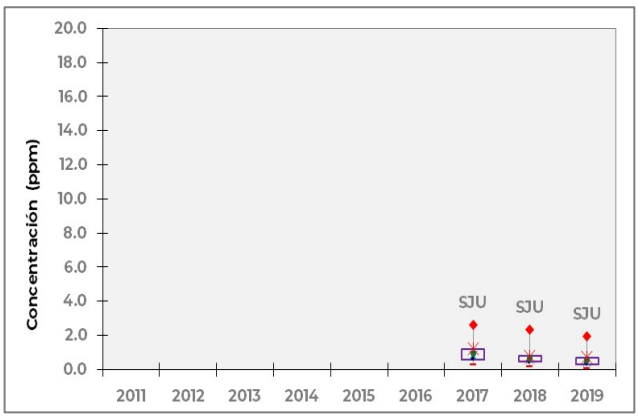
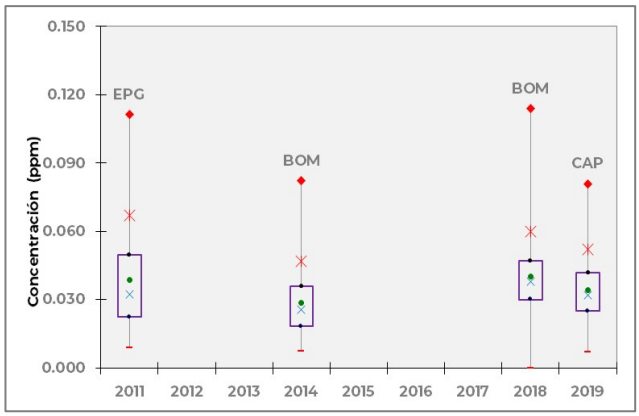
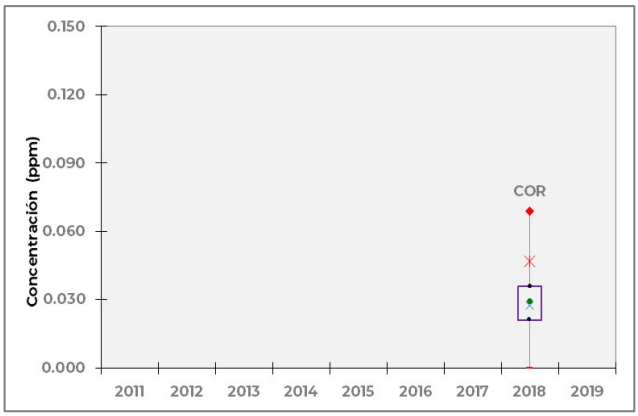


Figura 14.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019.

Santiago de Querétaro
(2011 – 2019)



Corregidora
(2011 – 2019)



San Juan del Río
(2015 – 2019)

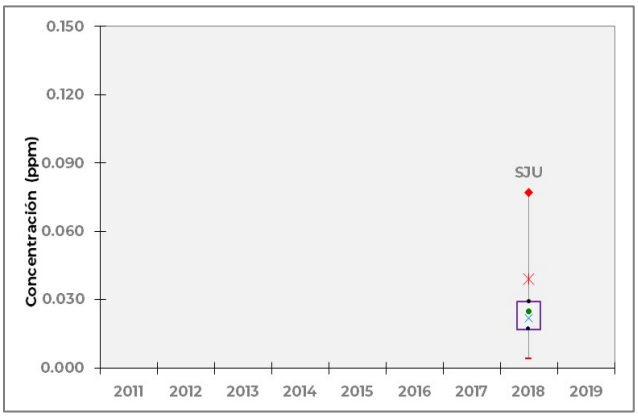
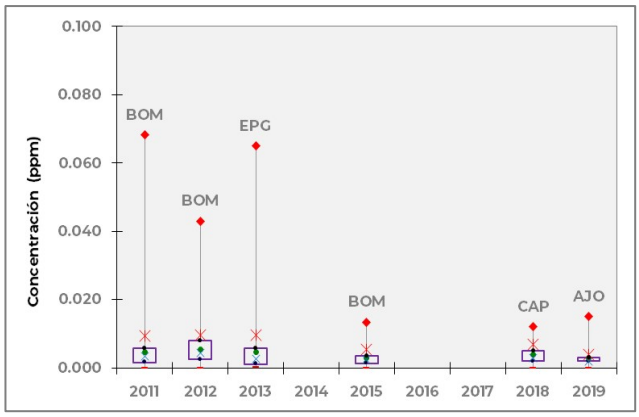
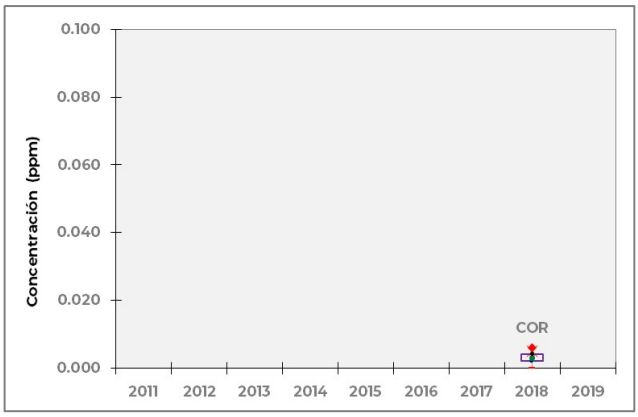


Figura 14.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2019.

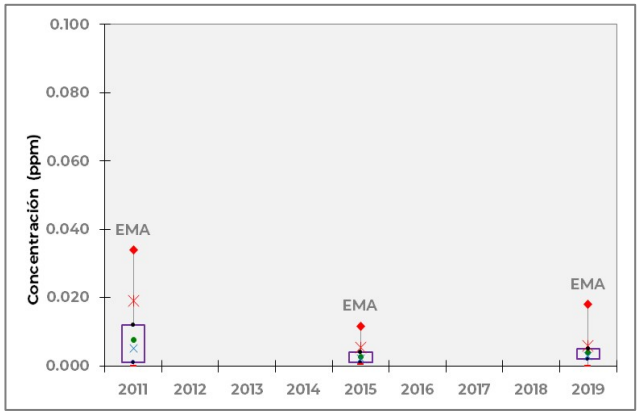
Santiago de Querétaro
(2011 – 2019)



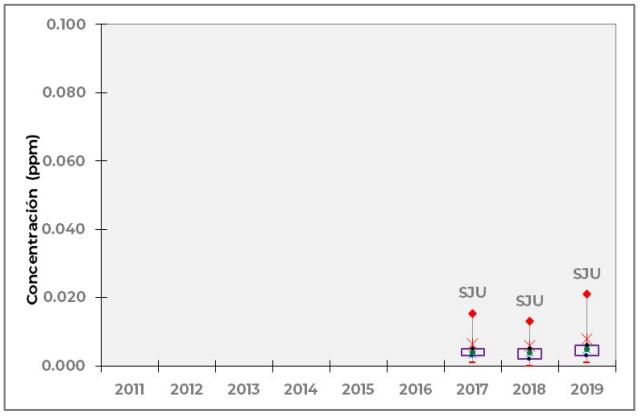
Corregidora
(2011 – 2019)



El Marqués
(2011 – 2019)



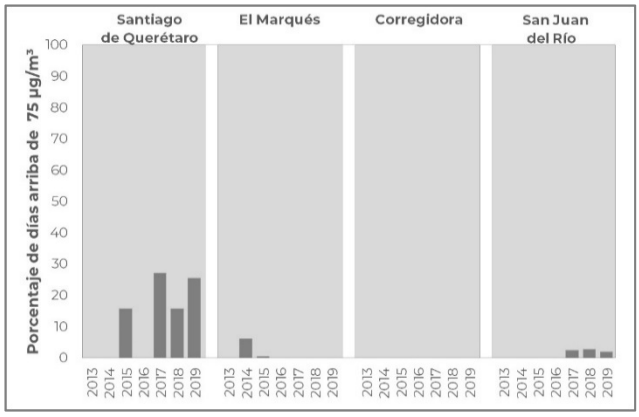
San Juan del Río
(2015 – 2019)



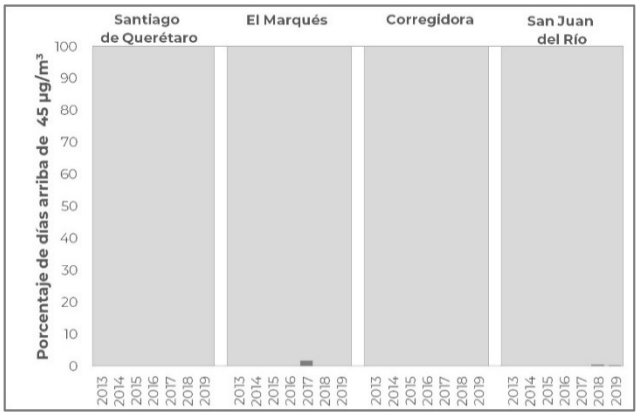
14.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 14.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2011 – 2019.

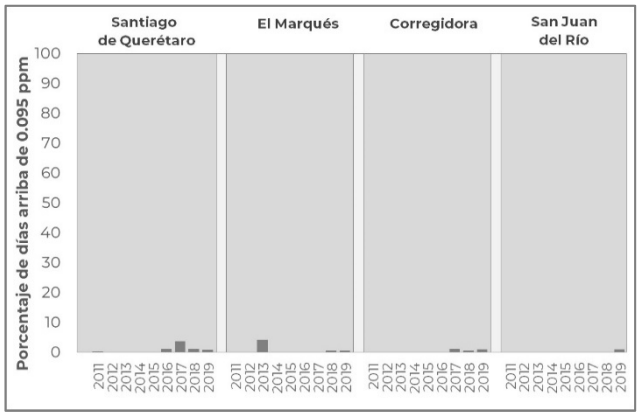
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2013 – 2019)



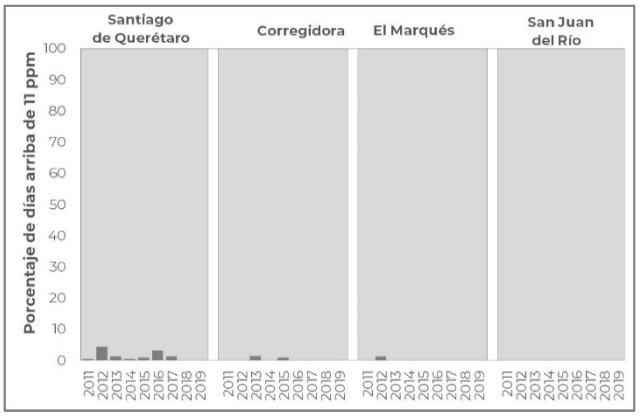
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2013 – 2019)



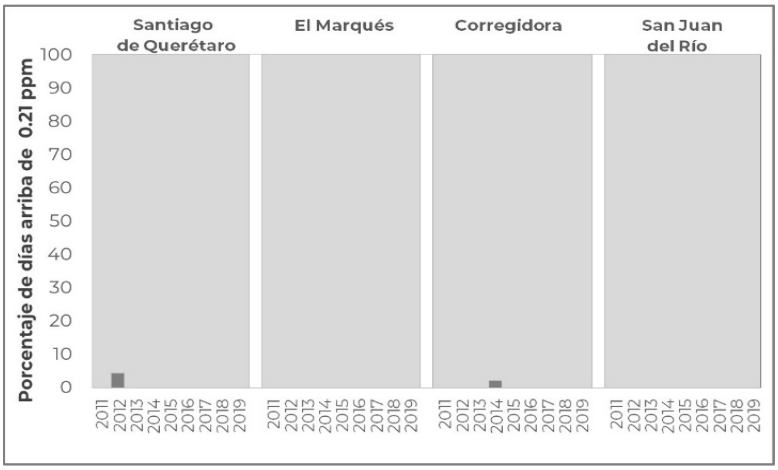
O_3 – Límite de 1 hora
(2011 – 2019)



CO – Límite de 8 horas
(2011– 2019)

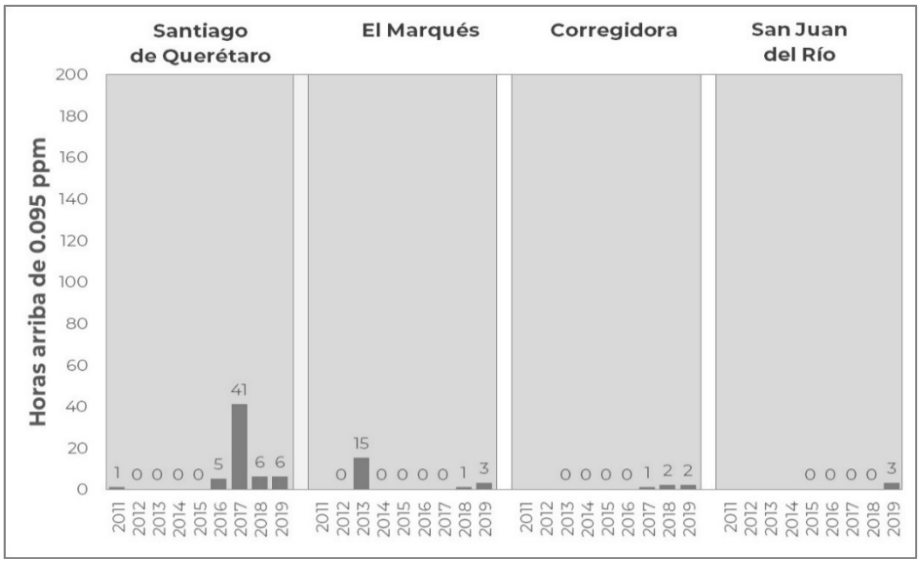


NO_2 – Límite de 1 hora
(2011 – 2019)



14.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 14.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2011 – 2019.

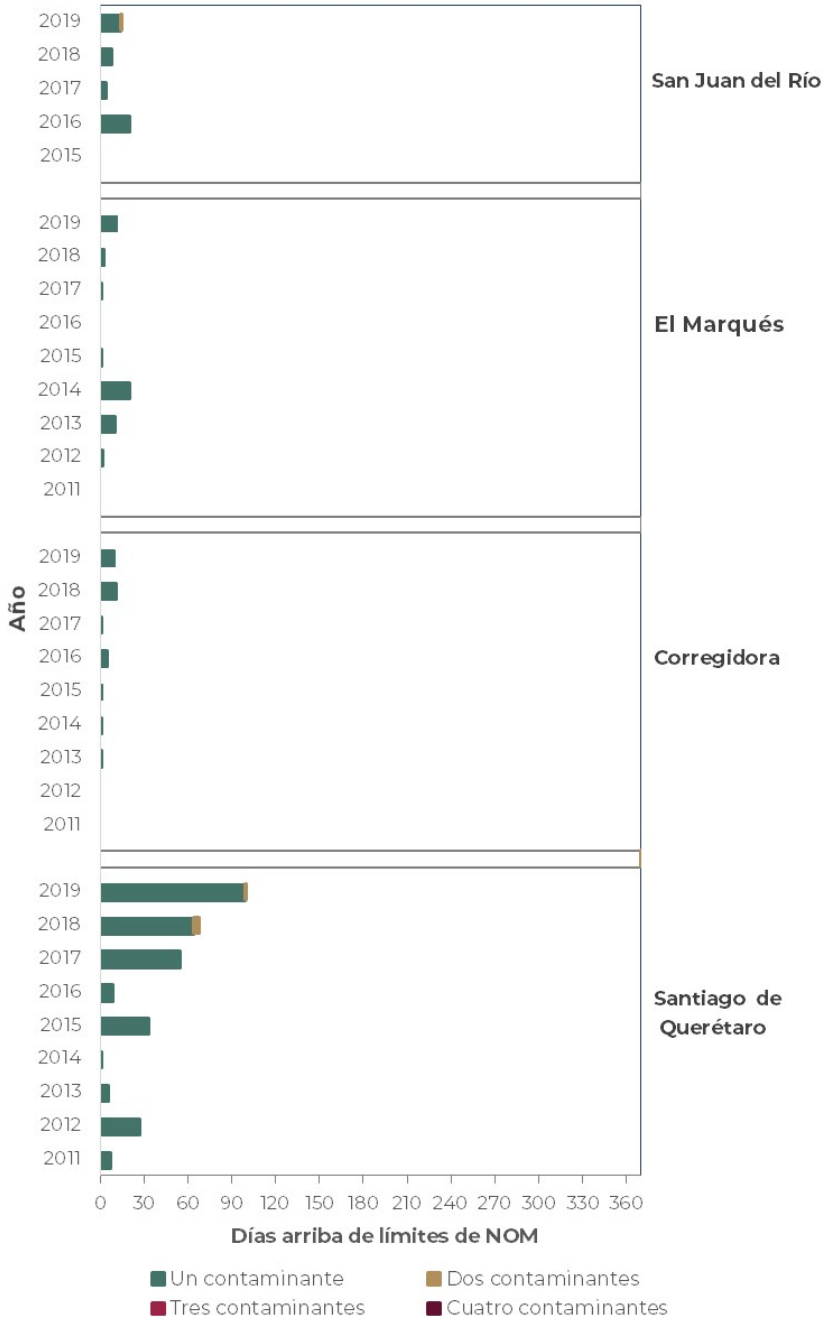


14.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 14.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2019.

Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Santiago de Querétaro	2011	365	7	7	0	0	0
	2012	366	27	27	0	0	0
	2013	365	6	6	0	0	0
	2014	356	1	1	0	0	0
	2015	363	33	33	0	0	0
	2016	360	9	9	0	0	0
	2017	344	59	55	4	0	0
	2018	365	65	64	1	0	0
	2019	365	108	99	9	0	0
Corregidora	2012	71	0	0	0	0	0
	2013	93	1	1	0	0	0
	2014	76	1	1	0	0	0
	2015	288	2	2	0	0	0
	2016	140	5	5	0	0	0
	2017	98	1	1	0	0	0
	2018	339	11	11	0	0	0
	2019	256	10	10	0	0	0
El Marqués	2011	309	0	0	0	0	0
	2012	361	2	2	0	0	0
	2013	160	10	10	0	0	0
	2014	349	20	20	0	0	0
	2015	310	1	1	0	0	0
	2016	118	0	0	0	0	0
	2017	62	1	1	0	0	0
	2018	202	3	3	0	0	0
	2019	358	12	12	0	0	0
San Juan del Río	2015	14	0	0	0	0	0
	2016	228	20	20	0	0	0
	2017	331	4	4	0	0	0
	2018	365	9	8	1	0	0
	2019	339	16	14	2	0	0

Figura 14.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 15.
San Luis Potosí



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ Y SU ZONA CONURBADA

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de San Luis Potosí, a cargo de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, la cual está integrada por cuatro estaciones de monitoreo, tres que se localizan en la ciudad de San Luis Potosí y una más ubicada en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez. En todas ellas se realiza monitoreo con equipo automático. Los hallazgos más relevantes, tanto del año 2019 como de las tendencias históricas de estos contaminantes se ilustran en las Figuras 15.1 a 15.7 y en las Tablas 15.1 a 15.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En la única estación de monitoreo que generó información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la NOM de PM_{10} se registraron concentraciones promedio de 24 horas y promedio anual que superaron los límites normados correspondientes. La concentración más alta, como promedio de 24 horas fue de 94 $\mu g/m^3$, en tanto que el promedio anual fue de 47 $\mu g/m^3$. La primera equivale a 1.3 y la segunda a 1.04 veces el valor límite respectivo (75 y 40 $\mu g/m^3$). En total se registraron 52 días a lo largo del año en los que se superó el límite normado de 24 horas.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre enero y mayo, en tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que, a nivel de toda la Zona Metropolitana, tanto la concentración promedio, como los percentiles 25 y 90, así como el máximo, se han mantenido prácticamente sin cambio en los dos años para los que se tiene información (2018 y 2019). En este mismo periodo de tiempo se ha registrado un incremento en el porcentaje de días del año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas pasando de 10% en 2018 a 14% en 2019.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

No hubo información suficiente para realizar la evaluación de cumplimiento de la norma respectiva; sin embargo, la información disponible no reporta concentraciones que superen el límite normado de 24 horas. Por otra parte, esta misma información indica que para el periodo octubre a diciembre, las concentraciones más altas en el mes de diciembre.

Ozono (O_3)

En cuanto a ozono destaca que no se registraron concentraciones, ni horarias ni promedios móviles de 8 horas, que superaran los límites normados respectivos, así como el hecho de que predominaron los días con buena calidad del aire tanto a nivel regional como de estación de monitoreo.

En términos de comportamiento temporal, destaca que las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en los meses de abril a julio y que en 2019, en general, las concentraciones fueron ligeramente más bajas que las registradas en 2018.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Ninguno de estos contaminantes registró concentraciones que superaran los límites normados respectivos y en general para todos ellos predominaron los días con buena calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo.

A DESTACAR

En los dos años con información disponible se ha registrado predominantemente una condición de buena calidad del aire con respecto a ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno. Sólo se ha registrado incumplimiento de la NOM de protección para la salud para partículas suspendidas PM_{10}, siendo el año 2019 en el que se ha registrado la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas con un total de 52 (16 más que en 2018).

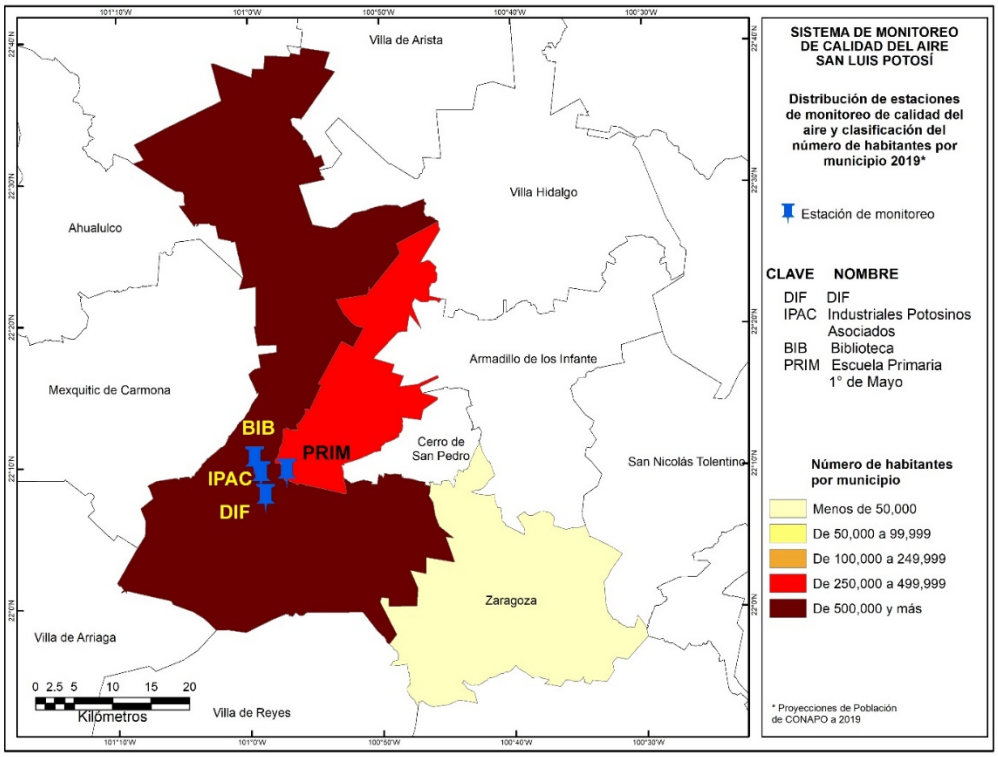
15.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 15.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
San Luis Potosí	Industriales Potosinos Asociados	IPAC	Automático (2006)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
	DIF municipal	DIF	Automático (1994)	✓	✓	¤	✓	✓	¤
	Biblioteca	BIB	Automático (2011)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Zona Conurbada	Escuela 1° de Mayo (Soledad de Graciano Sánchez)	PRIM	Automático (2018)	¤	¤	✓	✓	✓	✓

¤ = 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 Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

Figura 15.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada 2019.

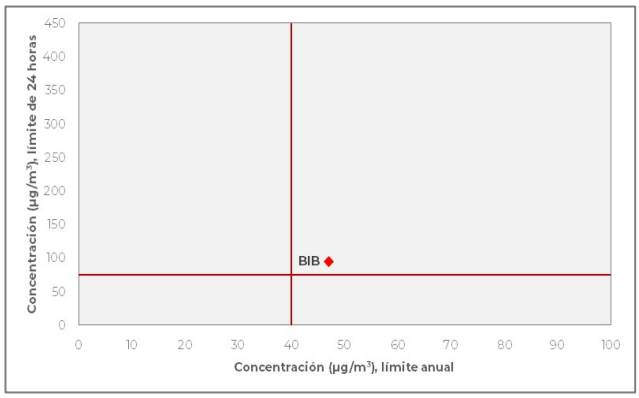


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

15.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 15.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2019.

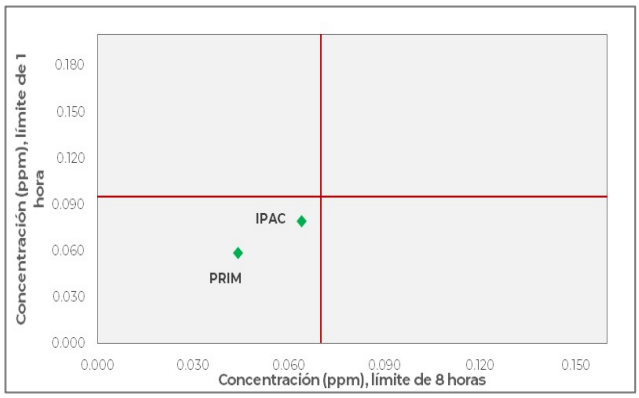
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



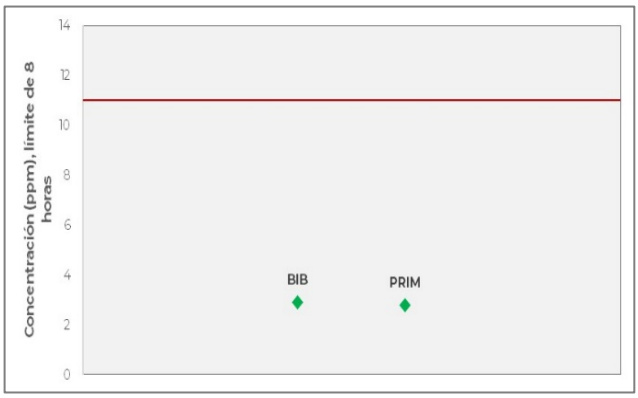
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)

No hubo datos suficientes para realizar la evaluación de cumplimiento de la NOM para $PM_{2.5}$.

Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



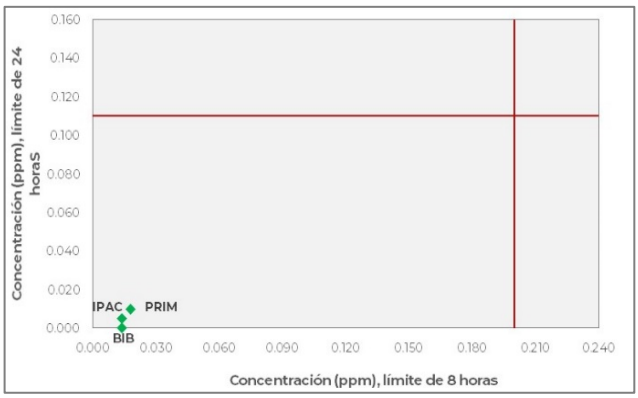
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



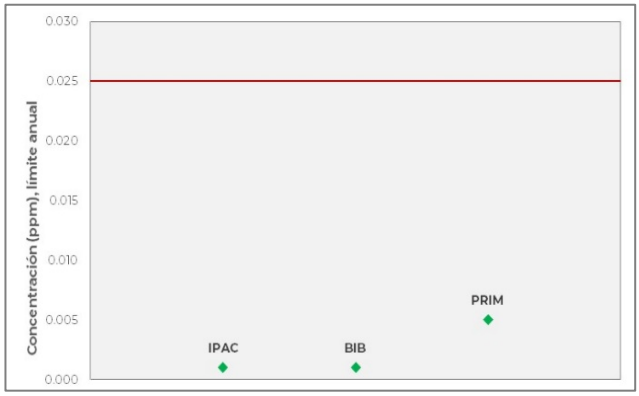
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)

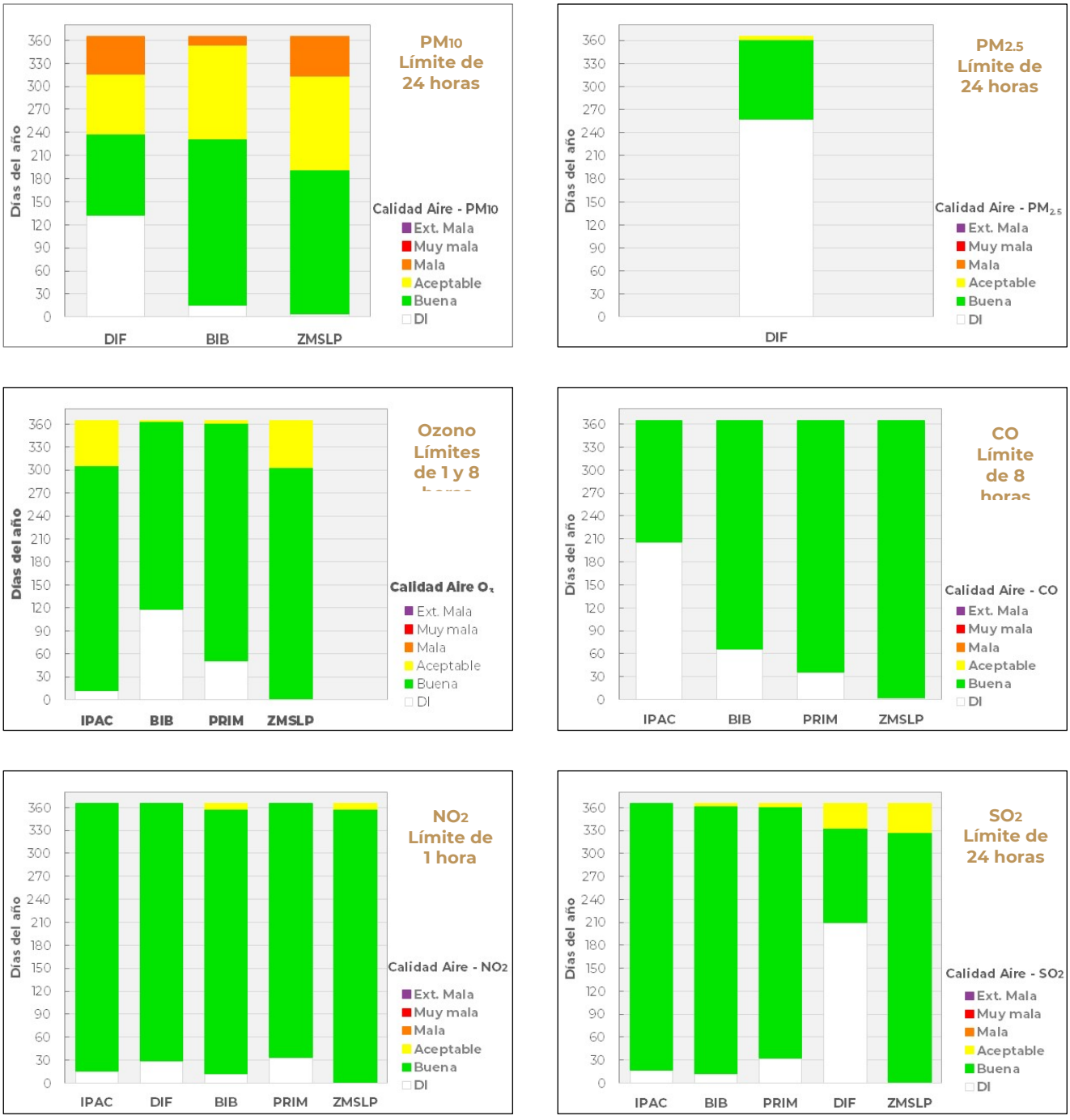


San Luis Potosí
IPAC - Industriales Potosinos Asociados;
FPS – Facultad de Psicología;
DIF – DIF Municipal;
BIB – Biblioteca.

Soledad de Graciano Sánchez
PRIM – Escuela Primaria 1° de Mayo

15.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 15.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2019.

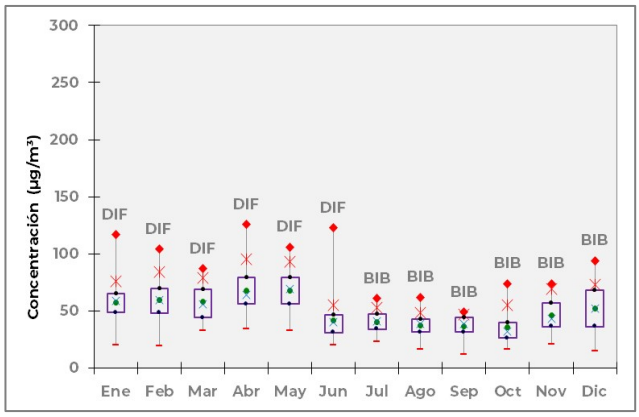


CB - Ceboruco
MT - Metepec
OX – Oxtotitlán
CE - Centro
SC- San Cristóbal
SM – San Mateo
ZMSLP – Zona Metropolitana de San Luis Potosí

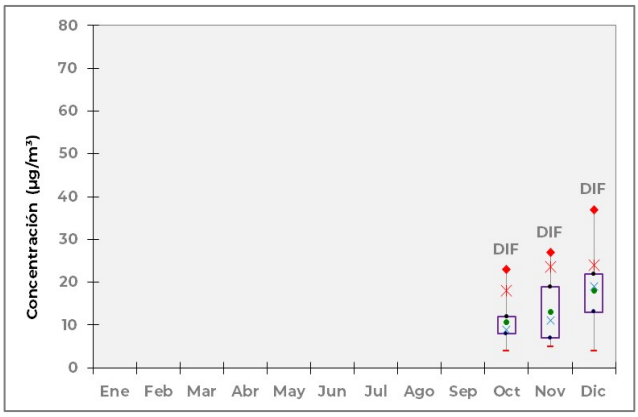
15.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 15.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2019.

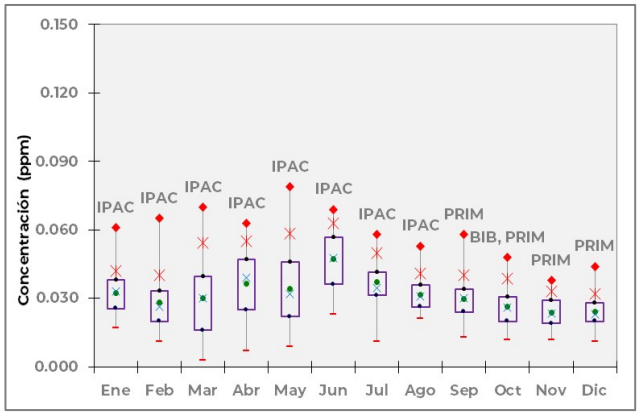
PM_{10} – Promedio de 24 horas



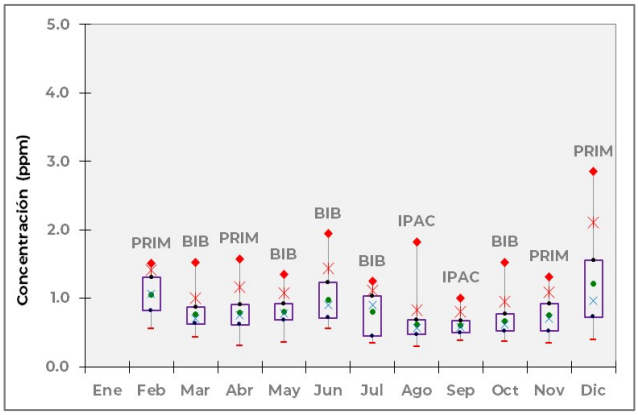
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



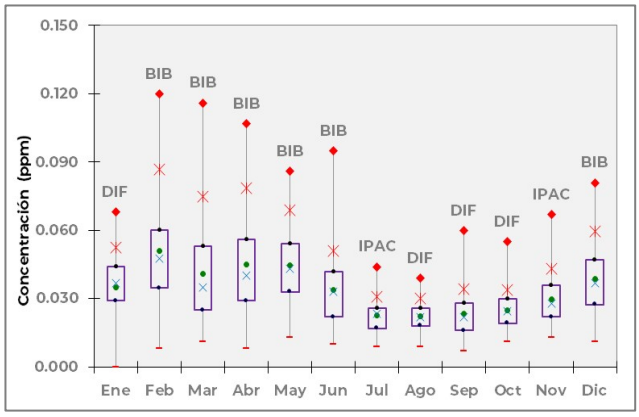
Ozono – Máximo diario de 1 hora



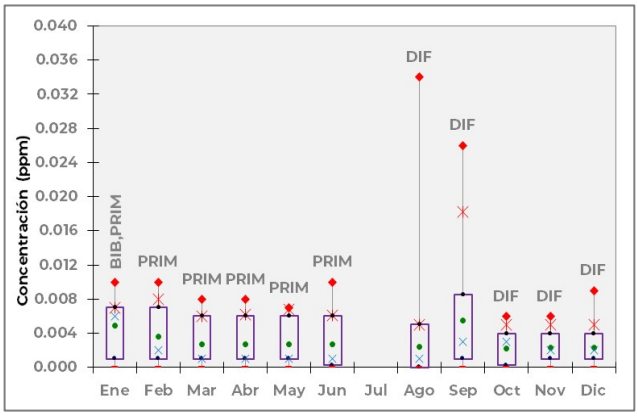
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



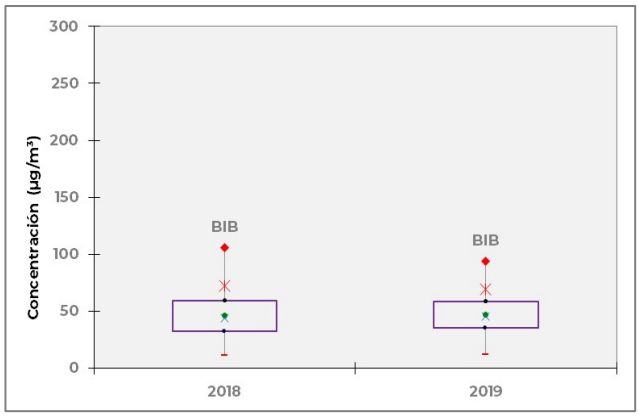
SO_2 – Promedio de 24 horas



15.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA ZMSLP EN EL PERIODO 2018 – 2019.

Figura 15.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en periodo 2018 - 2019.

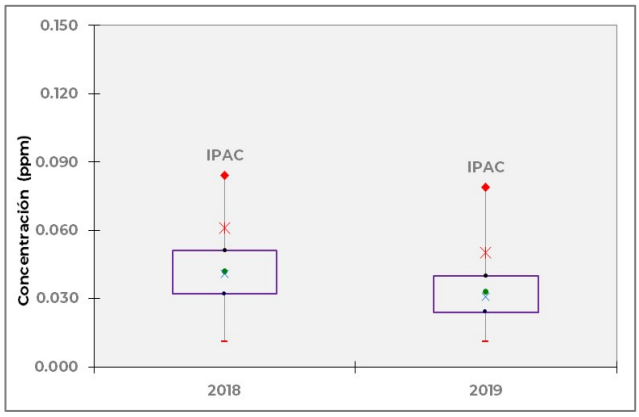
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2018-2019)



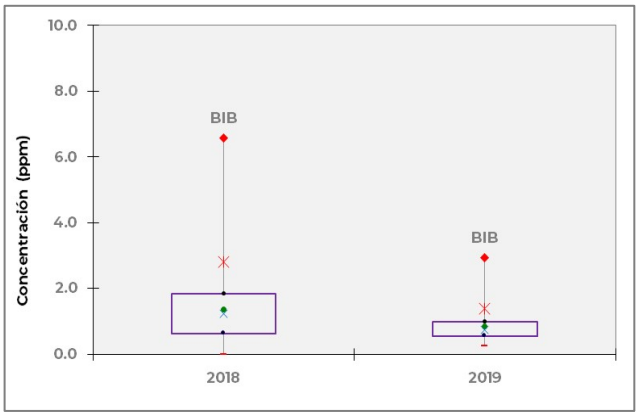
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2019)

No hubo datos suficientes para el año

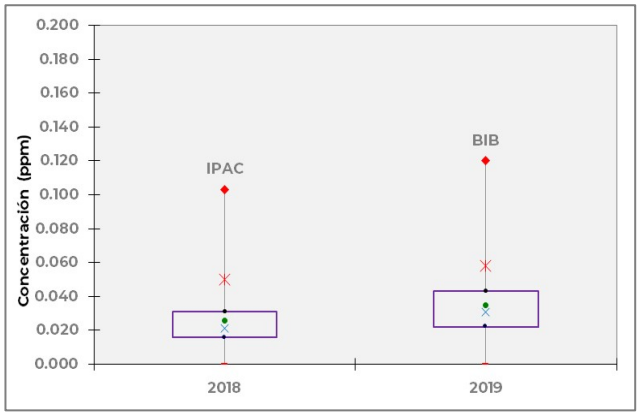
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2018-2019)



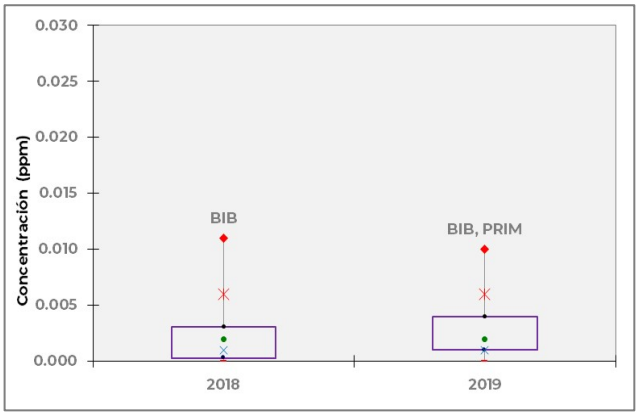
CO – Máximo diario de 8 horas
(2018-2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018-2019)



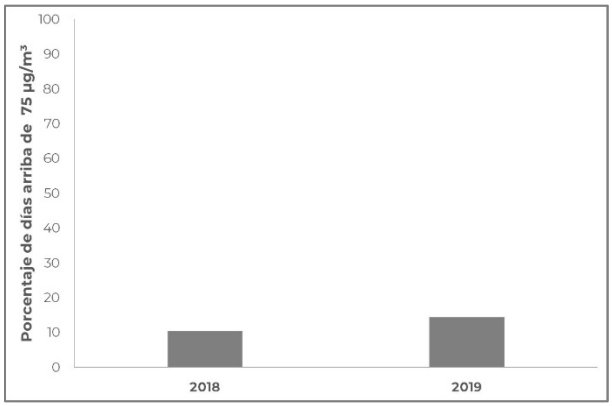
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2018-2019)



15.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 15.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2018 – 2019.

PM_{10} – Límite de 24 horas
(2018 – 2019)

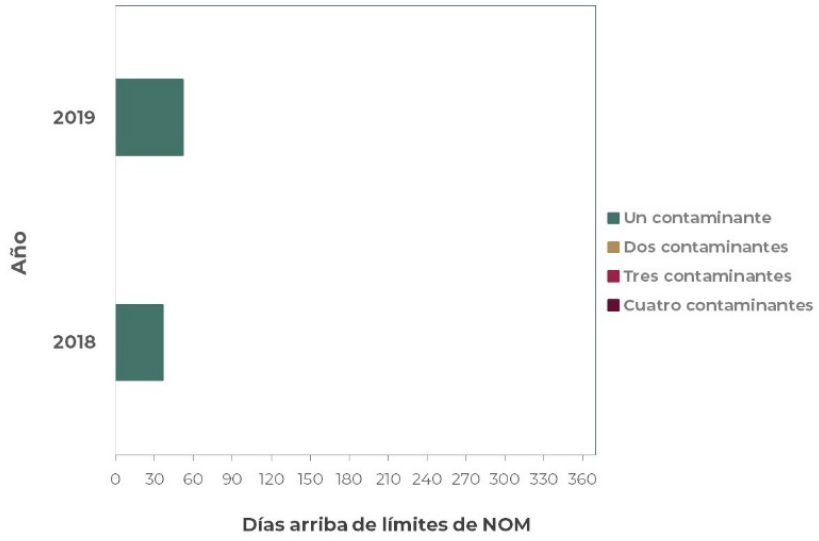


15.7. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 15.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, 2018 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2018	365	36	36	0	0	0
2019	365	52	52	0	0	0

Figura 15.7. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, 2018 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 16.
SONORA



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
SONORA

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Sonora, a cargo de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) estuvo conformado por cinco estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de Nogales, San Luis Río Colorado, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta. Estas estaciones son: Instituto Tecnológico de Nogales (TEC), Pozo 10 de COMAPA (SLRC), Universidad de Sonora (USO), Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA) e Instituto Tecnológico de Agua Prieta (TECAP), respectivamente. En todas ellas se realiza monitoreo con equipo automático y sólo en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta también monitoreo manual. Los hallazgos más relevantes, tanto del año 2019 como de las tendencias históricas de la calidad del aire en la entidad se ilustran en las en las Figuras 16.1 a 16.7 y en las Tablas 16.1 y 16.2 A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Al igual que en 2018, en 2019 los equipos de medición de PM_{10} de Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta se reportaron fuera de operación, siendo posible la evaluación de cumplimiento de NOM sólo en la ciudad de Nogales (TEC). El resultado de dicha evaluación fue el incumplimiento de los dos límites normados (24 horas y anual). La concentración más alta como promedio de 24 horas fue de 157 $\mu g/m^3$, en tanto que el promedio anual fue de 44 $\mu g/m^3$. La primera equivale a 2.1 y la segunda a 1.1 veces el valor límite respectivo (75 y 40 $\mu g/m^3$). En 247 días se registró buena calidad del aire por PM_{10}, 52 con calidad del aire aceptable, 50 con calidad del aire mala y 1 con calidad del aire muy mala. Los días con mayores concentraciones de este contaminante suelen ocurrir entre octubre y diciembre.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ sólo se miden en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta, pero como se indicó anteriormente, las estaciones de monitoreo de dichas ciudades han estado fuera de operación desde el año 2018.

Ozono (O_3)

El ozono se mide en San Luis Río Colorado, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta, pero sólo la estación de San Luis Colorado generó información por la razón ya expresada. En esta ciudad, se registró incumplimiento de la NOM de este contaminante debido a que se superó el límite normado de 8 horas con una concentración de 0.079 ppm, que es 13% superior al límite normado (0.070 ppm). Las concentraciones horarias, por otra parte, se mantuvieron permanentemente por debajo del límite normado correspondiente (0.095 ppm). El indicador sobre días con calidad del aire buena, aceptable, mala y

muy mala indica la ocurrencia de 5 días con mala calidad del aire, pero en todos ellos, el límite normado que se superó fue el de 8 horas. En general, las concentraciones más altas de este contaminante se registran entre los meses de junio y julio.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Sólo se cuenta con infraestructura para la medición de estos contaminantes en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta, pero los equipos de monitoreo de estas ciudades se han reportado fuera de operación desde 2018.

A DESTACAR

En Nogales predominan los días con buena calidad del aire por PM_{10}, sin embargo, se incumple la norma de calidad del aire para este contaminante y ello ocurre con relativa frecuencia, pues en casi el 14% de los días del año se registran concentraciones que superan el límite normado de 24 horas. Por otra parte, en San Luis Río Colorado se registra incumplimiento de la norma de salud ambiental de ozono, particularmente por superar el límite normado de 8 horas. Esta situación se registró en 5 días a lo largo del año.

Dado este escenario se sugiere reactivar a la brevedad la operación de los equipos de monitoreo que se ubican en las ciudades de Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta.

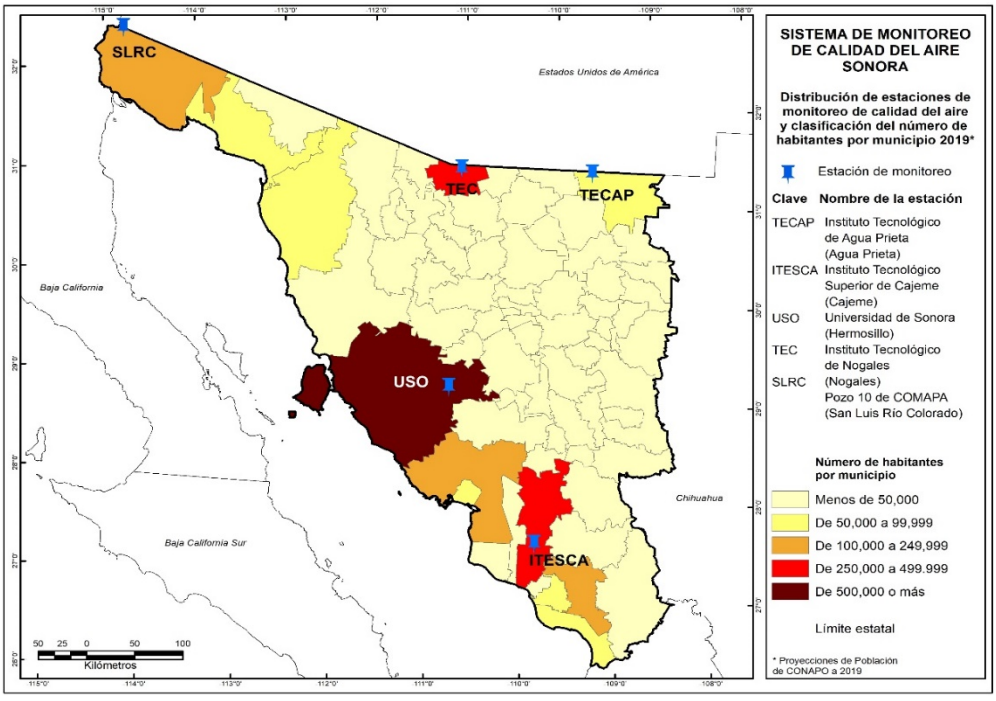
16.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 16.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Sonora en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Nogales	Instituto Tecnológico de Nogales	TEC	Automático (2014)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
San Luis Río Colorado	Pozo 10 de COMAPA	SLRC	Automático (2017)	¤	¤	✓	¤	¤	¤
Hermosillo	Universidad de Sonora*	USO	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Cajeme	Instituto Tecnológico Superior de Cajeme*	ITESCA	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (2003)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Agua Prieta	Instituto Tecnológico de Agua Prieta*	TECAP	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual (1989)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

* Las estaciones de monitoreo automático de Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta se encuentran en proceso de rehabilitación y reubicación.
¤ = 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 Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.

Figura 16.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Sonora, 2019.

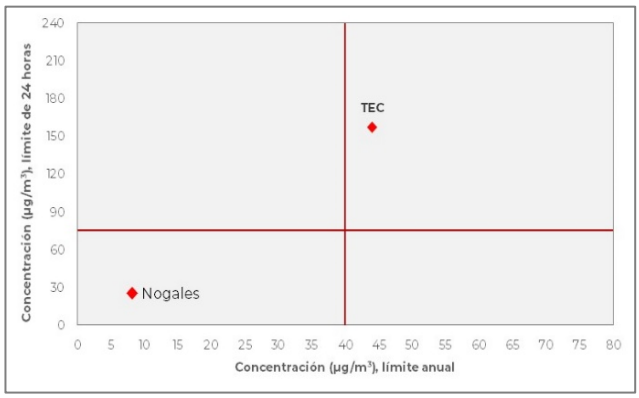


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.

16.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

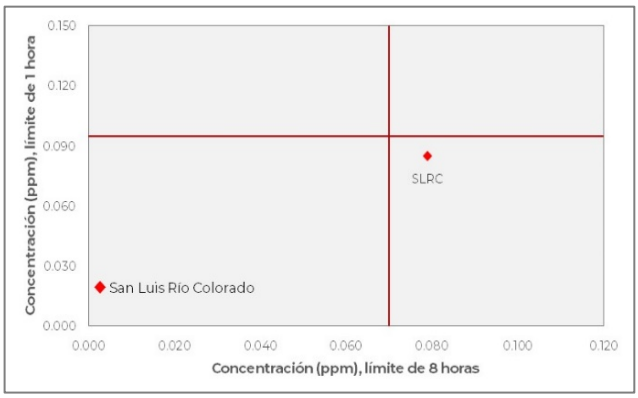
Figura 16.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Sonora, en el año 2019.

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



Nogales
TEC – Instituto Tecnológico de Nogales

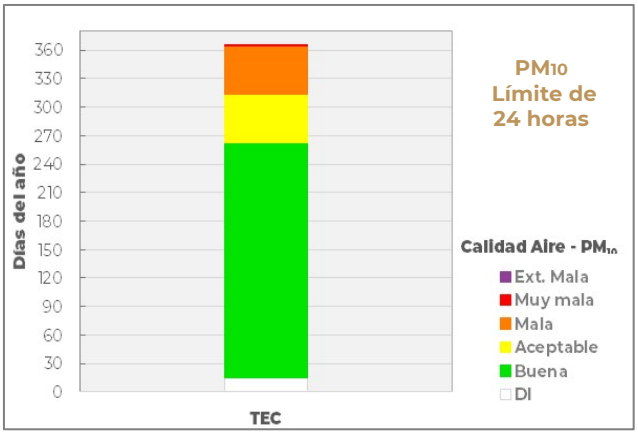
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



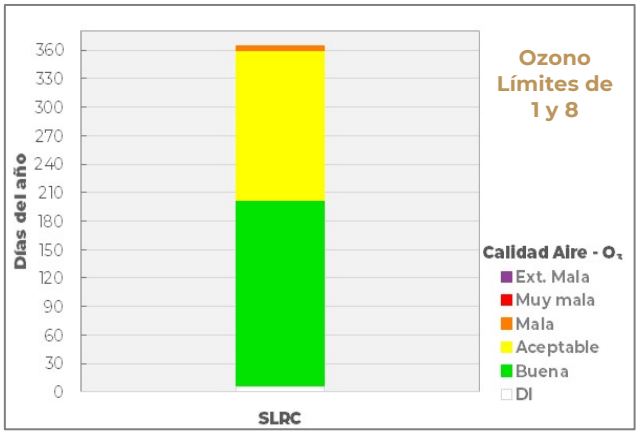
San Luis Río Colorado
SLRC – Pozo 10 de COMAPA

16.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 16.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Sonora, en el año 2019.



Nogales
TEC – Instituto Tecnológico de Nogales

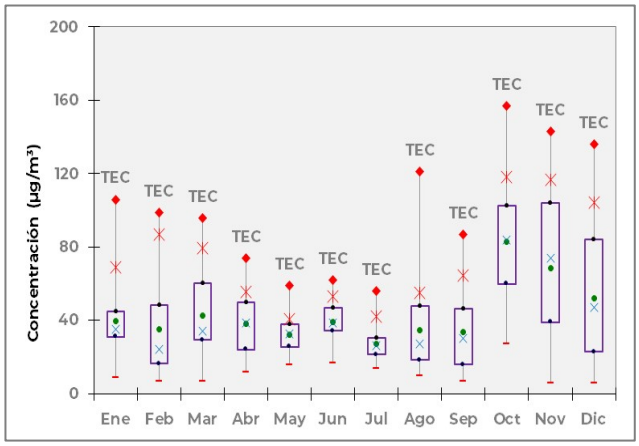


San Luis Río Colorado
SLRC – Pozo 10 de COMAPA

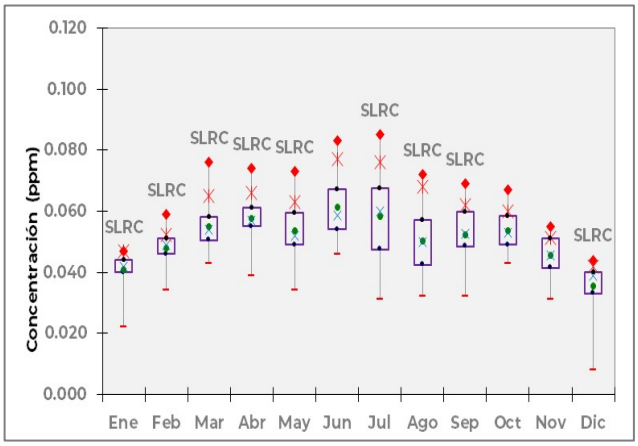
16.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 16.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Sonora, en el año 2019.

Nogales
PM_{10} – Promedio de 24 horas



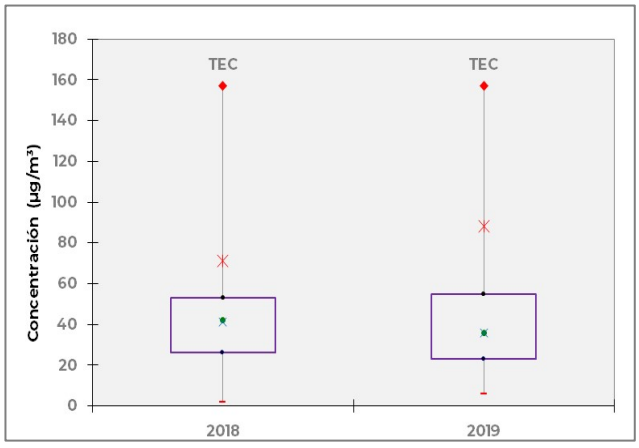
San Luis Río Colorado
Ozono – Máximo diario de 1 hora



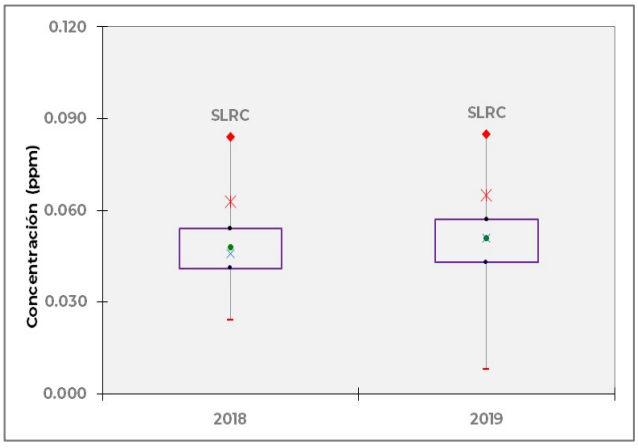
16.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN SONORA EN EL PERIODO 2018 – 2019.

Figura 16.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Sonora, en el periodo 2018 - 2019.

Nogales
PM_{10}– Promedio de 24 horas
(2018-2019)



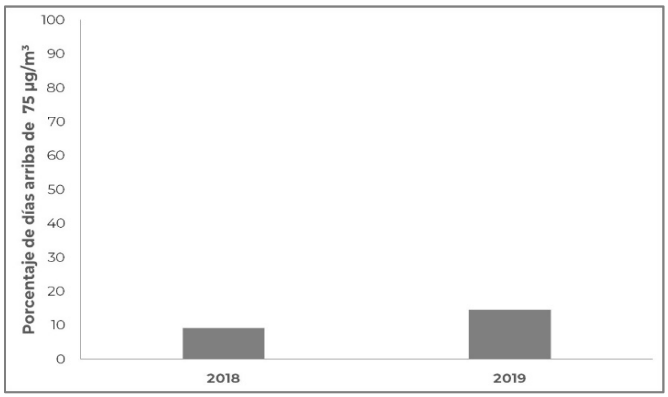
San Luis Río Colorado
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2018-2019)



16.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 16.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2018 – 2019.

Nogales
PM_{10}– Límite de 24 horas
(2018-2019)

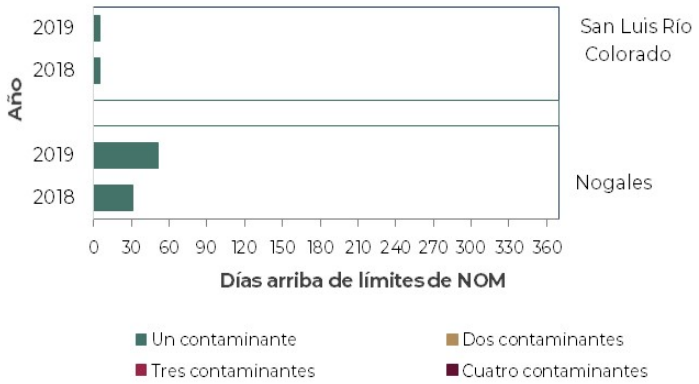


16.7. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 16.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Sonora, 2018 – 2019.

Municipio	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Nogales	2018	342	31	31	0	0	0
	2019	350	51	51	0	0	0
San Luis Río Colorado	2018	363	5	5	0	0	0
	2019	359	5	5	0	0	0

Figura 16.7. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Sonora, 2018 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 17. TABASCO



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
TABASCO

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Tabasco, a cargo de la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado estuvo conformado por la red de monitoreo del Centro (Cabecera municipal Villahermosa), así como por las estaciones de monitoreo ubicadas en los municipios de Balancán, Huimanguillo, Centla, Paraíso, Macuspana, Comalcalco y Cunduacán. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 17.1 a 17.7 y en la Tabla 17.1. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

De las 11 estaciones que conforman este sistema de monitoreo, sólo la estación automática ubicada en el Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH) generó información para evaluar el cumplimiento de la NOM de PM_{10}. El resultado de dicha evaluación fue de incumplimiento al superarse el límite normado de 24 horas (75 µg/m³), con una concentración máxima de 96 µg/m³.

En general, en el municipio Centro, se registraron condiciones de mala calidad del aire por PM_{10} en 7 de los 308 días con datos válidos. En otros municipios, como Balancán y Macuspana, donde el monitoreo de partículas PM_{10} es manual, no se contó con información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento de NOM; sin embargo, la información disponible reveló la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas. En Balancán esto ocurrió en 3 de los 28 días con muestreos válidos y en Macuspana en 3 de 15 días con muestreos válidos.

Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre abril y mayo en el municipio Centro. Para el resto de las ciudades no se contó con información para generar este indicador. En cuanto al comportamiento a lo largo de los años, se aprecia poca variación en las concentraciones registradas entre los años 2017 y 2019. En Macuspana y Comalcalco no es posible establecer una tendencia debido a les escasez de información. Sin embargo, se puede destacar que en 2019 Macuspana registró un incremento notorio en el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado, respecto a lo observado en 2018.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Este contaminante no se mide en ninguna de las estaciones de monitoreo que conforman el Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire de Tabasco.

Ozono (O_3)

El ozono sólo se monitorea en el municipio Centro y la información generada por la estación ITVH muestra que las concentraciones medidas a lo largo del año se ubicaron por debajo de los dos límites normados (como promedios de 1 y 8 horas), para protección a la salud de la población, con lo que se da cumplimiento a la norma de salud ambiental correspondiente. Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en los meses de abril, agosto y septiembre, aunque es oportuno señalar que dichas concentraciones son bajas y eso hace que en el transcurso del año predominen claramente los días con buena calidad del aire con respecto a este contaminante.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

El NO_2 no se mide en ninguna de las estaciones de monitoreo que conforman el Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire de Tabasco, en tanto que el CO y el SO_2, sólo se vigilan en el municipio Centro.

En cuanto al CO es necesario destacar que no se mide desde el año 2018 debido a problemas operativos con el equipo de medición, en tanto que con respecto al SO_2 lo destacable es que las concentraciones registradas a lo largo del año se mantuvieron muy por debajo de los límites normados para la protección de la salud y en consecuencia predominaron los días con buena calidad del aire por este contaminante.

A DESTACAR

Sólo 1 de las 11 estaciones de monitoreo que conforman este sistema de monitoreo operó con regularidad en 2019. De las 10 estaciones restantes, 4 estuvieron fuera de operación y 6 operaron con irregularidad, por lo que fue muy escasa la información que generaron e imposibilitaron generar un diagnóstico de la calidad del aire robusto para municipios como Balancán, Centla, Huimanguillo, Paraíso, Macuspana, Comalcalco y Cunduacán. Específicamente en Balancán y Macuspana, la información disponible reveló la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, aunque no se pudo establecer incumplimiento de norma debido a la escasez de datos.

Igualmente destaca que en el municipio Centro, sólo se registraron condiciones de mala calidad del aire por PM_{10} en 7 de los 308 días con datos válidos, en tanto que la calidad del aire fue predominantemente buena en cuanto a ozono y dióxido de azufre.

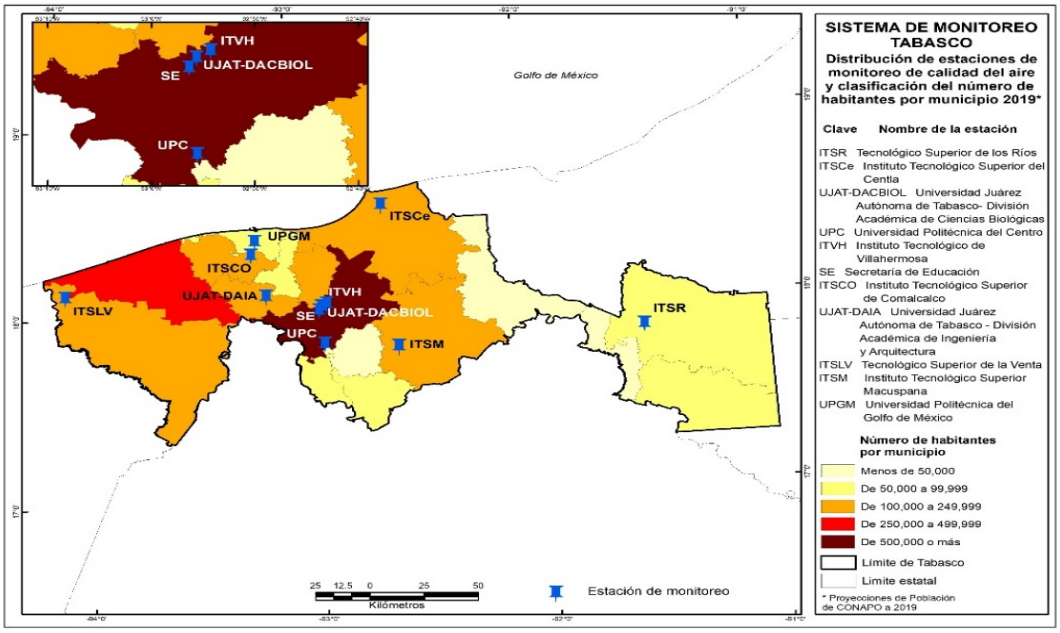
17.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 17.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Centro	Instituto Tecnológico de Villahermosa	ITVH	Automático (2012)	✓	¤	✓	✓	¤	✓
			Manual (2016)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Secretaría de Educación	SE	Automático (2008)	✓	¤	✓	✓	¤	✓
			Manual (2016)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Universidad Politécnica del Centro	UPC	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	UJAT-DACBIOL	Manual (2013)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Balancán	Tecnológico superior de los Ríos	ITSR	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Huimanguillo	Instituto Tecnológico Superior de la Venta	ITSLV	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Centla	Instituto Tecnológico Superior de Centla	ITSCe	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Paraíso	Universidad Politécnica del Golfo de México	UPGM	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Macuspana	Instituto Tecnológico Superior de Macuspana	ITSM	Manual (2017)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Comalcalco	Instituto Tecnológico superior de Comalcalco	ITSCO	Manual (2018)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Cunduacán	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	UJAT-DAIA	Manual (2018)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.

Figura 17.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tabasco en 2019.

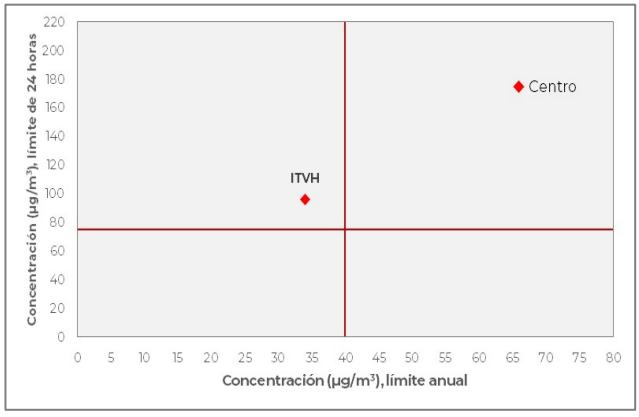


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.

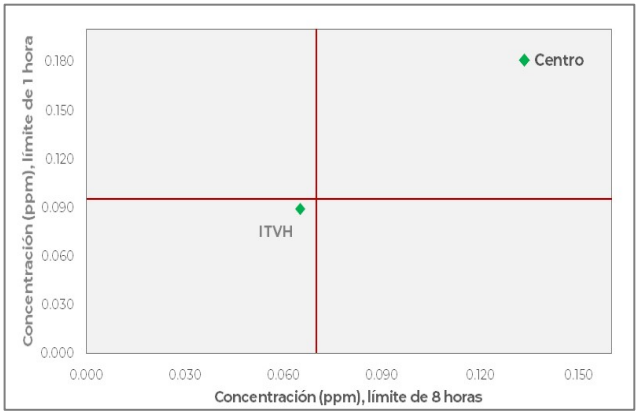
17.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 17.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Tabasco, en el año 2019.

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



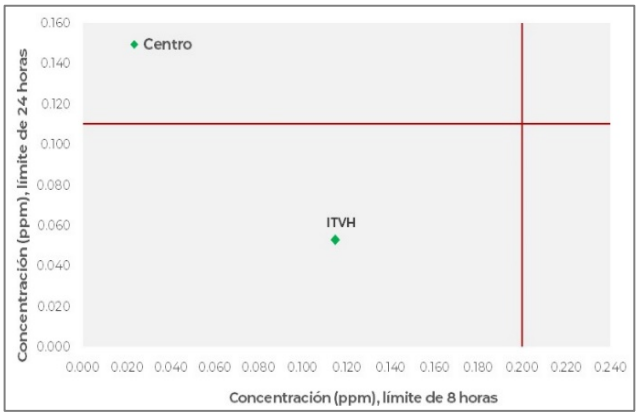
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)

Datos invalidados por los responsables del SMCA

Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



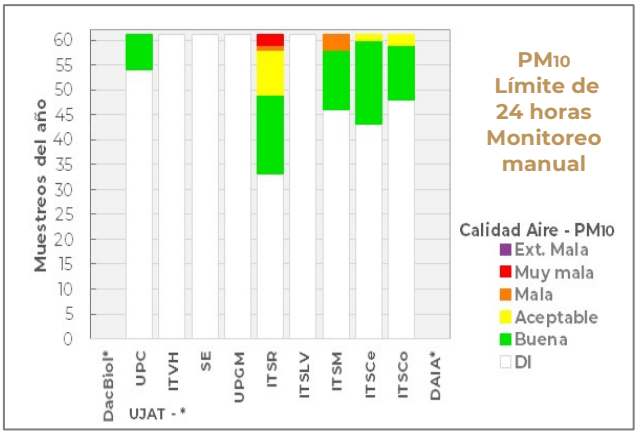
Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)

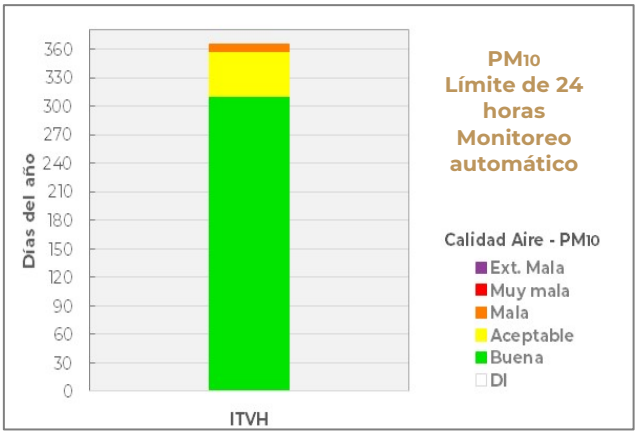


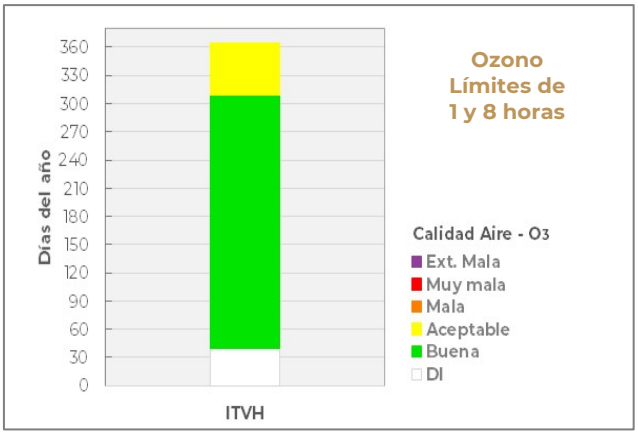
ITVH – Instituto Tecnológico de Villahermosa

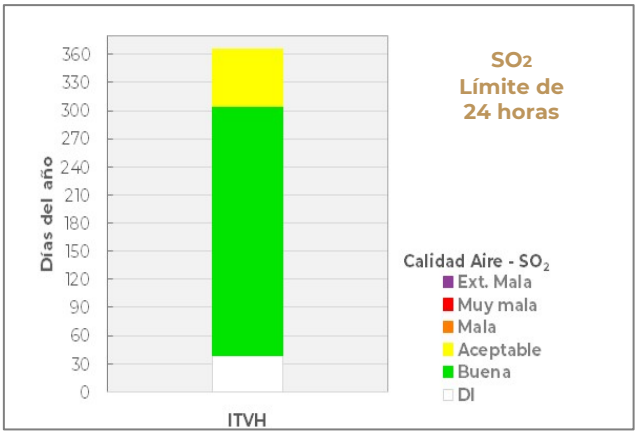
17.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 17.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Tabasco, en el año 2019.









Centro
ITVH – Instituto Tecnológico de Villahermosa, Centro
SE - Secretaría de Educación, Centro
UPC – Universidad Politécnica del Centro, Centro
UJAT-DACBIOL – Universidad Juárez de Tabasco – División de Académica de Ciencias Bilógicas, Centro.

Balancán
ITSR - Tecnológico superior de los Ríos

Huimanguillo
ITSLV – Instituto Tecnológico Superior de la Venta

Centla
ITSCe – Instituto Tecnológico Superior de Centla

Paraíso
UPGM – Universidad Politécnica del Golfo de México

Macuspana
ITSM – Instituto Tecnológico Superior de Macuspana

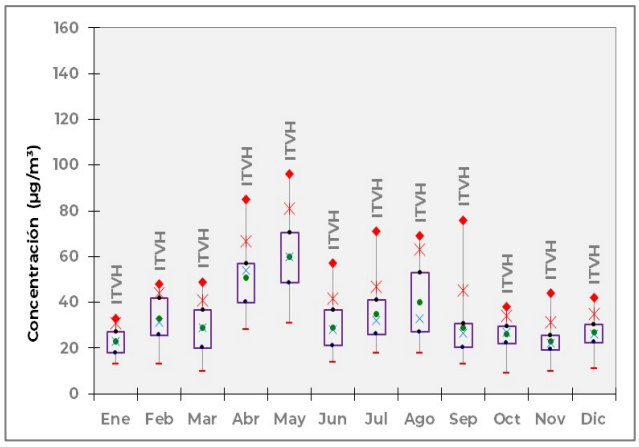
Comalcalco
ITSCO – Instituto Tecnológico superior de Comalcalco

Cunduacán
UJAT-DAIA – División Académica de Ingeniería y Arquitectura

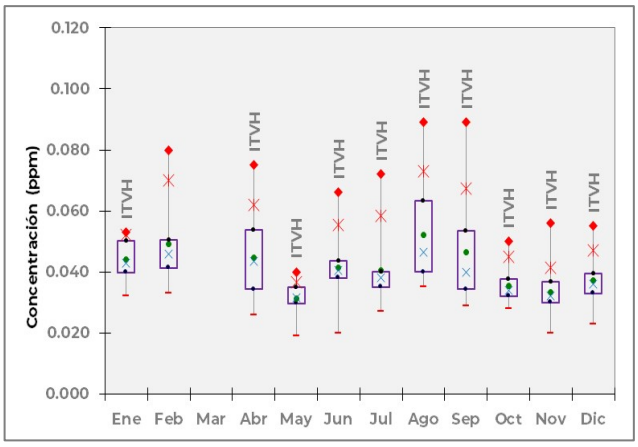
17.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 17.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el municipio Centro de Tabasco, en el año 2019.

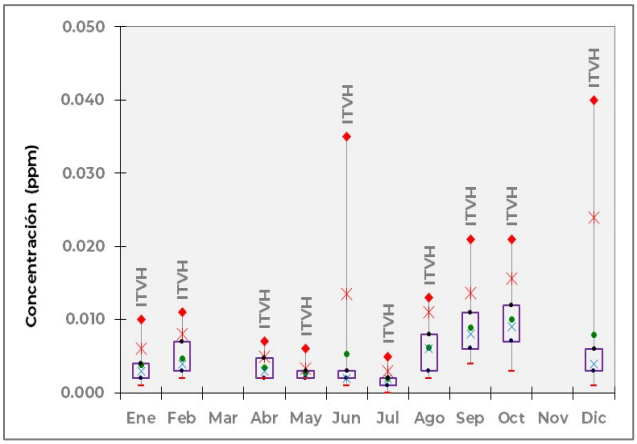
PM_{10} – Promedio de 24 horas



Ozono – Máximo diario de 1 hora



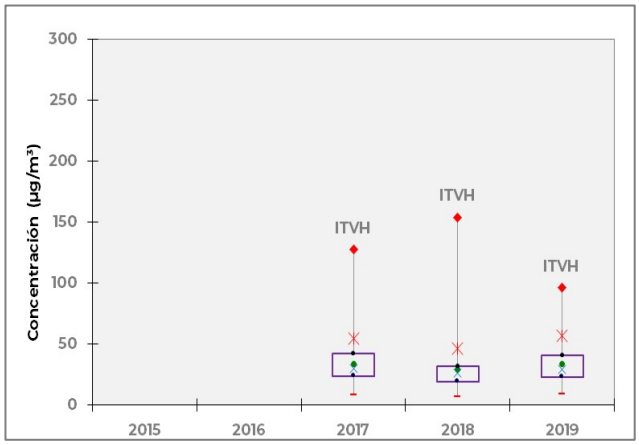
SO_2 – Promedio de 24 horas



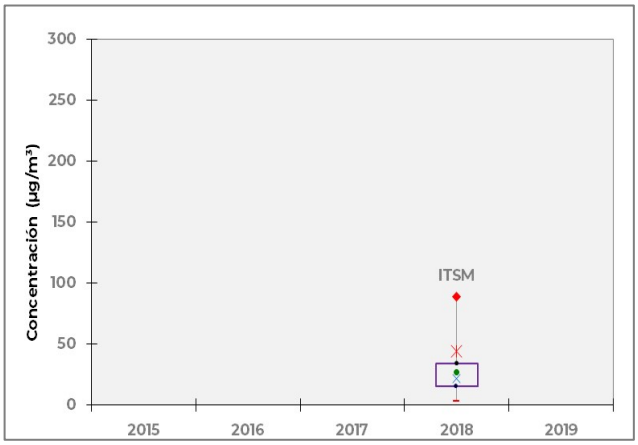
17.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN TABASCO EN EL PERIODO 2015 – 2019.

Figura 17.5. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Tabasco, en el periodo 2015 – 2019.

Centro
(2015 – 2019)



Macuspana
(2015– 2019)



Comalcalco
(2015 – 2019)

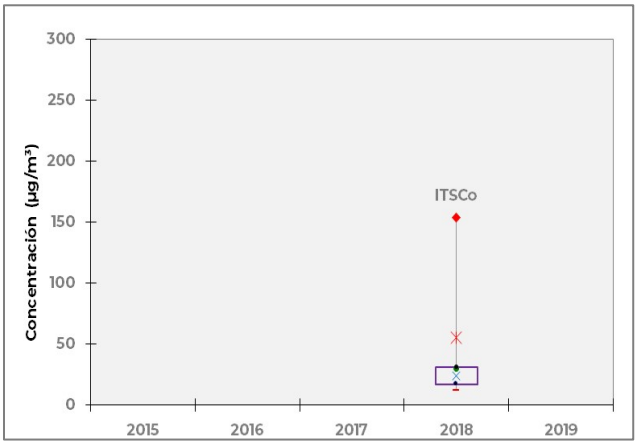
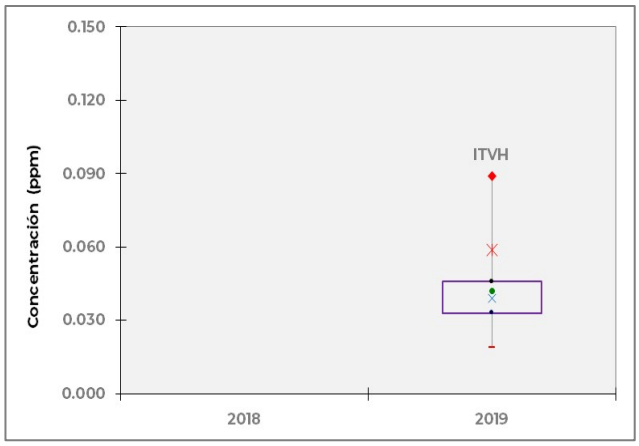
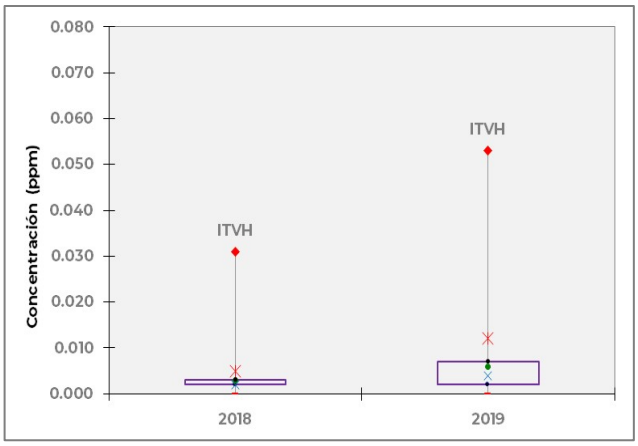


Figura 17.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3 y SO_2 en el municipio Centro de Tabasco, en el periodo 2018 – 2019.

Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2018 – 2019)



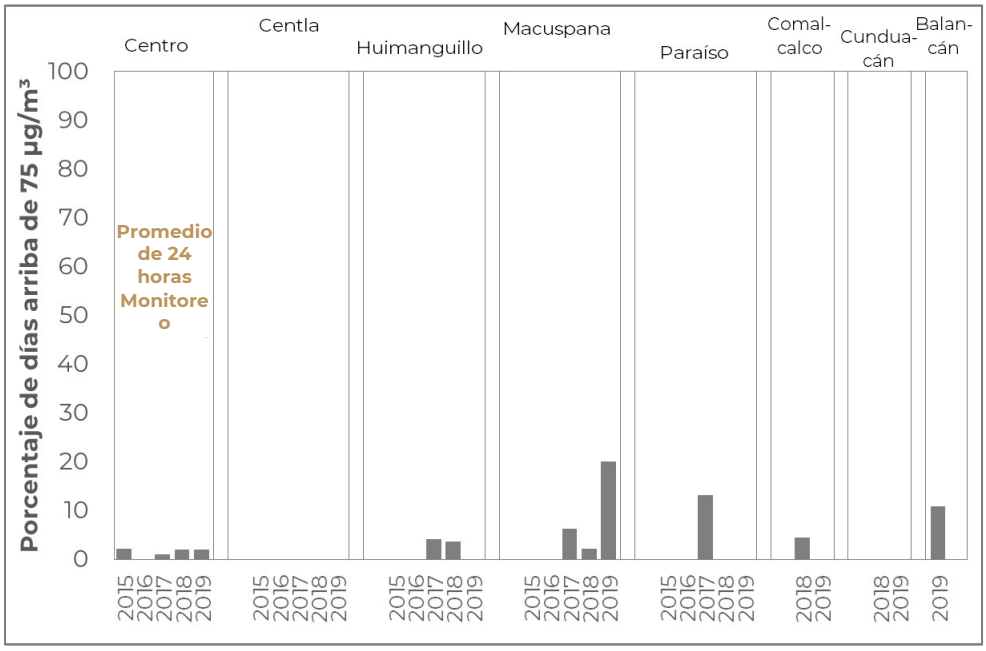
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2018 – 2019)



17.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 17.7. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2019.

PM_{10} – Límite de 24 horas – muestreos
(2015 – 2019)



Informe
2019

Capítulo 18. Veracruz



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
VERACRUZ

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Veracruz, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo integrado por 3 estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Minatitlán (TEC), Xalapa (STP) y Poza Rica (PR-03). Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada tanto en 2019 como en años previos se ilustran en las Figuras 18.1 a 18.8 y en las Tablas 18.1 a 18.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En Xalapa y Poza Rica se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente al superarse el límite normado de 24 horas, con concentraciones que alcanzaron los 91 µg/m^3 y 86 µg/m^3, respectivamente. Registros que son equivalentes a 1.2 y 1.15 veces el límite normado (75 µg/m^3). En Minatitlán no fue posible la evaluación de cumplimiento de NOM por insuficiencia de datos. La ciudad en la que con mayor frecuencia se supera el límite normado de 24 horas es Xalapa con 14, seguida de Minatitlán con 10 y Poza Rica con 4. Llama la atención el caso de Minatitlán, donde a pesar de no contar con información suficiente para realizar la evaluación de cumplimiento de NOM se registran varios días con concentraciones superiores al límite normado.

Temporalmente, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre abril y mayo, en tanto que a lo largo de los años se observa una tendencia bastante estable, tanto de la concentración promedio, como de los percentiles 25, 75 y 90 en los años con información disponible. En Xalapa y Minatitlán destaca que en 2019 se incrementó, respecto a lo observado en 2018, el número de días al año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, en tanto que en Poza Rica disminuyó. En 2019, Xalapa registró 14 días en esta condición, en tanto que en Minatitlán fueron 10 y en Poza Rica 4.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Los dos límites normados de protección a la salud por exposición a partículas suspendidas $PM_{2.5}$ fueron superados en 2019, en Xalapa, Minatitlán y Poza Rica. La concentración más alta como promedio de 24 horas se registró en Xalapa, en tanto que el promedio anual más alto correspondió a Minatitlán con registros de 72 y 25 µg/m^3, respectivamente. Dichas concentraciones equivalen a 1.6 y 2 veces el límite normado correspondiente. El número de días de 2019 con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas fue de 21 en Xalapa, 9 en Minatitlán y 7 en Poza Rica.

En las tres ciudades, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ suelen registrarse entre abril y mayo, siendo particularmente más altas en este último mes. En general, las concentraciones registradas en 2019, tanto en Xalapa como en Poza Rica, son ligeramente más altas que las registradas en 2018, tal como lo reflejan las concentraciones asociadas al promedio y los percentiles 75 y 90 de ambos años. Esta situación, incluso se ve reflejada en el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, ya que en ambas ciudades se registró un incremento de días en esta condición. En Xalapa, por ejemplo, se pasó de cero a 21 y en Poza Rica de cero a 7. En Minatitlán los días en esta condición pasaron de 1 en 2018 a 9 en 2019.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono, por su parte, se cumplió en Xalapa y se incumplió en Poza Rica y Minatitlán. En Poza Rica se superó el límite de 8 horas y en Minatitlán el límite de 1 hora con concentraciones de 0.076 ppm y 0.113 ppm, respectivamente. La primera equivale a 1.09 veces el límite normado (0.07 ppm) y la segunda a 1.2 veces el límite respectivo (0.095 ppm). En cada ciudad donde se incumplió la NOM, se registraron dos días a lo largo del año 2019 con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de ozono se registraron entre abril y mayo en la ciudad de Xalapa, y entre febrero y mayo en Minatitlán y Poza Rica. Por otra parte, es difícil establecer alguna tendencia a lo largo del tiempo debido a la escasez de información, sin embargo, es posible destacar la poca variabilidad que muestran las concentraciones registradas en los años para los cuales se cuenta con información. Igualmente destaca el hecho de que en Xalapa nunca se ha rebasado el límite de 1 hora, en tanto que en Minatitlán se registra una tendencia a la baja en los tres años más recientes tanto en el porcentaje de días como de horas en esta condición.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de todas las ciudades en donde fueron medidos durante el año 2019, dominando en todas las ciudades los días con buena calidad del aire por estos contaminantes.

A DESTACAR

En 2019, el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Xalapa y Poza Rica son las $PM_{2.5}$, en tanto que, en Minatitlán, el contaminante de mayor preocupación son las PM_{10}.

En 2019 el número de días en que se incumple al menos una norma de calidad del aire experimentó un incremento respecto a lo observado en 2018 en las tres ciudades. En el caso de Xalapa pasó de 12 a 21 días, en Minatitlán de 3 a 15 días y en Poza Rica de 6 a 9 días.

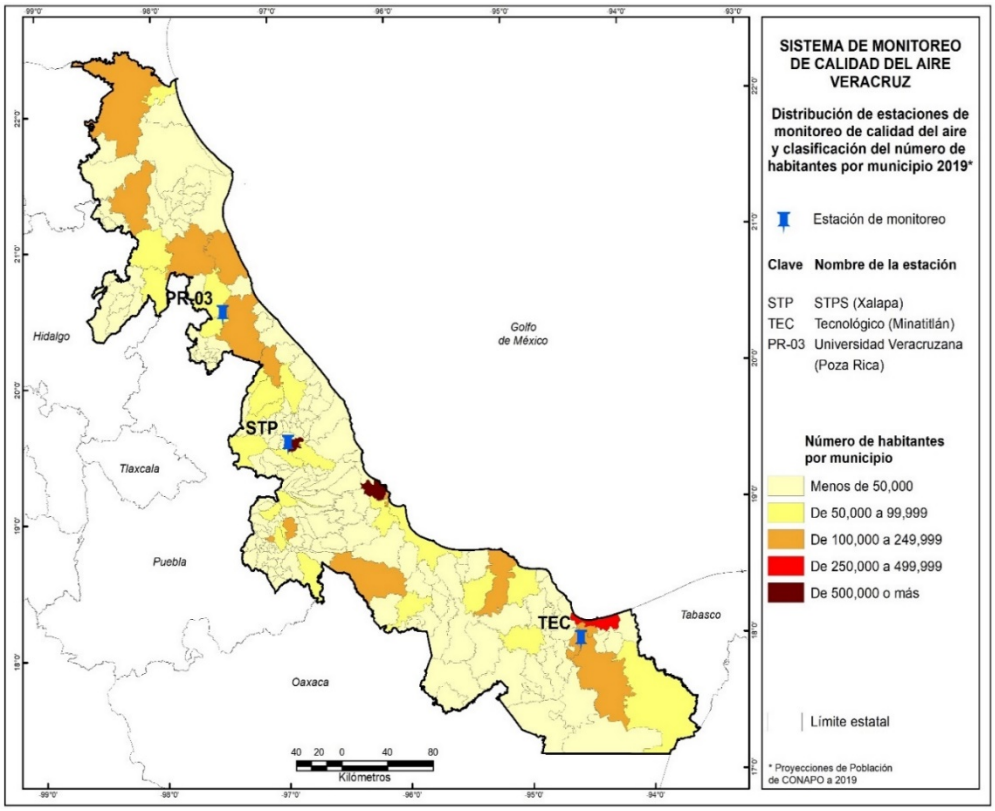
18.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 18.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Minatitlán	Tecnológico	TEC	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Xalapa	STPS	STP	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poza Rica	Universidad Veracruzana	PR-03	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

Figura 18.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Veracruz, 2019.

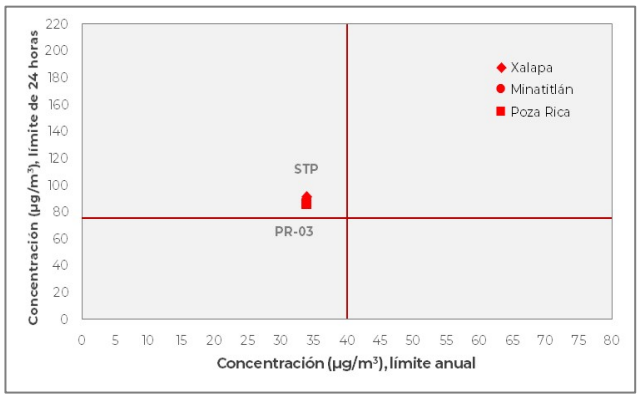


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

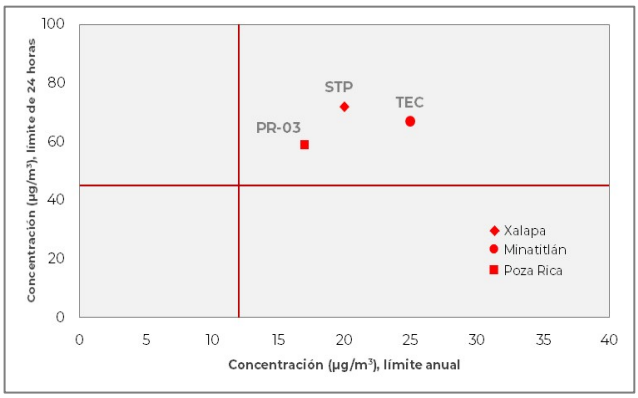
18.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 18.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Veracruz, en el año 2019.

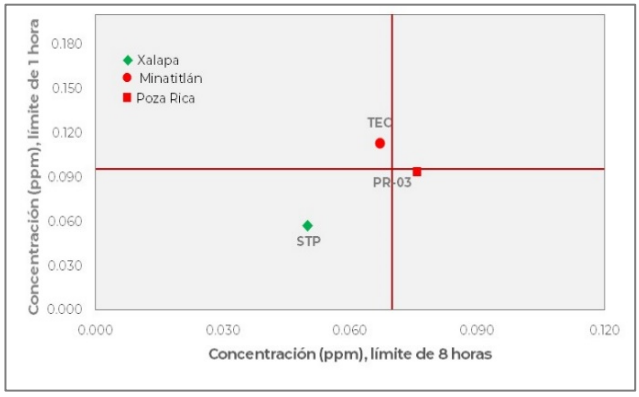
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



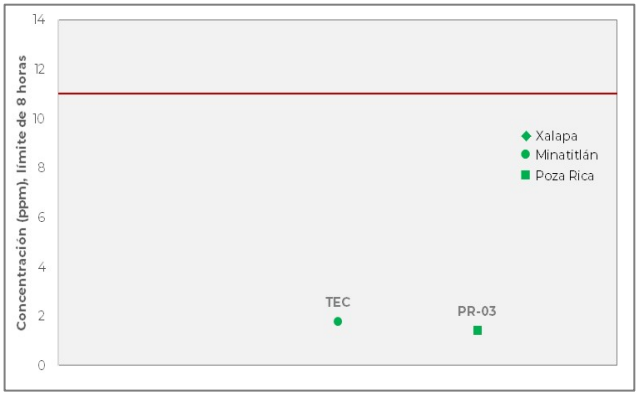
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



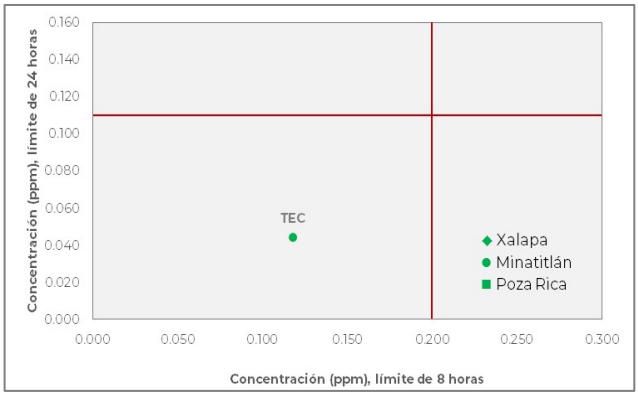
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



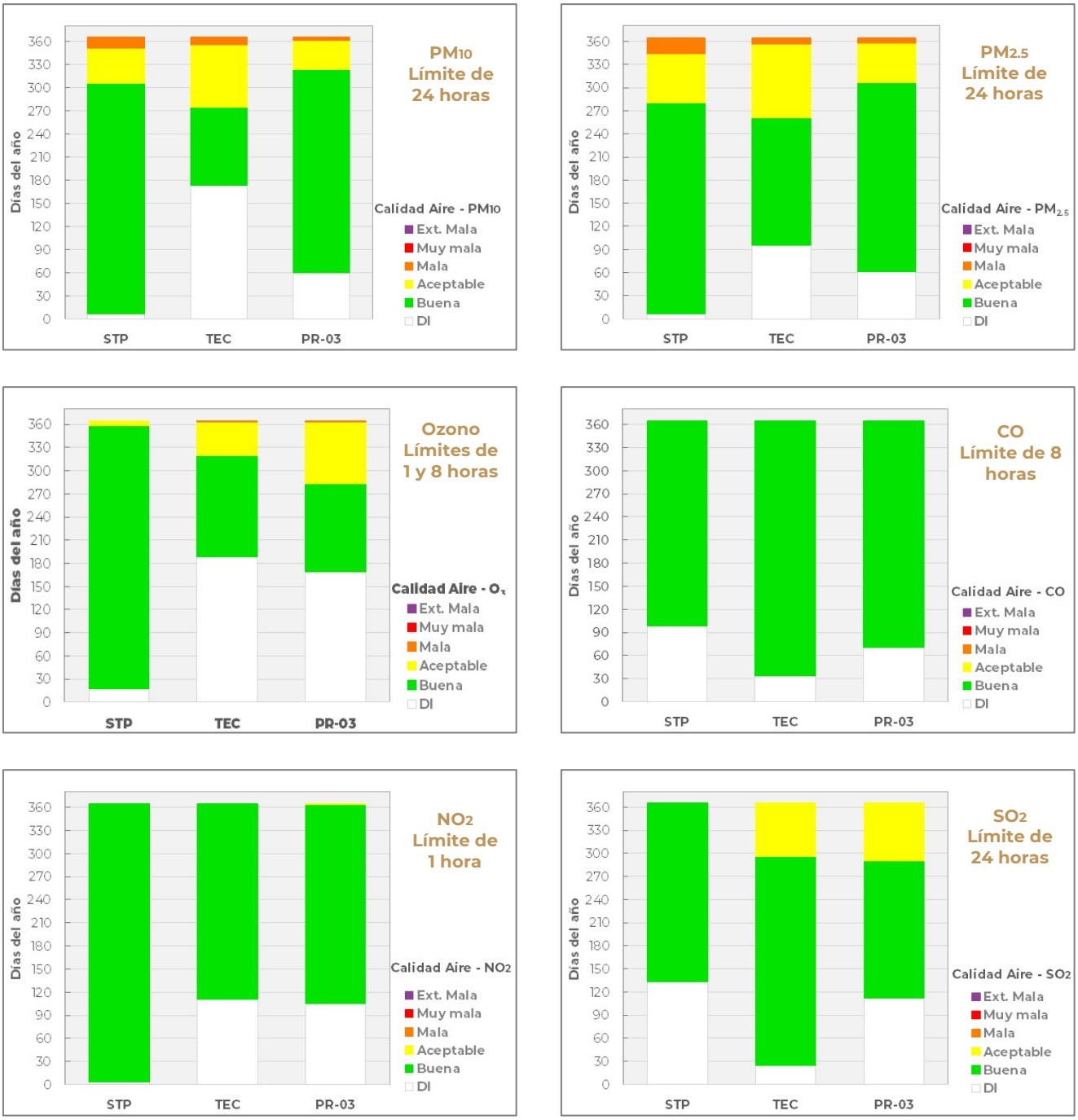
Minatitlán
TEC – Tecnológico

Xalapa
STP - STPS

Poza Rica
PR-03 – Universidad Veracruzana

18.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 18.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Veracruz, en el año 2019.



Minatitlán
TEC – Tecnológico

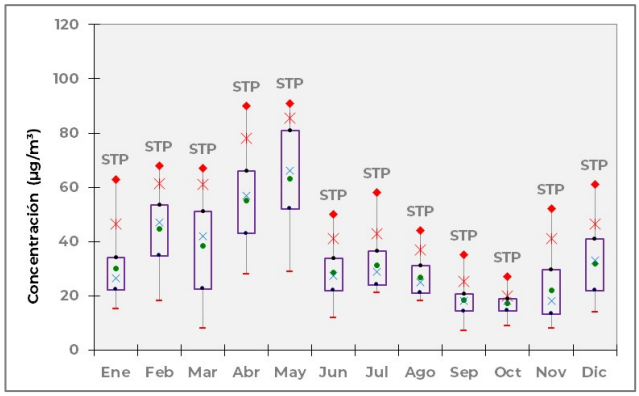
Xalapa
STP - STPS

Poza Rica
PR-03 – Universidad Veracruzar

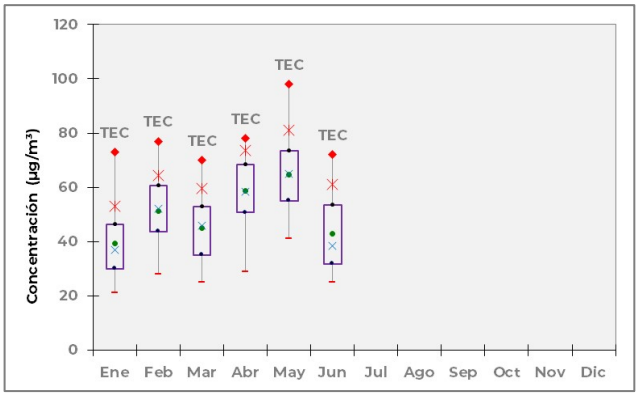
18.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2019.

Figura 18.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz.
Promedios 24 horas

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

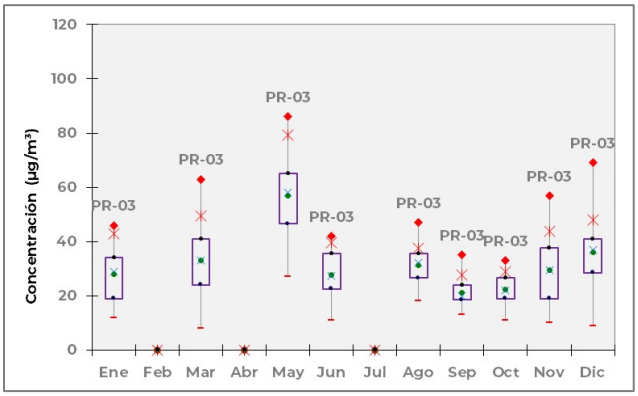
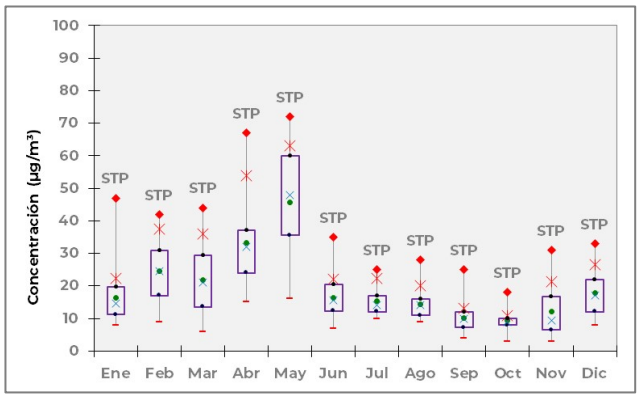


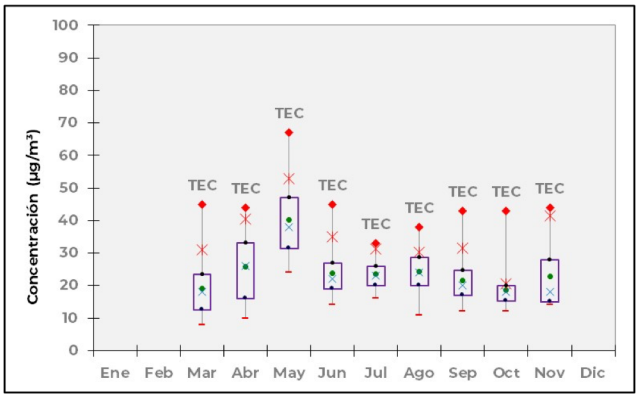
Figura 18.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz.

Promedios 24 horas

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

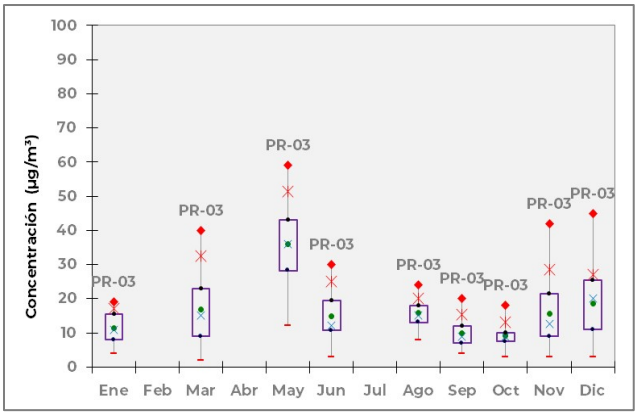
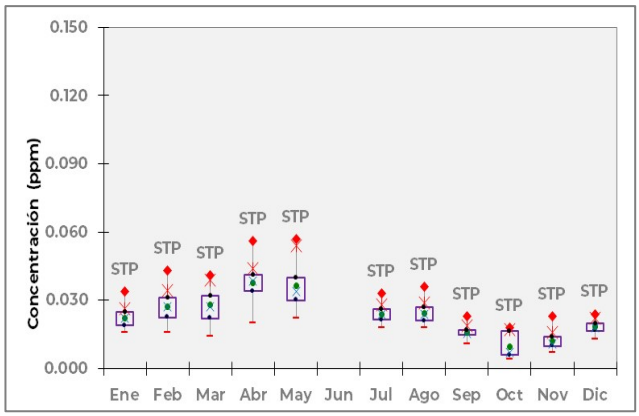


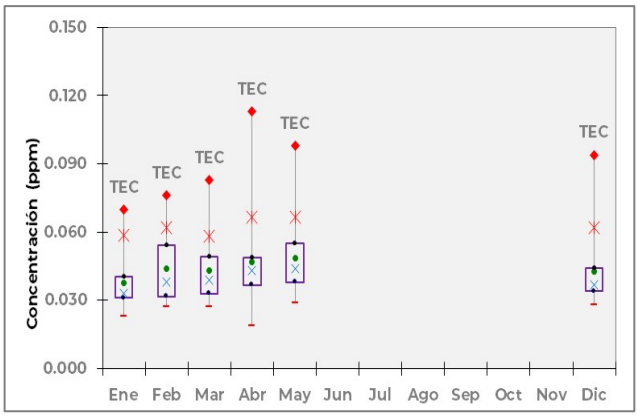
Figura 18.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz.

Máximo diario de 1 hora

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

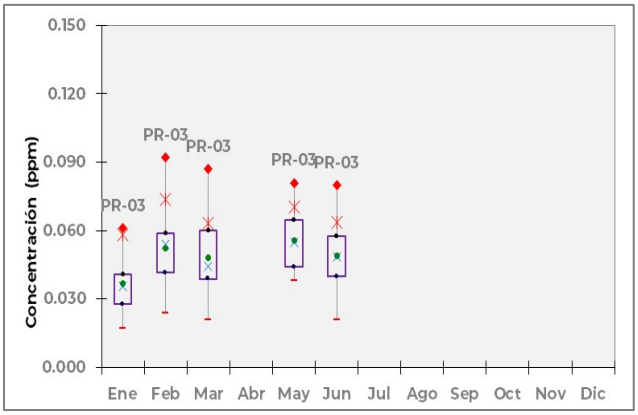
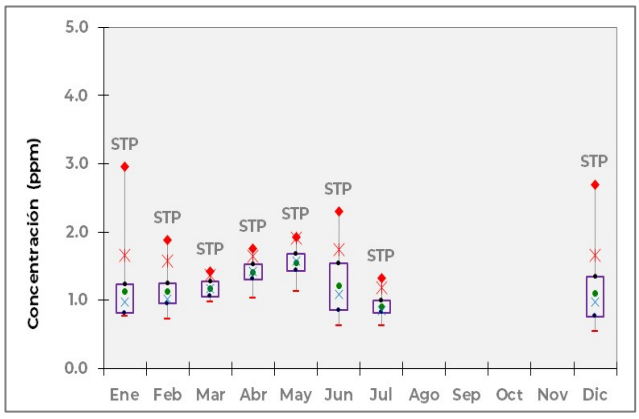


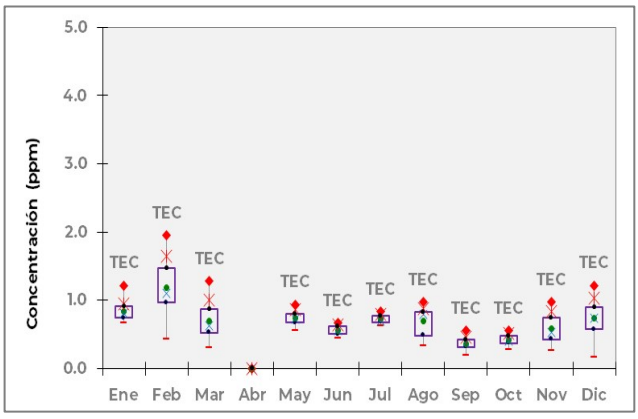
Figura 18.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz.

Máximo diario de 8 horas

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

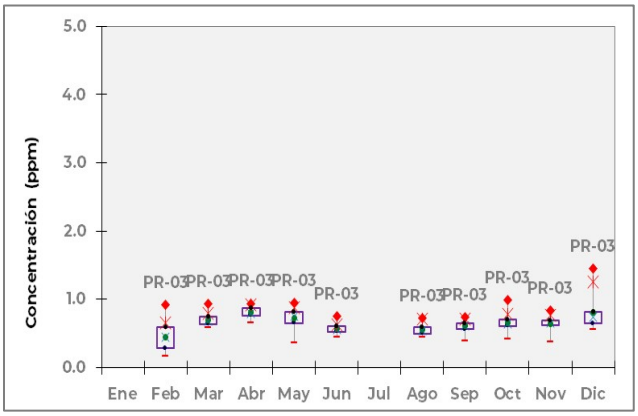
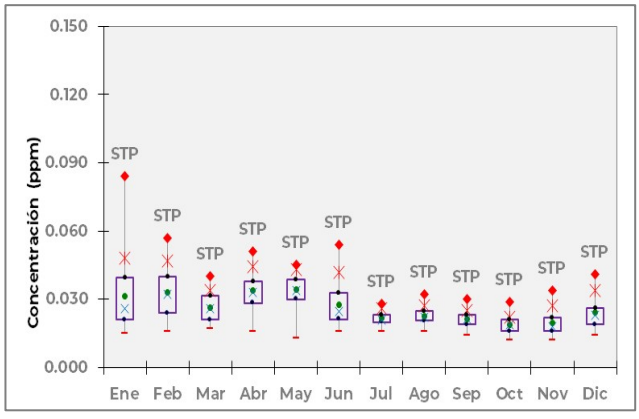


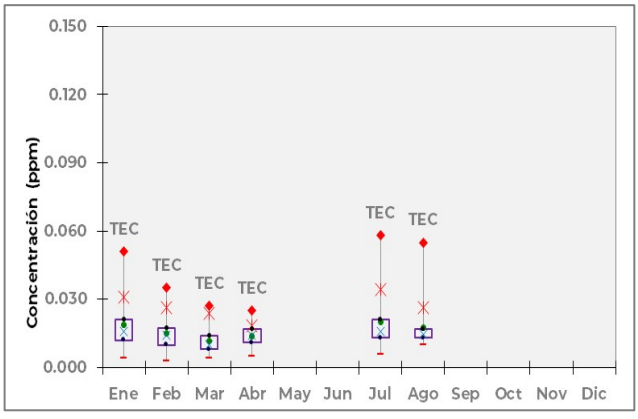
Figura 18.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz.

Máximo diario de 1 hora

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

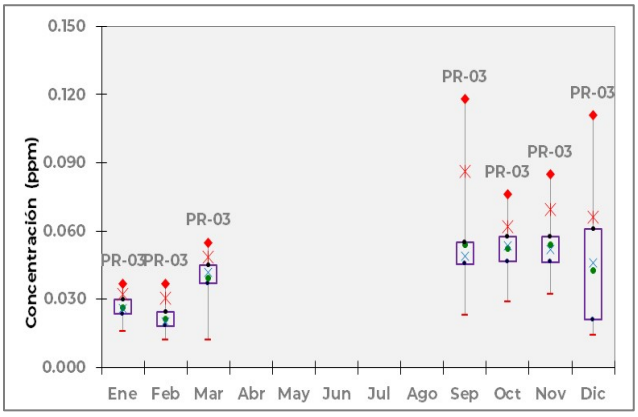
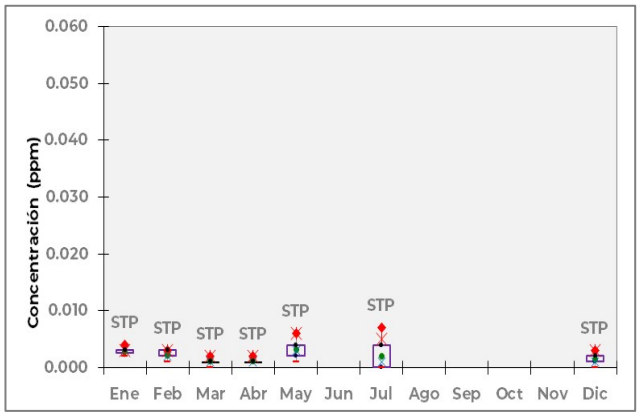


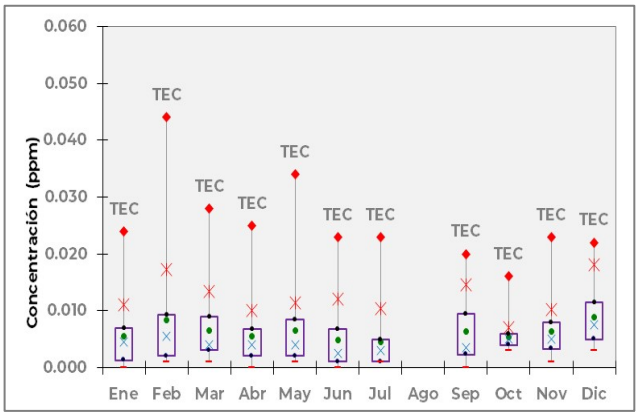
Figura 18.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2019 en Veracruz.

Promedio de 24 horas

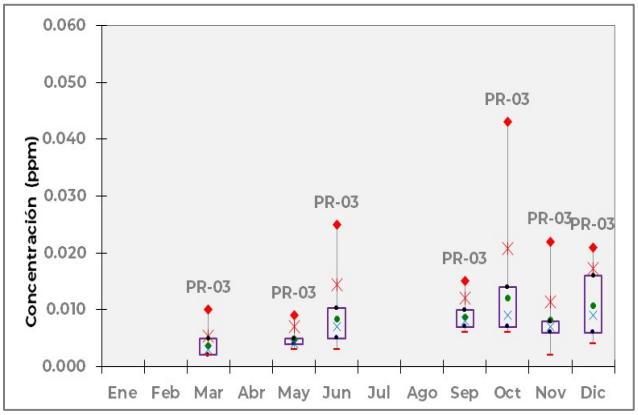
Xalapa



Minatitlán



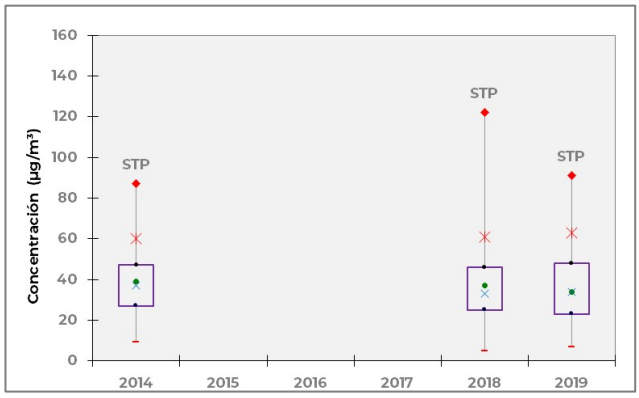
Poza Rica



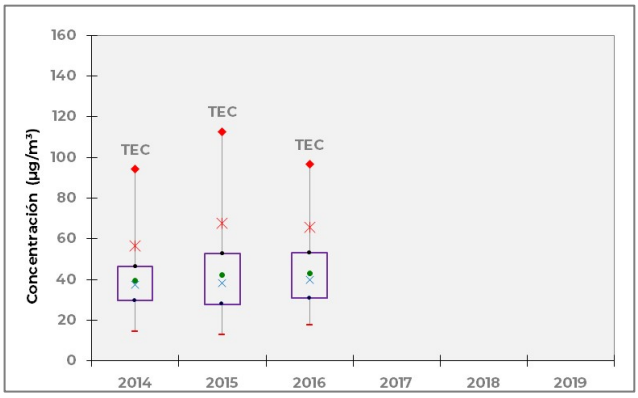
18.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN VERACRUZ EN EL PERIODO 2014 – 2019.

Figura 18.10. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019.

Xalapa
(2014-2019)



Minatitlán
(2014-2019)



Poza Rica
(2014-2019)

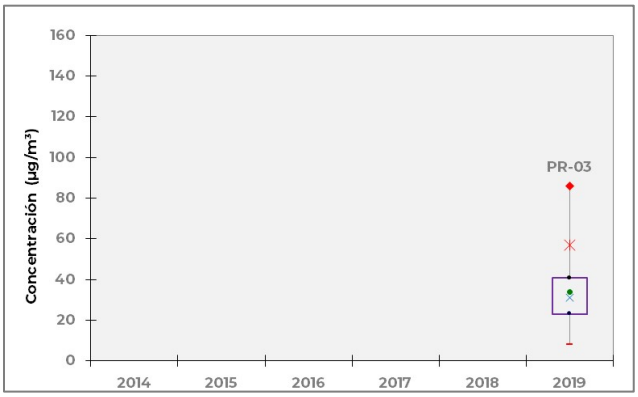
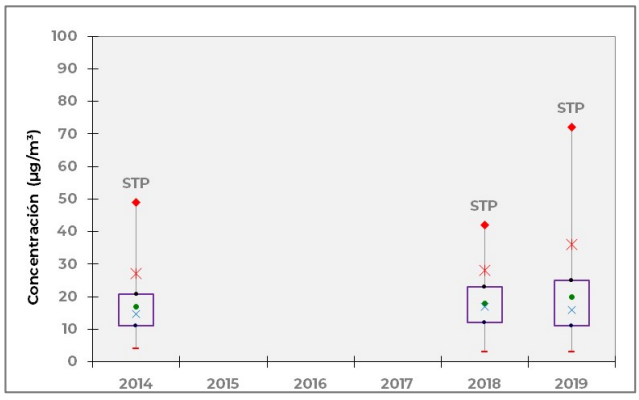
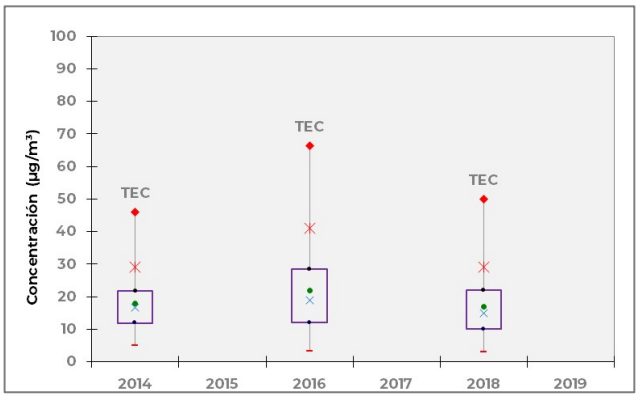


Figura 18.11. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019.

Xalapa
(2014-2019)



Minatitlán
(2014-2019)



Poza Rica
(2014-2019)

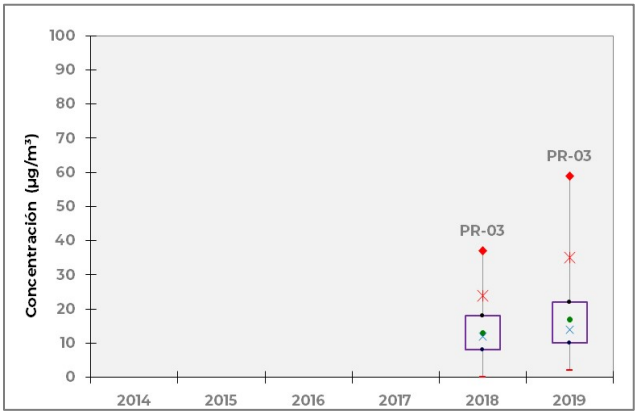
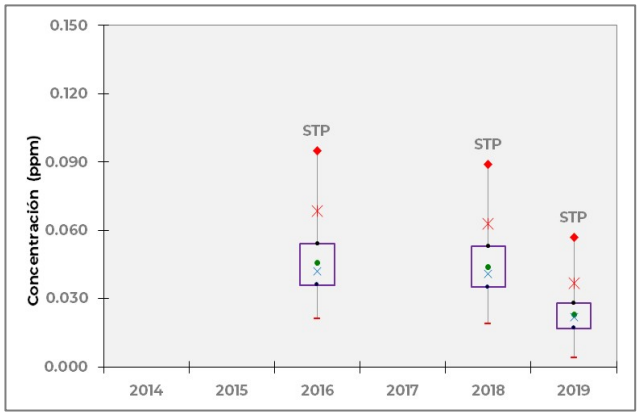
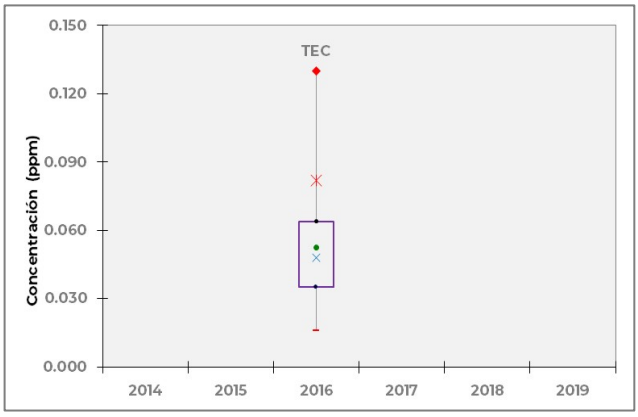


Figura 18.12. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019.

Xalapa
(2014-2019)



Minatitlán
(2014-2019)



Poza Rica
(2014-2019)

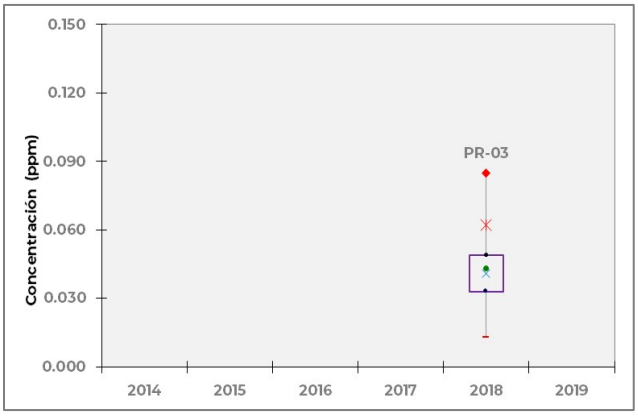
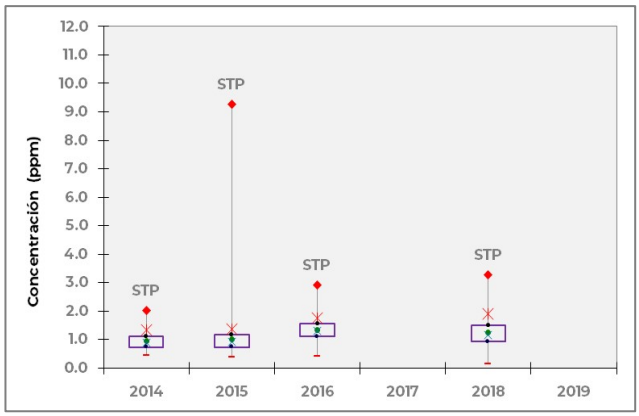
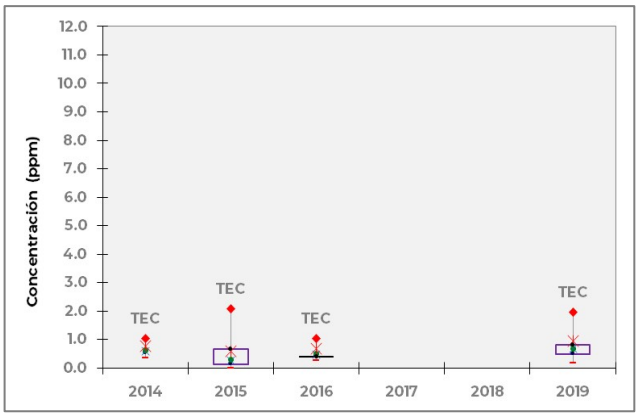


Figura 18.13. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019.

Xalapa
(2014-2019)



Minatitlán
(2014-2019)



Poza Rica
(2014-2019)

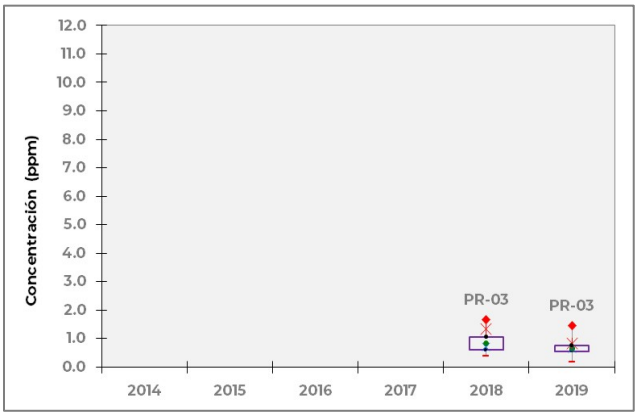
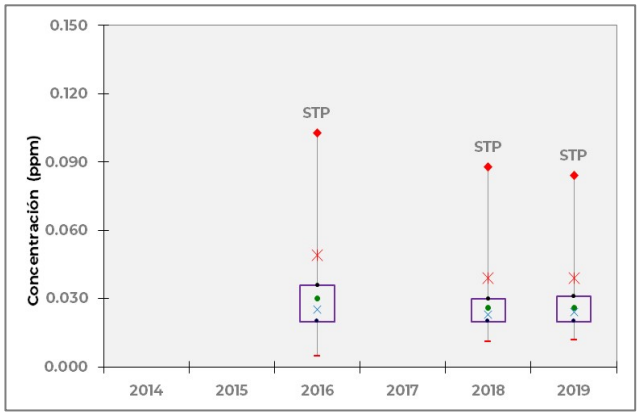


Figura 18.14. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019.

Xalapa
(2014-2019)



Poza Rica
(2014-2019)

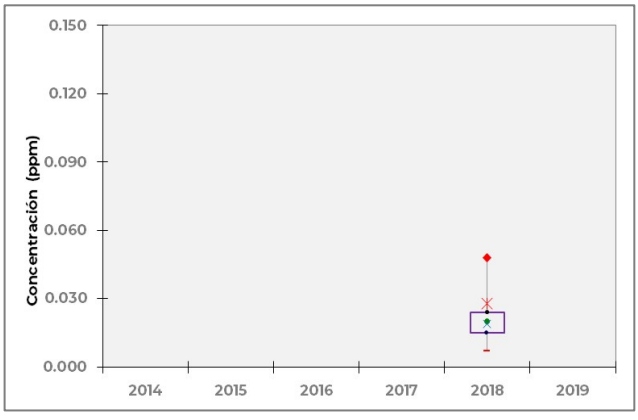
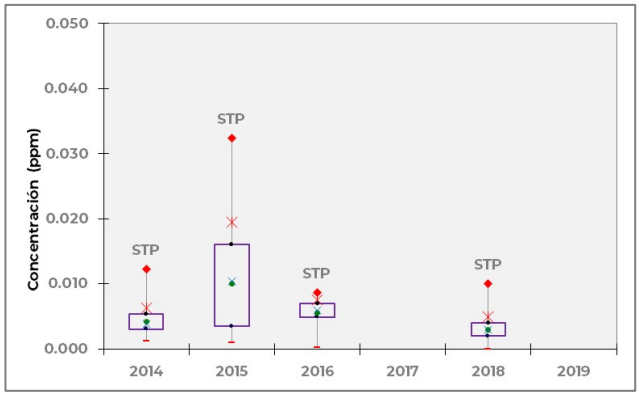
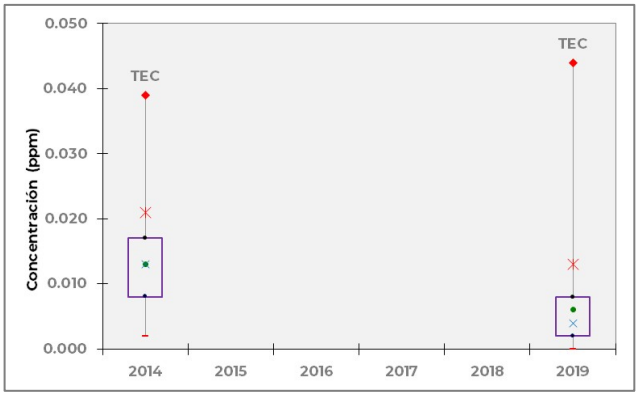


Figura 18.15. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2019.

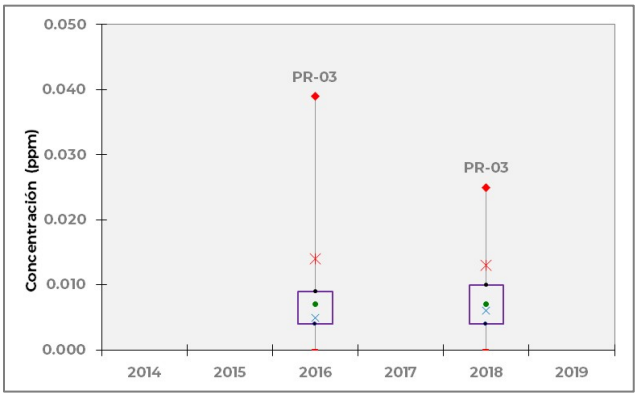
Xalapa
(2014-2019)



Minatitlán
(2014-2019)



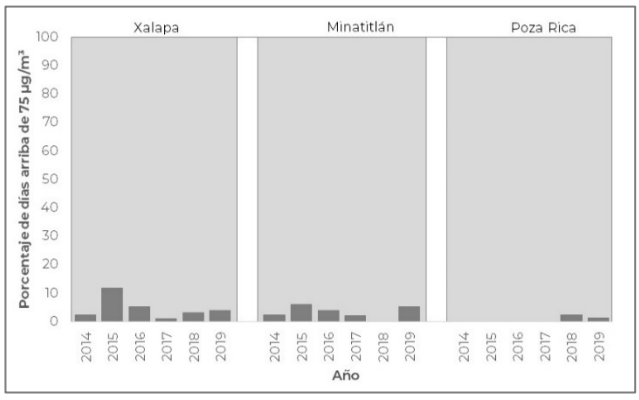
Poza Rica
(2014-2019)



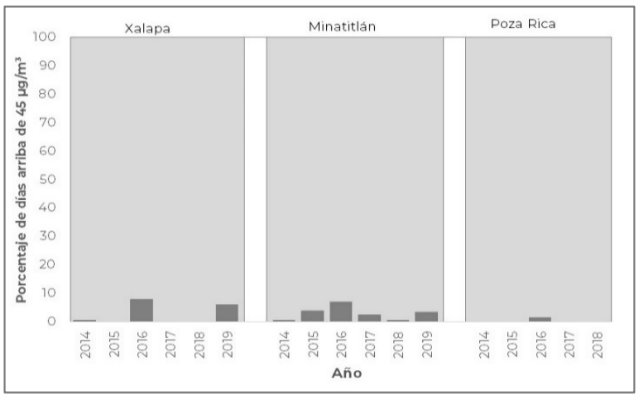
18.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 18.16. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2019.

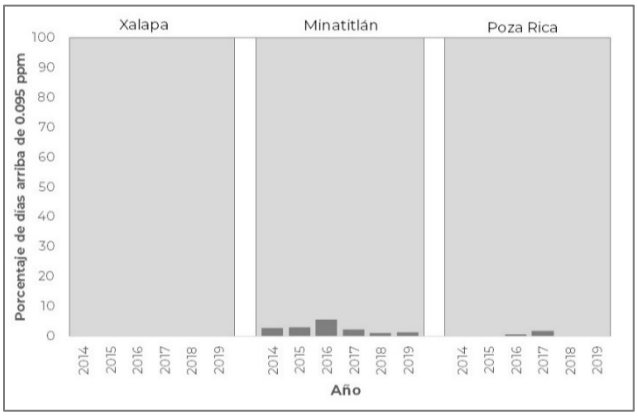
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2014 – 2019)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2014 – 2019)

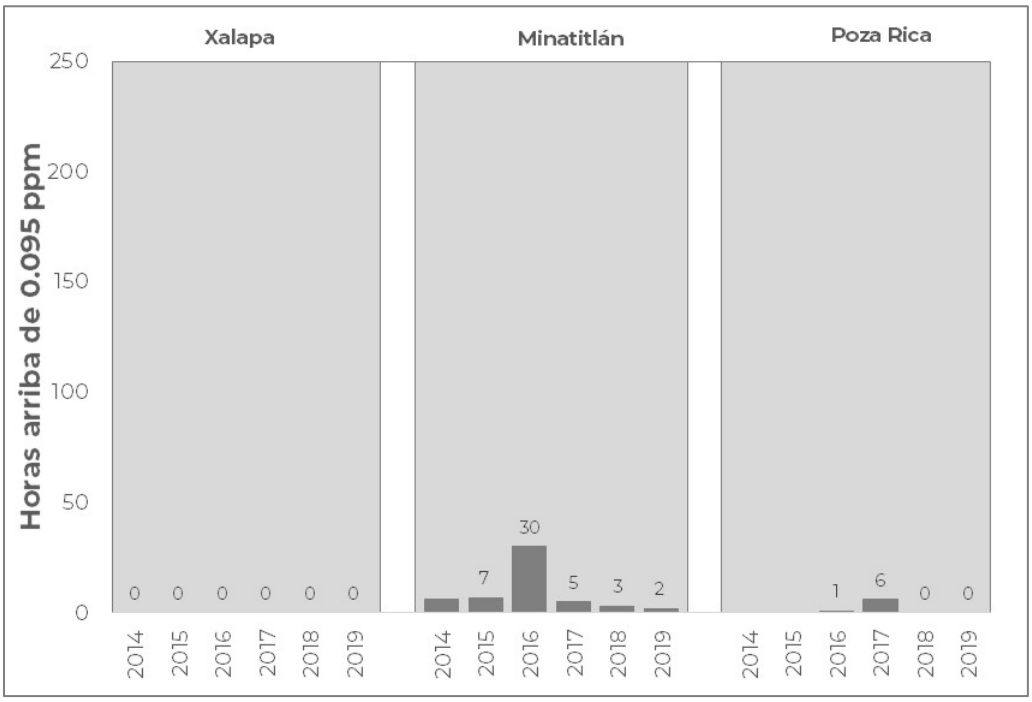


O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2019)



18.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 18.17. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 2014 – 2019.

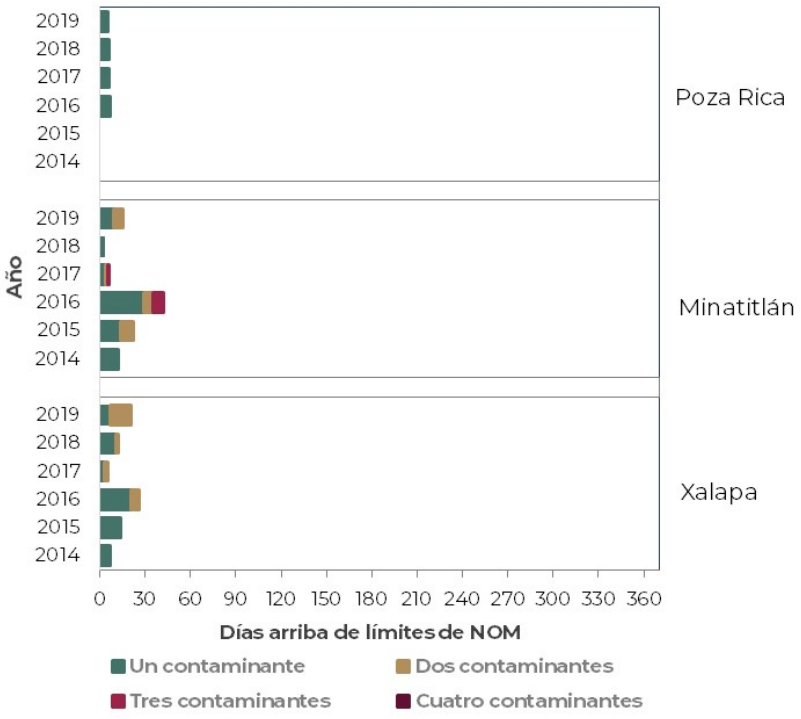


18.9. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 18.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2019.

Ciudad	Año	No. De días con datos	No. De días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Xalapa	2014	360	7	7	0	0	0
	2015	361	14	14	0	0	0
	2016	319	26	21	5	0	0
	2017	280	5	3	2	0	0
	2018	360	12	11	1	0	0
	2019	365	21	7	14	0	0
Minatitlán	2014	284	12	12	0	0	0
	2015	338	22	14	8	0	0
	2016	347	42	29	6	7	0
	2017	175	6	4	1	1	0
	2018	299	3	3	0	0	0
	2019	355	15	9	6	0	0
Poza Rica	2016	290	7	7	0	0	0
	2017	232	6	6	0	0	0
	2018	341	6	6	0	0	0
	2019	332	9	5	4	0	0

Figura 18.18. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2019.



INFORME
2019

CAPÍTULO 19. YUCATÁN



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
MÉRIDA

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Yucatán, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, estuvo conformado por la estación Seduma01 (CEN) que se localiza en la ciudad de Mérida. En ella, se realiza monitoreo con equipo automático de partículas suspendidas $PM_{2.5}$, ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno. Los hallazgos más relevantes, tanto del año 2019 como de las tendencias históricas de estos contaminantes se ilustran en las Figuras 19.1 a 19.6 y en las Tablas 19.1 a 19.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Al igual que en los años 2017 y 2018, en 2019 tampoco fue posible evaluar el cumplimiento de los límites normados de protección a la salud de la población para partículas suspendidas $PM_{2.5}$. Situación por demás relevante considerando que en los años 2015 y 2016 se registró incumplimiento de esta norma. Para el año 2019 sólo se dispuso de información válida para 158 días (menos del 45% de los días del año). De ellos, en 116 días la calidad del aire fue buena, en 41 aceptable y en 1 mala.

Ozono (O_3)

Tanto las concentraciones promedio horarias como promedio móvil de 8 horas de ozono, a lo largo del año, se mantuvieron muy por debajo de los límites establecidas en la NOM de salud ambiental correspondiente, lo que se reflejó en el hecho de que en el 100% de los días con información válida a lo largo del año la calidad del aire fue buena, aun en los meses de marzo, abril y mayo, que es cuando las concentraciones de este contaminante suelen ser más altas. Hasta la fecha, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en el año 2013, pero aun estas son inferiores a los límites de normados vigentes.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

El equipo de medición de monóxido de carbono se encuentra fuera de operación desde el año 2018, en tanto que el de dióxido de nitrógeno lo estuvo durante el año 2019. En cuanto al dióxido de azufre destacan los bajos niveles de concentración registrados a lo largo del año, lo que permitió que la calidad del aire, con respecto a este contaminante, calificara como buena durante todo el año.

A DESTACAR

En 2019 predominó una buena calidad del aire en cuanto a ozono y dióxido de azufre; sin embargo, no fue posible conocer el estado de la calidad del aire en cuanto a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno por encontrarse

fuera de operación los equipos de medición de estos contaminantes. Mención especial requiere el caso de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, ya que históricamente es el único contaminante que ha superado los límites normados de protección a la salud en la ciudad. A pesar de ello, en los tres años más recientes no ha sido posible determinar la calidad del aire con respecto a este contaminante por insuficiencia de información.

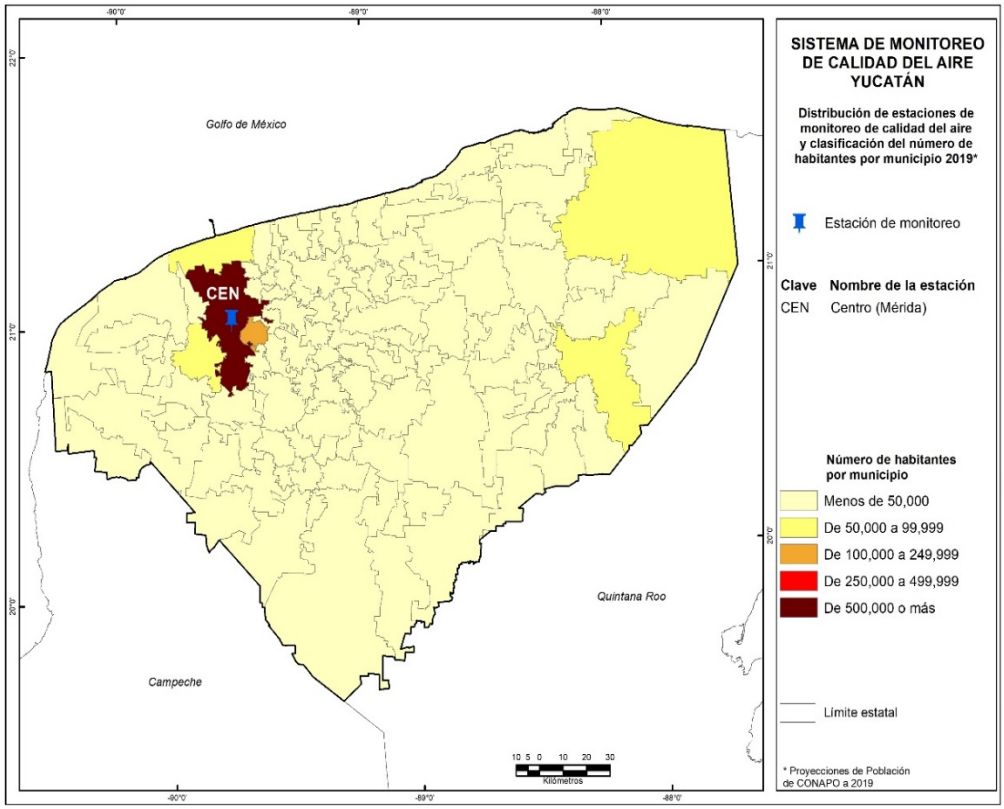
19.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 19.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Seduma01	CEN	Automático (2012)	¤	✓	✓	✓	✓	✓

¤ = 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 Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Yucatán.

Figura 19.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Yucatán, 2019.



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado Yucatán.

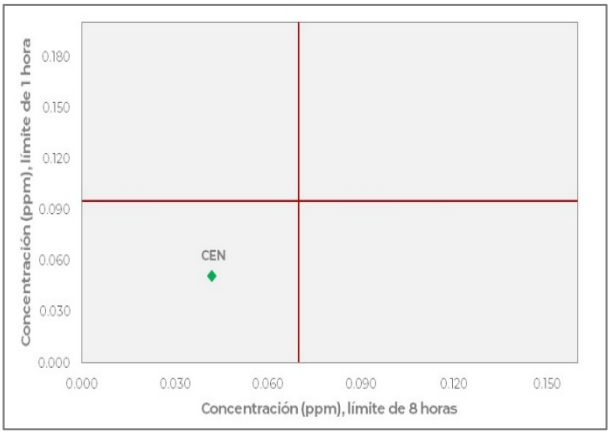
19.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 19.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la Ciudad de Mérida, en el año 2019.

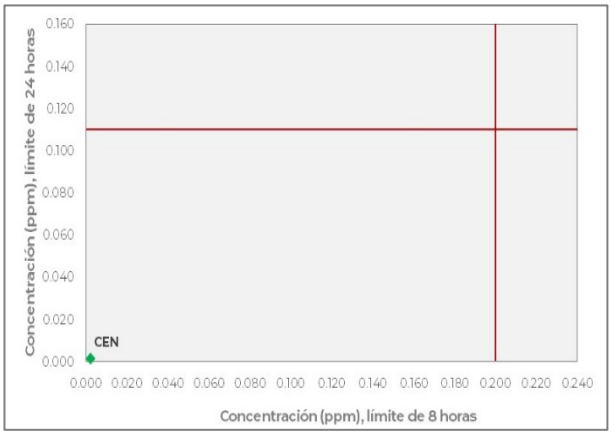
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)

No hay información suficiente para realizar la evaluación de cumplimiento de NOM

Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



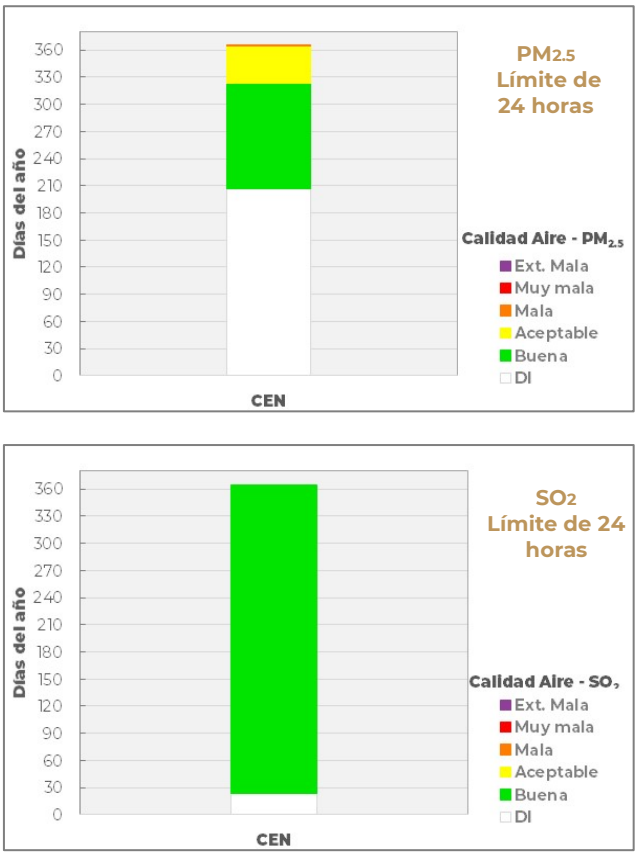
Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)

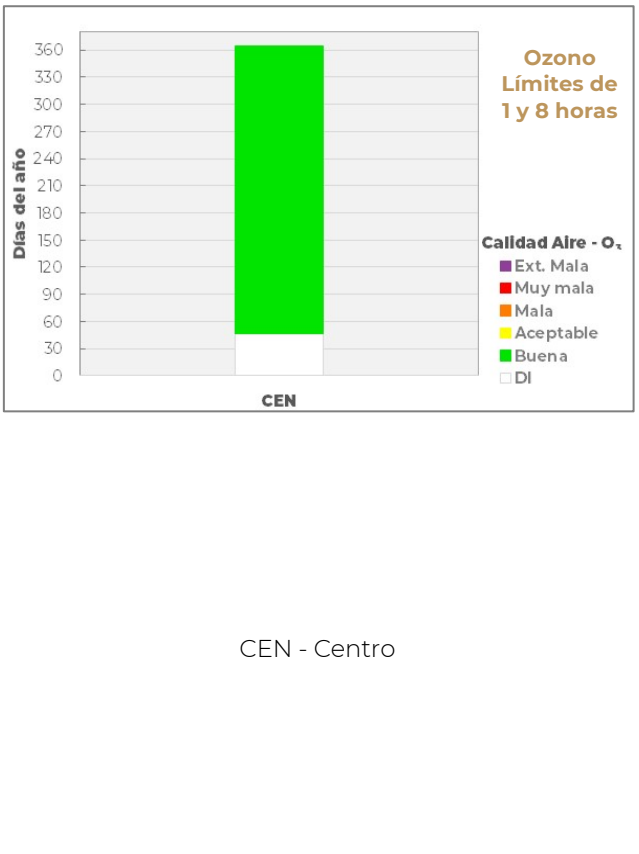


CEN - Centro

19.3. Distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala.

Figura 19.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Mérida, en el año 2019.



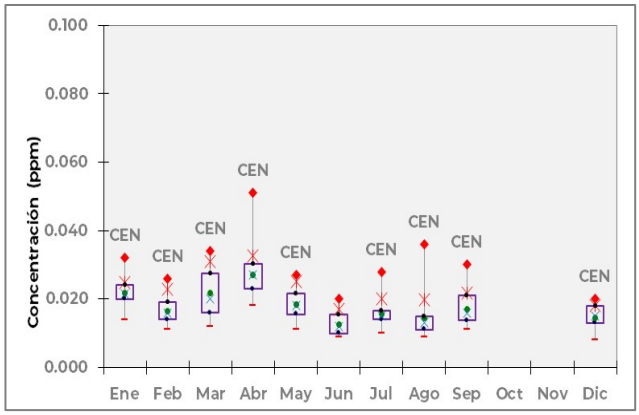


CEN - Centro

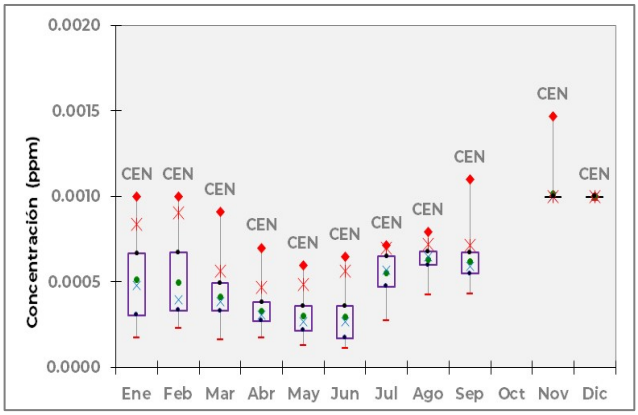
19.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 19.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Mérida, en el año 2019.

Ozono – Máximo diario de 1 hora



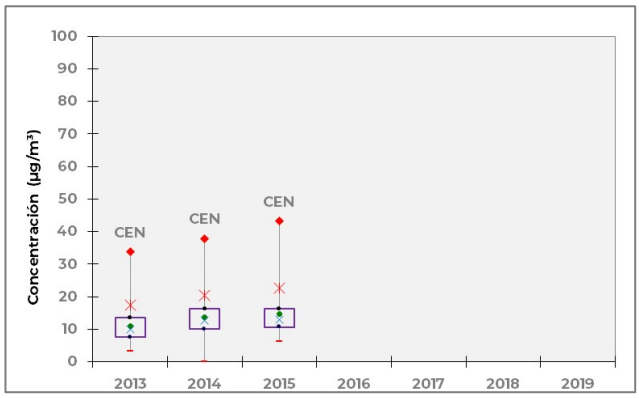
SO_2 – Promedio de 24 horas



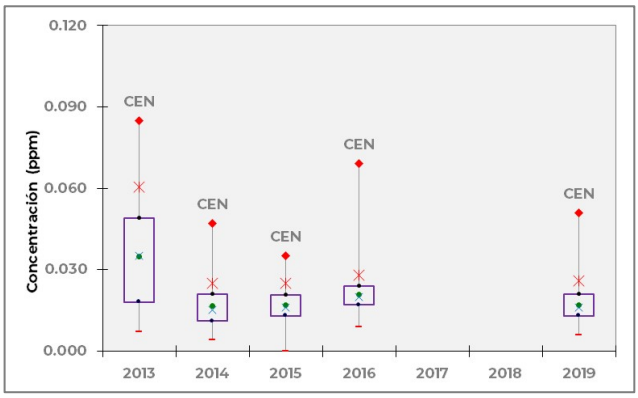
19.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN MÉRIDA EN EL PERIODO 2013 – 2019.

Figura 19.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Mérida, en el periodo 2013 – 2019.

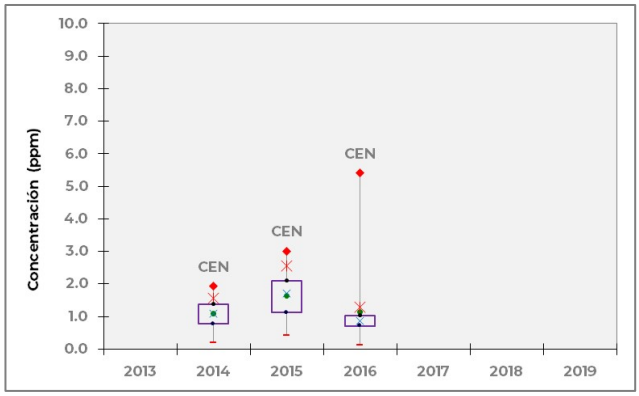
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2013-2019)



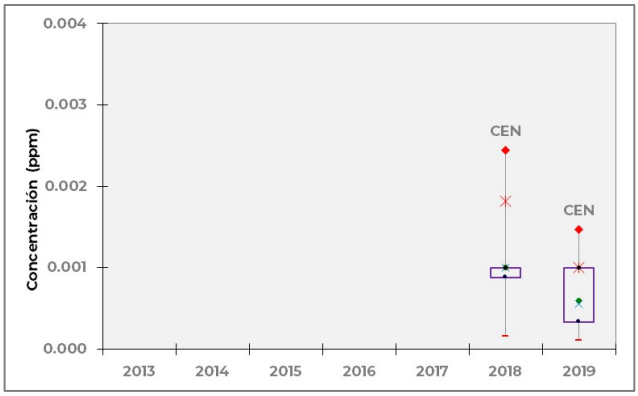
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2013-2019)



CO – Máximo diario de 8 horas
(2013-2019)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(2013-2019)

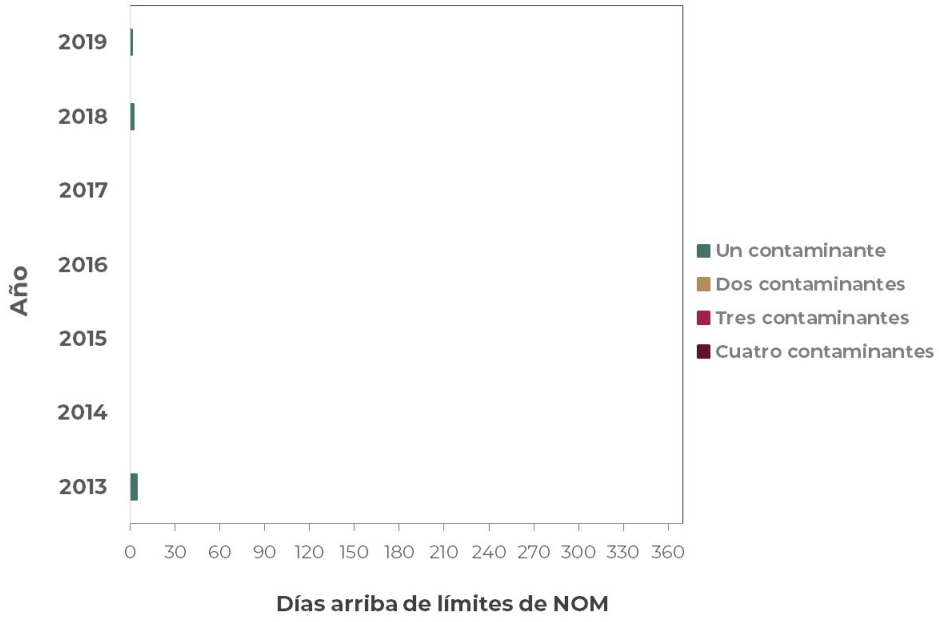


19.6. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Tabla 19.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2013	361	4	4	0	0	0
2014	360	0	0	0	0	0
2015	365	0	0	0	0	0
2016	352	0	0	0	0	0
2017	128	0	0	0	0	0
2018	305	2	2	0	0	0
2019	344	1	1	0	0	0

Figura 19.6. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2019.



Informe
2019

Capítulo 20. Zacatecas



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2019
ZACATECAS

En el año 2019, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Zacatecas, a cargo de la Secretaría del Agua y Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo integrado únicamente por una estación automática con capacidad para medir todos los contaminantes criterio. Dicha estación se ubica en la ciudad de Zacatecas y empezó a operar en el año 2015. Es importante destacar que en el pasado este SMCA incluía 3 estaciones manuales de monitoreo de partículas suspendidas PM_{10}; sin embargo, estas fueron dadas de baja de dicho sistema desde al año 2017 debido a la falta de recursos para su mantenimiento y operación. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información recopilada en 2019 se ilustran en las Figuras 20.1 a 20.8 y en las Tablas 20.1 y 20.2. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En la ciudad de Zacatecas se incumplió con la Norma Oficial Mexicana de salud ambiental para PM_{10} al superarse el límite normado de 24 horas con una concentración máxima de 133 $\mu g/m^3$, la cual equivale a 1.8 veces dicho límite. En general, en 2019, se registraron 13 días en los que las concentraciones promedio de 24 horas fueron superiores al límite normado. En 12 de estos 13 días la calidad del aire fue catalogada como mala y en 1 más como muy mala de acuerdo con los criterios definidos en el índice Aire y Salud. Temporalmente, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron en los meses de marzo y abril.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma de este contaminante, sin embargo, la información disponible indica que de los 247 días con información válida en 244 la calidad del aire fue buena y en 3 aceptable, de acuerdo con los criterios definidos por el índice Aire y Salud. En cuanto al comportamiento temporal a lo largo del año, sólo se dispuso de información válida para los meses de abril a septiembre y en este periodo de tiempo las concentraciones más altas corresponden a las registradas en el mes de mayo.

Ozono (O_3)

Los dos límites normados de ozono (1 y 8 horas), fueron superados en 2019 con registros máximos de 0.120 y 0.080 ppm, respectivamente. Dichas concentraciones equivalen a 1.3 y 1.1 veces el límite respectivo (0.095 y 0.070 ppm). En total, a lo largo del año se registraron 3 días en los que al menos uno de los límites normados fue superado. En todos ellos, la calidad del aire se catalogó como mala de acuerdo con el índice Aire y Salud.

Temporalmente, la información disponible, indica que las concentraciones más altas de ozono se registraron en los meses de abril, julio y agosto.

Monóxido de carbono (CO), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Dióxido de azufre (SO_2).

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire.

A DESTACAR

Aunque se trata de un SMCA que inició sus operaciones con equipo automático desde el año 2015, esta es la primera ocasión en que se incluye en un informe nacional de calidad del aire al haber generado información válida suficiente para su análisis.

Aunque sólo se dispuso de información para la única estación automática que opera en la entidad, esta fue suficiente para identificar problemas de calidad del aire generados por altas concentraciones tanto de partículas suspendidas PM_{10} (13 días) como por ozono (3 días), por lo que resulta conveniente asegurar el funcionamiento de tal estación de monitoreo para mantener un adecuado seguimiento de la calidad del aire en la ciudad.

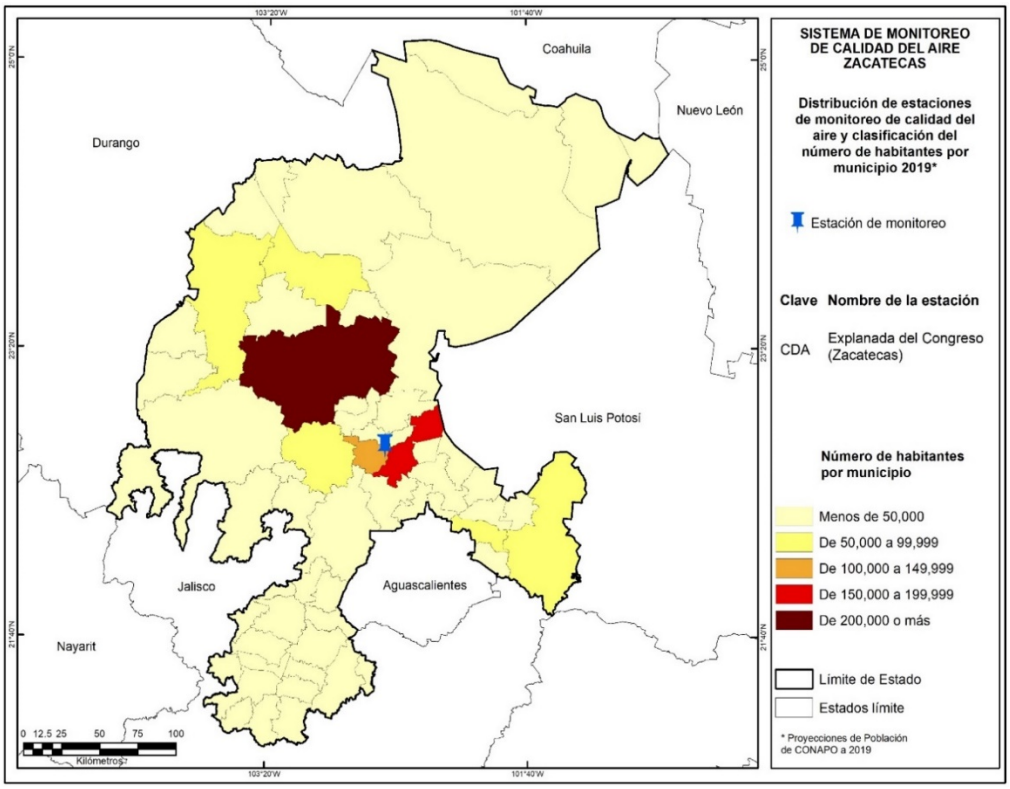
20.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 20.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Zacatecas en el año 2019 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Zacatecas	Explanada del Congreso	CDA	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓= Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría del Agua y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Zacatecas

Figura 20.1. Ubicación espacial de la estación de monitoreo de Zacatecas, 2019.

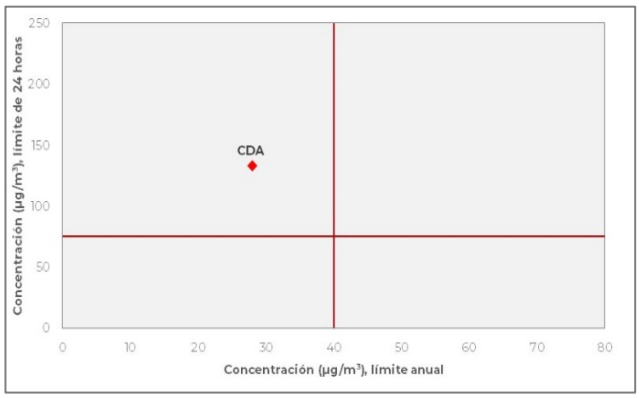


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría del Agua y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Zacatecas.

20.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 20.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Zacatecas, en el año 2019.

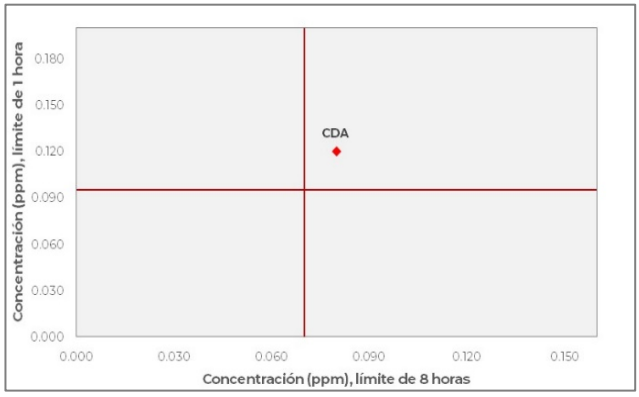
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



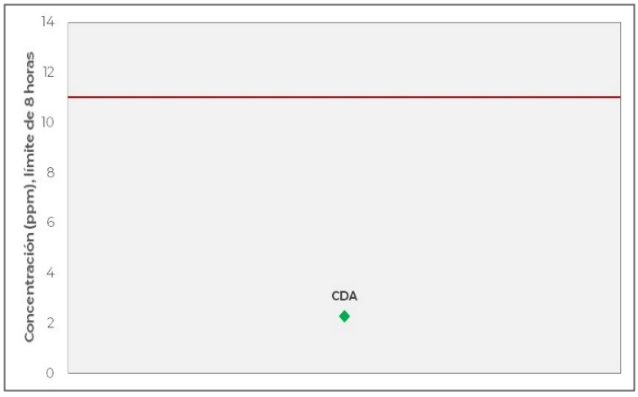
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)

No hubo datos suficientes para realizar la evaluación de cumplimiento de NOM

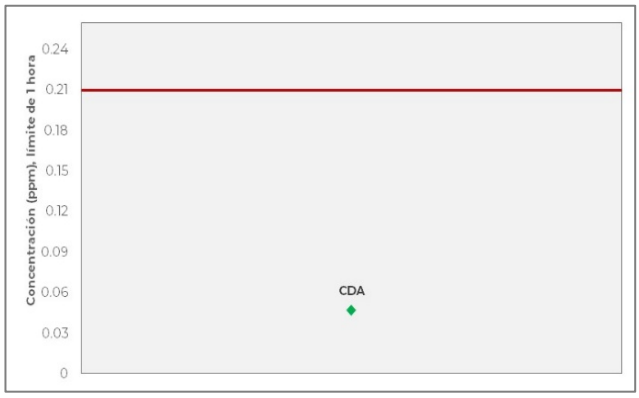
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



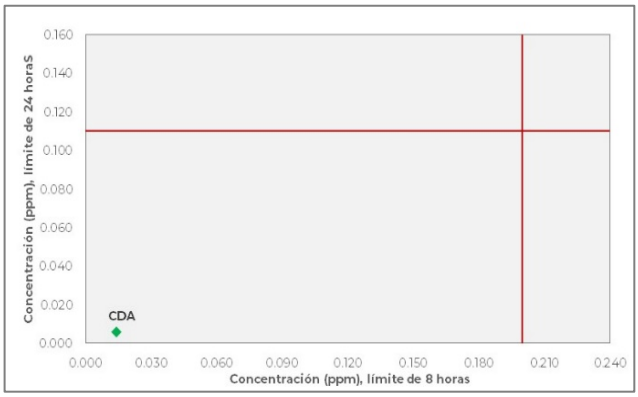
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm - línea horizontal)



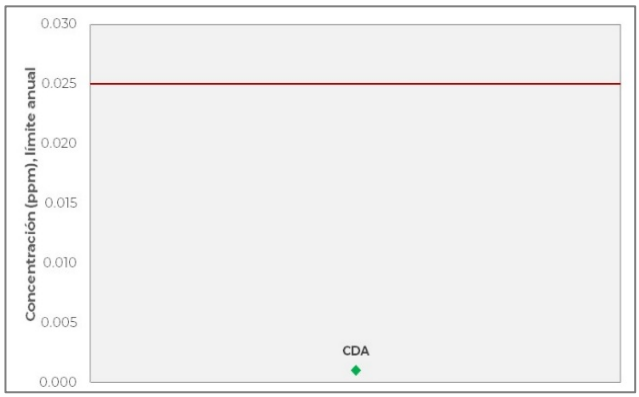
Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm - línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 8 horas (0.200 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.110 ppm - línea horizontal)



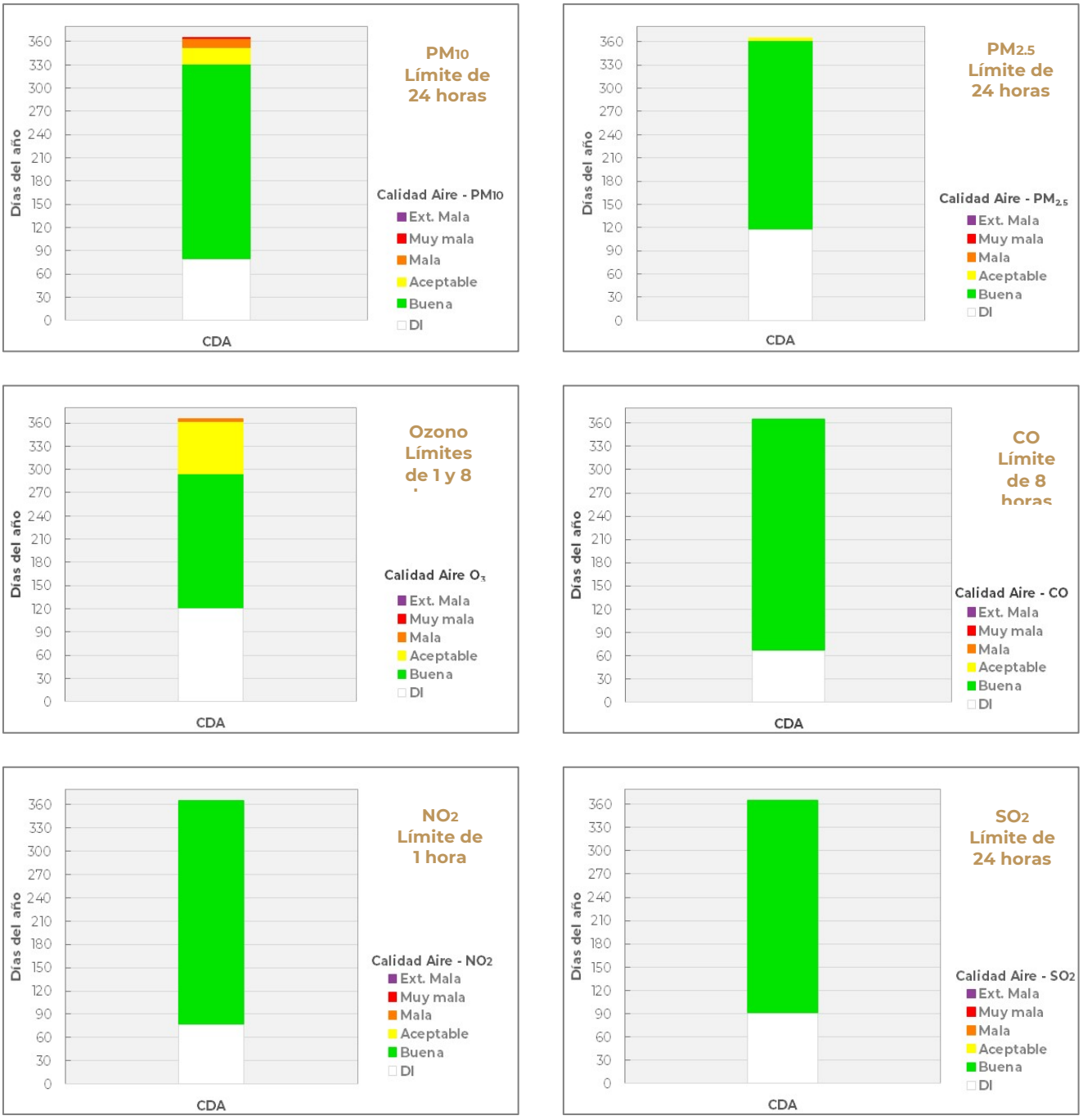
Dióxido de azufre – SO_2
Límite anual (0.025 ppm- línea horizontal)



CDA – Explanada del Congreso

20.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

Figura 20.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Zacatecas, en el año 2019.

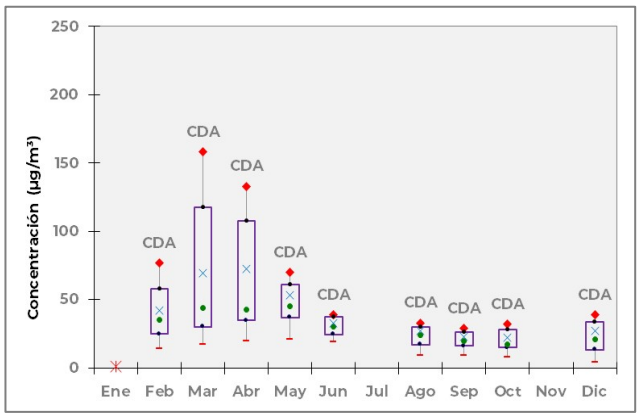


CDA – Explanada del Congreso

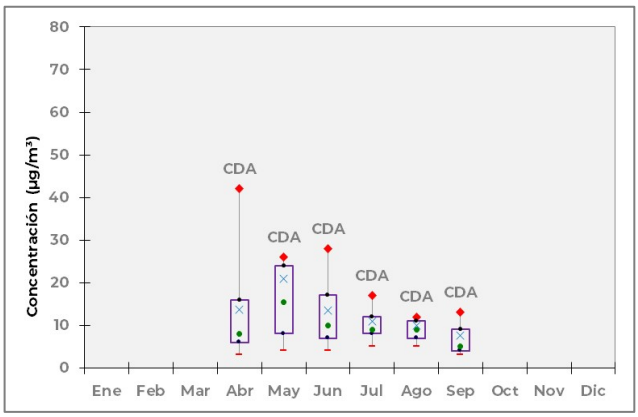
20.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2019.

Figura 20.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Zacatecas, en el año 2019.

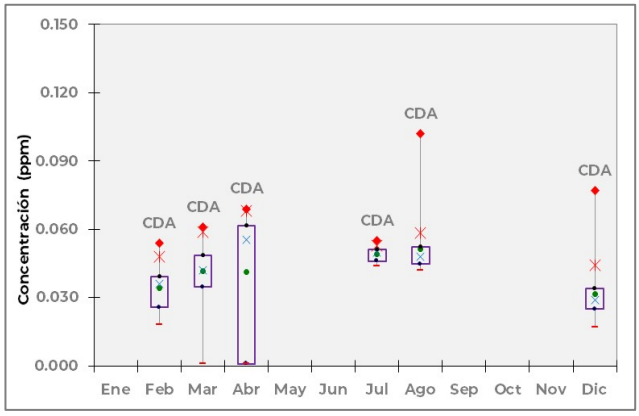
PM_{10} – Promedio de 24 horas



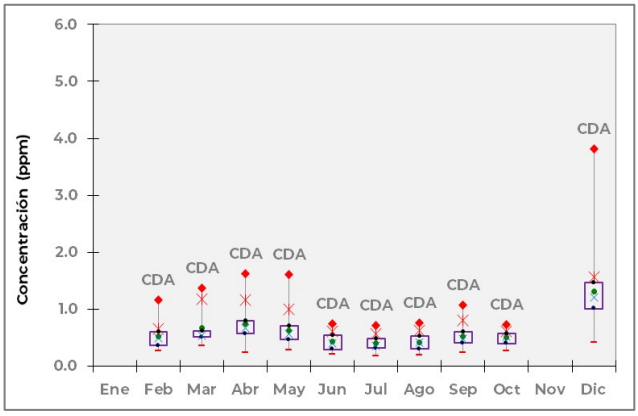
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



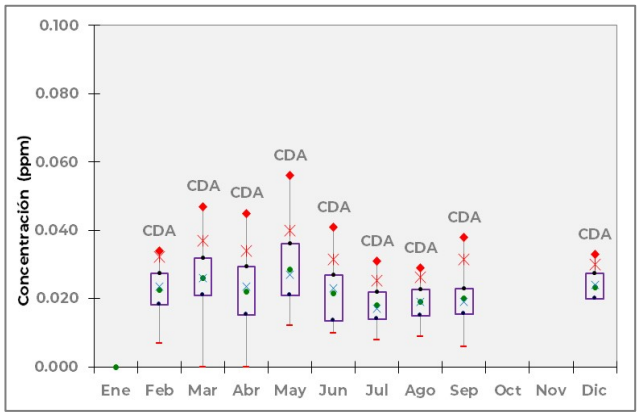
Ozono – Máximo diario de 1 hora



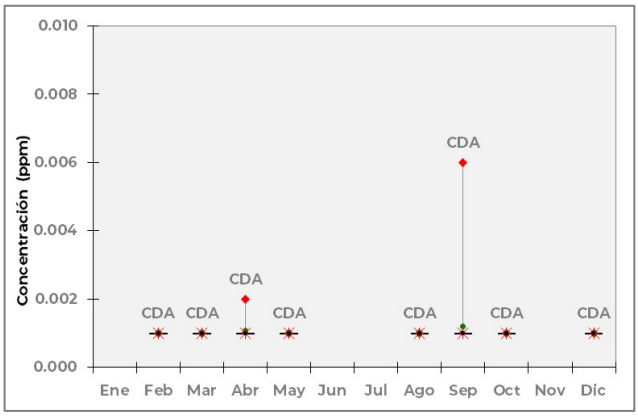
CO – Máximo diario de 8 horas



NO_2 – Máximo diario de 1 hora



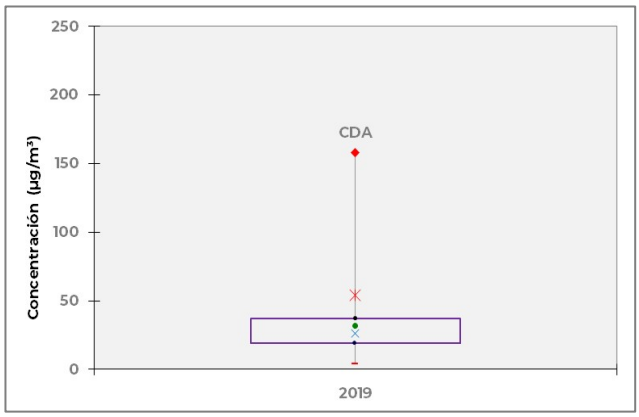
SO_2 – Promedio de 24 horas



20.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN ZACATECAS EN EL AÑO 2019.

Figura 20.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Zacatecas, en el año 2019.

PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2019)



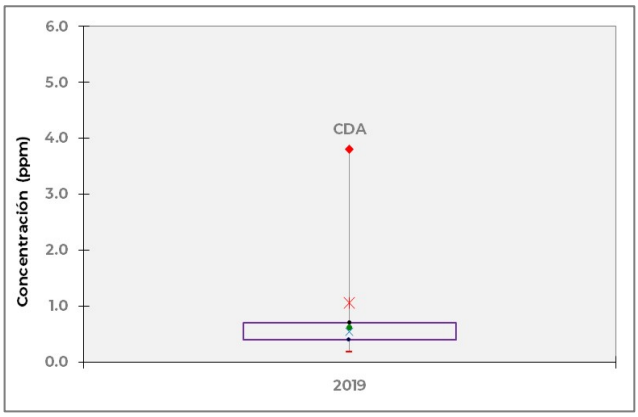
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2019)

No se contó con datos suficientes para calcular las estadísticas anuales

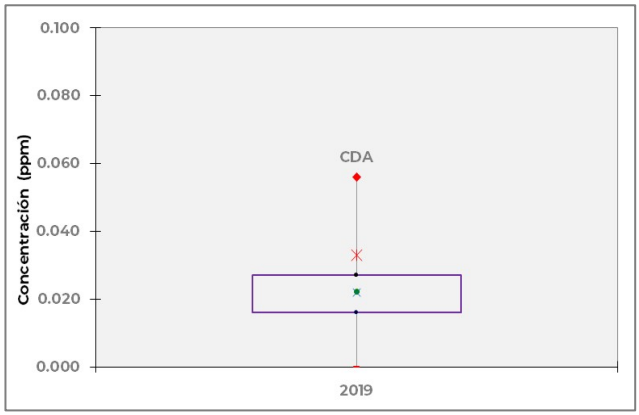
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2019)

No se contó con datos suficientes para calcular las estadísticas anuales

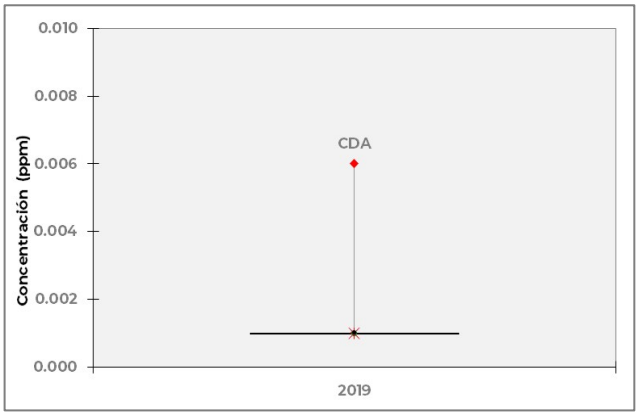
CO – Máximo diario de 8 horas
(2019)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2019)



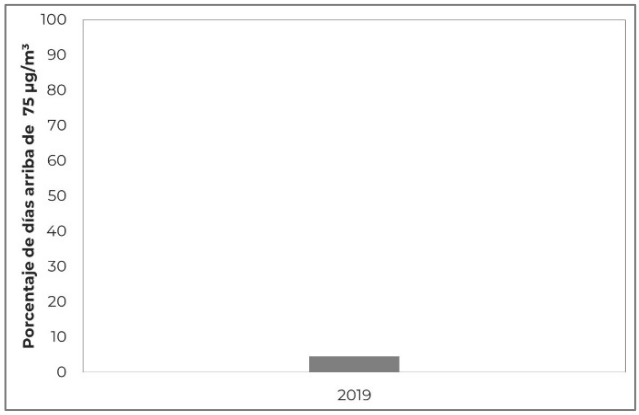
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2019)



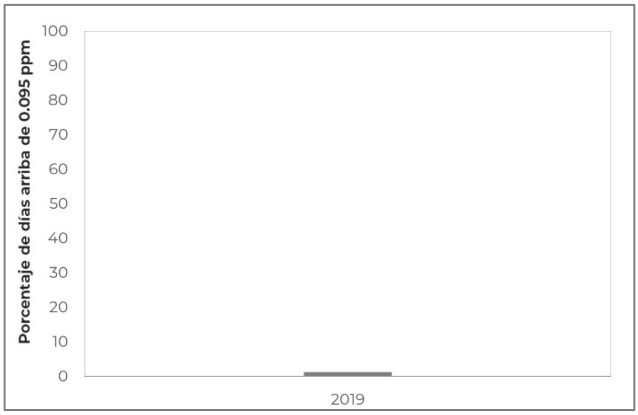
20.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 20.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el año 2019.

PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2019)

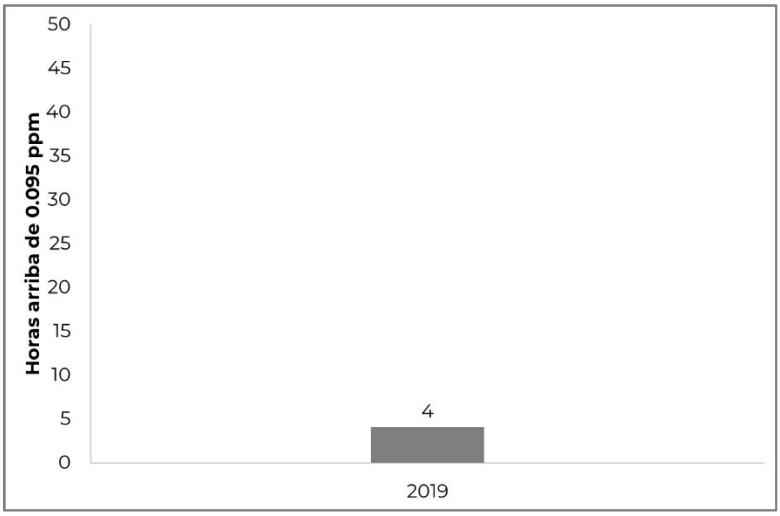


O_3 – Límite de 1 hora
(2019)



20.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO.

Figura 20.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el año 2019.

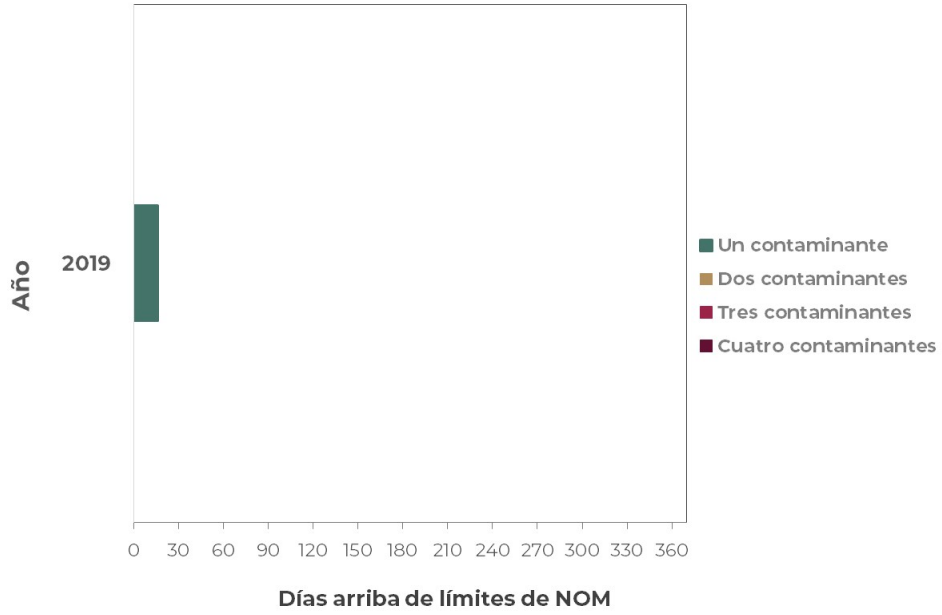


20.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 20.2. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019.

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
2019	307	16	16	0	0	0

Figura 20.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019.



X. Numeraria

X. NUMERARIA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO, 2019

Este informe presenta el diagnóstico sobre el estado de la calidad del aire en México para el año 2019 con relación a las partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2). Se incluye el análisis de la información generada por 24 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 20 entidades federativas de nuestro país. Estas entidades son: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México (y su zona conurbada), Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

La Tabla N.1 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 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, segundo máximo horario, máximo de los promedios móviles de ocho horas, segundo máximo de los promedios móviles de 8 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.

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

Los 24 SMCA incluidos en este informe agruparon un total de 185 estaciones de monitoreo, distribuidas en 76 ciudades y zonas metropolitanas.

De los 36 SMCA existentes en el país, en este informe no se incluye información de 12 de ellos (Baja California Municipal, Campeche, Chiapas, Ojinaga, Colima, Durango, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Tlaxcala) siendo las razones principales el no haber atendido la solicitud de información por parte del INECC, haber tenido sus estaciones de monitoreo fuera de operación, haber entregado su información de forma tardía, haber proporcionado datos sin validar o en formato no adecuado.

En su conjunto, los 24 SMCA incluidos en este informe agruparon un total de 185 estaciones de monitoreo, distribuidas en 76 ciudades y zonas metropolitanas.

- De las 185 estaciones de monitoreo referidas en el párrafo anterior, 140 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 158 para la medición de partículas suspendidas PM_{10}, 114 para la medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$, 131 para la medición de SO_2, 125 para NO_2 y 134 para CO.

- De las 140 estaciones de monitoreo con capacidad para medir ozono, el cumplimiento de la Norma correspondiente se pudo evaluar en 114, esto es, en el 81.5% del total. En 11 de estas 114 estaciones se cumplió con la Norma y en las restantes 103 esto no ocurrió. De las 103 estaciones en donde no se cumplió con la NOM se encontró que en 92 se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en 2 se rebasó sólo el límite de una hora y en 9 sólo el límite de 8 horas.

- De las 158 estaciones con capacidad para medir PM_{10}, 84 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 7 se cumplió con la Norma y en 77 no (en 57 se rebasaron los dos límites normados y en 20 sólo el límite de 24 horas). De las 74 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 54 no generaron información suficiente para ello, 18 se reportaron fuera de operación y en 2 se invalidó la información por problemas de operación en los equipos.

- De las 114 estaciones con capacidad para medir $PM_{2.5}$, 53 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente y sólo en 1 se cumplió con esta. De las 52 estaciones en que esto no ocurrió, en 44 se rebasaron los dos límites normados, en 1 sólo el límite de 24 horas y en 7 se rebasó sólo el límite anual. De las 61 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 47 no generaron información suficiente para ello y 14 se reportaron fuera de operación.

- De las 134 estaciones con capacidad para medir CO, 69 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en todas ellas se cumplió. De las 65 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 39 no generaron información suficiente para ello y 26 se reportaron fuera de operación.

- De las 125 estaciones con capacidad para medir NO_2, 67 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en todas ellas se cumplió. De las 58 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 40 no generaron información suficiente para ello, 17 se reportaron fuera de operación y de 1 no fue disponible la información en el INECC.

- De las 131 estaciones con capacidad para medir SO_2, 71 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 70 se cumplió con la Norma y sólo en una no. De las 60 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 40 no generaron información suficiente para ello y 20 se reportaron fuera de operación.

- A nivel de ciudad o zona metropolitana, 53 de las 76 ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este reporte contaron con infraestructura para la medición de ozono en 2019. De ellas, en siete se cumplió con la Norma correspondiente (Tula de Allende, Centro (Villahermosa), Tepic, San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Xalapa y Mérida); en 35 no se cumplió con la misma (ZMG, ZMVM, AMM, Puebla, Pachuca, ZMVT, Irapuato, Salamanca, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tijuana, Zacatecas, Atitalaquia, Tepeapulco, Ocuituco, Celaya, Monclova, Zacatepec, Coronango, Minatitlán, Mexicali, Ciudad Juárez, El Marqués, León, Silao, Tizayuca, Santiago de Querétaro, Huichapan, Cuernavaca, San Juan del Río, Corregidora, Saltillo, Tulancingo, San Luis Río Colorado y Poza Rica); y, en 11 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información o invalidación de la misma (Chihuahua, Aguascalientes, Piedras Negras, Purísima del Rincón, Ensenada, Tecate, Torreón, Cuautla, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta).

- 63 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas PM_{10}. De ellas sólo cinco cumplieron con la norma respectiva (Tepeji del Río, Tula de Allende, Zapotlán, Huichapan y Purísima del Rincón); en 33 no se cumplió con los límites normados (ZMG, AMM, Celaya, Mexicali, Monclova, Irapuato, ZMVT, Santiago de Querétaro, Torreón, Atitalaquia, Salamanca, Ocuituco, Nogales, Ciudad Juárez, Saltillo, Cuernavaca, ZMVM, Puebla, Zacatecas, Atotonilco de Tula, Silao, Tepeapulco, León, Chihuahua, Centro (Villahermosa), San Luis Potosí, Tepic, Pachuca, Xalapa, San Juan del Río, Poza Rica, Tizayuca y Tulancingo); y en 25 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Aguascalientes, Tijuana, Piedras Negras, Tlaxcoapan, Coronango, Balancán, Centla, Comalcalco, Macuspana, Minatitlán, Ensenada, Tecate, Torreón, Dolores Hidalgo, Acámbaro, Moroleón, San José Iturbide, Cuautla, Zacatepec, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Huimanguillo, Paraíso y Cunduacán).

- 53 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$. De ellas, en 25 no se cumplió con la norma (AMM, ZMVT, ZMVM, Irapuato, Celaya, Tijuana, Salamanca, Cuernavaca, Puebla, Mexicali, Ocuituco, Xalapa, Minatitlán, Poza Rica, Abasolo, Pachuca, Tulancingo, León, Tepic, San Juan del Río, Saltillo, Guanajuato, Tizayuca, San Miguel de Allende y Santiago de Querétaro) y en 28 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Chihuahua, Ciudad Juárez, Monclova, Piedras Negras, Silao, San Luis de la Paz, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Lolotla, Huichapan, ZMG, Zacatepec, Corregidora, El Marqués, San Luis Potosí, Aguascalientes, Mérida, Zacatecas, Ensenada, Torreón, Villagrán, Cortázar, Juventino Rosas, San Francisco del Rincón, Cuautla y Coronango).

- 48 ciudades contaron con capacidad para la medición de monóxido de carbono y en ninguna de las 28 ciudades y zonas metropolitanas donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la norma se rebasó el límite normado correspondiente (Tepeapulco, ZMVT, Puebla, ZMG, Tizayuca, AMM, Ciudad Juárez, San Luis Potosí, Tula de Allende, Soledad de Graciano Sánchez, ZMVM, Celaya, Salamanca, Atitalaquia, Zacatecas, Saltillo, Pachuca, Tulancingo, Santiago de Querétaro, Irapuato, Atotonilco de Tula, Minatitlán, Tepeji del Río, Tepic, San Juan del Río, Cuernavaca, Poza Rica y Huichapan), y en 20 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Monclova, León, Silao, Coronango, Corregidora, El Marqués, Xalapa, Aguascalientes, Mexicali, Tijuana, Chihuahua, Centro (Villahermosa), Mérida, Torreón, Piedras Negras, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Ensenada y Tecate).

- El dióxido de nitrógeno se midió en 46 ciudades y en ninguna de las 29 ciudades y zonas metropolitanas donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la norma se rebasó el límite normado correspondiente (ZMG, San Luis Potosí, Poza Rica, Tijuana, ZMVM, Pachuca, ZMVT, Tula de Allende, Xalapa, Tepeji del Río, Santiago de Querétaro, Puebla, Soledad de Graciano Sánchez, Irapuato, Saltillo, Tulancingo, Mexicali, Ciudad Juárez, Tizayuca, Cuernavaca, Minatitlán, Salamanca, Celaya, AMM, Huichapan, Tepic, Atotonilco de Tula, Zacatecas y Silao). En 17 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Chihuahua, Monclova, Piedras Negras, León, Atitalaquia, Tepeapulco, Coronango, Corregidora, El Marqués, San Juan del Río, Aguascalientes, Mérida, Ensenada, Torreón, Cuautla, Ocuituco y Zacatepec).

- El dióxido de azufre se midió en 48 ciudades y de ellas sólo en una (Irapuato), se incumplió la norma correspondiente al rebasar ligeramente el límite de 8 horas, en 30 se cumplió con la misma (Tepeji del Río, Atitalaquia, Minatitlán, Centro (Villahermosa), Salamanca, ZMVM, Tula de Allende, Atotonilco de Tula, Celaya, Tepeapulco, El Marqués, San Juan del Río, Santiago de Querétaro, Pachuca, AMM, ZMVT, Tizayuca, Huichapan, Soledad de Graciano Sánchez, Tulancingo, Tepic, San Luis Potosí, Zacatecas, ZMG, Ciudad Juárez, Puebla, León, Cuernavaca, Silao y Mérida), y en 17 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Coronango, Corregidora, Xalapa, Poza Rica, Aguascalientes, Chihuahua, Torreón, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate).

- Las concentraciones horarias más altas de ozono registradas en 2019 ocurrieron en: ZMG (0.225 ppm), ZMVM (0.159 ppm), AMM (0.150 ppm), Puebla (0.149 ppm), Pachuca (0.144 ppm), ZMVT (0.136 ppm), Salamanca (0.133 ppm), Irapuato (0.133 ppm), Atotonilco de Tula (0.128 ppm), Tepeji del Río (0.124 ppm), Zacatecas (0.120 ppm), Tijuana (0.120 ppm), Tepeapulco (0.119 ppm), Atitalaquia (0.119 ppm), Ocuituco (0.117 ppm), Celaya (0.116 ppm), Coronango (0.115 ppm), Zacatepec

(0.115, ppm), Monclova (0.115 ppm), Minatitlán (0.113 ppm), Mexicali (0.112 ppm), Ciudad Juárez (0.108 ppm), El Marqués (0.108 ppm), Silao (0.106 ppm), León (0.106 ppm), Tizayuca (0.103 ppm), Santiago de Querétaro (0.102 ppm), Cuernavaca (0.101 ppm), Huichapan (0.101 ppm), San Juan del Río (0.098 ppm) y Corregidora (0.096 ppm). Todas ellas fueron superiores al límite normado que es de 0.095 ppm.

- Las concentraciones promedio móvil de 8 horas más altas de ozono registradas en 2019 se presentaron en: ZMG (0.146 ppm), ZMVM (0.126 ppm), Salamanca (0.116 ppm), Irapuato (0.115 ppm), Pachuca (0.092 ppm), Puebla (0.129 ppm), Atotonilco de Tula (0.105 ppm), ZMVT (0.105 ppm), AMM (0.104 ppm), Celaya (0.102 ppm), Atitalaquia (0.102 ppm), Zacatepec (0.100 ppm), Tepeji del Río (0.100 ppm), Ocuituco (0.095 ppm), Mexicali (0.095 ppm), León (0.095 ppm), Tepeapulco (0.092 ppm), Silao (0.092 ppm), Coronango (0.091 ppm), Santiago de Querétaro (0.089 ppm), Huichapan (0.089 ppm), Ciudad Juárez (0.085 ppm), El Marqués (0.085 ppm), Cuernavaca (0.085 ppm), Tulancingo (0.085 ppm), Tizayuca (0.081 ppm), San Juan del Río (0.081 ppm), Zacatecas (0.080 ppm), Monclova (0.80 ppm), Corregidora (0.079 ppm), San Luis Río Colorado (0.079 ppm), Saltillo (0.076 ppm) y Poza Rica (0.076 ppm). Todas ellas superiores al límite normado que es de 0.070 ppm.

- Las concentraciones más altas de PM_{10}, como promedio de 24 horas, ocurrieron en: ZMG (261 µg/m^3), AMM (240 µg/m^3), Celaya (216 µg/m^3), Mexicali (206 µg/m^3), Monclova (196 µg/m^3), Irapuato (195 µg/m^3), ZMVT (190 µg/m^3), Santiago de Querétaro (184 µg/m^3), Torreón (166 µg/m^3), Atitalaquia (158 µg/m^3), Salamanca (158 µg/m^3), Ocuituco (158 µg/m^3), Nogales (157 µg/m^3), Ciudad Juárez (154 µg/m^3), Saltillo (144 µg/m^3), Cuernavaca (141 µg/m^3), ZMVM (139 µg/m^3), Puebla (137 µg/m^3), Zacatecas (133 µg/m^3), Atotonilco de Tula (127 µg/m^3), Silao (126 µg/m^3), Tepeapulco (123 µg/m^3), León (115 µg/m^3), Chihuahua (111 µg/m^3), Centro (Villahermosa, 96 µg/m^3), San Luis Potosí (94 µg/m^3), Tepic (94 µg/m^3), Pachuca (92 µg/m^3), Xalapa (91 µg/m^3), San Juan del Río (89 µg/m^3), Poza Rica (86 µg/m^3), Tizayuca (85 µg/m^3) y Tulancingo (82 µg/m^3). Todas ellas superiores al límite normado que es de 75 µg/m^3.

- Las concentraciones promedio anuales más altas de PM_{10} se registraron en: Torreón (90 µg/m^3), ZMVT (82 µg/m^3), Celaya (79 µg/m^3), AMM (71 µg/m^3), ZMVM (68 µg/m^3), Santiago de Querétaro (67 µg/m^3), Atotonilco de Tula (66 µg/m^3), Atitalaquia (64 µg/m^3), ZMG (58 µg/m^3), Mexicali (58 µg/m^3), Irapuato (56 µg/m^3), Monclova (55 µg/m^3), Silao (55 µg/m^3), Puebla (54 µg/m^3), León (51 µg/m^3), San Luis Potosí (47 µg/m^3), Tepic (46 µg/m^3), Nogales (44 µg/m^3), Salamanca (43 µg/m^3), Cuernavaca (42 µg/m^3), San Juan del Río (42 µg/m^3), Chihuahua (41 µg/m^3), Tizayuca (41 µg/m^3) y Saltillo (41 µg/m^3). Todas ellas superiores al límite normado que es de 40 µg/m^3.

- Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$, como promedio de 24 horas, se presentaron en: AMM (209 µg/m³), ZMVT (173 µg/m³), ZMVM (133 µg/m³), (Irapuato 129 µg/m³), Celaya (119 µg/m³), Tijuana (117 µg/m³), Salamanca (113 µg/m³), Cuernavaca (107 µg/m³), Puebla (92 µg/m³), Mexicali (88 µg/m³), Ocuituco (88 µg/m³), Xalapa (72 µg/m³), Minatitlán (67 µg/m³), Poza Rica (59 µg/m³), Pachuca (56 µg/m³), Abasolo (56 µg/m³), Tulancingo (53 µg/m³), León (51 µg/m³), Tepic (48 µg/m³), San Juan del Río (48 µg/m³) y Saltillo (47 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado que es 45 µg/m³.

- Los promedios anuales más altos de $PM_{2.5}$ se registraron en: Tijuana (37 µg/m³), ZMVT (35 µg/m³), ZMVM (28 µg/m³), AMM (26 µg/m³), Minatitlán (25 µg/m³), Mexicali (22 µg/m³), Salamanca (22 µg/m³), Puebla (21 µg/m³), León (20 µg/m³), Cuernavaca (20 µg/m³), Celaya (20 µg/m³), Xalapa (20 µg/m³), Irapuato (19 µg/m³), Tizayuca (19 µg/m³), Saltillo (19 µg/m³), Ocuituco (17 µg/m³), Poza Rica (17 µg/m³), San Juan del Río (17 µg/m³), Pachuca (16 µg/m³), Tulancingo (15 µg/m³), San Miguel de Allende (14 µg/m³), Abasolo (13 µg/m³), Guanajuato (13 µg/m³) y Santiago de Querétaro (13 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado que es de 12 µg/m³.

- La única ciudad en la que se rebasó uno de los límites normados de dióxido de azufre fue Irapuato. El límite normado de 8 horas (0.200 ppm), se superó con una concentración de 0.228 ppm.

- 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 (58.4 %), ZMG (29.6 %), ZMVT (19.5 %), Irapuato (18.9 %), AMM (12.9 %), Puebla (5.8 %), Pachuca (5.3 %), Zacatepec (5.0 %), Tepeji del Río (5.0 %), Coronango (4.6 %), Ocuituco (4.0 %), Salamanca (3.3 %), Celaya (2.5 %), León (2.5 %), Atitalaquia (2.3 %), Silao (2.1 %), Atotonilco de Tula (1.8 %), Mexicali (1.7 %), Tepeapulco (1.7 %), Zacatecas (1.2%), Minatitlán (1.1 %), Monclova (1.0 %), Corregidora (1.0 %), San Juan del Río (0.9 %), Ciudad Juárez (0.8 %), Santiago de Querétaro (0.8 %), Huichapan (0.6 %), El Marqués (0.6%), Cuernavaca (0.5 %) y Tijuana (0.3 %).

- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de ozono superiores al límite normado de ocho horas (estimado como número de días con concentraciones superiores al límite normado / número de días del año con información válida) fueron: ZMVM (63.6 %), ZMG (39.5 %), ZMVT (31.5 %), Irapuato (23.0 %), Zacatepec (18.3 %), Ocuituco (17.5 %), Tepeji del Río (16.4 %), Pachuca (15.1 %), AMM (15.1 %), Atotonilco de Tula (10.4 %), Santiago de Querétaro (9.9 %), Celaya (7.7 %), Atitalaquia (7.4 %), Tepeapulco (7.1 %), Silao (6.5 %), Huichapan (6.3 %), Salamanca (6.1 %), Cuernavaca (5.8 %), Puebla (5.8 %), Mexicali (1.7 %), Corregidora (4.9 %), Coronango (4.6 %),

Ciudad Juárez (4.4 %), León (3.8 %), San Juan del Río (3.1 %), El Marqués (3.1%), Tulancingo (2.8 %), Tizayuca (2.0 %), San Luis Río Colorado (1.4%), Poza Rica (1.0 %), Monclova (1.0 %), Saltillo (0.9 %), Zacatecas (0.4 %), y Tijuana (0.3 %).

- 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: Ciudad Juárez (85.4 %), Torreón (62.0 %), Mexicali (61.3 %), ZMVT (52.3 %), Celaya (47.7 %), AMM (41.9 %), ZMG (41.1 %), ZMVM (36.7 %), Atitalaquia (34.5 %), Tijuana (33.3 %), Atotonilco de Tula (28.1 %), Santiago de Querétaro (25.4 %), Irapuato (23.6 %), Silao (23.3 %), Macuspana (20.0 %), Puebla (19.7 %), Monclova (16.3 5), Nogales (14.6 %), San Luis Potosí (14.4 %), Ocuituco (12.4 %), León (12.5 %), Tepeapulco (10.2 %), Balancán (10.7 %), Aguascalientes (7.9 %), Cuernavaca (7.7 %), Tepic (7.7 %), Coronango (7.3 %), Chihuahua (6.0 %), Piedras Negras (5.9 %), Minatitlán (5.2 %), Tizayuca (4.8 %), Zacatecas (4.6 %), Xalapa (3.9 %), Salamanca (3.8 %), Pachuca (3.3 %), Saltillo (2.8 %), Tlaxcoapan (2.4 %), Centro (1.9 %), Poza Rica (1.3 %) y Tulancingo (0.3 %).

- 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: Tijuana (28.1 %), ZMVT (25.8 %), Atotonilco de Tula (17.5 %), AMM (13.4 %), Mexicali (8.8 %), ZMVM (8.5 %), Cuernavaca (7.2 %), Zacatepec (6.7 %), Xalapa (5.8 %), ZMG (4.1 %), Puebla (3.8 %), Minatitlán (3.3 %), Ocuituco (3.2 %), Tepeji del Río (2.4%), Silao, (2.3 %), Poza Rica (2.3 %), Pachuca (2.2 %), Salamanca (1.9 %), Ciudad Juárez (1.5 %), Tulancingo (1.4 %), Celaya (1.1 %), Irapuato (1.1 %), Abasolo (0.7 %), Aguascalientes (0.7 %), Mérida (0.6%), León (0.6 %), Piedras Negras (0.4 %), Monclova (0.4 %), San Juan del Río (0.3 %), Saltillo (0.4 %) y Tepic (0.3 %).

Tabla N.1. Estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2019.

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población proyectada 2019 (CONAPO, 2012)	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			CO		NO_2		SO_2			
				NOM-025-SSA1-2014			NOM-025-SSA1-2014			NOM-020-SSA1-2014			NOM-021-SSA1-1993		NOM-023-SSA1-1993		NOM-022-SSA1-2010			
				Límite 24 hrs (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 hrs (45 µg/m³)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.095 ppm)	Límite 8 hrs (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (0.200 ppm)	Límite 24 hrs (0.110 ppm)	Límite anual (0.025 ppm)	Cumple NOM
Aguascalientes	Aguascalientes	Aguascalientes	907,623	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Baja California	Baja California	Mexicali	1,078,892	206	58	NO	88	22	NO	0,112	0.095	NO	DI	DI	0.062	SI	FO	FO	FO	FO
		Tijuana	1,823,532	DI	DI	DI	117	37	NO	0.120	0.061	NO	DI	DI	0.103	SI	FO	FO	FO	FO
		Ensenada	550,262	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Tecate	117,025	FO	FO	FO				FO	FO	FO	FO	FO			FO	FO	FO	FO
Chihuahua	Chihuahua Estatal y municipal	Chihuahua	946,900	111	41	NO	DI	DI	DI	0.077	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	Ojinaga	Ojinaga	32,129	IND	IND	IND														
	Ciudad Juárez Municipio	Ciudad Juárez	1,475,322	154	38	NO				IND	IND	IND	IND	IND						
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Ciudad Juárez	1,475,322	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.108	0.085	NO	3.4	SI	0.062	SI	0.008	0.006	0.003	SI
Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad de México y zona conurbada[1]	21,945,580	139	68	NO	133	28	NO	0.159	0.126	NO	2.6	SI	0.103	SI	0.088	0.044	0.007	SI
Coahuila	Coahuila estatal	Torreón	724,386	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Saltillo	826,804	144	41	NO	47	19	NO	0.093	0.076	NO	2.2	SI	0.074	SI	DI	DI	DI	DI
		Monclova	240,419	196	55	NO	DI	DI	DI	0.115	0.080	NO	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Piedras Negras	168,604	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	FO	FO	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	Torreón municipal	Torreón	724,386	166	90	NO														
Estado de México	Estado de México	Zona Metropolitana del Valle de Toluca[1]	2,327,374	190	82	NO	173	35	NO	0.136	0.105	NO	5	SI	0.089	SI	0.031	0.014	0.006	SI
Guanajuato	Guanajuato	Celaya	514,270	216	79	NO	119	20	NO	0.116	0.102	NO	2.4	SI	0.055	SI	0.048	0.019	0.002	SI
		Irapuato	584,970	195	56	NO	129	19	NO	0.133	0.115	NO	1.9	SI	0.075	SI	0.228	0.078	0.004	NO
		León	1,577,354	115	51	NO	51	20	NO	0.106	0.095	NO	DI	DI	DI	DI	0.007	0.005	0.003	SI
		Salamanca	283,172	158	43	NO	113	22	NO	0.133	0.116	NO	2.3	SI	0.056	SI	0.105	0.078	0.004	SI
		Silao	193,822	126	55	NO	DI	DI	DI	0.106	0.092	NO	DI	DI	0.037	SI	0.005	0.004	0.002	SI

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población proyectada 2019 (CONAPO, 2012)	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			CO		NO_2		SO_2			
				NOM-025-SSA1-2014			NOM-025-SSA1-2014			NOM-020-SSA1-2014			NOM-021-SSA1-1993		NOM-023-SSA1-1993		NOM-022-SSA1-2010			
				Límite 24 hrs (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 hrs (45 µg/m³)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.095 ppm)	Límite 8 hrs (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (0.200 ppm)	Límite 24 hrs (0.110 ppm)	Límite anual (0.025 ppm)	Cumple NOM
		Purísima del Rincón	79,326	59	29	SI				DI	DI	DI								
		San Luis de la Paz	128,056				DI	DI	DI											
		Guanajuato	188,849				45	13	NO											
		San Miguel de Allende	178,119				42	14	NO											
		Abasolo	90,252				56	13	NO											
		Villagrán	61,031				FO	FO	FO											
		Dolores Hidalgo	160,690	FO	FO	FO														
		Cortazar	93,621				FO	FO	FO											
		Juventino Rosas	86,788				FO	FO	FO											
		Acámbaro	114,200	FO	FO	FO														
		Moroleón	51,673	FO	FO	FO														
		San José Iturbide	82,964	FO	FO	FO														
		San Fco. del Rincón	122,601				FO	FO	FO											
Hidalgo	Hidalgo	Pachuca	279,417	92	38	NO	56	16	NO	0.144	0.109	NO	2.2	SI	0.100	SI	0.038	0.016	0.002	SI
		Tula de Allende	115,959	65	29	SI	DI	DI	DI	0.090	0.068	SI	2.8	SI	0.087	SI	0.088	0.04	0.006	SI
		Atitalaquia	29,688	158	64	NO	DI	DI	DI	0.119	0.102	NO	2.3	SI	DI	DI	0.123	0.043	0.009	SI
		Atotonilco de Tula	35,622	127	66	NO	DI	DI	DI	0.128	0.105	NO	1.9	SI	0.049	SI	0.087	0.032	0.006	SI
		Tepeji del Río	91,944	69	32	SI	DI	DI	DI	0.124	0.100	NO	1.7	SI	0.080	SI	0.130	0.056	0.013	SI
		Tlaxcoapan	29,440	DI	DI	DI														
		Tizayuca	138,481	85	41	NO	45	19	NO	0.103	0.081	NO	3.5	SI	0.061	SI	0.029	0.023	0.003	SI
		Lolotla	10,212				DI	DI	DI											
		Tepeapulco	54,652	123	39	NO				0.119	0.092	NO	5.1	SI	DI	DI	0.047	0.041	0.004	SI
		Huichapan	49,079	62	31	SI	DI	DI	DI	0.101	0.089	NO	1.3	SI	0.052	SI	0.021	0.01	0.003	SI
		Tulancingo	174,386	82	31	NO	53	15	NO	0.092	0.085	NO	2.0	SI	0.072	SI	0.016	0.008	0.003	SI
		Zapotlán	19,737	64	31	SI														

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población proyectada 2019 (CONAPO, 2012)	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			CO		NO_2		SO_2			
				NOM-025-SSA1-2014			NOM-025-SSA1-2014			NOM-020-SSA1-2014			NOM-021-SSA1-1993		NOM-023-SSA1-1993		NOM-022-SSA1-2010			
				Límite 24 hrs (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 hrs (45 µg/m³)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.095 ppm)	Límite 8 hrs (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (0.200 ppm)	Límite 24 hrs (0.110 ppm)	Límite anual (0.025 ppm)	Cumple NOM
Jalisco	Jalisco	Zona Metropolitana de Guadalajara[1]	5,016,215	261	58	NO	DI	DI	DI	0.225	0.146	NO	3.6	SI	0.203	SI	0.013	0.011	0.004	SI
Morelos	Morelos	Cuautla	197,239	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Ocuituco	18,788	158	40	NO	88	17	NO	0.117	0.095	NO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Cuernavaca	400,720	141	42	NO	107	20	NO	0.101	0.085	NO	1.4	SI	0.058	SI	0.00603	0.006	0.003	SI
		Zacatepec	38,068	FO	FO	FO	DI	DI	DI	0.115	0.100	NO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Nayarit	Nayarit	Tepic	461,329	94	46	NO	48	12	NO	0.085	0.065	SI	1.6	SI	0.051	SI	0.016	0.013	0.005	SI
Nuevo León	Nuevo León	Área Metropolitana de Monterrey[1]	4,900,427	240	71	NO	209	26	NO	0.150	0.104	NO	3.5	SI	0.055	SI	0.038	0.026	0.010	SI
Puebla	Puebla	Puebla	1,686,782	137	54	NO	92	21	NO	0.149	0.108	NO	5.0	SI	0.079	SI	0.008	0.006	0.003	SI
		Coronango	40,183	DI	DI	DI	FO	FO	FO	0.115	0.091	NO	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Querétaro	Querétaro	Corregidora	181,945				DI	DI	DI	0.096	0.079	NO	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		El Marqués	155,113				DI	DI	DI	0.108	0.085	NO	DI	DI	DI	DI	0.044	0.018	0.004	SI
		Santiago de Querétaro	908,084	184	67	NO	32	13	NO	0.102	0.089	NO	2.0	SI	0.080	SI	0.041	0.015	0.005	SI
		San Juan del Río	281,585	89	42	NO	48	17	NO	0.098	0.081	NO	1.6	SI	DI	DI	0.042	0.021	0.005	SI
San Luis Potosí	San Luis Potosí	San Luis Potosí	855,187	94	47	NO	DI	DI	DI	0.079	0.064	SI	2.9	SI	0.118	SI	0.014	0.010	0.001	SI
		Soledad de Graciano Sánchez	316,186							0.058	0.044	SI	2.8	SI	0.078	SI	0.018	0.010	0.005	SI
Sonora	Sonora	Nogales	260,133	157	44	NO														
		San Luis Río Colorado	208,683							0.085	0.079	NO								
		Hermosillo	919,101	FO	FO	FO				FO	FO	FO								
		Cajeme	469,715	FO	FO	FO				FO	FO	FO								
		Agua Prieta	93,196	FO	FO	FO				FO	FO	FO								
Tabasco	Tabasco	Centro	718,738	96	34	NO				0.089	0.065	SI	INV	INV			0.115	0.053	0.006	SI
		Balancán	60116	DI	DI	DI														
		Huimanguillo	194,777	FO	FO	FO														

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población proyectada 2019 (CONAPO, 2012)	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			CO		NO_2		SO_2			
				NOM-025-SSA1-2014			NOM-025-SSA1-2014			NOM-020-SSA1-2014			NOM-021-SSA1-1993		NOM-023-SSA1-1993		NOM-022-SSA1-2010			
				Límite 24 hrs (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 hrs (45 µg/m³)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.095 ppm)	Límite 8 hrs (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 hrs (0.200 ppm)	Límite 24 hrs (0.110 ppm)	Límite anual (0.025 ppm)	Cumple NOM
		Centla	110,756	DI	DI	DI														
		Comalcalco	211,173	DI	DI	DI														
		Paraíso	94,513	FO	FO	FO														
		Macuspana	165,271	DI	DI	DI														
		Cunduacán	139,317	FO	FO	FO														
Veracruz	Veracruz	Minatitlán	167,967	DI	DI	DI	67	25	NO	0.113	DI	NO	1.80	SI	0.058	SI	0.118	0.044	0.006	SI
		Xalapa	509,987	91	34	NO	72	20	NO	0.057	0.050	SI	DI	DI	0.084	SI	DI	DI	DI	DI
		Poza Rica	207,816	86	34	NO	59	17	NO	DI	0.076	NO	1.40	SI	0.118	SI	DI	DI	DI	DI
Yucatán	Yucatán	Mérida	939,903				DI	DI	DI	0.051	0.042	SI	INV	INV	INV	INV	0.002	0.002	0.001	SI
Zacatecas	Zacatecas	Zacatecas	148,911	133	28	NO	DI	DI	DI	0.120	0.080	NO	2.3	SI	0.047	SI	0.014	0.006	0.001	SI

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación;
IND= Información no disponible;
INV = Datos invalidados;

= 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.

* 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.

- Los números dentro de cada celda 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_{10} y $PM_{2.5}$), 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. Para dióxido de azufre se asume el mismo principio y solo se cumple la Norma en los sitios donde se acatan los tres límites normados.

XI. Bibliografía

XI. BIBLIOGRAFÍA

- COFEPRIS – Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2017. Clasificación de los contaminantes del Aire Ambiente. Recuperado de: Clasificación de los contaminantes del aire ambiente | Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

- COFEPRIS – Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2017. Efectos a la salud por la contaminación del aire ambiente. Recuperado de Efectos a la salud por la contaminación del aire ambiente | Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

- CONAPO (Consejo Nacional de *Población). Proyecciones de la población 2010-2030. Recuperado de:* https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050

- 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. Diario Oficial de la Federación del 16 de julio de 2012. Disponible para consulta en: dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=52594648&fecha=16/07/2012

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2010). Norma Oficial NOM-022-SSA1-2010. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5158348&fecha=08/09/2010

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1994a). Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/023ssa13.html

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1994b). Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para

la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4780110&fecha=23/12/1994

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2014a). Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisible para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto de 2014. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2014b). Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 2014. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2019). Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019. Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de noviembre de 2019. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: DOF - Diario Oficial de la Federación.

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO