

Informe Nacional de la Calidad del Aire 2020

INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Informe Nacional de la Calidad del Aire 2020

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental
Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos

DISEÑO Y FORMACIÓN

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Fotografías de portada tomadas de:
https://www.pexels.com/es-es/foto/puesta-de-sol-panorama-urbano-edificios-arquitectura-13010916/

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

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

TSUTIC. Jazmín Quezada Herrera
Enlace Informático

Téc. Francisco Fernando Guardado López
Técnico Superior

Directorio

Dr. Agustín Ávila Romero
Director General de Políticas para el Cambio Climático y Encargado del Despacho de la Dirección General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

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

I. AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las dependencias que se listan a continuación por el apoyo brindado en el proceso de integración, validación y envío de los datos de calidad del aire del año 2020.

- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.
- Dirección de Protección al Ambiente del Ayuntamiento de Mexicali.
- Universidad Autónoma de Campeche.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) 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 de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Durango.
- 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 Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Michoacán,
- Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Morelia.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).
- Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS) de Michoacán.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.
- Secretaría de Medio Ambiente 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.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sinaloa.
- Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Tamaulipas.
- 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 5

II. CONTENIDO 7

III. LISTA DE TABLAS 8

IV. LISTA DE FIGURAS 14

V. SIGLAS Y ACRÓNIMOS 34

VI. PRESENTACIÓN 35

VII. RESUMEN EJECUTIVO 39

VIII. METODOLOGÍA 57

VIII.1. Procedimiento de verificación de las bases de datos 58

VIII.2. Construcción de indicadores 62

VIII.3. Indicadores 63

IX. CALIDAD DEL AIRE POR ENTIDAD FEDERATIVA 79

Aguascalientes 80

Baja California 93

Chihuahua 105

Ciudad de México y Zona Conurbada 124

Coahuila 141

Durango 166

Estado de México 187

Guanajuato 203

Hidalgo 236

Jalisco 280

Michoacán 297

Morelos 310

Nayarit 330

Nuevo León 343

Puebla 358

Querétaro 377

San Luis Potosí 395

Tabasco 409

Veracruz 422

Yucatán 448

Zacatecas 458

X. NUMERARIA 471

XI. BIBLIOGRAFÍA 484

III. LISTA DE TABLAS

Tabla VIII.1. SMCA incluidos en este informe.....60

Tabla VIII.2. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental.....65

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.....72

Tabla VIII.4. Calificativo de calidad del aire: color e intervalos de concentración por contaminante, Índice Aire y Salud.....73

Tabla 1.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....83

Tabla 1.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Aguascalientes (2020).....85

Tabla 1.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Aguascalientes.....86

Tabla 1.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Aguascalientes, 2018 – 2020.....91

Tabla 2.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....96

Tabla 2.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Mexicali (2020).....98

Tabla 2.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Mexicali.....99

Tabla 2.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Mexicali, Baja California, 2020.....104

Tabla 3.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....109

Tabla 3.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Chihuahua (2020).....111

Tabla 3.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Chihuahua.....112

Tabla 3.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2020. 122

Tabla 4.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes. 129

Tabla 4.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada (2020). 132

Tabla 4.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la ZMVM. 133

Tabla 4.4. 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 – 2020. 139

Tabla 5.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes 146

Tabla 5.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Coahuila (2020) 148

Tabla 5.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Coahuila. 149

Tabla 5.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2020 163

Tabla 6.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Durango en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes 170

Tabla 6.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Durango (2020). 172

Tabla 6.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Durango. 173

Tabla 6.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Durango, 2014 – 2020 185

Tabla 7.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Zona Metropolitana de Valle de Toluca en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes 191

Tabla 7.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2020)..... 194

Tabla 7.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca..... 195

Tabla 7.4. 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 – 2020..... 201

Tabla 8.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes..... 208

Tabla 8.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Guanajuato (2020)..... 212

Tabla 8.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Guanajuato..... 214

Tabla 8.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2020..... 232

Tabla 9.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes..... 240

Tabla 9.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Hidalgo (2020)..... 243

Tabla 9.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Hidalgo..... 245

Tabla 9.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2020..... 277

Tabla 10.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes..... 284

Tabla 10.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana de Guadalajara (2020)..... 287

Tabla 10.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la ZMG..... 288

Tabla 10.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2020. 295

Tabla 11.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Michoacán en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes. 300

Tabla 11.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelia, Michoacán (2020). 301

Tabla 11.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la ciudad de Morelia, Michoacán. 302

Tabla 11.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la en la ciudad de Morelia, Michoacán, 2008 – 2020. 308

Tabla 12.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes. 314

Tabla 12.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelos (2020). 316

Tabla 12.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Morelos. 317

Tabla 12.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2020. 328

Tabla 13.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes. 333

Tabla 13.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Nayarit (2020). 335

Tabla 13.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Tepic, Nayarit. 336

Tabla 13.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2020. 342

Tabla 14.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nuevo León en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes. 347

Tabla 14.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en el Área Metropolitana de Monterrey (2020). 349

Tabla 14.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en el AMM. 350

Tabla 14.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2020.....356

Tabla 15.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....362

Tabla 15.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Puebla (2020).....365

Tabla 15.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Puebla.....366

Tabla 15.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2020.....374

Tabla 16.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....380

Tabla 16.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Querétaro (2020).....382

Tabla 16.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Querétaro.....383

Tabla 16.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2020.....394

Tabla 17.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....399

Tabla 17.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en San Luis Potosí y su Zona Conurbada (2020).....401

Tabla 17.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en San Luis Potosí y su Zona Conurbada.....402

Tabla 17.4. 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 – 2020.....408

Tabla 18.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.....412

Tabla 18.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Tabasco (2020).....414

Tabla 18.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, O_3, CO, y SO_2 en el municipio Centro, Tabasco (Villahermosa). 415

Tabla 18.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Tabasco, 2015 – 2020. 420

Tabla 19.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes..... 426

Tabla 19.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Veracruz (2020). 428

Tabla 19.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Veracruz..... 429

Tabla 19.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2020. 446

Tabla 20.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes. 451

Tabla 20.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Mérida (2020). 452

Tabla 20.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Mérida..... 452

Tabla 20.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2020. 457

Tabla 21.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Zacatecas en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes..... 461

Tabla 21.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Zacatecas (2020). 463

Tabla 21.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Zacatecas. 464

Tabla 21.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019-2020..... 469

Tabla N.1. Estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2019. 479

IV. LISTA DE FIGURAS

Figura RE.1. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2020) 40

Figura RE.2. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2020) incluidas en este Informe. 41

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 2020 43

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 (2020) 44

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 2020 46

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 (2020) 47

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 2020 49

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 (2020) 50

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 (2020) 50

Figura VIII.1. Procedimiento de verificación de las bases de datos 58

Figura VIII.2. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire 63

Figura VIII.3. Representación gráfica de la evaluación del cumplimiento de los límites normados 71

Figura VIII.4. Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente 73

Figura VIII.5. Ejemplo de la representación gráfica de las tendencias de los datos diarios. 75

Figura VIII.6. Ejemplo de la representación gráfica del porcentaje de días por año, en que se rebasa el límite normado de un contaminante. 76

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. 77

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. 78

Figura 1.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Aguascalientes, 2020. 83

Figura 1.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante, en Aguascalientes, en el año 2020. 84

Figura 1.3. 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 2020. 86

Figura 1.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Aguascalientes, en el año 2020. 87

Figura 1.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en Aguascalientes, en el periodo 2018–2020. 89

Figura 1.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en Aguascalientes, en el periodo 2018 – 2020. 90

Figura 1.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2018 – 2020. 91

Figura 1.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Aguascalientes, 2018 – 2020 92

Figura 2.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Baja California, 2020 97

Figura 2.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Mexicali, Baja California, en el año 2020 97

Figura 2.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Mexicali, Baja California, en el año 2020. 99

Figura 2.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en Mexicali, Baja California, en el año 2020. 100

Figura 2.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Mexicali en el año 2020..... 102

Figura 2.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el 2020. 103

Figura 2.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el año 2020..... 104

Figura 2.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Mexicali, Baja California, 2020. 104

Figura 3.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Chihuahua, 2020..... 110

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 2020. 110

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 2020. 112

Figura 3.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 113

Figura 3.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 114

Figura 3.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 114

Figura 3.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 115

Figura 3.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 115

Figura 3.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 116

Figura 3.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua..... 116

Figura 3.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.....117

Figura 3.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, en Chihuahua, en el periodo 2014 – 2020.....117

Figura 3.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.....118

Figura 3.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.....118

Figura 3.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.....119

Figura 3.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.....119

Figura 3.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximo), por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.....120

Figura 3.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2007 – 2020. 120

Figura 3.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2007 – 2020.....121

Figura 3.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2020.....123

Figura 4.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de México y su zona conurbada, 2020. 130

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 2020. 130

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 2020.....133

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 2020.....134

Figura 4.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el periodo 1990–2020. 136

Figura 4.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1990 – 2020 137

Figura 4.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1990 – 2020. 138

Figura 4.8. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1990 – 2020. 139

Figura 4.9. 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 – 2020. 140

Figura 5.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Coahuila, 2020. 146

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 2020. 147

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 2020. 150

Figura 5.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 151

Figura 5.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 152

Figura 5.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 153

Figura 5.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 154

Figura 5.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 154

Figura 5.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 155

Figura 5.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila 156

Figura 5.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020. 157

Figura 5.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020. 158

Figura 5.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020. 158

Figura 5.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020. 159

Figura 5.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020. 159

Figura 5.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, (Máximos) por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020. 160

Figura 5.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedio de 24 horas), por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020 161

Figura 5.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2020. 162

Figura 5.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2020 163

Figura 5.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2020. 165

Figura 6.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Durango, 2020. 170

Figura 6.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Durango, en el año 2020 171

Figura 6.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Durango, en el año 2020 174

Figura 6.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 175

Figura 6.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 176

Figura 6.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 176

Figura 6.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 177

Figura 6.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 177

Figura 6.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 178

Figura 6.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango. 179

Figura 6.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 180

Figura 6.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 181

Figura 6.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 181

Figura 6.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 182

Figura 6.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 182

Figura 6.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 183

Figura 6.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020. 183

Figura 6.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2020 184

Figura 6.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2014 – 2020. 185

Figura 6.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Durango, 2014 – 2020. 186

Figura 7.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la ZMVT, 2020. 191

Figura 7.2. 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 2020 192

Figura 7.3. 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 2020.....195

Figura 7.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la ZMVT, en el año 2020.....196

Figura 7.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la ZMVT, en el periodo 1994–2020.....198

Figura 7.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1994 – 2020.....199

Figura 7.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1994 – 2020.....200

Figura 7.8. 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 – 2020.....202

Figura 8.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Guanajuato, 2020.....209

Figura 8.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Guanajuato, en el año 2020.....210

Figura 8.3. 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 2020.....215

Figura 8.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.....216

Figura 8.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.....217

Figura 8.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.....219

Figura 8.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.....220

Figura 8.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.....221

Figura 8.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato. 222

Figura 8.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato. 223

Figura 8.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020. 224

Figura 8.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2013 – 2020. 225

Figura 8.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020. 226

Figura 8.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020. 227

Figura 8.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020. 228

Figura 8.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020. 229

Figura 8.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020. 230

Figura 8.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2020. 231

Figura 8.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2000 – 2020 232

Figura 8.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2020 235

Figura 9.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Hidalgo, 2020 241

Figura 9.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Hidalgo, en el año 2020 241

Figura 9.3. 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 2020 246

Figura 9.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....248

Figura 9.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....250

Figura 9.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....252

Figura 9.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....254

Figura 9.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....256

Figura 9.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....258

Figura 9.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.....260

Figura 9.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....262

Figura 9.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....264

Figura 9.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....265

Figura 9.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....267

Figura 9.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....269

Figura 9.16. Tendencias de las concentraciones diarias (máximos horarios) de SO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....271

Figura 9.17. Tendencias de las concentraciones diarias (promedio de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.....273

Figura 9.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2020.....275

Figura 9.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2013 – 2020.....276

Figura 9.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2020.....279

Figura 10.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2020. 284

Figura 10.2. 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 2020 285

Figura 10.3. 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 2020. 288

Figura 10.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2020. 290

Figura 10.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el periodo 1993–2020. 291

Figura 10.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1993 – 2020. 293

Figura 10.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1993 – 2020 294

Figura 10.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2020. 296

Figura 11.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la ciudad de Morelia, Michoacán (2020). 300

Figura 11.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la ciudad de Morelia, en el año 2020 301

Figura 11.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2020 303

Figura 11.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en la ciudad de Morelia, Michoacán, en el año 2020. 304

Figura 11.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la ciudad de Morelia, Michoacán, en periodo 2008–2020 305

Figura 11.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2008 – 2020. 307

Figura 11.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2008 – 2020 308

Figura 11.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de Morelia, Michoacán, 2008 – 2020 309

Figura 12.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Morelos, 2020 314

Figura 12.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Morelos, en el año 2020. 315

Figura 12.3. 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 2020. 318

Figura 12.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 319

Figura 12.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 319

Figura 12.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 320

Figura 12.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 320

Figura 12.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 321

Figura 12.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 322

Figura 12.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos 323

Figura 12.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020. 324

Figura 12.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2016 – 2020. 324

Figura 12.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad,en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.....325

Figura 12.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.....325

Figura 12.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.....326

Figura 12.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos en el periodo 2014 – 2020.....326

Figura 12.17. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2020.....327

Figura 12.18. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2014 – 2020.....328

Figura 12.19. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2020.....329

Figura 13.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de Nayarit, 2020.....333

Figura 13.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Nayarit, en el año 2020.....334

Figura 13.3. 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 2020.....336

Figura 13.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Nayarit, en el año 2020.....337

Figura 13.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Nayarit, en el periodo 2015–2020.....339

Figura 13.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2020.....340

Figura 13.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2015 – 2020.....341

Figura 13.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2020.....342

Figura 14.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey, 2020. 347

Figura 14.2. 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 2020. 348

Figura 14.3. 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 2020. 351

Figura 14.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2020 352

Figura 14.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el periodo 1993–2020. 353

Figura 14.6. 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 – 2020. 355

Figura 14.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1993 – 2020 356

Figura 14.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2020. 357

Figura 15.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Puebla, 2020 362

Figura 15.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Puebla, en el año 2020 363

Figura 15.3. 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 2020 367

Figura 15.4. Tendencias de las concentraciones promedio de 24 horas de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 368

Figura 15.5. Tendencias de las concentraciones promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 368

Figura 15.6. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 368

Figura 15.7. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 369

Figura 15.8. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 369

Figura 15.9. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 369

Figura 15.10. Tendencias de las concentraciones promedio de 24 horas de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla. 370

Figura 15.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020. 370

Figura 15.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2010 – 2020. 371

Figura 15.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad,en Puebla, en el periodo 2000 – 2020. 371

Figura 15.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020. 371

Figura 15.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020. 372

Figura 15.16. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por ciudad,en Puebla, en el periodo 2000 – 2020. 372

Figura 15.17. Tendencias de las concentraciones diarias (Promedios de 24 horas) de SO_2, por ciudad,en Puebla, en el periodo 2000 – 2020. 372

Figura 15.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2020. 373

Figura 15.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2000 – 2020. 374

Figura 15.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2020. 376

Figura 16.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Querétaro, 2020. 380

Figura 16.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Querétaro, en el año 2020. 381

Figura 16.3. 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 2020 384

Figura 16.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 385

Figura 16.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 385

Figura 16.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 386

Figura 16.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 386

Figura 16.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 387

Figura 16.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 387

Figura 16.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro 388

Figura 16.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2020 388

Figura 16.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2020 389

Figura 16.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020. 389

Figura 16.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020 390

Figura 16.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020 390

Figura 16.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020 391

Figura 16.17. Tendencias de las concentraciones diarias (promedio de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020 391

Figura 16.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2011 – 2020.....392

Figura 17.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada 2020.....399

Figura 17.2. 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 2020.....400

Figura 17.3. 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 2020.....403

Figura 17.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2020.....404

Figura 17.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en periodo 2018–2020.....406

Figura 17.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2020.....407

Figura 17.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2018 – 2020.....407

Figura 17.8. 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 – 2020.....408

Figura 18.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tabasco en 2020.....413

Figura 18.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Tabasco, en el año 2020.....413

Figura 18.3. 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 2020.....415

Figura 18.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el municipio Centro (Villahermosa), Tabasco, en el año 2020. 417

Figura 18.5. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Tabasco, en el periodo 2015 – 2020. 418

Figura 18.6. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 en el municipio Centro de Tabasco, en el periodo 2018 – 2020. 418

Figura 18.7. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2020. 419

Figura 18.8. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2018 – 2020. 420

Figura 18.9. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Tabasco, 2015 – 2020. 421

Figura 19.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Veracruz, 2020. 426

Figura 19.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Veracruz, en el año 2020. 427

Figura 19.3. 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 2020. 430

Figura 19.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz. 431

Figura 19.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz. 432

Figura 19.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz. 433

Figura 19.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz. 434

Figura 19.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz. 435

Figura 19.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz. 436

Figura 19.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz..... 437

Figura 19.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020..... 438

Figura 19.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020..... 439

Figura 19.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020. 440

Figura 19.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020..... 441

Figura 19.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020..... 441

Figura 19.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020. 442

Figura 19.17. Tendencias de las concentraciones diarias (promedios de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020. 443

Figura 19.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2020. 444

Figura 19.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2014 – 2020. 445

Figura 19.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2020. 447

Figura 20.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Yucatán, 2020.....451

Figura 20.2. 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 2020.....453

Figura 20.3. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Mérida, en el año 2020..... 454

Figura 20.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Mérida, en el periodo 2013–2020. 455

Figura 20.5. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, 2013–2020. 456

Figura 20.6. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2020. 456

Figura 20.7. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2020. 457

Figura 21.1. Ubicación espacial de la estación de monitoreo de Zacatecas, 2020. 461

Figura 21.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Zacatecas, en el año 2020. 462

Figura 21.3. 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 2020. 465

Figura 21.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Zacatecas, en el año 2020. 466

Figura 21.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Zacatecas, en el periodo 2019 – 2020. 467

Figura 21.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2019–2020. 468

Figura 21.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2019 – 2020. 469

Figura 21.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019-2020. 470

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
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle de Toluca
$\mu g/m^3$	Microgramos por metro cúbico

VI. Presentación

En las más recientes décadas ha aumentado enormemente la evidencia sobre los efectos adversos en la salud humana asociados con la exposición a los contaminantes atmosféricos. Un número creciente de estudios epidemiológicos ha permitido elaborar funciones exposición – respuesta o índices de riesgo relativo que relacionan los cambios en la concentración de estos contaminantes con riesgos a la salud. Por su parte, los estudios toxicológicos y de laboratorio han sustentado la plausibilidad biológica presente en muchas de estas relaciones, y han demostrado los efectos nocivos de los contaminantes en cultivos celulares, animales de laboratorio y humanos, estos últimos por medio de epidemiología retrospectiva.

Entre los efectos que se han asociado con la contaminación atmosférica están los incrementos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, de mortalidad prematura, del uso de servicios médicos y de días de trabajo perdidos. Estos y otros impactos en la salud derivados de la exposición a la contaminación del aire no solo disminuyen la calidad de vida de la población, sino que también tiene repercusiones económicas para el individuo y para la sociedad en general.

Ante esta situación y con el fin último de proteger la salud de la población, las autoridades se han visto obligadas a tomar medidas para prevenir y controlar la contaminación atmosférica. Así, se ha logrado establecer una normatividad que limita tanto las emisiones de los contaminantes como sus concentraciones en la atmósfera, y se ha logrado también formular programas y estrategias para implementar las medidas de control necesarias (INECC-SEMARNAT, 2012).

Para darle sustento a estas decisiones y evaluar su impacto, se requiere contar con datos de monitoreo de la calidad del aire. El monitoreo permite estudiar las concentraciones de los contaminantes y sus tendencias, y evaluar estas condiciones con respecto a los límites indicados en las normas ambientales para la protección de la salud de la población. La información del monitoreo también permite establecer acciones para reducir los riesgos del impacto de la contaminación sobre la salud de la población y es fundamental para instrumentar estrategias de vigilancia epidemiológica tanto en períodos con bajos niveles de contaminación como en aquéllos durante los cuales podría presentarse una contingencia ambiental.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 112, Fracción VI, establece que los gobiernos de las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Igualmente, se indica que los gobiernos locales remitirán a la Secretaría los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquélla los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental (LGEEPA, 2022).

Por otra parte, la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire (DOF del 16 de julio de 2012), indica en su numeral 10 (Manejo de datos de la calidad del aire) que, con objeto de que sean integrados al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire, SINAICA, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios remitirán a la Secretaría, a través de la Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (DGCENICA), ahora Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental (CGCSA) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), sus reportes de monitoreo de la calidad del aire y muestreo de contaminantes de la siguiente forma: a). En el caso del muestreo de partículas, los datos de calidad del aire, se enviarán de forma validada cada seis meses como plazo máximo, mediante transmisión electrónica vía Internet, y b). En el caso del monitoreo automático, los datos crudos de calidad del aire se enviarán mediante transmisión electrónica continua vía Internet, y la información validada se enviará cada seis meses como plazo máximo, mediante transmisión electrónica.

En este contexto general, el presente documento recupera la información validada del monitoreo de la calidad del aire del año 2020 que fue enviada por las autoridades municipales y estatales al INECC, a efecto de realizar un diagnóstico actualizado sobre el estado de la calidad del aire en ciudades mexicanas, y de esta manera poner a disposición de las propias autoridades ambientales y de salud de los tres órdenes de gobierno, público en general, 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.

En este informe, se incluye información de 24 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 21 entidades federativas y 55 ciudades y zonas metropolitanas de la República Mexicana que cuentan con datos para el año 2020 con respecto, al menos, a uno de los siguientes contaminantes criterio: ozono (O_3), partículas suspendidas (incluyendo a las PM_{10} y $PM_{2.5}$), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO). El diagnóstico de la calidad del aire para cada ciudad o zona metropolitana se realiza a partir de la construcción y análisis de los siguientes indicadores:

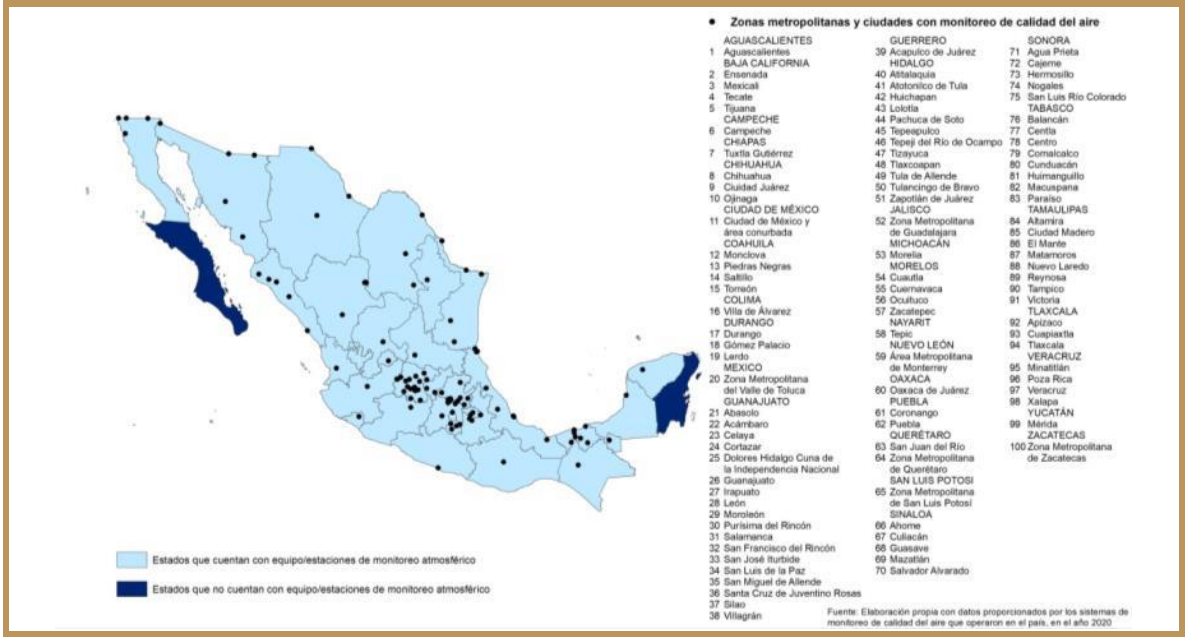
- Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire;
- Distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala;
- Tendencia mensual de las concentraciones diarias;
- Tendencia histórica de las concentraciones diarias;
- Porcentaje de días por año con concentraciones superiores a los límites normados;
- Número de horas, por año, en que se rebasa el límite normado de 1 hora de ozono y,
- Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

Este documento incluye un resumen ejecutivo en el que se presentan los hallazgos más relevantes del año 2020 para cada uno de los contaminantes analizados. Otro capítulo aborda la descripción detallada de la metodología empleada para verificar la validez de la información recibida, así como para generar los diferentes indicadores empleados para hacer el diagnóstico de la calidad del aire. Posteriormente se presenta el diagnóstico de la calidad del aire para cada una de las entidades que envió información al INECC para su inclusión en este Informe, y finalmente, se presenta la numeraria de la calidad del aire en México para el año 2020.

VII. Resumen Ejecutivo

A diciembre del año 2020 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, que haga uso de equipos de medición que empleen métodos de referencia o equivalentes para evaluar la calidad del aire en la entidad. En su conjunto, estos SMCA agruparon un total de 245 estaciones de monitoreo/muestreo, las cuales estuvieron distribuidas en un total de 100 ciudades y zonas metropolitanas (Figura RE.1).

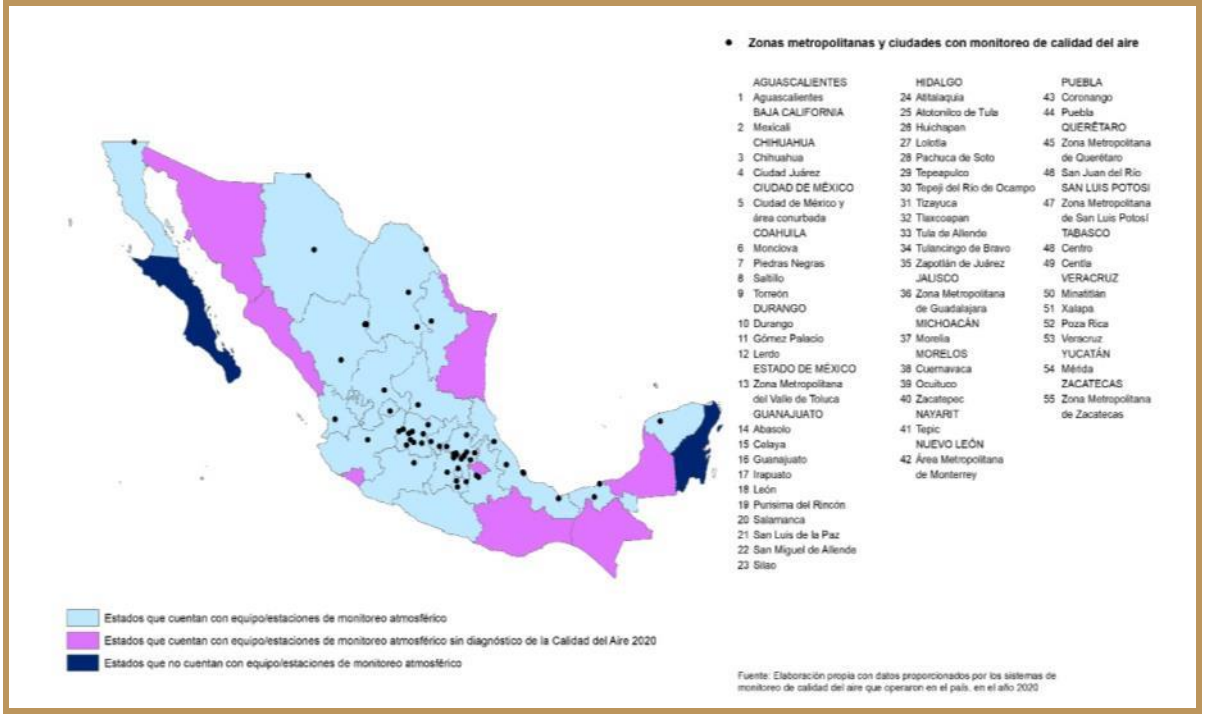
Figura RE.1. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2020)



Este informe incluye el diagnóstico de la calidad del aire realizado en 24 SMCA, distribuidos en 21 entidades federativas. Dichos SMCA incluyen un total de 163 estaciones de monitoreo/muestreo, distribuidas en 55 ciudades y zonas metropolitanas (Figura RE.2). 141 estaciones de monitoreo contaron con infraestructura para la medición de ozono, 143 para partículas suspendidas PM_{10}, 116 para partículas suspendidas $PM_{2.5}$, 137 para SO_2, 134 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 (2020) incluidas en este Informe.

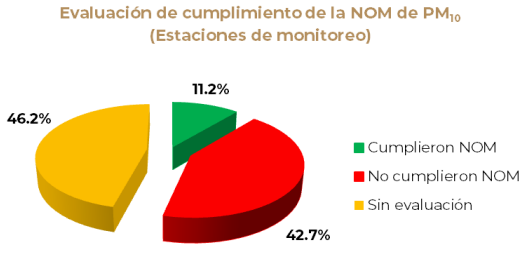


Los hallazgos más relevantes por contaminante, derivados del análisis de los datos de calidad del aire 2020 son descritos a continuación.

HALLAZGOS RELEVANTES

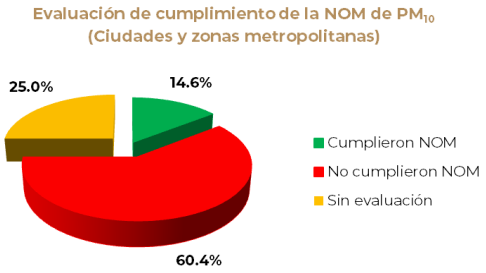
De las **143** estaciones de monitoreo capaces de medir **PM_{10}**:

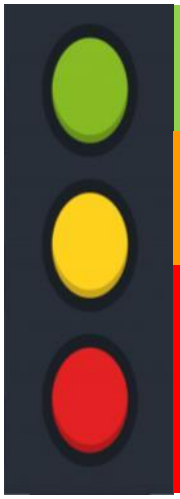
- En **16** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **61** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **48** rebasaron los dos límites normados (24 h y anual).
  - ✓ **13** sólo rebasaron el límite de 24 h.
- En **66** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en **46** por insuficiencia de datos, **16** estuvieron fuera de operación y en **4** la información no estuvo disponible.



De las **48** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **PM_{10}**:

- En **7** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **29** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **12** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **10** por insuficiencia de datos y **2** reportaron equipo fuera de operación.





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

Purísima del Rincón, Tula de Allende, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tulancingo, Zapotlán y Zacatecas.

Ciudades en donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Aguascalientes, Piedras Negras, Torreón, Ciudad Juárez, Tepeapulco, Huichapan, Morelia, Zacatepec, Villahermosa, Centla, Minatitlán y Veracruz.

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

Mexicali, Saltillo, Monclova, Chihuahua, ZMVM, Durango, Gómez Palacio, Lerdo, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao, Pachuca, Atitalaquia, Tizayuca, Atotonilco de Tula, ZMG, Ocuituco, Cuernavaca, Tepic, AMM, Puebla, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Xalapa y Poza Rica.

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; 6 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

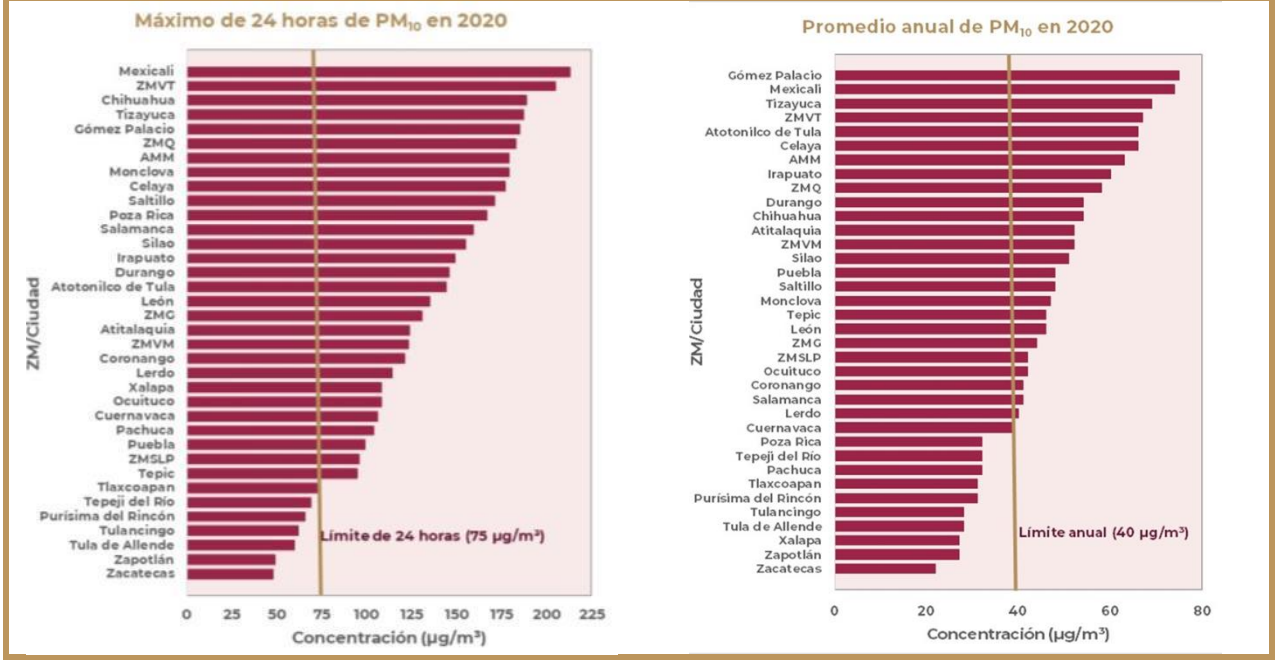
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por PM_{10}

Torreón, Ciudad Juárez, Tepeapulco, Centro (Villahermosa), Aguascalientes y, Piedras Negras.

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 2020 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

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 2020 (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 (2020)



*Estimado con datos generados por monitoreo manual

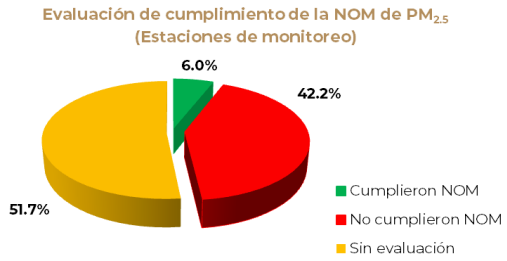
No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de los límites normados establecidos.

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

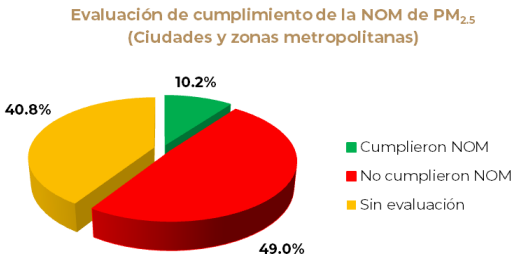
De las **116** estaciones de monitoreo capaces de medir **$PM_{2.5}$**:

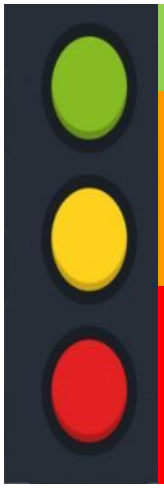
- En **7** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **49** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **36** rebasaron los dos límites.
  - ✓ **13** rebasaron sólo el límite anual.
- En **60** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en **48** por insuficiencia de datos y **12** estuvieron fuera de operación.



De las **49** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **$PM_{2.5}$**:

- En **5** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **24** no se cumplió con ninguno de los límites normados.
- En **20** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **16** por insuficiencia de datos y **4** reportaron equipo fuera de operación.





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

San Luis de la Paz, San Miguel de Allende, Pachuca, Tulancingo y Zacatecas.

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Aguascalientes, Torreón, Monclova, Piedras Negras, Chihuahua, Ciudad Juárez, Gómez Palacio, Lerdo, Silao, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Lolotla, Huichapan, Coronango, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Poza Rica, Veracruz y Mérida.

Ciudades que NO cumplen con NOM de $PM_{2.5}$

Mexicali, Saltillo, ZMVM, Durango, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Guanajuato, Abasolo, Tula de Allende, Atitalaquia, ZMG, Morelia, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, AMM, Puebla, Zona Metropolitana de Querétaro, Minatitlán y Xalapa.

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

De las 16 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de $PM_{2.5}$ por insuficiencia de datos; 9 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

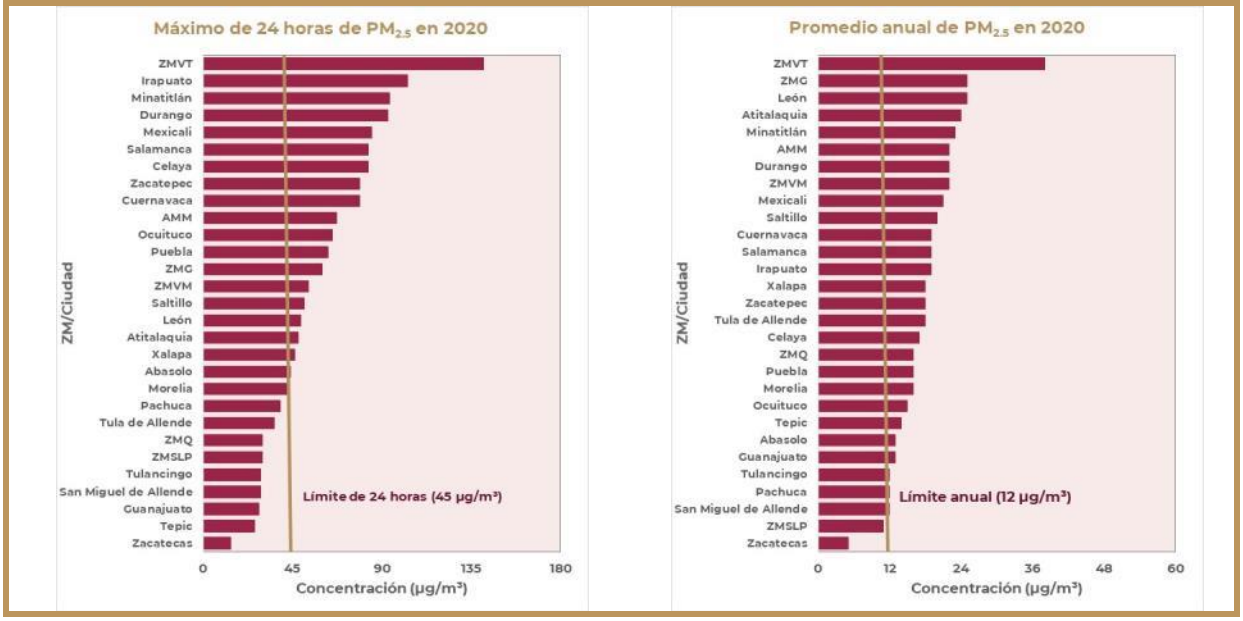
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por $PM_{2.5}$

Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Silao, Mérida, Poza Rica, Ciudad Juárez, Monclova, Aguascalientes y Piedras Negras.

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 2020 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

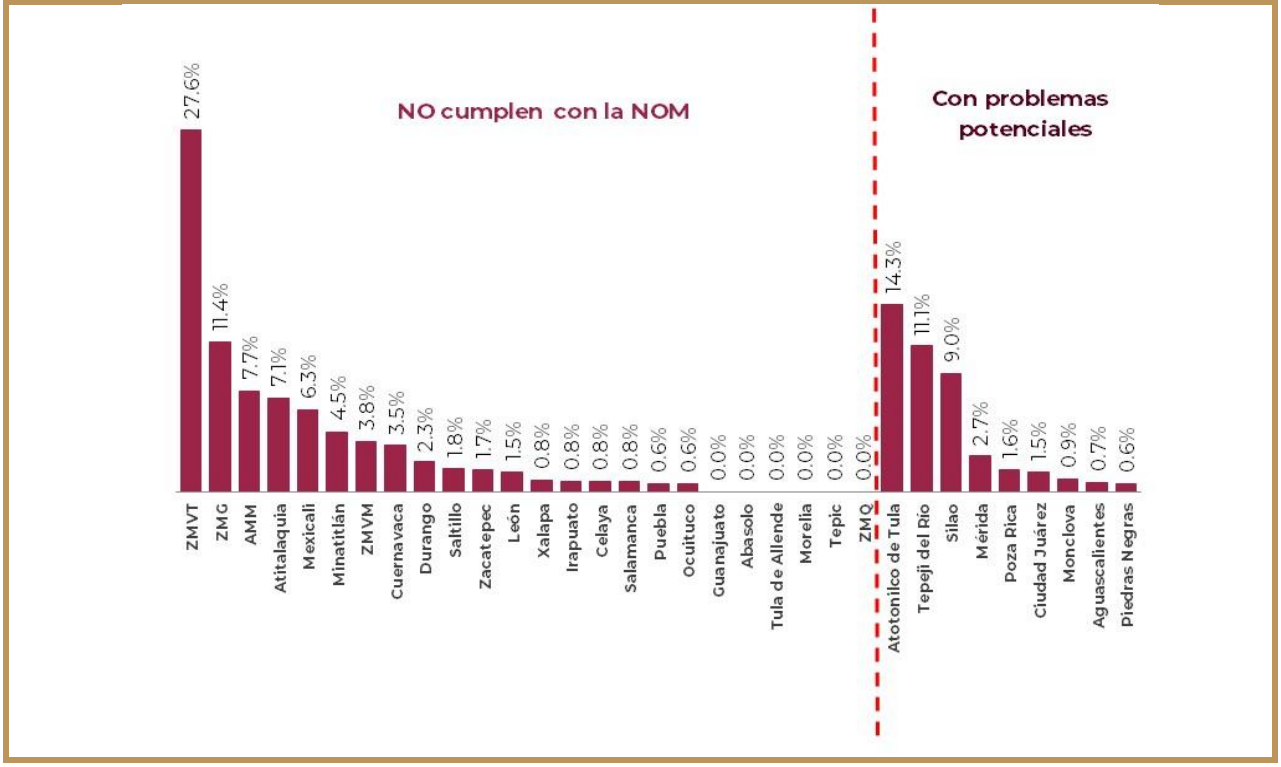
Figura RE.5. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de $PM_{2.5}$, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2020



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 (2020)



*Estimado con datos generados por monitoreo manual

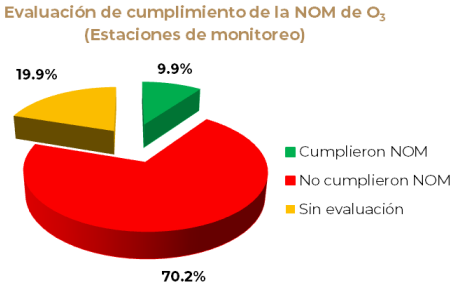
No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de los límites normados establecidos.

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.

O_3 HALLAZGOS RELEVANTES

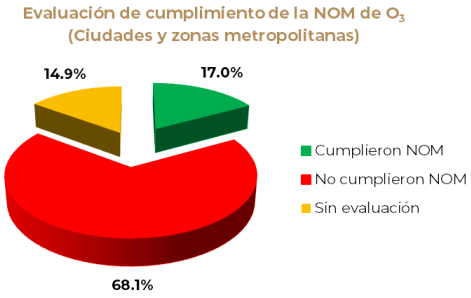
De las **141** estaciones de monitoreo capaces de medir **O_3**:

- En **14** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **99** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **83** rebasaron los dos límites.
  - ✓ **3** sólo rebasaron el límite de 1 h.
  - ✓ **13** sólo rebasaron el límite de 8 h.
- En **28** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **12** por insuficiencia de datos, **15** estuvieron fuera de operación y de **1** no se tuvo información disponible.



De las **47** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **O_3**:

- En **8** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **32** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **7** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **4** por insuficiencia de datos, **2** reportaron equipo fuera de operación y de **1** no se tuvo información disponible.





Ciudades que SÍ cumplen con NOM de O_3

Piedras Negras, Durango, Gómez Palacio, Lerdo, Tula de Allende, Tepeapulco, Zona Metropolitana de San Luis Potosí y Xalapa.

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Torreón, San Juan del Río, Villahermosa, Poza Rica, Veracruz, Mérida y Zacatecas.

Ciudades que NO cumplen con NOM de O_3

Aguascalientes, Mexicali, Saltillo, Monclova, Chihuahua, Ciudad Juárez, ZMVM, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao, Purísima del Rincón, Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Morelia, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, AMM, Puebla, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro y Minatitlán.

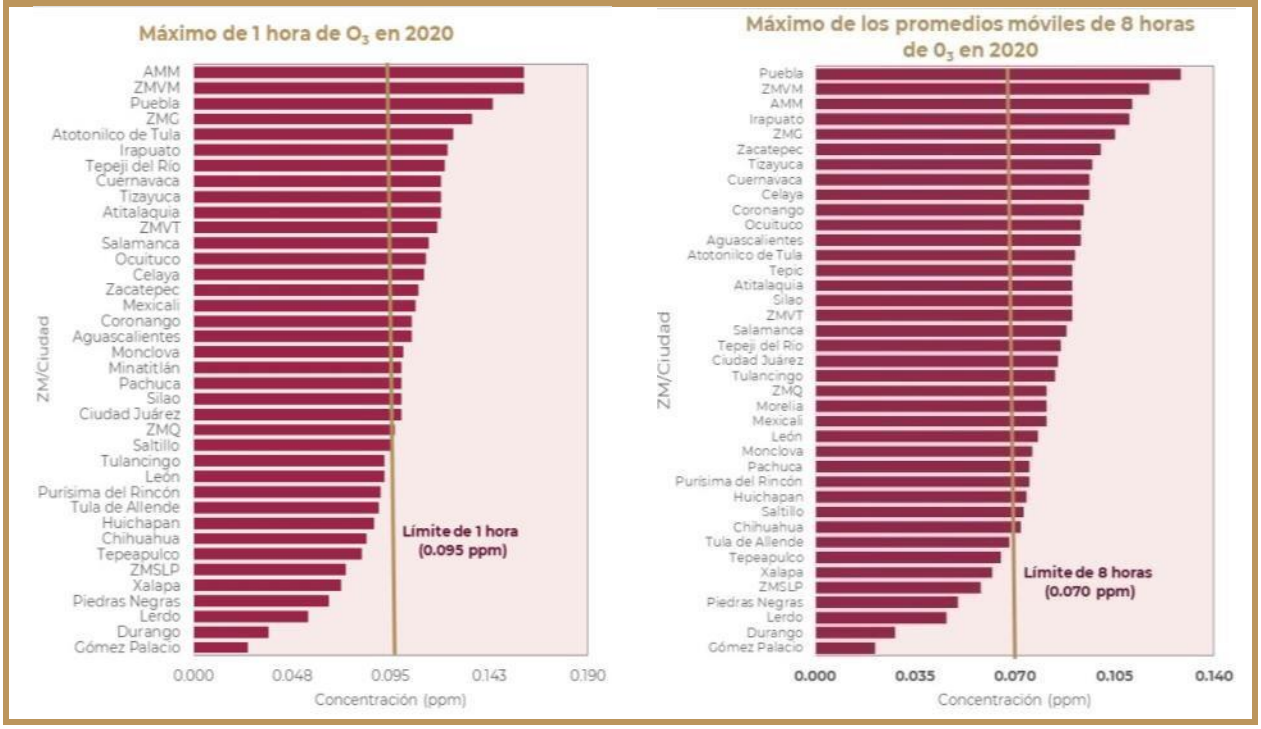
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por O_3

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 máxima estimada como promedio móvil de 8 horas para el año 2020 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

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 2020



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. 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 (2020)

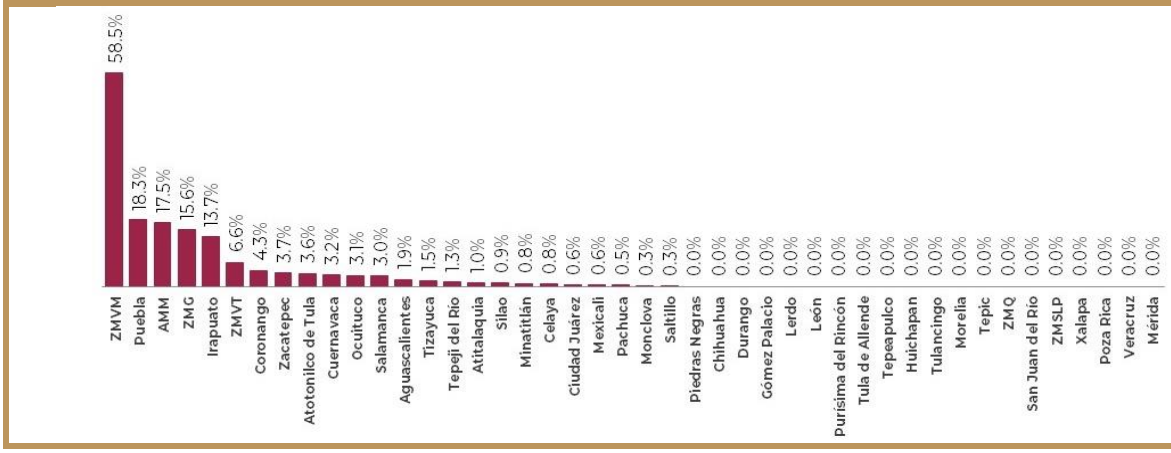
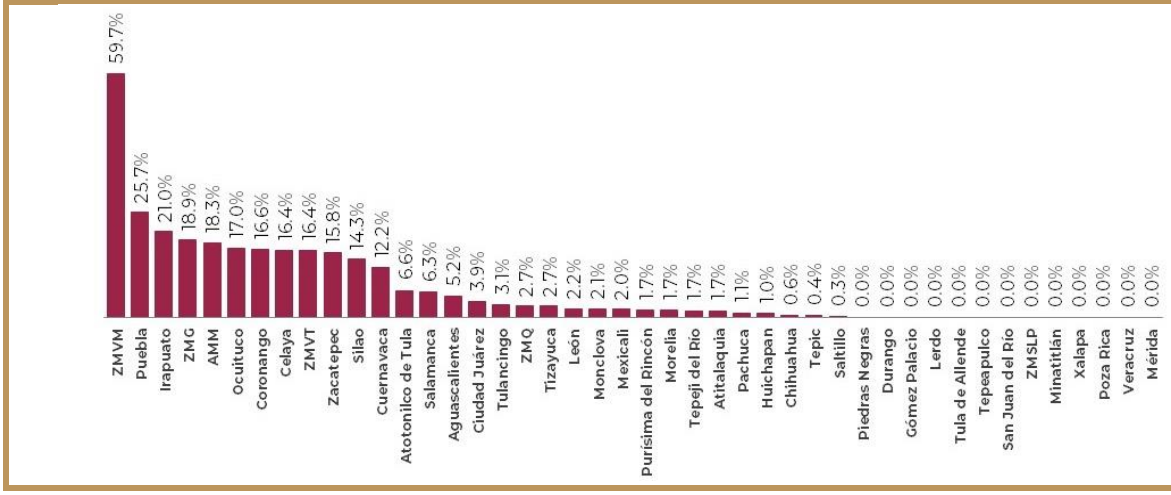


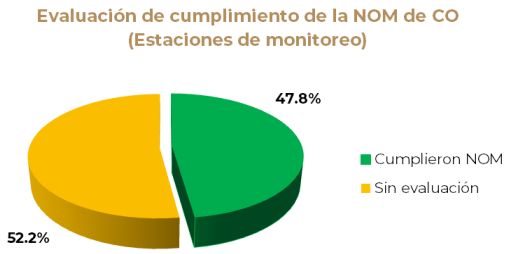
Figura RE.9. de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 8 horas de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2020)



HALLAZGOS RELEVANTES

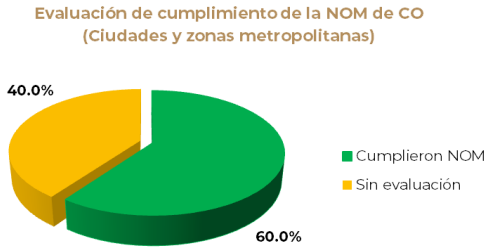
De las **134** estaciones de monitoreo capaces de medir **CO**:

- En **64** se cumplió con la NOM.
- En **70** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **51** por insuficiencia de datos y **19** estuvieron fuera de operación.



De las **45** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **CO**:

- En **27** se cumplió con la NOM.
- En **18** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **14** por insuficiencia de datos y **4** estuvieron fuera de operación.



Ciudades que SÍ cumplen con NOM de CO

Aguascalientes, Ciudad Juárez, ZMVM, Durango, ZMVT, Irapuato, Salamanca, Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Cuernavaca, Tepic, AMM, Puebla, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Xalapa, Poza Rica y Zacatecas.

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Mexicali, Torreón, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Chihuahua, Gómez Palacio, Lerdo, Celaya, León, Morelia, Ocuituco, Zacatepec, San Juan del Río, Villahermosa, Minatitlán, Veracruz y Mérida.

Ciudades que NO cumplen con NOM de CO

Ninguna

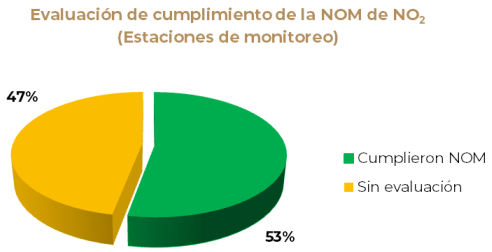
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES de CO

No Aplica.

HALLAZGOS RELEVANTES

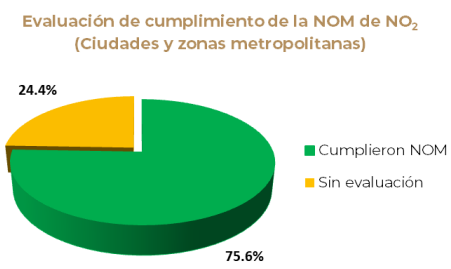
De las **134** estaciones de monitoreo capaces de medir **NO_2**:

- En **71** se cumplió con la NOM.
- En **63** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **46** por insuficiencia de datos, **15** estuvieron fuera de operación, en **1** se invalidaron los datos y en **1** más la información no estuvo disponible.



De las **45** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **NO_2**:

- En **34** se cumplió con la NOM
- En **11** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **8** por insuficiencia de datos, y **3** estuvieron fuera de operación.



Ciudades que SÍ cumplen con NOM de NO_2

Aguascalientes, Mexicali, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, ZMVM, Durango, Gómez Palacio, ZMVT, Celaya, Irapuato, Salamanca, Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji de Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Morelia, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, AMM, Puebla, Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica y Zacatecas

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Torreón, Chihuahua, Ciudad Juárez, Lerdo, León, Silao, Tepic, Coronango, San Juan del Río, Veracruz y Mérida.

Ciudades que NO cumplen con NOM de NO_2

Ninguna.

Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES de NO_2

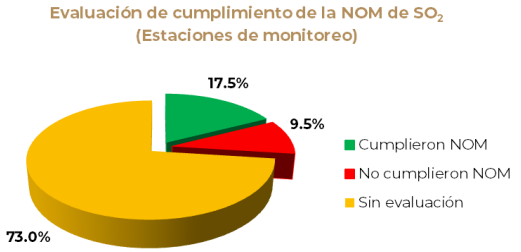
No Aplica.

HALLAZGOS RELEVANTES

De las **137** estaciones de monitoreo capaces de medir **SO_2**:

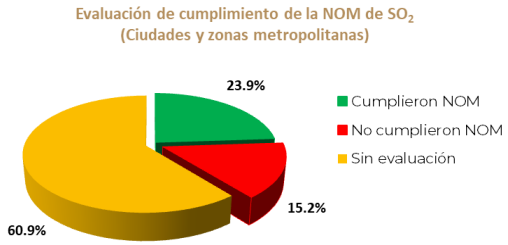
- En **24** se cumplió con la NOM.
- En **13** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - ✓ **6** rebasaron los dos límites.
  - ✓ **4** rebasaron sólo el límite de 1 h.
  - ✓ **3** rebasaron sólo el límite de 24 h.

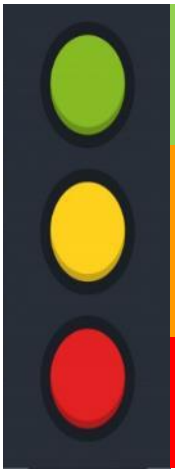
En **100** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **91** por insuficiencia de datos y, **9** estuvieron fuera de operación.



De las **46** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **SO_2**:

- En **11** se cumplió con la NOM.
- En **7** no se cumplió con la NOM.
- En **28** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **25** por insuficiencia de datos y **3** estuvieron fuera de operación.





Ciudades que SÍ cumplen con NOM de SO_2

ZMVT, Irapuato, Pachuca, Tizayuca, Tepeapulco, Tulancingo, ZMG, Cuernavaca, Tepic, Puebla y Zona Metropolitana de San Luis Potosí.

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

Aguascalientes, Mexicali, Torreón, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Chihuahua, Ciudad Juárez, Durango, Gómez Palacio, Lerdo, Celaya, León, Silao, Huichapan, Morelia, Ocuituco, Zacatepec, AMM, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro, San Juan del Río, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Mérida y Zacatecas.

Ciudades que NO cumplen con NOM de SO_2

ZMVM, Salamanca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río y Villahermosa.

De las 25 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de SO_2 por insuficiencia de datos; 6 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar días con concentraciones superiores al límite normado ya sea de 1 o de 24 horas.

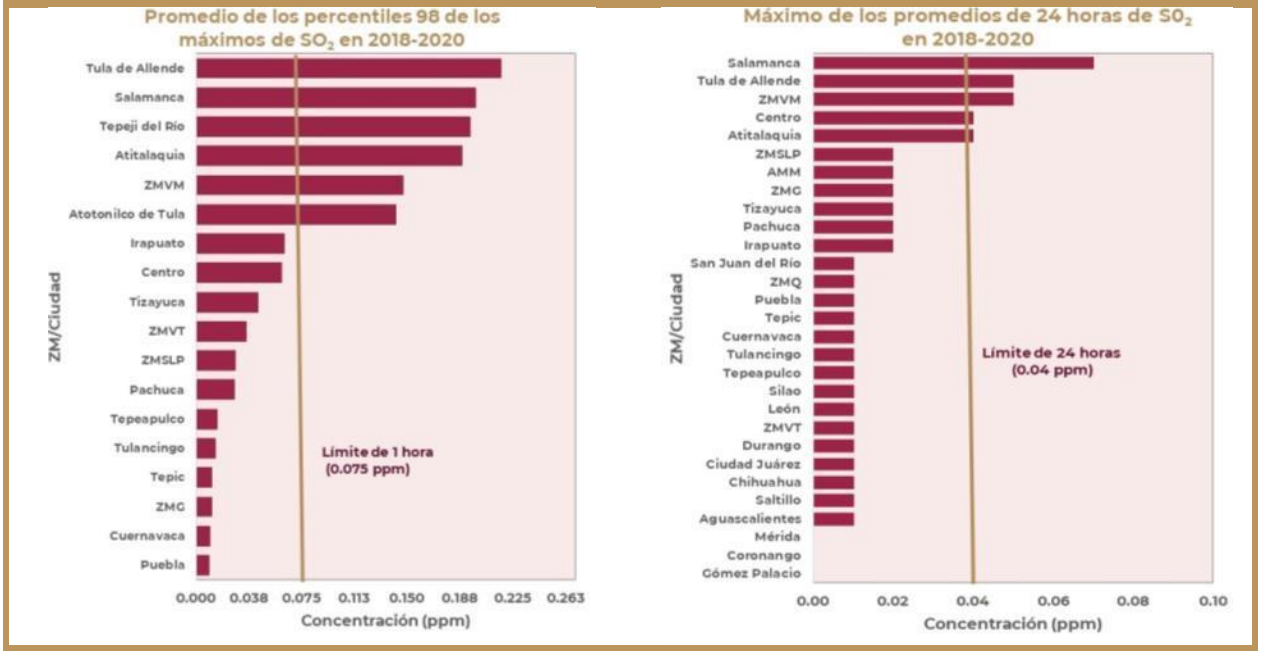
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES de SO_2

Poza Rica, AMM, Minatitlán, San Juan del Río, Monclova y Zona Metropolitana de Querétaro.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura RE.10 muestra el promedio de los percentiles 98 de los máximos horarios de dióxido de azufre en cada ciudad y zona metropolitana, así como la concentración máxima de los promedios de 24 horas en el periodo 2018 a 2020 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

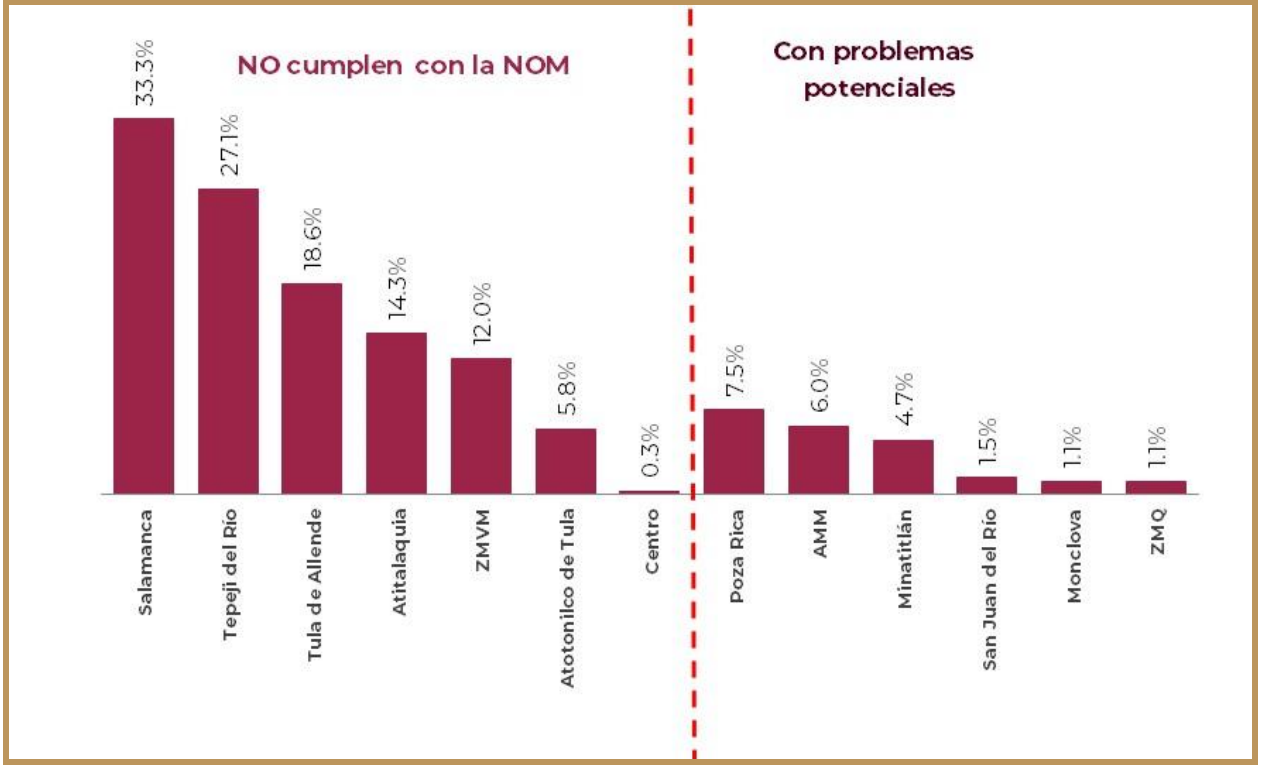
Figura RE.10. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de SO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2020



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura RE.11 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 1 o de 24 horas de SO_2 (estimado como el número de días con concentraciones superiores al límite diario normado (1 o 24 horas) 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.

Figura RE.11. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 o de 24 horas de SO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2020)



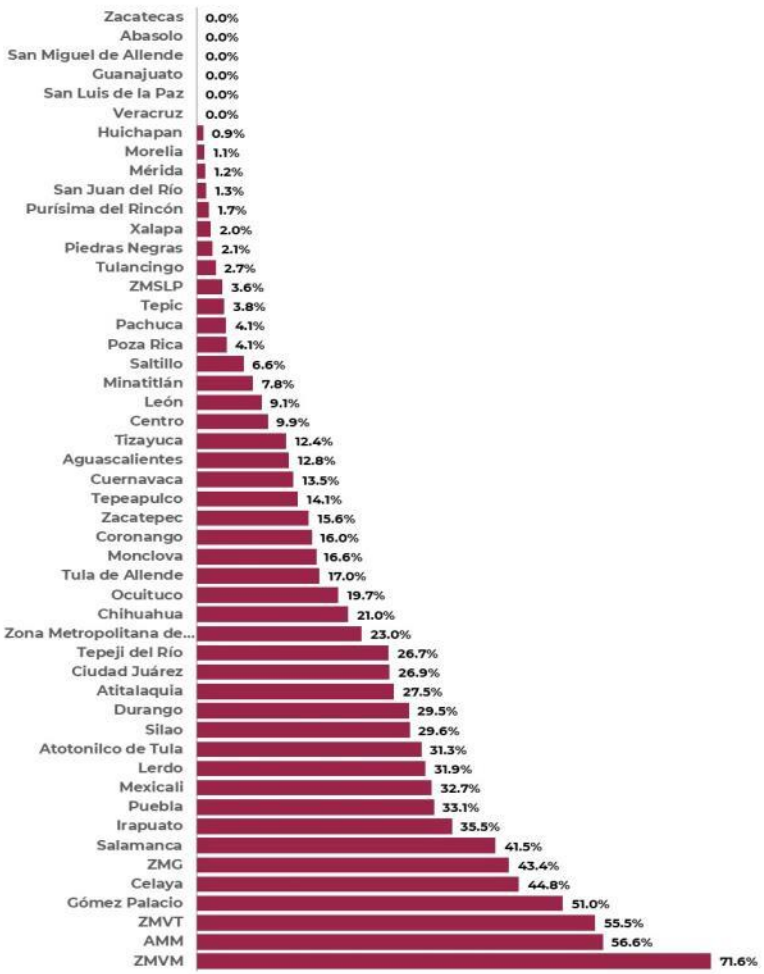
No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de los límites normados establecidos.

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.

A DESTACAR...

La Figura RE.12 muestra el porcentaje de días del año 2020 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.12. Frecuencia de ocurrencia de días en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en 2020.



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.

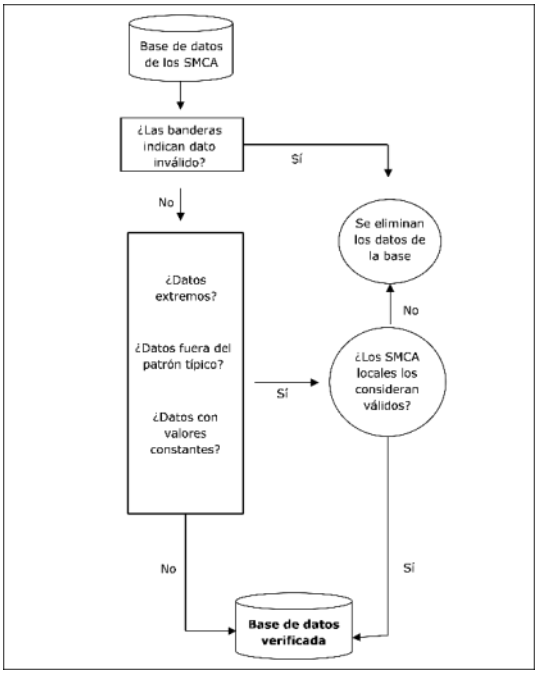
En general, la verificación de datos consta de tres etapas secuenciales (Figura VIII.1.):

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.

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



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 PRESUNTAMENTE 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 Estatal	No	No	-----
	Mexicali Municipio	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	Sí	Sí	-----

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de información?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
	Autónoma de Ciudad Juárez			
	Ciudad Juárez	No	No	-----
	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	Sí	-----
Estado de México	Estado de México	Sí	Sí	-----
Guanajuato	Guanajuato	Sí	Sí	-----
Guerrero	Guerrero	No	No	-----
Hidalgo	Hidalgo	Sí	Sí	-----
Jalisco	Jalisco	Sí	Sí	-----
Michoacán	Michoacán	Sí Sólo de la Universidad y del Municipio	Sí	-----
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	Sí	No	Datos en formato no adecuado (diarios)
Sonora	Sonora	No	No	-----
Tabasco	Tabasco	Sí	Sí	-----
Tamaulipas	Tamaulipas	Sí	No	Estaciones fuera de operación
Tlaxcala	Tlaxcala	No	No	-----
Veracruz	Veracruz	Sí	Sí	-----

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de información?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
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

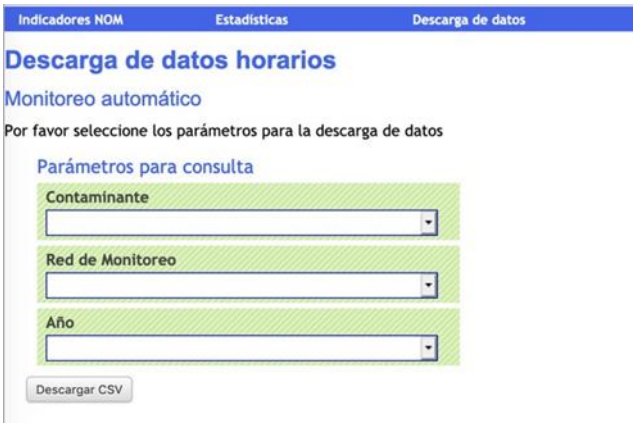
Cabe resaltar que las bases de datos de las concentraciones horarias y muestreos manuales de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ que resultaron después de la limpieza, revisión y verificación referidas en la sección anterior se subieron a la base de datos histórica validada contenida en el portal 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 el año 2020; en tanto que a nivel de ciudad o zona metropolitana se incluye la tendencia mensual en 2020 e histórica anual 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 dióxido de azufre, y el número de días por año en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el periodo 1990 a 2020.

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). En el caso del dióxido de azufre, por ser la primera vez que se evalúan los límites de 1 hora y 24 horas en un periodo de tres años consecutivos (2018-2020), se describe en párrafos más adelante el manejo de datos para generar los indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de la NOM.

Por otra parte, en el caso del 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, ozono y dióxido de azufre se aplica, en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores respectivos.

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 75% de los promedios de 24 horas válidas (DOF, 2014)	NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a)
		Crónica	---	40 µg/m³ Promedio anual		
Partículas $PM_{2.5}$	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	45 µg/m³ Máximo		
		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)	Máximo diario de los datos horarios	Aguda	1% de veces al año	0.075 ppm promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales	Al menos 75% de los datos diarios para cada trimestre de tres años consecutivos (DOF, 2019)	NOM–022–SSA1–2019 (DOF, 2019) [d]
	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	0.04 pm Máximo de tres años consecutivos	Al menos 75% de los promedios de 24 horas para cada trimestre o de los meses con concentraciones altas de tres años consecutivos (DOF, 2019)	
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) [c]
Monóxido de carbono (CO)	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	1 vez al año	11 ppm Segundo máximo [b]	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994b) [c]

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.
d) Los criterios de suficiencia especificados en la tabla para el dióxido de azufre son los más estrictos de la NOM. Sin embargo, en el numeral A.1.2.1.2 se especifica que en el caso de que 1, 2 o 3 años no cumplan los criterios de compleción especificados, y que por lo tanto, no serían utilizables para el cálculo del promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales, podrán ser usados para estimar de forma válida dicho promedio si se cumple alguna de las condiciones que se indica en dicho numeral. Las condiciones de suficiencia para los límites de 1 y 24 horas se describirán a detalle en esta sección.

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.

Con respecto de la más reciente actualización de la NOM-022-SSA1-2019 de dióxido de azufre, el manejo de datos del Apéndice A de la NOM contempla aspectos relevantes, mismos que para una mejor y correcta interpretación, se destacan a continuación:

- **Periodo de evaluación:** la evaluación del cumplimiento de los valores límite de 1 hora y 24 horas del dióxido de azufre se determina para periodos consecutivos de tres años, así por ejemplo para al año en que entró en vigor, febrero de 2020, la evaluación debe realizarse en el periodo, 2018-2020.

- **Determinación de eventos extraordinarios (EE) y meses con valores altos de concentración en el periodo de análisis:** de acuerdo al manejo de datos descrito en Apéndice A de la NOM, lo primero que se debe determinar son los registros considerados eventos extraordinarios (EE), estos deben ser determinados por sitio de monitoreo y no a nivel de ciudad, debido a que en el numeral A4, la determinación del cumplimiento de la NOM se especifica por sitio de monitoreo, además de que el entorno entre uno y otro puede ser muy diferente, aún dentro de una misma ciudad o zona metropolitana. La determinación de los registros abanderados como eventos extraordinarios es necesaria debido a que, en el cálculo de los dos indicadores de comparación con los límites de 1 y 24 horas, no se deben considerar dichos registros. Por otro lado, la determinación de los meses con valores altos de concentración permite la evaluación del límite de 24 horas considerando sólo esos meses como uno de los criterios de compleción de datos.

- **Compleción de datos:** otro aspecto relevante con respecto a la evaluación de los dos límites de la norma de dióxido de azufre es la cantidad mínima necesaria de datos. En ambos límites, en caso de no cumplir con los criterios estrictos de suficiencia de información de mínimo el 75% de registros por día, mes, trimestre, año y periodo de tres años, es posible llevar a cabo la evaluación si se cumplen ciertas condiciones. Dichas condiciones se resumen a continuación para cada uno de los límites:

Límite de 1 hora, 0.075 ppm: promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales

En el caso de que 1, 2 o 3 años no cumplan los criterios de compleción, y que por lo tanto, no serían utilizables para el cálculo del promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales, podrán ser usados para estimar de forma válida dicho promedio si una de las siguientes condiciones se cumple:

1) Al menos el 75% de los días por trimestre de cada uno de los 3 años consecutivos tienen al menos un valor horario reportado y el promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales calculado como se indica en el inciso A.1.3.1 de la NOM sea mayor que 0.075 ppm.

2) Un promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales calculado como se indica en el inciso A.1.3.1 de la NOM, que es menor o igual a 0.075 ppm se puede considerar válido si al realizar la prueba de sustitución A, señalada en el inciso A.1.2.1.2.2.1, resulta que el promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales es menor a 0.075 ppm. La prueba de sustitución A sólo puede llevarse a cabo si cumple con las siguientes dos condiciones:

    - La sustitución de datos se realizará en todos los trimestres que tengan menos del 75% de datos reportados, pero al menos un 50% de ellos, incluyendo datos abanderados por eventos excepcionales aprobados para su exclusión. Si cualquier trimestre tiene menos de 50% de datos reportados, entonces esta prueba de sustitución de datos no puede ser utilizada.
    - Hay por lo menos 200 días a través de los 3 trimestres de los 3 años considerados para los cuales el 75% de las horas en el día han reportado datos. Sin embargo, los valores máximos de 1 hora de días con menos del 75% de las horas reportadas también se tendrán en cuenta al identificar el valor que se utilizará para la sustitución.

3) Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales calculado como se indica en el inciso A.1.3.1 de la NOM es mayor a 0.075 ppm se puede considerar válido si al realizar la prueba de sustitución B, señalada en el inciso A.1.2.1.2.2.2, resulta que el promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales es mayor a 0.075 ppm. La

prueba de sustitución B sólo puede llevarse a cabo si cumple con las siguientes dos condiciones:

- La sustitución de datos se realizará en todos los periodos de un trimestre que tengan menos de 75% de datos.
- La sustitución sólo está permitida si hay un mínimo de 200 días a lo largo de los 3 trimestres correspondientes de los 3 años bajo consideración para los cuales el 75% de las horas en el día han reportado datos. Sólo días con al menos el 75% de las horas reportadas se considerarán en la identificación del valor que se utilizará para la sustitución.

4) Un promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales calculado como se indica en el inciso A.1.3.1, obtenido de datos que no cumplen con los criterios establecidos en el inciso A.1.2.1.1, y tampoco cumplen con los supuestos antes listados, puede considerarse válido por las autoridades en sus diferentes órdenes de gobierno que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, quienes considerarán en su decisión factores tales como: entorno de los sitios de monitoreo, reubicación o cese de las operaciones de los sitios de monitoreo, consistencia y niveles de concentración de las mediciones válidas disponibles, niveles de las concentraciones de sitios de monitoreo cercanos para determinar si se usan tales datos.

Cabe precisar que las pruebas de sustitución A y B que se mencionaron en los incisos 2) y 3) son de naturaleza diagnóstica y el objetivo de llevarlas a cabo es comprobar que hay una alta probabilidad de que el valor límite de 1 hora se cumple para la prueba de sustitución A o no se cumple para la prueba de sustitución B. Es importante destacar que el valor que se comparará con el límite de 1 hora es el promedio aritmético de los percentiles 99 anuales que se obtiene del análisis de los datos realmente reportados, no de los que resultan de las pruebas de sustitución.

Límite de 24 horas, 0.04 ppm: máximo de los promedios de 24 horas.

El máximo de 3 años consecutivos, obtenido de los promedios de 24 horas se considera válido si se cumplen los siguientes criterios de compleción de datos. Un promedio de 24 horas se obtiene sólo si cumple con el criterio de suficiencia

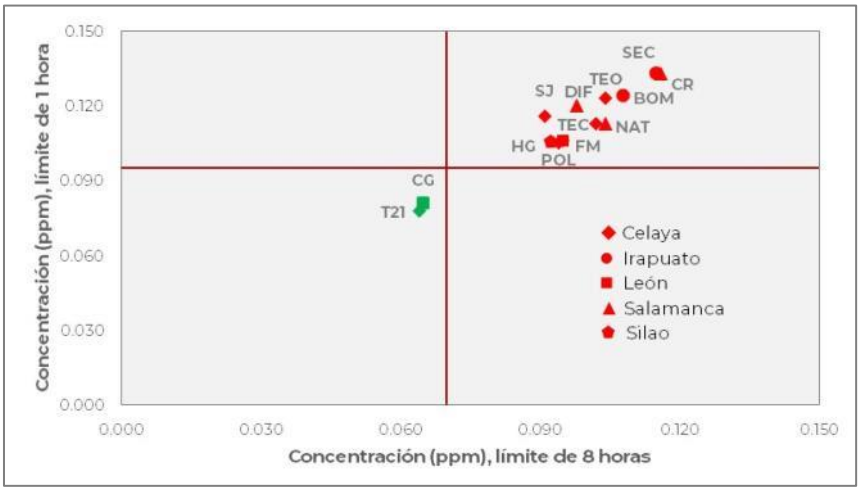
de al menos 18 de las 24 concentraciones horarias válidas. Un mes está completo si cuenta con un mínimo de 75% de promedios de 24 horas válidos. Un trimestre es completo si cuenta con un mínimo de 75% de promedios de 24 horas válidos. Un año tiene datos completos cuando los 4 trimestres estén completos o bien los meses en los que de acuerdo a los análisis de los datos se presentan las concentraciones más altas estén completos. Se debe de realizar una evaluación para determinar esos meses conforme al inciso A.3 de la NOM.

1) En los 3 años los datos estén completos.
2) En 2 de los 3 años los datos estén completos y el máximo de los promedios de 24 horas es menor que 0.03 ppm, sin considerar registros de datos que fueron afectados por eventos poco frecuentes o excepcionales.
3) En uno de los tres años los datos estén completos y el máximo de los promedios de 24 horas es menor que 0.02 ppm, sin considerar registros de datos que fueron afectados por eventos poco frecuentes o excepcionales.

Por último, es importante señalar que en el mes de octubre de 2021 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación la actualización de los valores límite de las NOM de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, ozono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y plomo, los cuales entraran en vigor, de acuerdo a su publicación en el Diario Oficial de la Federación y los artículos transitorios correspondientes de cada proyecto de NOM para la evaluación de su cumplimiento por año calendario en 2021.

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 (DOF, 2019)
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, 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 móvil 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.

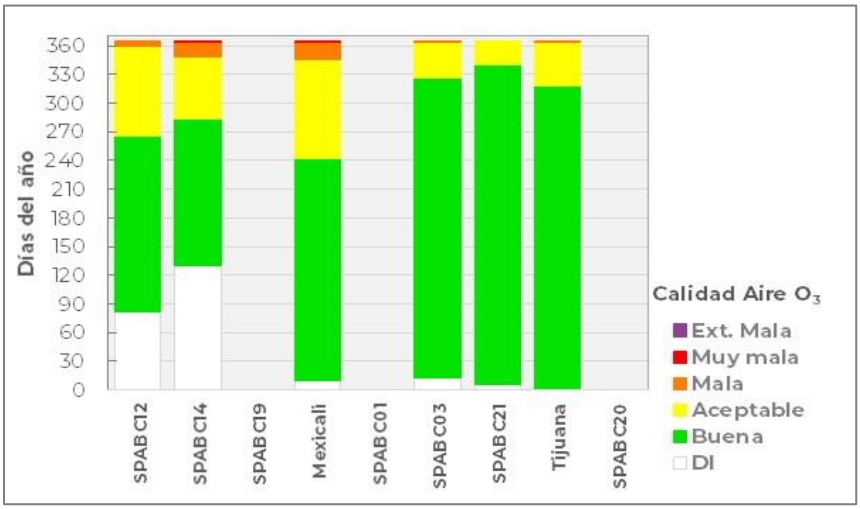
Tabla VIII.4. Calificativo de calidad del aire: color e intervalos de concentración por contaminante, Índice Aire y Salud.

Color	Calificativo de calidad del aire	PM_{10} µg/m³	$PM_{2.5}$ µg/m³	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 2020 los 366 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.

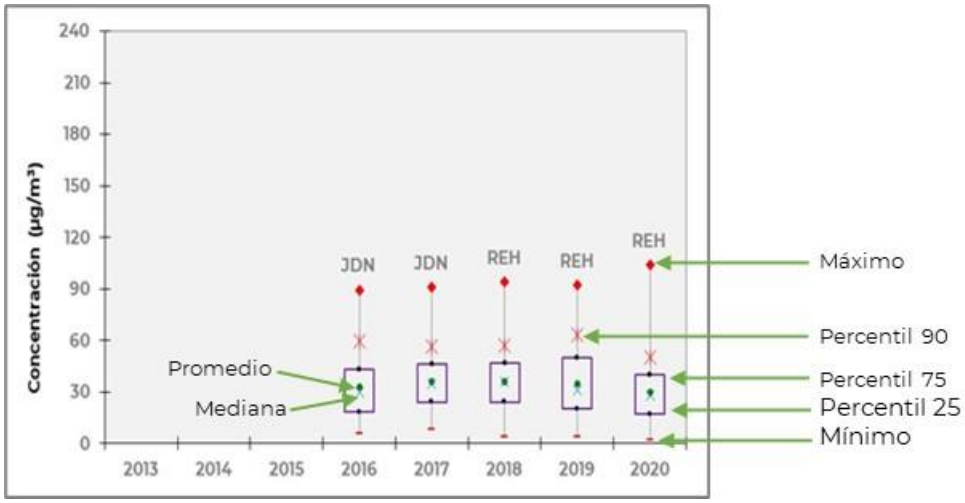
VIII.3.3. TENDENCIAS DE LOS DATOS DIARIOS POR MES EN 2020 Y POR AÑO

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 2020 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 "♦ ".

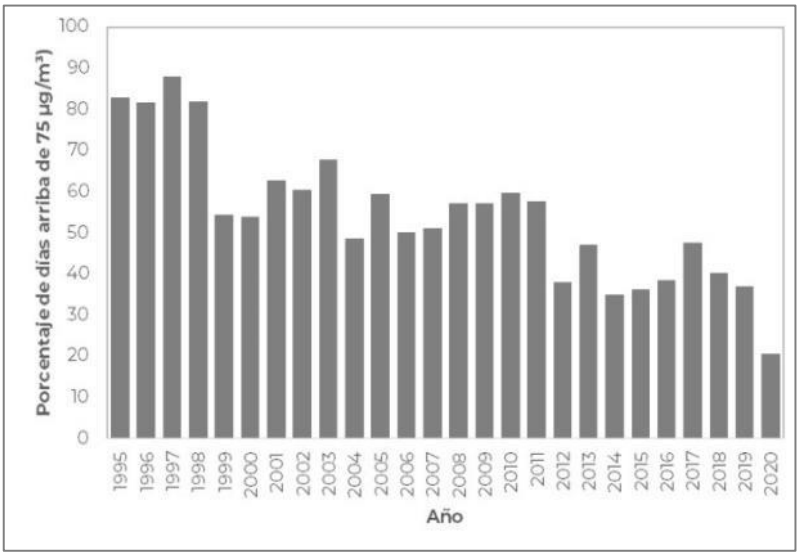
Figura VIII.5. Ejemplo de la representación gráfica de las tendencias de los datos diarios.



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, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, de 8 horas de ozono y 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 366 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, teniendo como base para el análisis el número de días del año con datos válidos y suficientes.

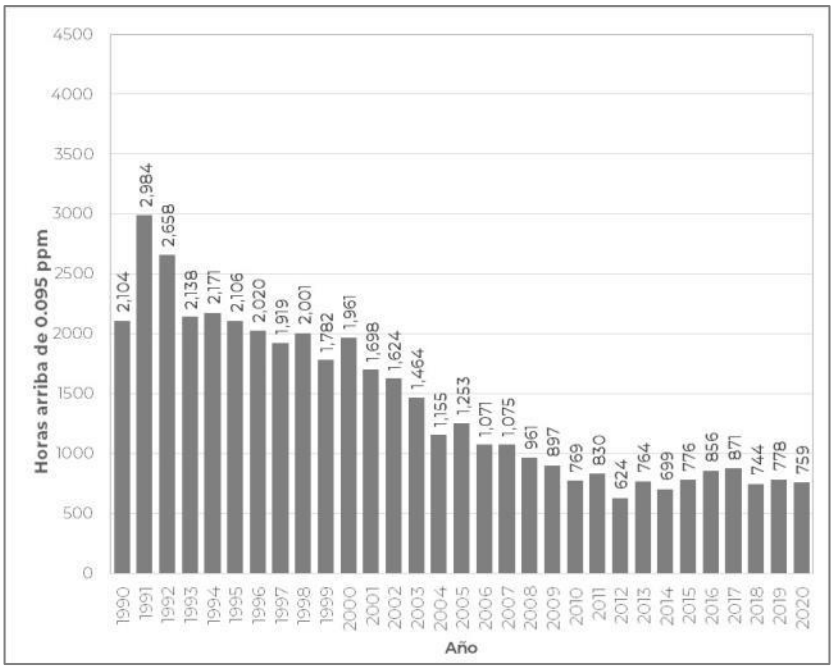
Por ejemplo, suponiendo que en una ciudad que cuenta con monitoreo automático de monóxido de carbono se reportan datos diarios válidos sólo para 200 días y 50 de ellos corresponden a días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, el indicador sobre “indicaría que en 50 de los 366 días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

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

Este indicador muestra el número de horas por año en que se supera el límite normado de una hora de ozono y dióxido de azufre 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 para este contaminante.

Este indicador se generó a partir de los registros máximos de 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.



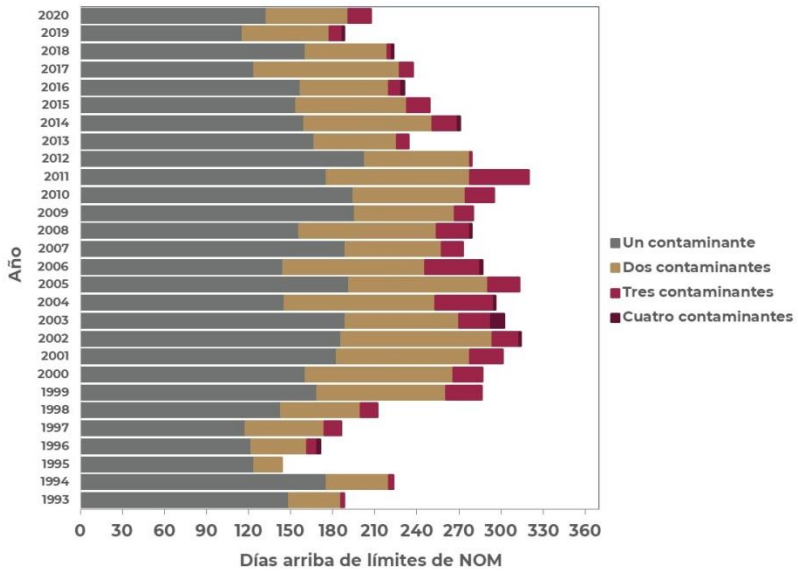
VIII.3.6. TENDENCIAS DEL NÚMERO DE DÍAS, POR AÑO, EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Este indicador muestra el número de días por año en que se supera cualquiera de los límites diarios de cualquier contaminante (límite de 1 u 8 horas de ozono, 1 hora de dióxido de nitrógeno, 1 ó 24 horas de dióxido de azufre, 8 horas de monóxido de carbono y 24 horas de PM_{10}, y $PM_{2.5}$) 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 en el cálculo, el límite de 1 hora de dióxido de azufre que entró en vigor en 2020.

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 Federativa

Aguascalientes



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
AGUASCALIENTES

En el año 2020, 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. Las Figuras 1.1 a 1.8 y las Tablas 1.1 a 1.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. 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 29 días. Cifra que equivale al 9% de los días con información válida y suficiente para evaluar la calidad del aire. Esta condición se presentó preponderantemente en la estación de monitoreo ubicada en la Secretaría de Medio Ambiente (SMA), con un total de 29 días, en tanto que en la estación Centro (CEN) ello ocurrió en un sólo día. La información disponible (enero a septiembre) indica que, a lo largo del año, las concentraciones más altas se registraron en el mes de enero.

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 a lo largo del año 2020. A nivel de ciudad, sin embargo, en dos de los 302 días con información válida se registraron concentraciones que superaron el límite normado de 24 horas y ello ocurrió en la estación ubicada en la Secretaría de Medio Ambiente (SMA). A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre marzo y abril, aunque es importante destacar que sólo se contó con información suficiente para el periodo enero a septiembre.

Ozono (O_3)

Sólo en la estación Centro (CEN), se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de los dos límites normados de protección a la salud (1 y 8

horas). El resultado de dicha evaluación fue que al menos uno de estos límites fue superado en un total de 19 días a lo largo del año, lo que representó el 5 % de los días con información disponible. En la estación de monitoreo SMA sólo se pudo evaluar el cumplimiento del límite de 1 hora y se observó que en ninguna hora del año se superó el límite normado correspondiente. Las concentraciones más altas de ozono se registraron en el mes de junio; sin embargo, el máximo ocurrió en marzo.

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

Para cada uno de estos contaminantes, sólo una estación de monitoreo generó información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de las NOM respectivas. Para CO fue la estación Centro (CEN), para NO_2 fue la estación de la Secretaría de Medio Ambiente (SMA) y para SO_2 nuevamente la estación Centro (CEN). En todos los casos, la información disponible indica que predominaron los días con buena calidad del aire, con concentraciones que se ubicaron muy por debajo de los límites normados correspondientes.

A destacar

En 2020 se registró, por primera ocasión en tres años, el incumplimiento de los límites normados de protección a la salud de la población con respecto al ozono, en tanto que las partículas suspendidas PM_{10} siguen siendo el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad.

En general, este sistema de monitoreo sigue operando con irregularidad, debido, de acuerdo con lo reportado por sus operadores, a problemas asociados a la inestabilidad del suministro de energía eléctrica, la operación del aire acondicionado, actualizaciones de data logger, tarjetas de almacenamiento, etc. Estos problemas han persistido en el tiempo, pues fueron reportados desde el año 2019.

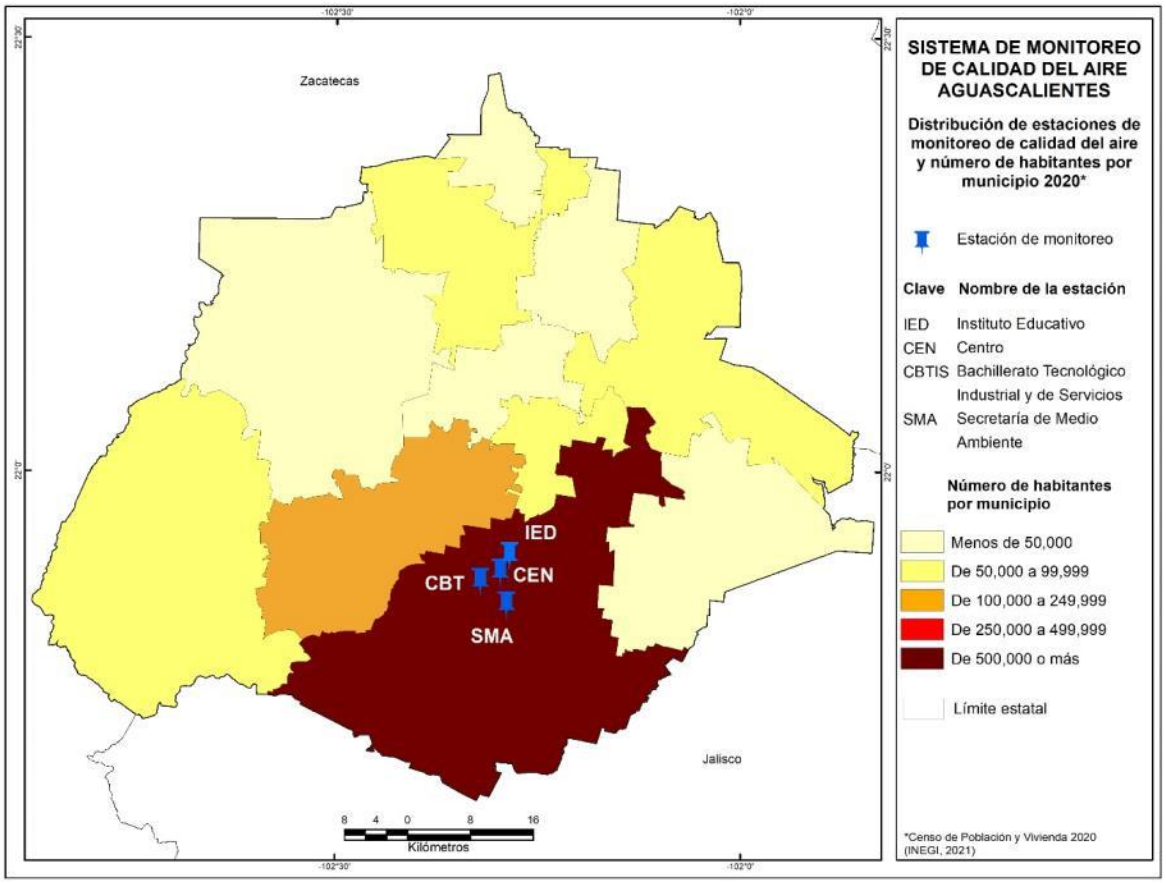
1.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 1.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2020 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 2020 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, 2020.

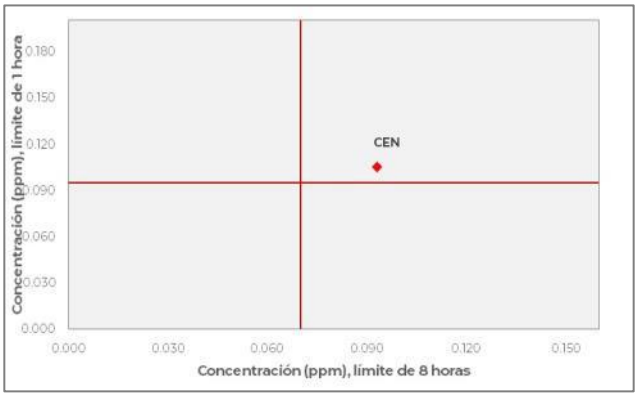


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.

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

Figura 1.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante, en Aguascalientes, en el año 2020.

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)



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

Tabla 1.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Aguascalientes (2020).

Contaminante	Límite normado		Estaciones			
			CEN	IED	SMA	CBT
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	DI	DI	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	DI	DI	FO
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	DI	DI	¤
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	DI	DI	¤
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.105	DI	0.077	FO
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.093	DI	DI	FO
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	4	FO	DI	FO
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	DI	0.095	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	FO
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	DI	DI	FO

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

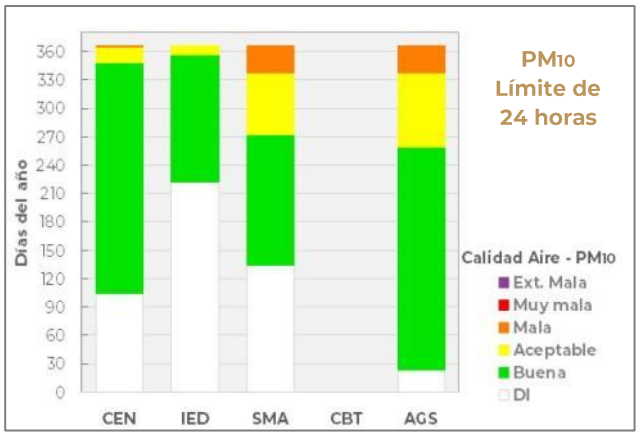
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas, anual o de tres años de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en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

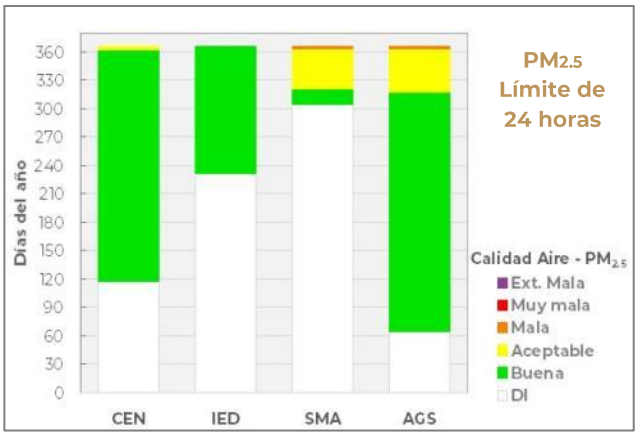
Tabla 1.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Aguascalientes

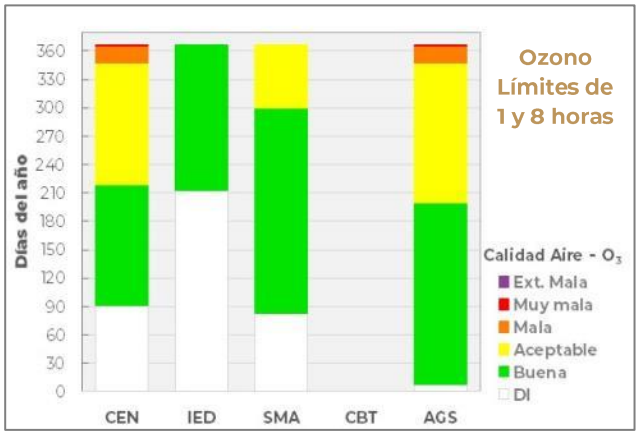
PM_{10}	No. días con datos válidos	342
	No. días > 75 µg/m³	29
	% días > 75 µg/m³	9
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	302
	No. días > 45 µg/m³	2
	% días > 45 µg/m³	1
O_3	No. días con datos válidos	359
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	19
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	5
CO	No. días con datos válidos	284
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	334
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	330
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0

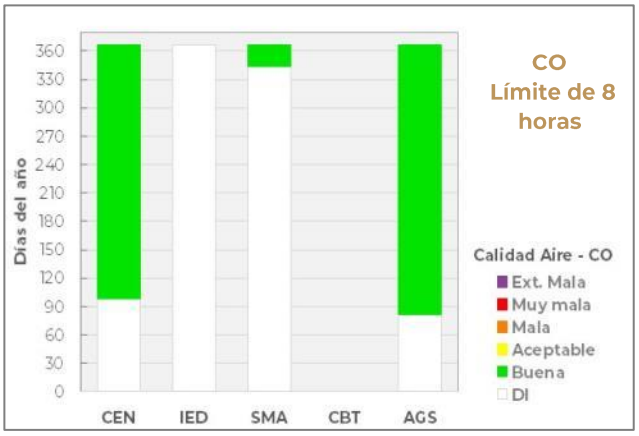
1.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

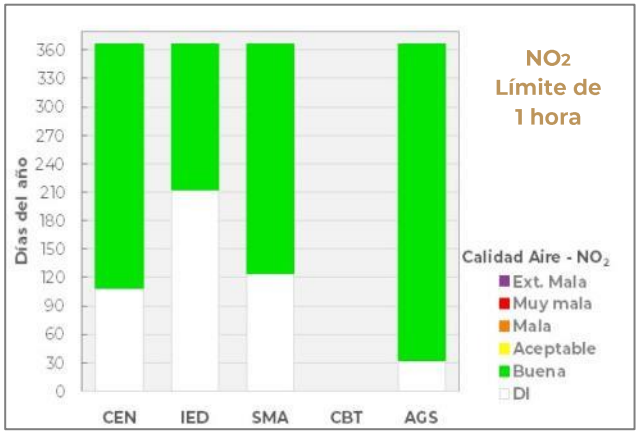
Figura 1.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Aguascalientes, en el año 2020.

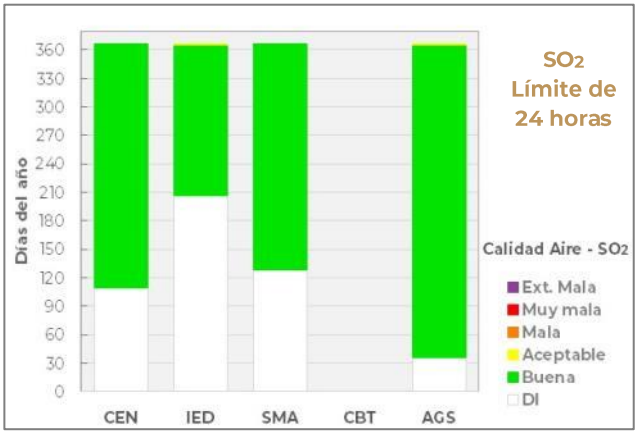










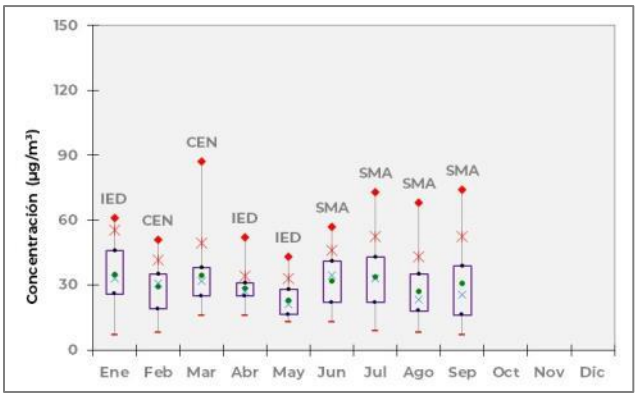


CEN – Centro;
IED–Instituto Educativo;
CBT–Cebetis
SMA–Secretaría de Medio Ambiente;
AGS –Aguascalientes

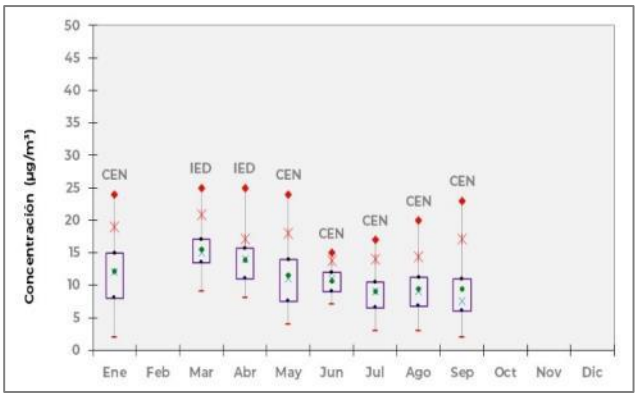
1.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 1.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Aguascalientes, en el año 2020.

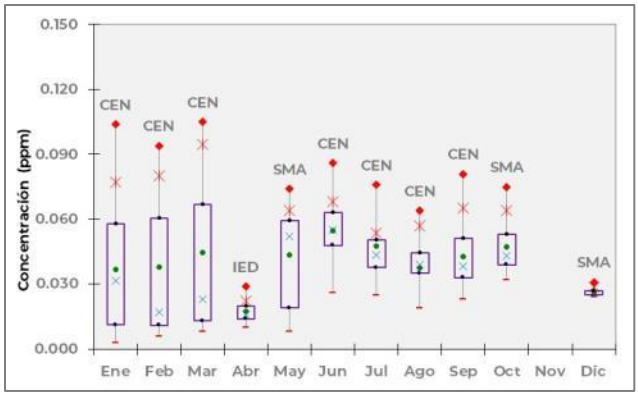
PM_{10} – Promedio de 24 horas



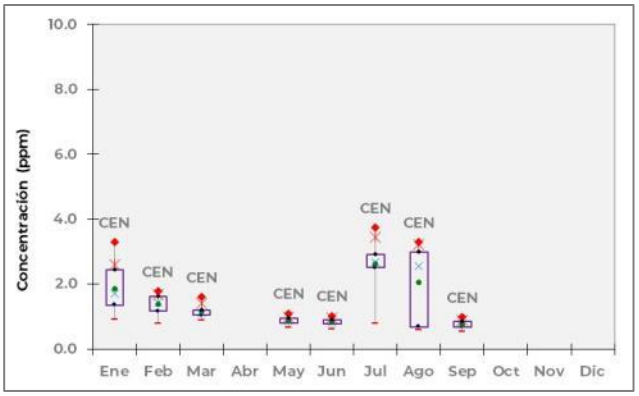
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



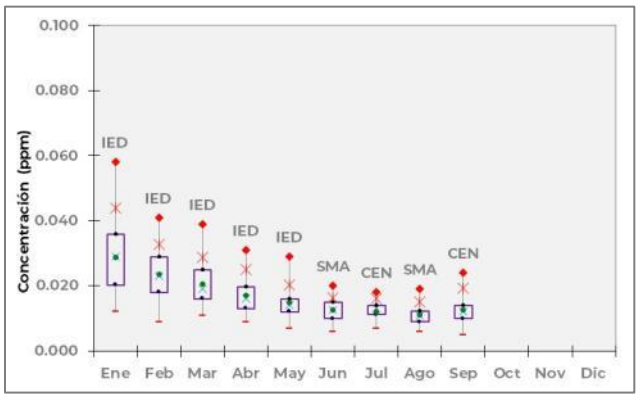
Ozono – Máximo diario de 1 hora



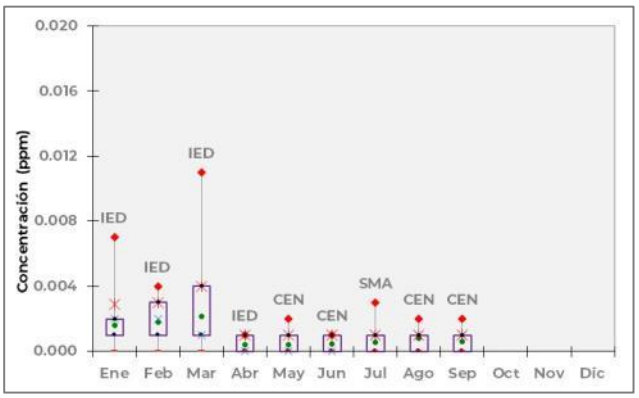
CO – Máximo diario de 8 horas



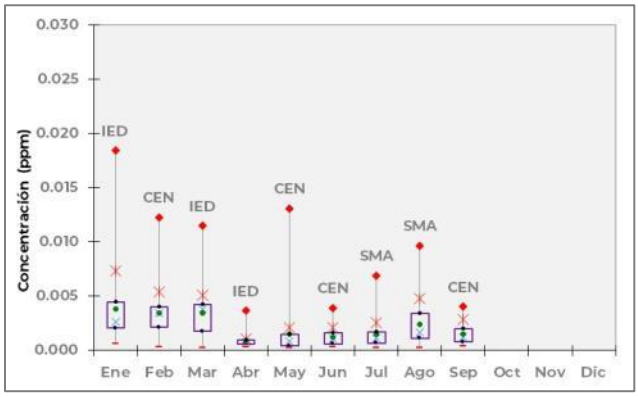
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



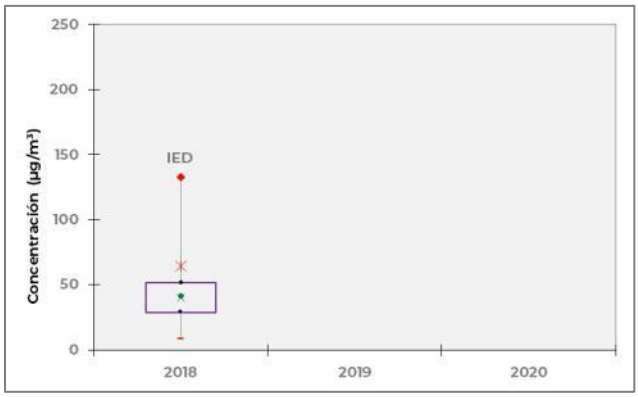
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



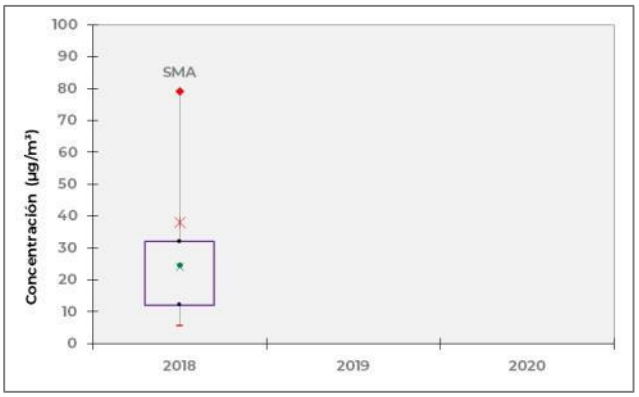
1.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN AGUASCALIENTES EN EL PERIODO 2018 – 2020.

Figura 1.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en Aguascalientes, en el periodo 2018–2020.

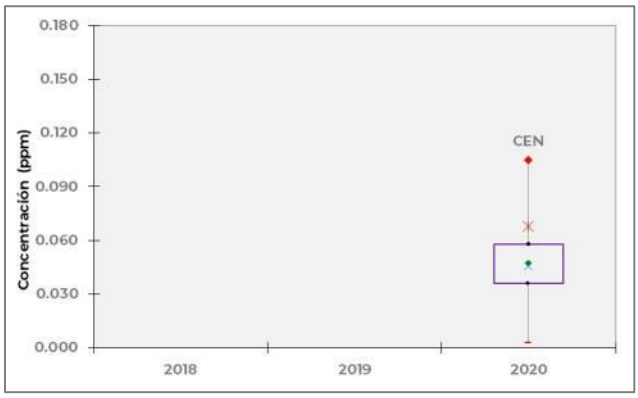
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2018-2020)



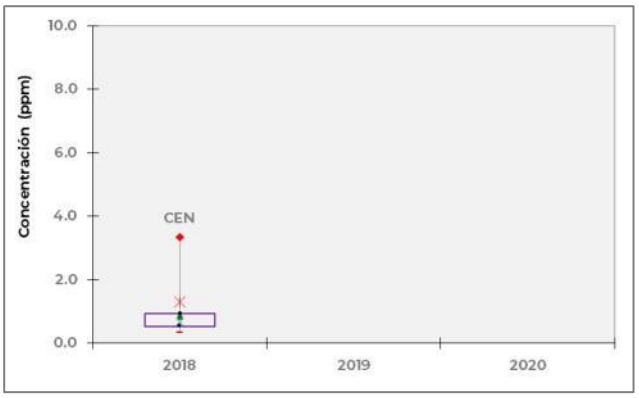
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2018-2020)



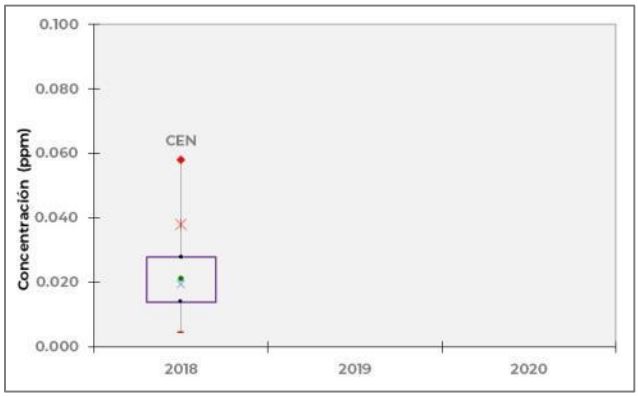
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2018-2020)



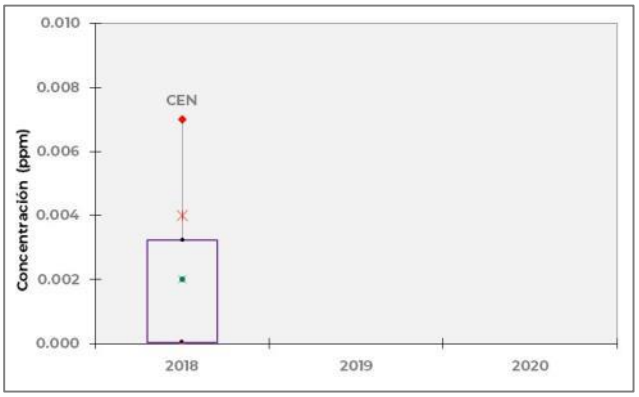
CO – Máximo diario de 8 horas
(2018-2020)



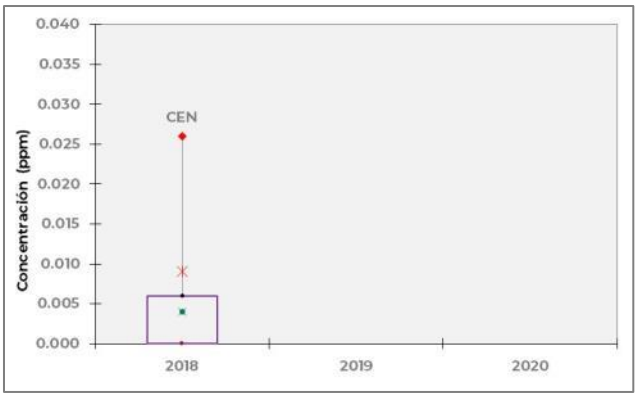
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(2018-2020)



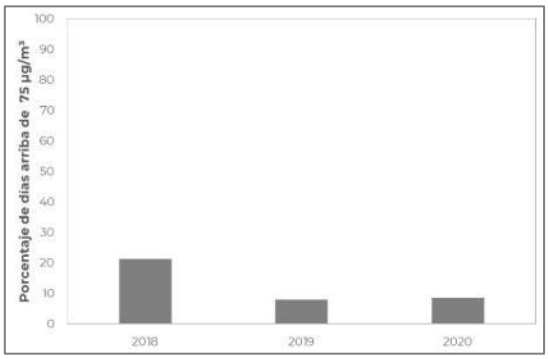
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018-2020)



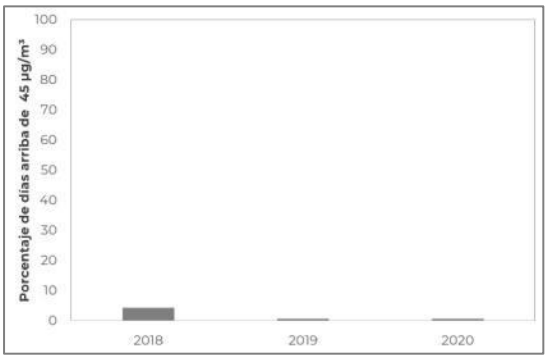
1.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 1.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en Aguascalientes, en el periodo 2018 – 2020.

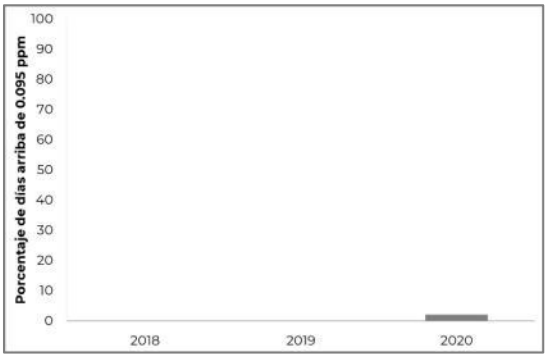
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2018 – 2020)



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

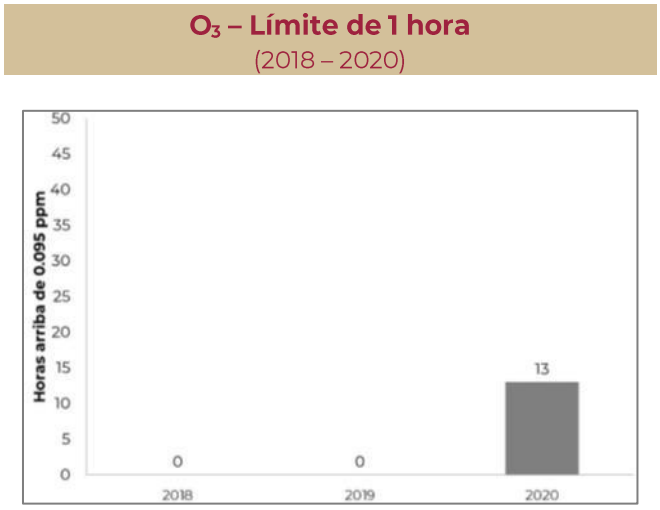


O_3 – Límite de 1 hora
(2018 – 2020)



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

Figura 1.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2018 – 2020.

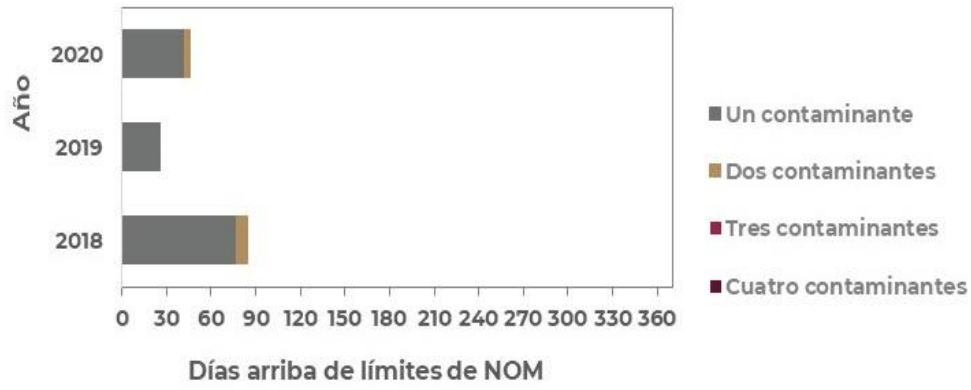


1.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 1.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Aguascalientes, 2018 – 2020.

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
2020	359	46	42	4	0	0

Figura 1.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Aguascalientes, 2018 – 2020.



Baja California



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
BAJA CALIFORNIA

En el año 2020 Baja California contó, administrativamente, con dos sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado a través de la Secretaría de Economía Sustentable y Turismo, y el otro a cargo del Ayuntamiento de Mexicali, a través de la Dirección de Protección al Ambiente. En su conjunto estos dos SMCA contaron con 11 estaciones de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera: cinco estaciones en Mexicali, cuatro en Tijuana, una en Ensenada y una en Tecate. Sin embargo, en este capítulo sólo se presentan los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información generada por la estación de monitoreo operada por el Ayuntamiento de Mexicali, debido a que fueron los únicos datos validados que se recibieron en el INECC para su análisis. El diagnóstico más reciente del estado de la calidad del aire para las estaciones del SMCA a cargo del Gobierno del Estado se puede consultar en el Informe del año 2019. Con respecto al año 2020 los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información disponible, se ilustran en las Figuras 2.1 a 2.8 y en las Tablas 2.1 y 2.4. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas PM_{10} fueron rebasados en la ciudad de Mexicali con concentraciones máximas de 213 µg/m³ como promedio de 24 horas y 74 µg/m³ como promedio anual. Estas concentraciones son, el primero, casi tres veces mayor al límite normado, y el segundo casi dos veces el límite correspondiente. En general, este contaminante es el que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad. En el 34% de los días con información disponible se registraron concentraciones de PM_{10} que superaron el límite normado como promedio de 24 horas. A lo largo del año, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre octubre y febrero.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

En cuanto a las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ destaca el hecho de que los dos límites normados de este contaminante (24 horas y anual) fueron rebasados. La concentración máxima, como promedio de 24 horas, fue de 85 µg/m³, casi el doble del límite normado vigente (45 µg/m³), en tanto que el promedio anual fue de 21 µg/m³, concentración 1.8 veces superior al límite normado (12 µg/m³). En total, a lo largo del año, se registraron 20 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, lo que representa el 6% de los días del año con información válida. En general, las

concentraciones más altas de este contaminante se presentaron entre octubre y febrero, siendo consistente con los registros obtenidos para partículas suspendidas PM_{10} en la ciudad.

Ozono (O_3)

Los registros generados indican el incumplimiento de la NOM de protección a la salud con respecto al ozono, tanto por haber rebasado el límite normado de 1 hora (0.095 ppm), como el de ocho horas (0.007 ppm), con registros máximos de concentración de hasta 0.107 ppm y 0.081 ppm, respectivamente. El número de días con concentraciones superiores a al menos uno de estos límites fue de 9, lo que representa el 3% de los días con datos válidos. A lo largo del año, las concentraciones más altas de ozono se registraron entre mayo y octubre.

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

No hubo datos suficientes para realizar la evaluación de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para CO y SO_2, por lo que sólo se puede destacar que la información disponible para ambos contaminantes indica que no se registraron concentraciones superiores al límite normado correspondiente y que en la mayoría de los días para los que se tiene información, se registró buena calidad del aire.

Con respecto al dióxido de nitrógeno, la NOM de este contaminante se cumplió en el año 2020 y la totalidad de los días con información disponible indican una buena calidad del aire.

A destacar

El diagnóstico de la calidad del aire presentado en este capítulo sólo tomó como base el análisis de la información generada por la estación de monitoreo que es gestionada por las autoridades municipales en la ciudad de Mexicali, ya que no se recibió información de las estaciones de monitoreo gestionadas por la autoridad estatal. Este es el primer año en que el INECC recibió información de la estación de monitoreo gestionada por el municipio y por ello no fue posible incluir el análisis sobre las tendencias históricas de los contaminantes

En 2020, la información disponible indica que el contaminante que con mayor frecuencia determinó una condición de mala calidad del aire en Mexicali fueron las partículas suspendidas PM_{10} (109 días), seguido de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ (20 días) y el Ozono (3 días).

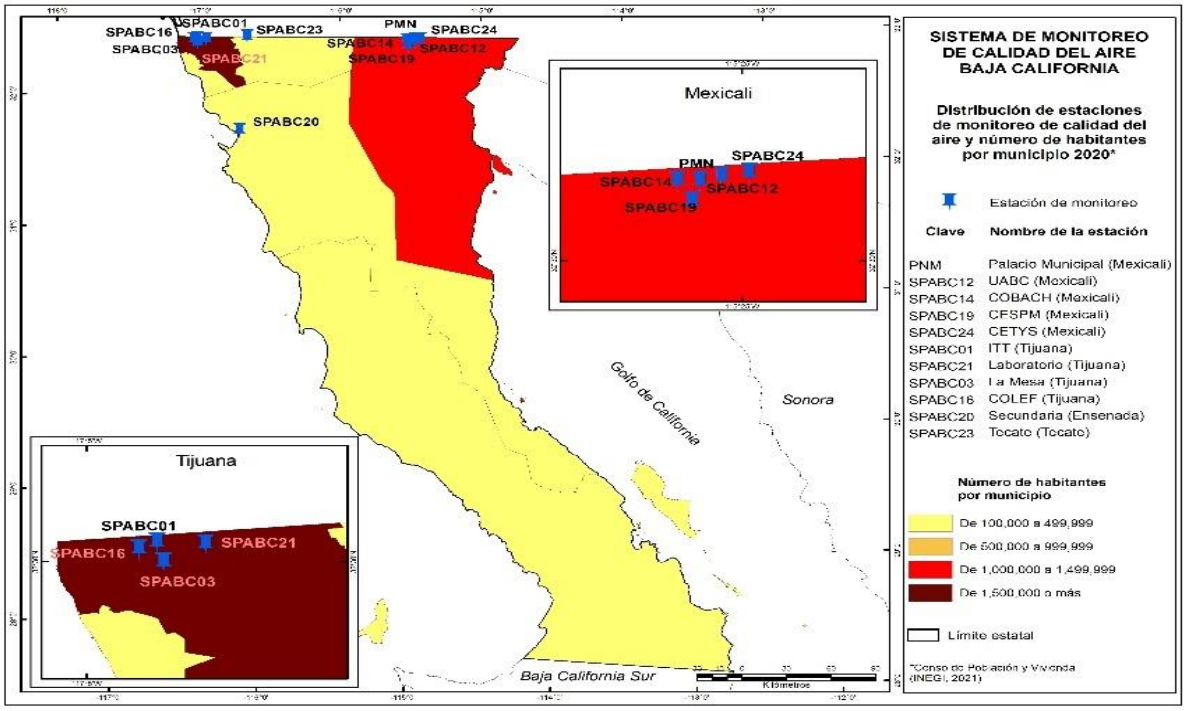
2.1 INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 2.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminante					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Municipio de Mexicali	Palacio Municipal	PMN	Automático (2016)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
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 y la Dirección de Protección al Ambiente del Ayuntamiento de Mexicali.

Figura 2.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Baja California, 2020.

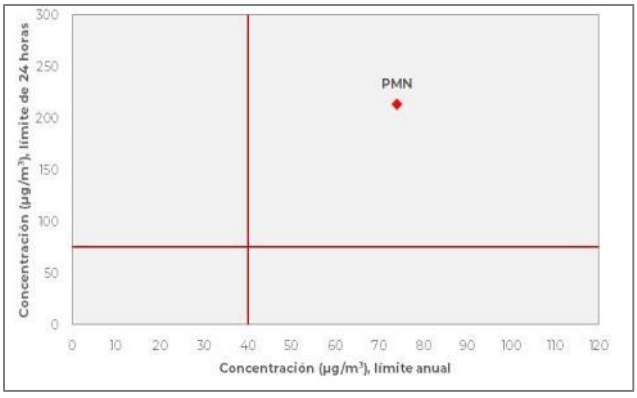


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Subsecretaría de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Economía Sustentable y Turismo del Gobierno del Estado de Baja California y la Dirección de Protección al Ambiente del Ayuntamiento de Mexicali.

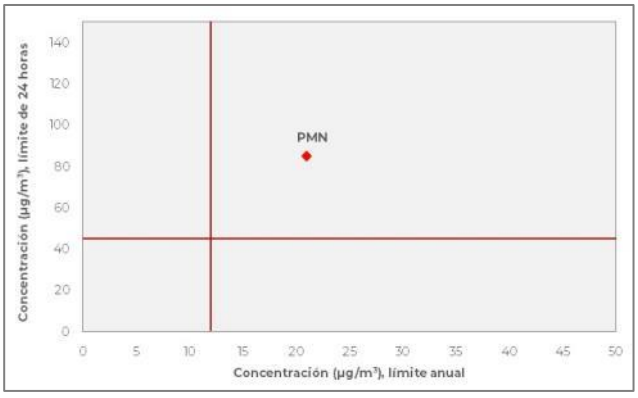
2.1. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 2.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Mexicali, Baja California, en el año 2020.

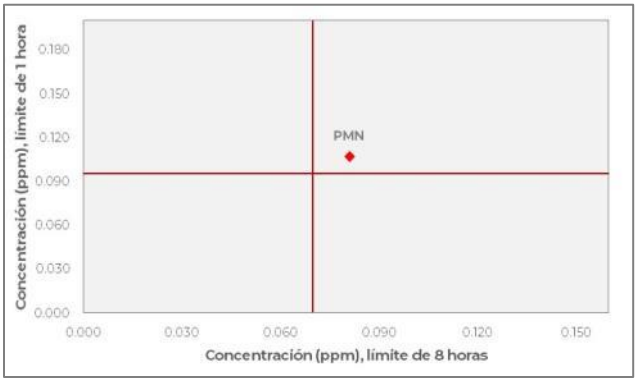
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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)



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



Palacio Municipal – PMN, Mexicali

Tabla 2.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Mexicali (2020).

Contaminante	Límite normado		Estación
			PMN
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	213
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	74
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	85
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	21
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.107
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.081
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.071
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes
= Cumple con el límite normado.
= No cumple con el límite normad

Notas:

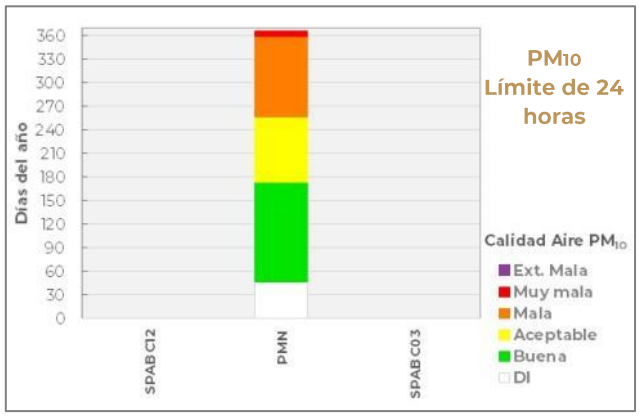
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas, anual o de tres años de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en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

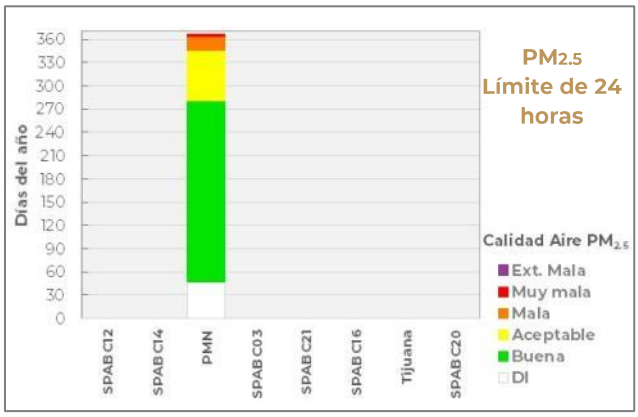
Tabla 2.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Mexicali.

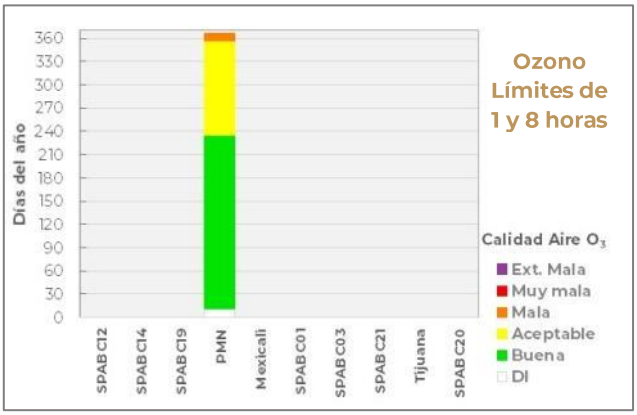
PM_{10}	No. días con datos válidos	320
	No. días > 75 µg/m³	109
	% días > 75 µg/m³	34
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	319
	No. días > 45 µg/m³	20
	% días > 45 µg/m³	6
O_3	No. días con datos válidos	355
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	9
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	3
CO	No. días con datos válidos	256
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	360
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	234
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0

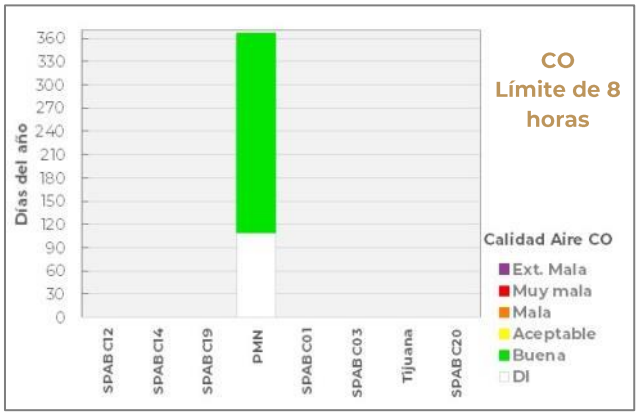
2.2. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

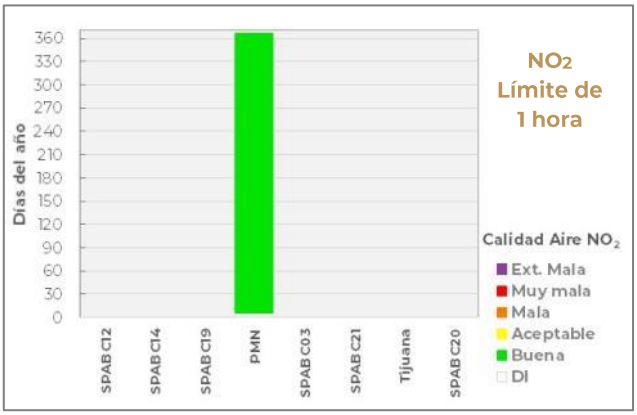
Figura 2.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Mexicali, Baja California, en el año 2020.

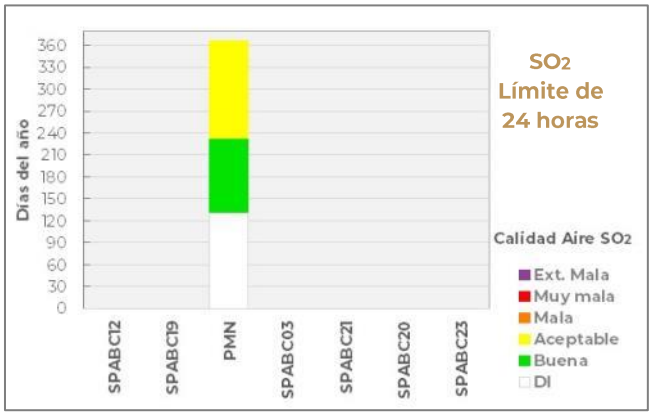












Mexicali
SPABC12 – UABC
SPABC14 – COBACH
SPABC19 – CESPM
SPABC24 – CETYS
Palacio municipal – PMN

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

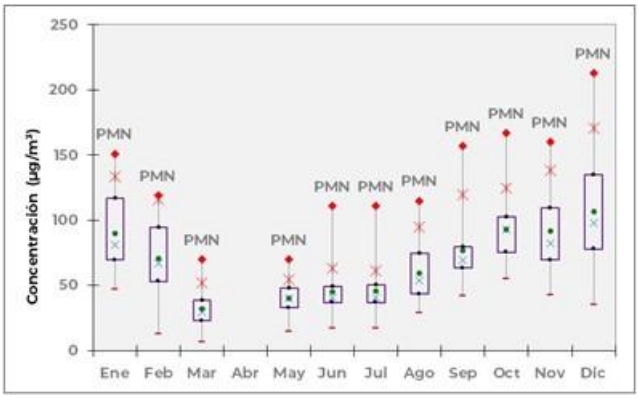
Ensenada
SPABC20 – Secundaria

Tecate
SPABC23 – Tecate

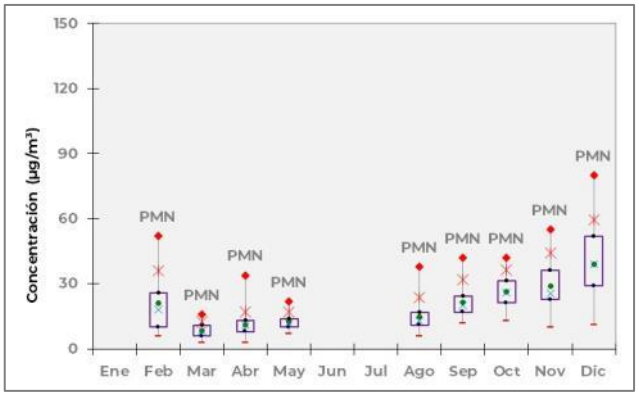
2.3. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

Figura 2.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en Mexicali, Baja California, en el año 2020.

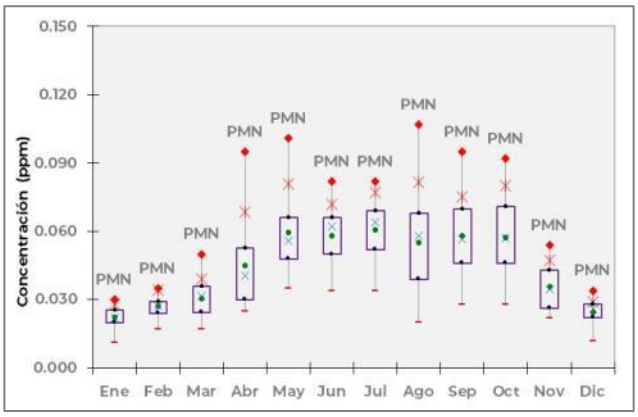
PM_{10} – Promedio de 24 horas



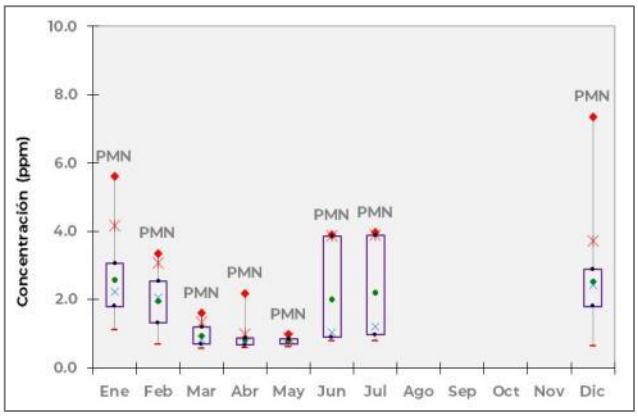
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



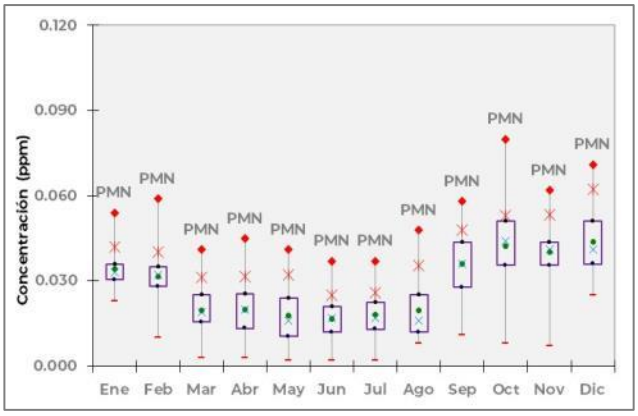
Ozono – Máximo diario de 1 hora



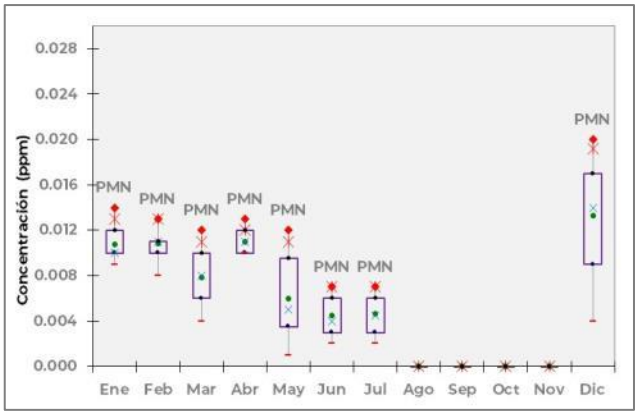
CO – Máximo diario de 8 horas



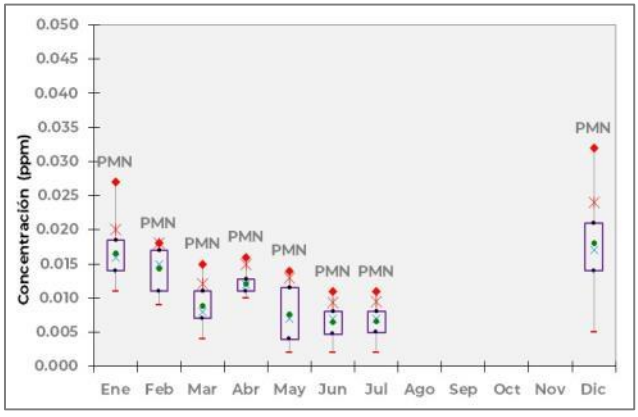
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



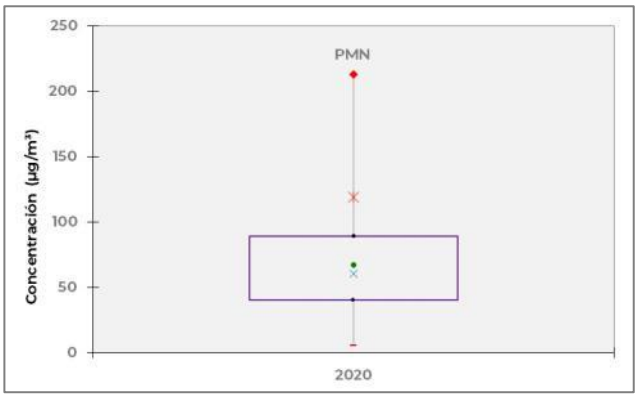
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



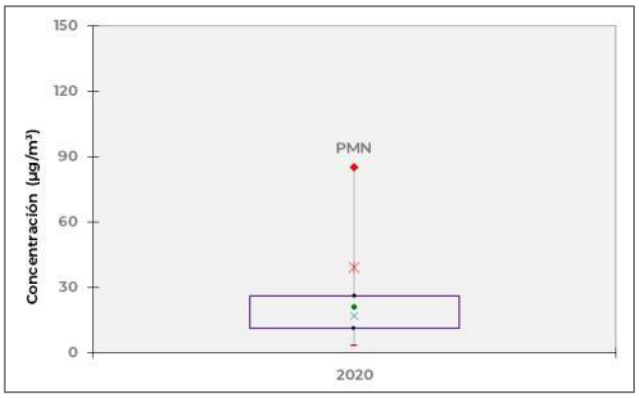
2.4. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN BAJA CALIFORNIA EN EL AÑO 2020.

Figura 2.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Mexicali en el año 2020.

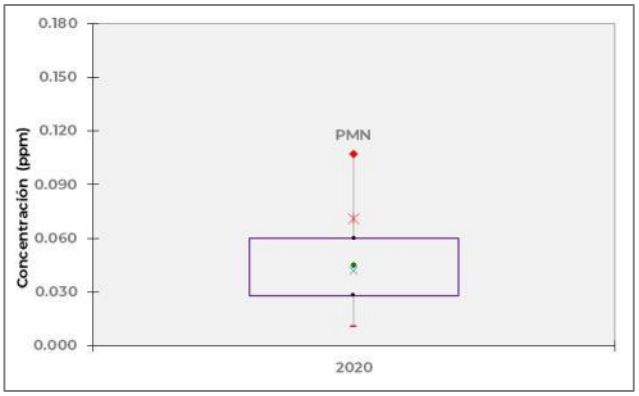
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2020)



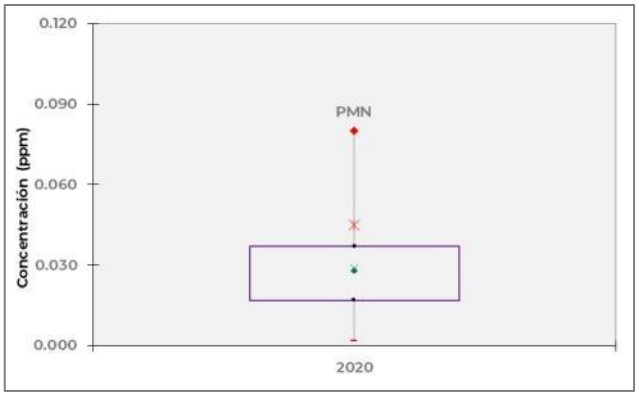
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2020)



Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2020)



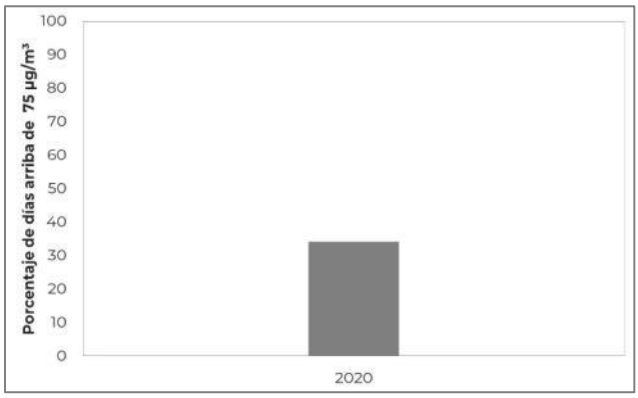
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2020)



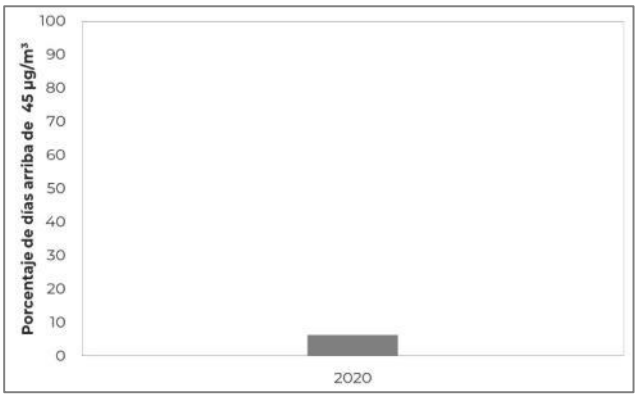
2.5. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 2.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el 2020.

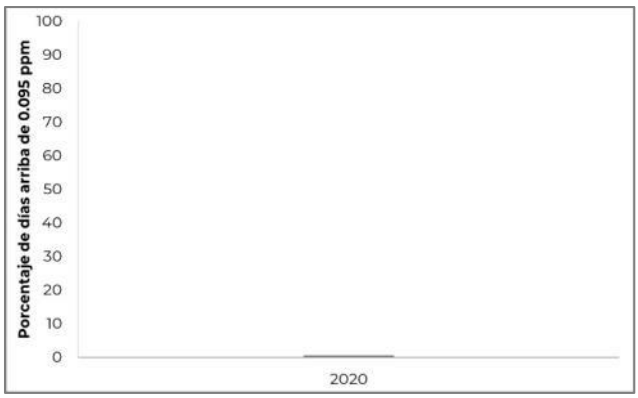
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2020)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2020)



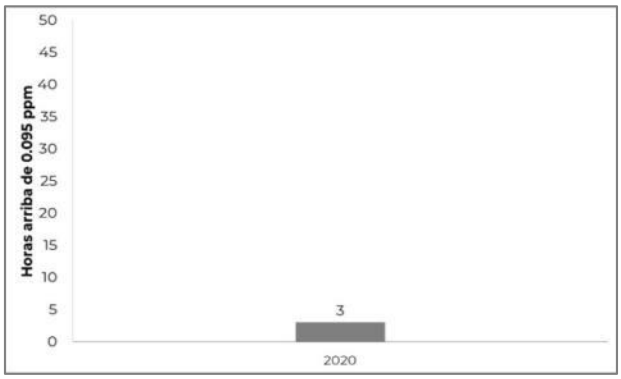
O_3 – Límite de 1 hora
(2020)



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

Figura 2.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el año 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2020)

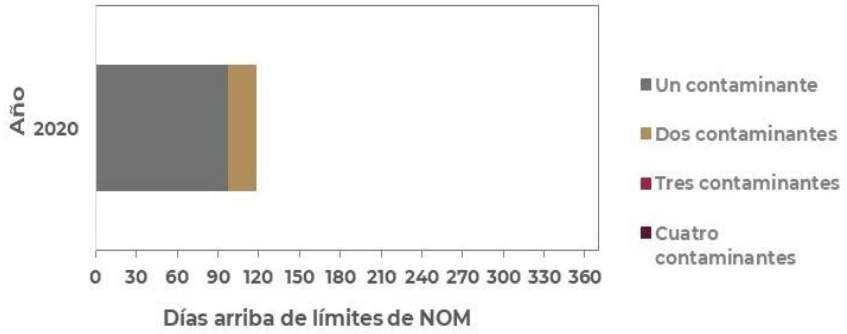


2.7. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 2.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Mexicali, Baja California, 2020.

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	2020	361	118	98	20	0

Figura 2.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Mexicali, Baja California, 2020.



Chihuahua



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
CHIHUAHUA

En el año 2020 Chihuahua contó, administrativamente, con cinco sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado, tres más administrados por cada uno de los siguientes municipios: Chihuahua, Ciudad Juárez y Ojinaga y uno más en Ciudad Juárez, administrado por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En su conjunto, estos SMCA cuentan con 18 estaciones de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera: 3 estaciones en Chihuahua, 12 en Ciudad Juárez y 3 en Ojinaga. No se recibió información del municipio de Ojinaga, por lo que las Figuras 3.1 a 3.20 y las Tablas 3.1 a 3.4, sólo muestran los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible, tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez. A continuación, una breve descripción de los mismos.

Partículas suspendidas PM_{10}

En dos de las tres estaciones de monitoreo existentes en la ciudad de Chihuahua se superaron los límites normados de protección a la salud con respecto a PM_{10}, tanto de 24 horas como anual, registrando concentraciones máximas de hasta 189 $\mu g/m^3$ y 54 $\mu g/m^3$, respectivamente. En Ciudad Juárez, la evaluación de cumplimiento de NOM no fue posible debido a la escasez de información. En general, en Chihuahua, se registraron condiciones de mala calidad del aire por PM_{10} en 75 días del año y en Ciudad Juárez en 88 días. De ellos, se alcanzó una condición de muy mala calidad del aire, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y salud (NOM-172-SEMARNAT-2019), en 2 y 8 días, respectivamente.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron entre noviembre y febrero en Chihuahua, en tanto que en Ciudad Juárez se observó un comportamiento con variaciones aleatorias que impidieron definir alguna tendencia. Por otra parte, a lo largo de los años, se aprecia que, en el caso de Chihuahua, después de registrar una marcada reducción en el porcentaje de días por año en que se superó el límite normado de protección a la salud (75 $\mu g/m^3$) entre 2017 y 2019, en 2020 se registró un incremento importante en el número de días en esta condición. Mientras en 2019 dicho porcentaje fue de 6%, en 2020 pasó a 21%. En Ciudad Juárez, también es apreciable un incremento importante, de un año a otro, en este indicador, pues pasó de 11% en 2019 a 24% en 2020.

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 octubre y diciembre, tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez. En ambas ciudades igualmente se aprecia muy poca variación en el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, siendo menor al 2% en todos los años con información disponible.

Ozono (O_3)

Tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez se registró incumplimiento de la NOM para ozono, en la primera ciudad por haber superado el límite normado como promedio de 8 horas y en la segunda por haber superado tanto el límite normado de 8 horas como el de 1 hora. El número de días en que se incumplió al menos uno de estos límites fue de 15 en Ciudad Juárez y 2 en Chihuahua. En todos estos días la calidad del aire, en ambas ciudades, fue calificada como mala, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019).

En general, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron 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. Para 2018 y 2019 no se dispuso de información suficiente para poder dar seguimiento a esta tendencia; sin embargo, en 2020, las concentraciones observadas fueron inferiores a las registradas en el periodo 2014 a 2017. En el caso de Ciudad Juárez no es posible establecer una tendencia debido a que sólo se cuenta con información para los años 2019 y 2020.

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

La poca información disponible sobre estos contaminantes muestra que, tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez, las concentraciones registradas tanto de monóxido de carbono como de dióxido de azufre se ubican muy por debajo de los límites normados de protección a la salud. Sin embargo, sólo se puede establecer cumplimiento de NOM en ambas ciudades con respecto al monóxido de carbono.

Con respecto, tanto al dióxido de nitrógeno, en ninguna de las ciudades fue posible contar con información suficiente para evaluar el cumplimiento de NOM.

A destacar

En 2020, se mantuvo la irregularidad de la operación de este sistema de monitoreo, lo que se reflejó en la escasa información generada para contaminantes como las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez, situación que impidió evaluar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en la materia, así como hacer un diagnóstico sobre la calidad del aire en estas ciudades.

Por otra parte, la información disponible confirma que son las partículas suspendidas, en este caso PM_{10}, 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 con frecuencia concentraciones que son superiores a los límites normados de protección a la salud de la población. Los días en esta condición corresponden al 21% de los días del año en Chihuahua y a 32% en Ciudad Juárez.

3.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 3.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2020 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	CEN	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)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Delphi	DEL	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)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

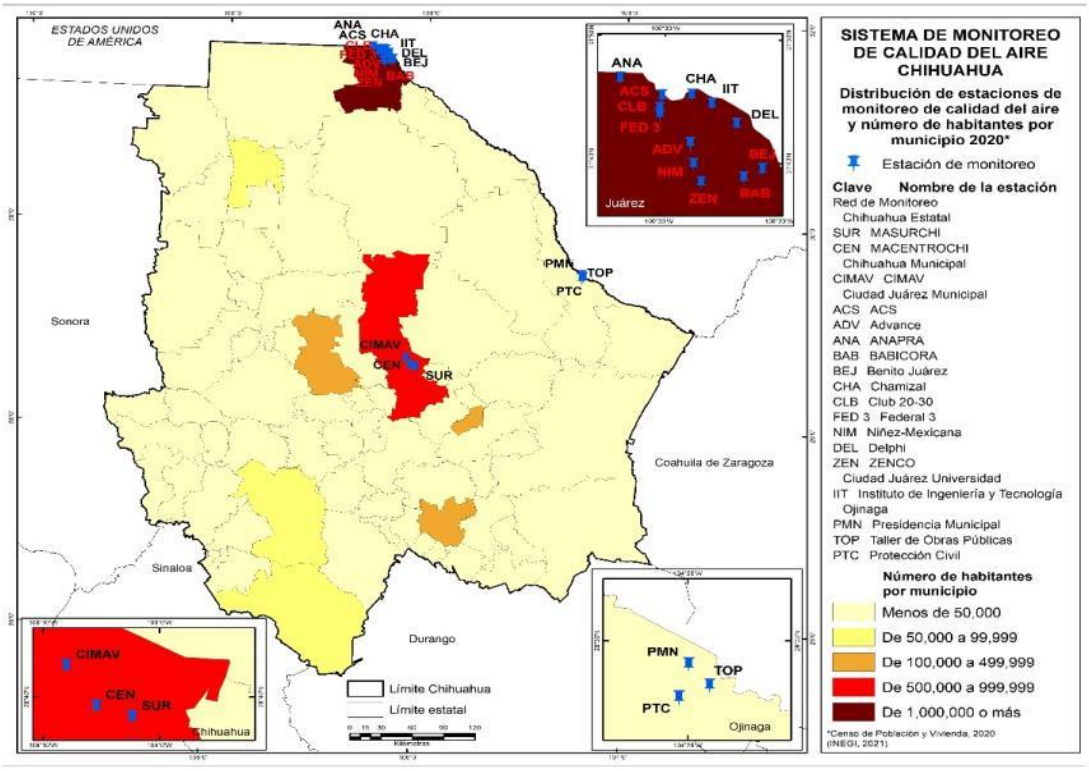
✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

¤ = 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, 2020.

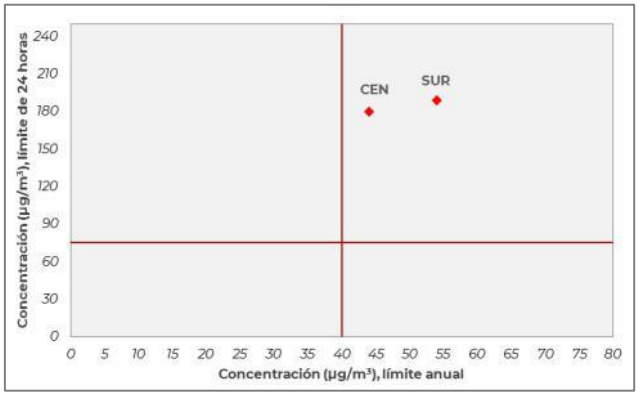


Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), la Dirección de Ecología del Municipio de Ciudad Juárez, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología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

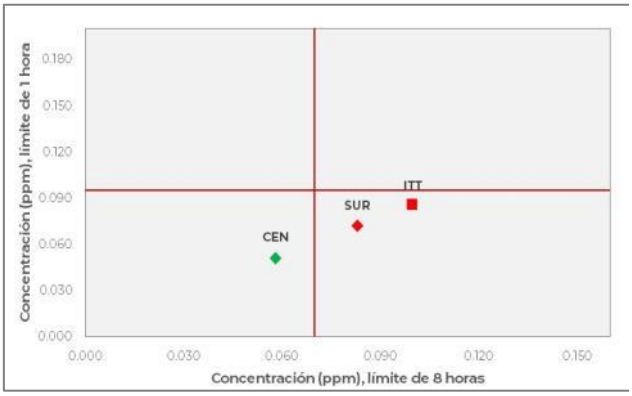
3.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

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 2020.

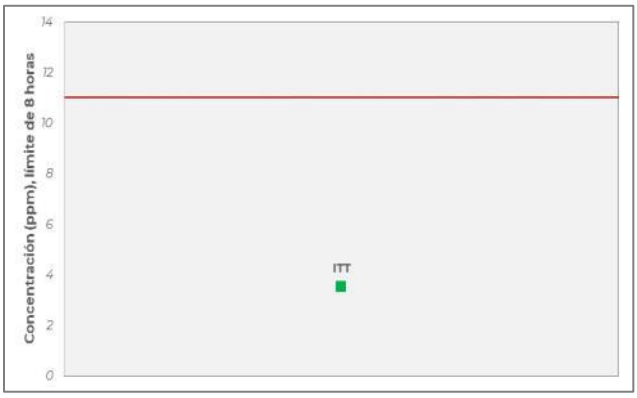
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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)



♦ Chihuahua Estatal
SUR – MASURCHI
CEN – MACENTROCHI

Chihuahua municipal
CIMAV – CIMAV

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

Tabla 3.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Chihuahua (2020).

Conta-minante	Límite normado		Chihuahua			UACJ
			SUR	CEN	CIMAV	ITT
(1) PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	189	180	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	54	44	DI	DI
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	¤	¤	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	¤	¤	DI
(2) O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.083	0.058	FO	0.100
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.072	0.051	FO	0.085
(3) CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI	DI	FO	3.5
(4) NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	¤	FO	DI
(5) SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	FO	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	DI	FO	0.01

(1) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
(2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
(3) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
(4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
(5) NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

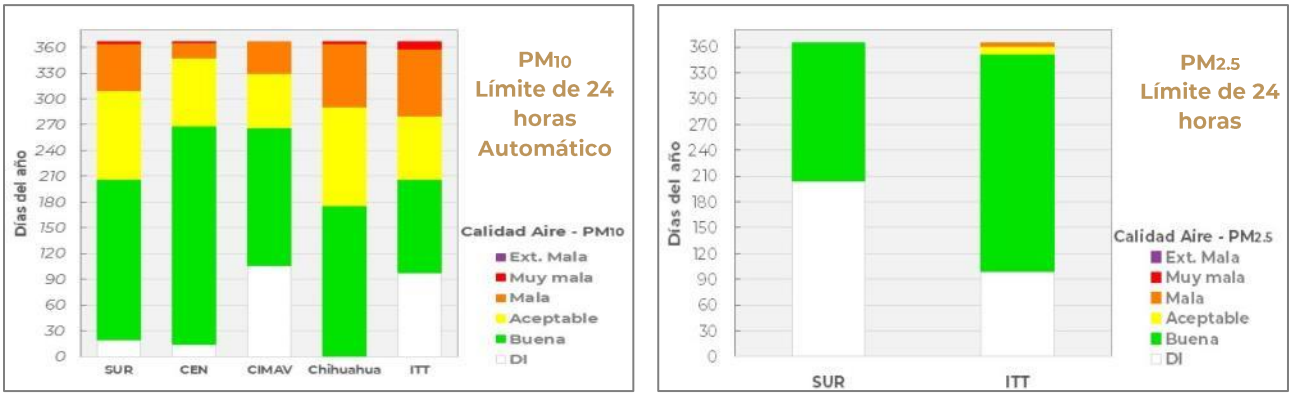
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos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

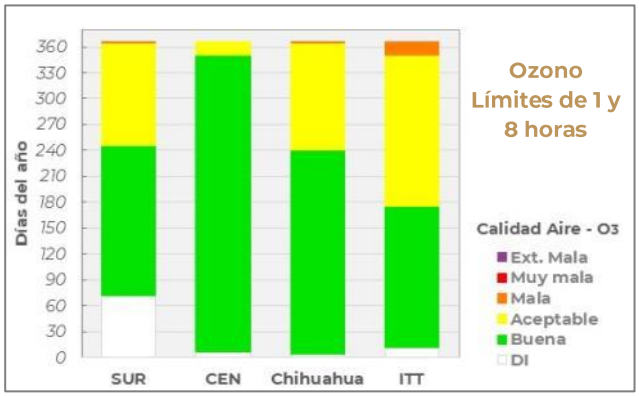
Tabla 3.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Chihuahua.

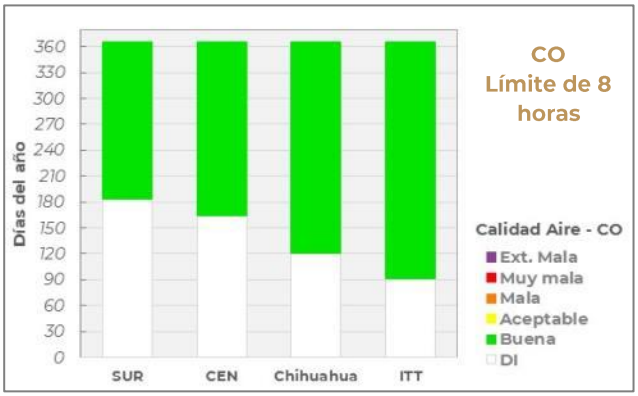
Ciudad		Chihuahua	UACJ
PM_{10}	No. días con datos válidos	366	268
	No. días > 75 µg/m³	75	86
	% días > 75 µg/m³	21	32
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	286	267
	No. días > 45 µg/m³	0	4
	% días > 45 µg/m³	0	2
O_3	No. días con datos válidos	362	355
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	2	15
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	1	4
CO	No. días con datos válidos	246	275
	No. días > 11 ppm	0	0
	% días > 11 ppm	0	0
NO_2	No. días con datos válidos	205	227
	No. días > 0.210 ppm	0	0
	% días > 0.210 ppm	0	
SO_2	No. días con datos válidos	334	355
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0	0

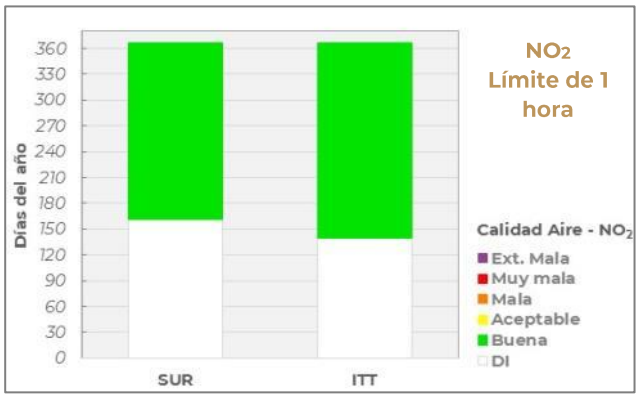
3.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

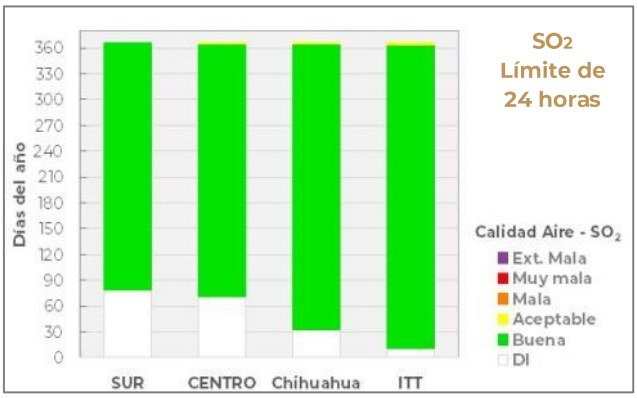
Figura 3.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Chihuahua, en el año 2020.











Chihuahua Estatal
SUR – MASURCHI
CEN – MACENTROCHI

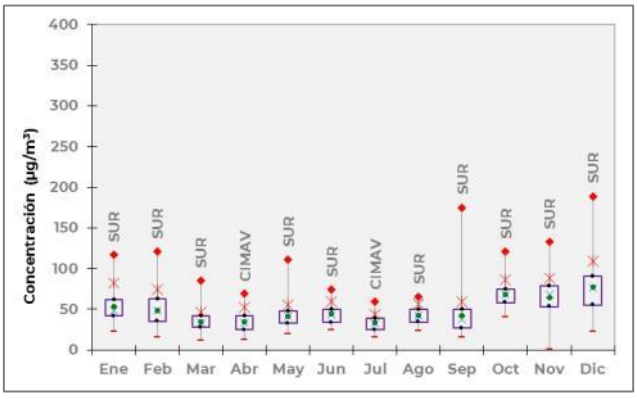
Chihuahua municipal
CIMAV – CIMAV
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)
ITT – Instituto de Ingeniería y Tecnología

3.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

Figura 3.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Promedio de 24 horas

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)



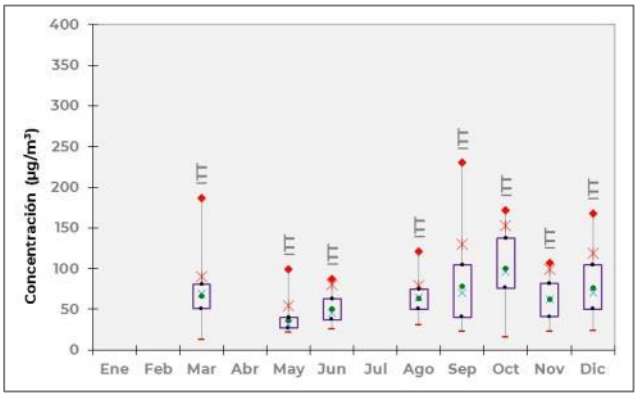
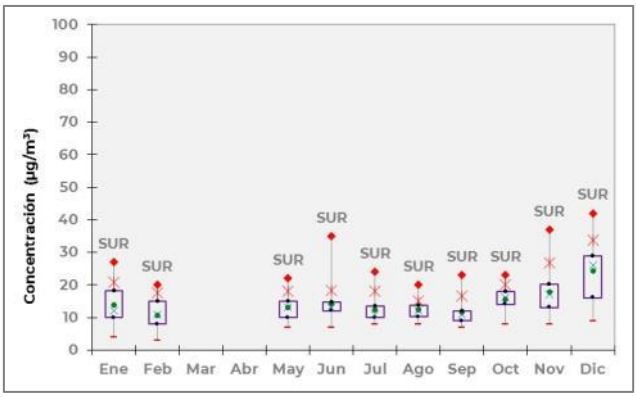


Figura 3.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Promedio de 24 horas

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)



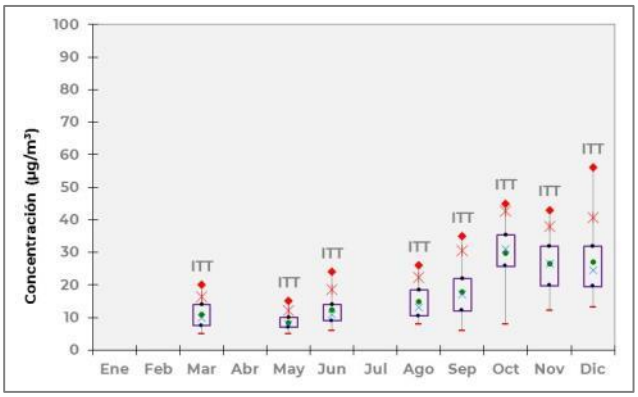


Figura 3.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Máximo diario de 1 hora

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)



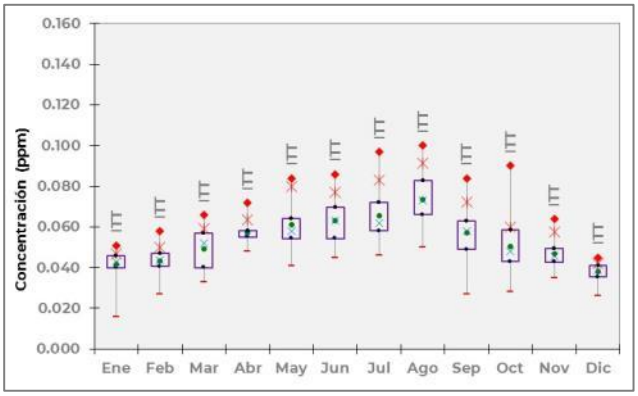


Figura 3.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Máximo diario de 8 horas

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)

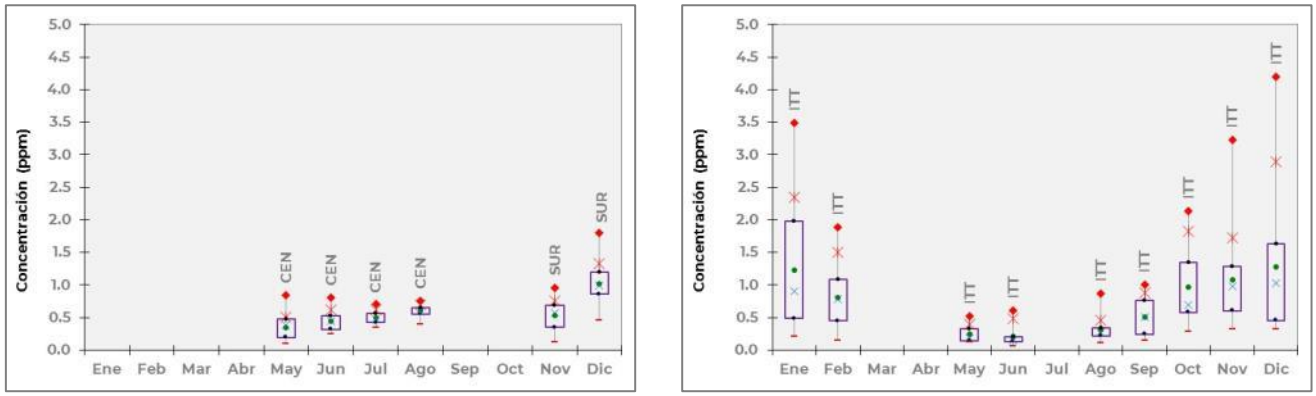


Figura 3.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Máximo diario de 1 hora

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)

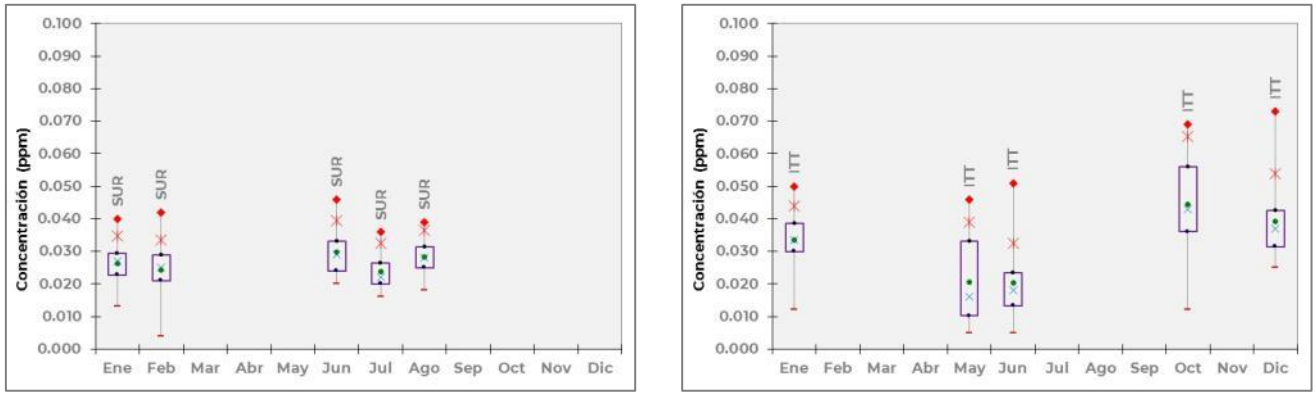
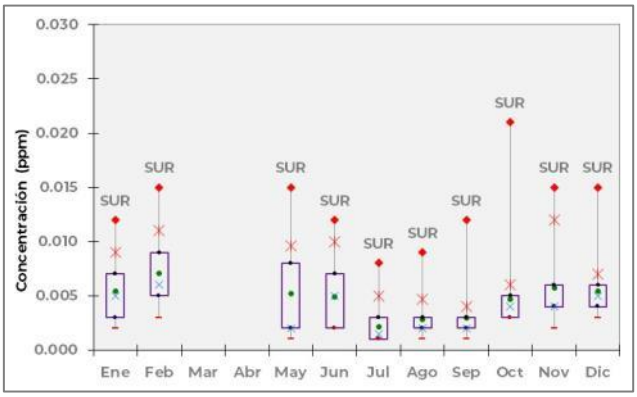


Figura 3.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Máximo diario de 1 hora

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)



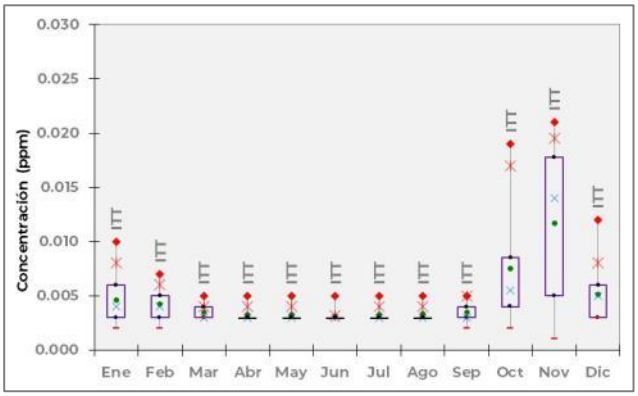
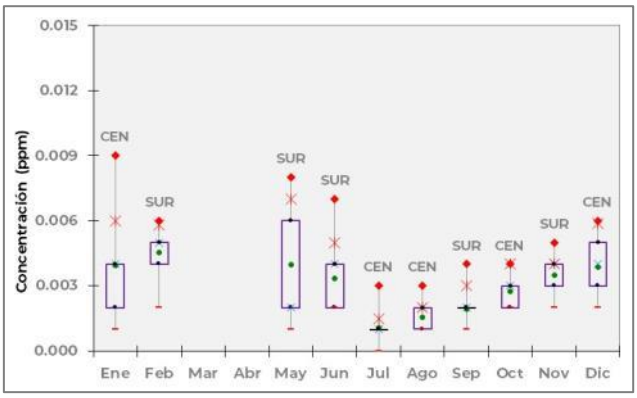
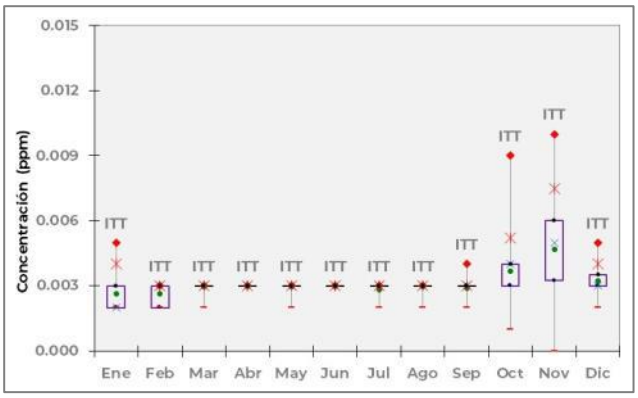


Figura 3.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Chihuahua.

Promedio de 24 horas

Chihuahua	Ciudad Juárez (UACJ)





3.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN CHIHUAHUA EN EL PERIODO 2007 – 2020.

Figura 3.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.

Chihuahua
(2007– 2020)

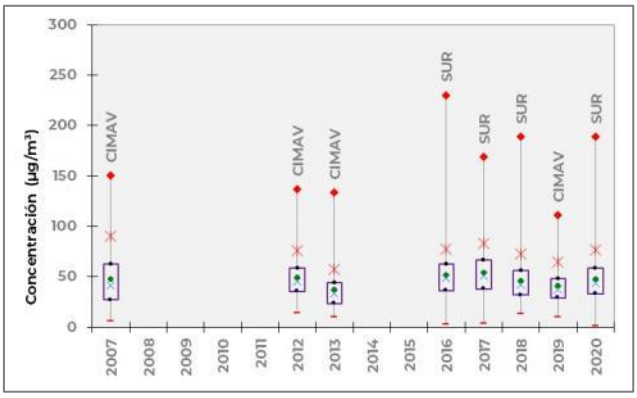


Figura 3.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, en Chihuahua, en el periodo 2014 – 2020.

Chihuahua
(2014 – 2020)

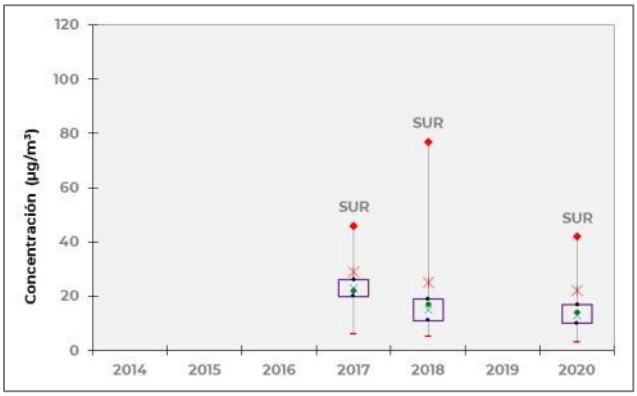
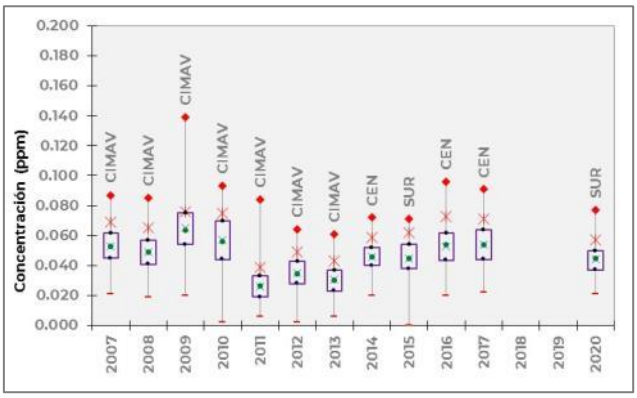


Figura 3.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.

Chihuahua (2007– 2020)	Ciudad Juárez (UACJ) (2019– 2020)



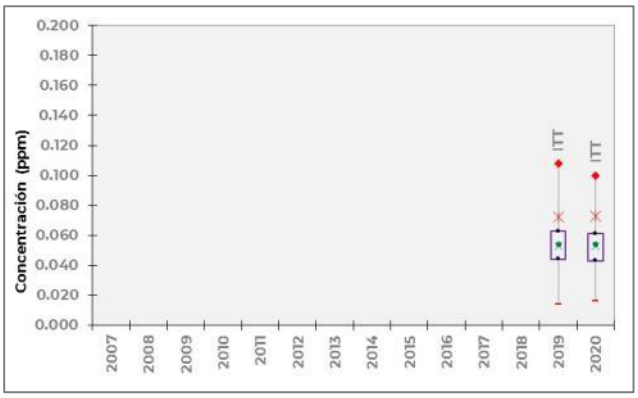
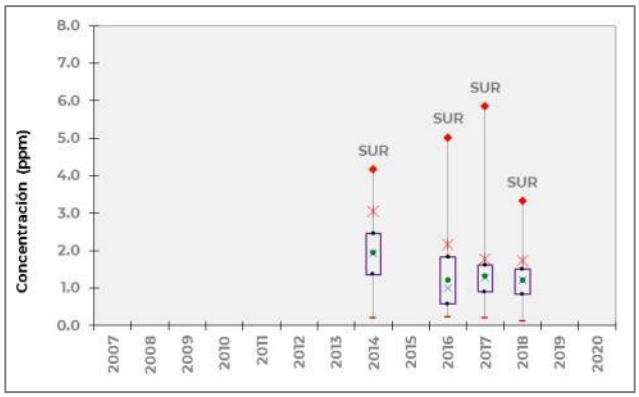


Figura 3.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.

Chihuahua (2007– 2020)	Ciudad Juárez (UACJ) (2019– 2020)



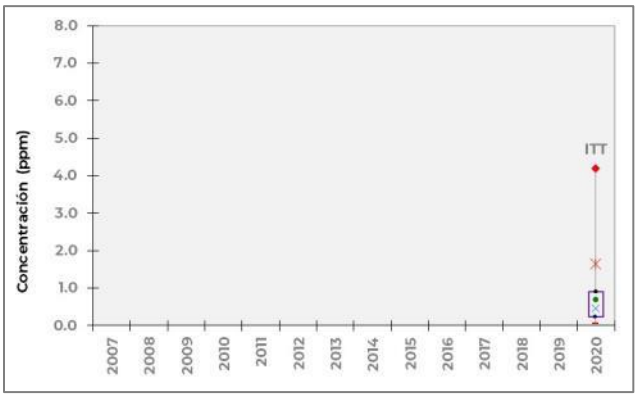
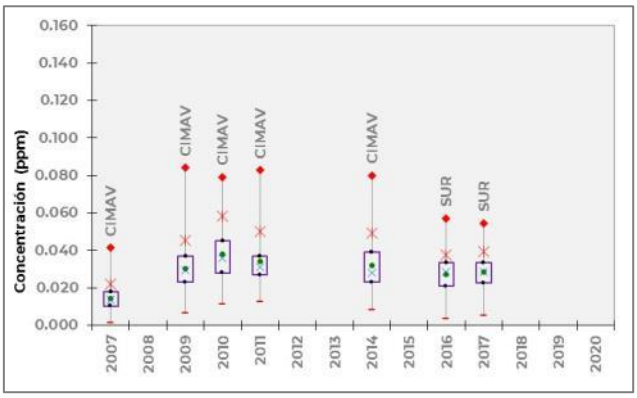


Figura 3.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.

Chihuahua (2007– 2020)	**Ciudad Juárez (UACJ)** (2019– 2020)



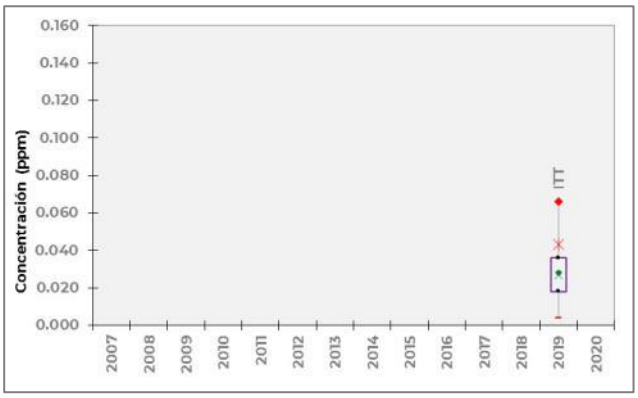
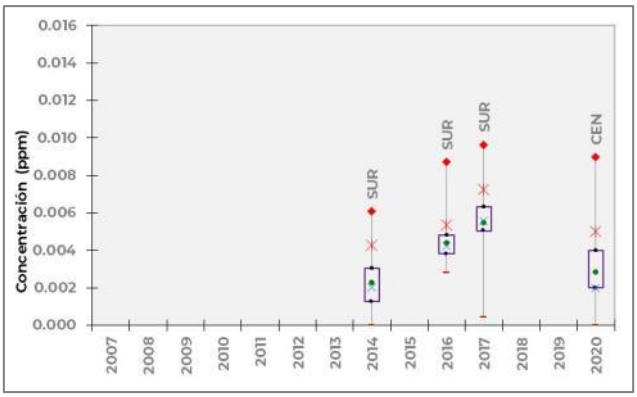


Figura 3.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.

Chihuahua (2007– 2020)	**Ciudad Juárez (UACJ)** (2019– 2020)



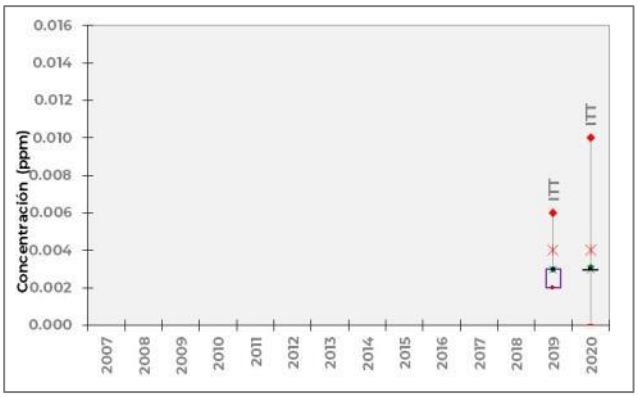
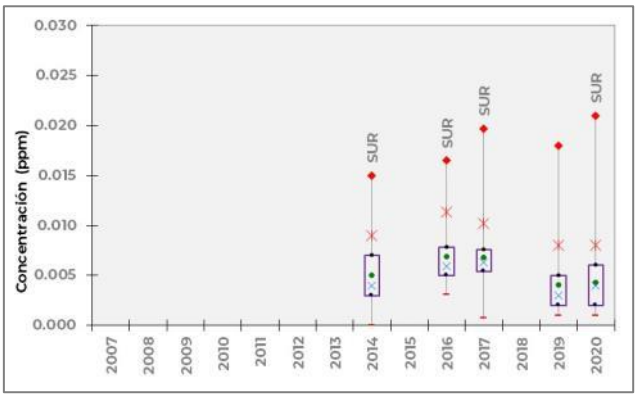
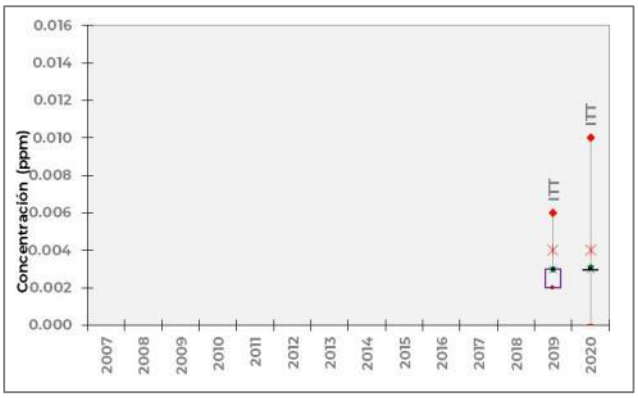


Figura 3.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximo), por ciudad, en Chihuahua, en el periodo 2007 – 2020.

Chihuahua (2007– 2020)	Ciudad Juárez (UACJ) (2019– 2020)

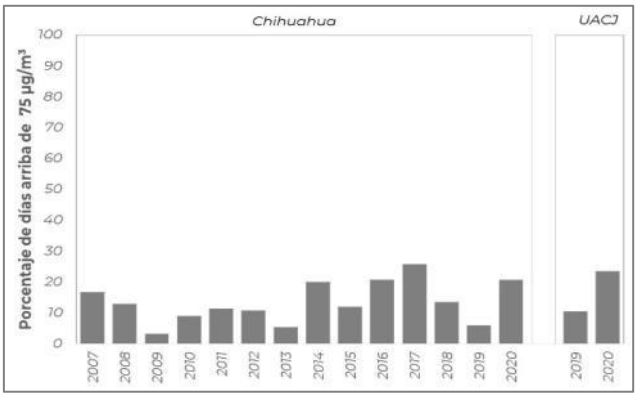




3.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

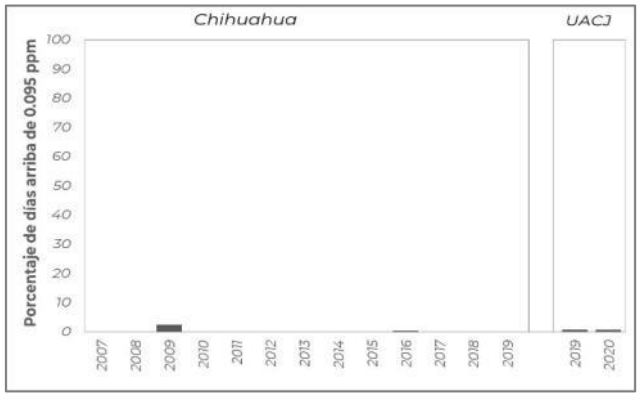
Figura 3.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2007 – 2020.

PM_{10} – Límite de 24 horas (2007 – 2020)	$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2014 – 2020)

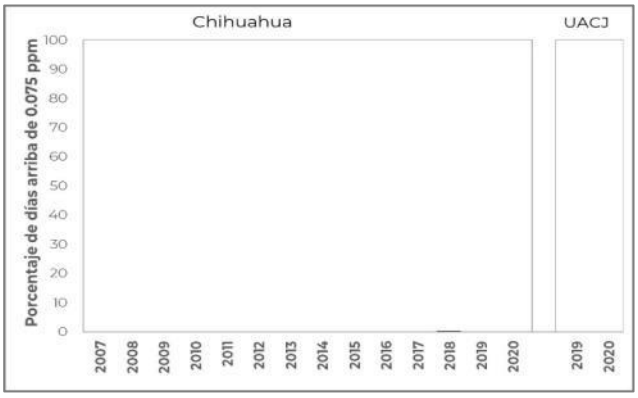




O_3 – Límite de 1 hora
(2007 – 2020)



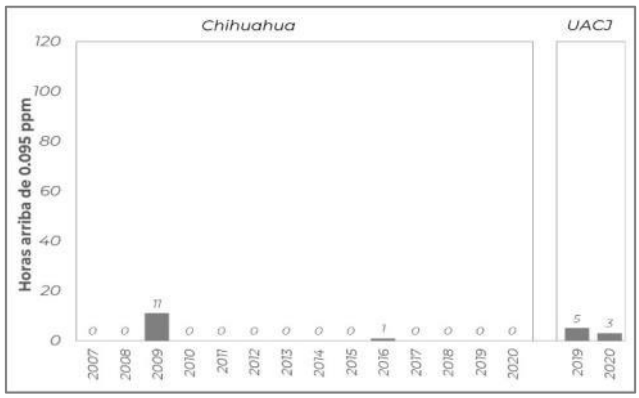
SO_2 – Límite de 1 hora
(2007 – 2020)



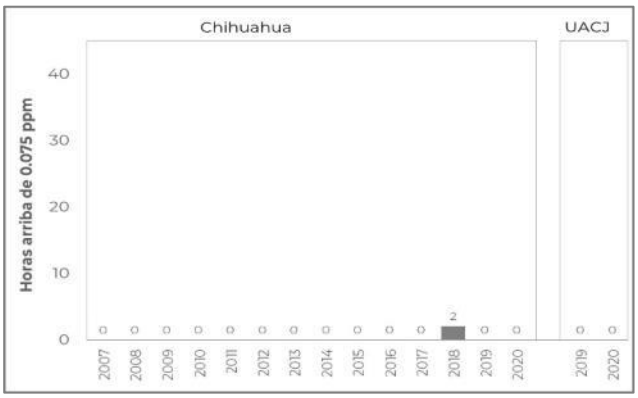
3.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 3.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2007 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2007 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2007 – 2020)

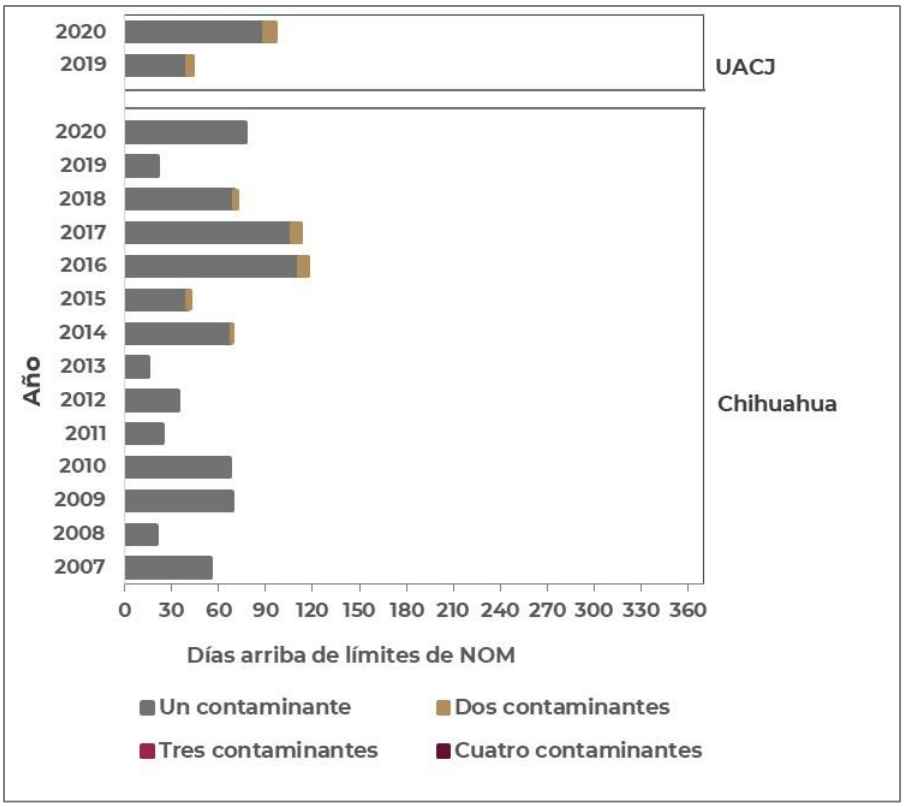


3.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 3.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2020.

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	347	55	55	0	0	0
	2008	334	20	20	0	0	0
	2009	346	69	69	0	0	0
	2010	359	67	67	0	0	0
	2011	345	24	24	0	0	0
	2012	362	34	34	0	0	0
	2013	333	15	15	0	0	0
	2014	363	69	68	1	0	0
	2015	359	42	40	2	0	0
	2016	366	117	111	6	0	0
	2017	365	113	107	6	0	0
	2019	363	72	70	2	0	0
	2020	364	21	21	0	0	0
Ciudad Juárez (UACJ)	2019	362	44	40	4	0	0
	2020	361	97	89	8	0	0

Figura 3.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Chihuahua, 2007 – 2020.



Ciudad de México y Zona Conurbada



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO–ZMVM

En el año 2020, el sistema de monitoreo de la calidad del aire 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. Las Figuras 4.1 a 4.9 y las Tablas 4.1 a 4.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2020, las PM_{10} se midieron en 25 estaciones de monitoreo. En 6 de ellas se cumplieron los dos límites normados para la protección de la salud de la población (Benito Juárez, Santa Fe, Pedregal, Atizapán, FES Acatlán e Investigaciones Nucleares) y en 6 más se incumplió al menos uno de dichos límites (Merced, UAM-Iztapalapa, Cuautitlán, Villa de las Flores, La Presa y Tlalnepantla). En las 13 estaciones restantes no fue posible evaluar el cumplimiento de la norma por no haber generado información suficiente para ello. Las concentraciones más altas tanto como promedio de 24 horas como anual se registraron en Villa de las Flores, La Presa y Cuautitlán. Por otra parte, es en Villa de las Flores en donde con mayor frecuencia se superó el límite normado de 24 horas con un total de 50 días a lo largo del 2020.

A nivel de toda la zona metropolitana, las concentraciones más altas de PM_{10} se presentaron entre noviembre y abril. En tanto que la tendencia a lo largo de los años muestra que la concentración promedio y el percentil 90 han mantenido un comportamiento estable en los 7 años más recientes. Por otra parte, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas presenta una tendencia notable a la baja en el periodo 2017 a 2020, pasando de 47% a 20% de los días en esta condición.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

De las 20 estaciones que midieron este contaminante en 2020, en 11 se superó al menos uno de los límites normados (Benito Juárez, Centro de Ciencias de la Atmósfera, FES Aragón, Investigaciones Nucleares, Merced, Pedregal, Santiago Acahualtepec, Santa Fe, Tlalnepantla, UAM Xochimilco y UAM Iztapalapa) y en 9 no fue posible evaluar cumplimiento de Norma por insuficiencia de datos.

La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Santa Fe y como promedio anual en Santiago Acahualtepec. Las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó el límite normado de 24 horas fueron Nezahualcóyotl y Santiago Acahualtepec, con 6 días cada una.

A nivel de toda la zona metropolitana, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron entre diciembre 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 a lo largo de los años. Sólo las concentraciones máximas presentan una tendencia creciente entre 2014 y 2019. En 2020, vuelven a descender y se registra la concentración máxima más baja desde que se mide este contaminante en el Valle de México. El porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas registró una reducción importante en 2020, respecto a lo observado en 2019. En este periodo el porcentaje de días en esta condición pasó de 9% en 2019 a 4% en 2020.

Ozono (O_3)

En las 32 estaciones en que se midió este contaminante en 2020 se rebasaron los dos límites normados (1 hora y 8 horas) de protección a la salud. La concentración más alta de 1 hora se registró en la estación Centro de Ciencias de la Atmósfera, en tanto que la de 8 horas ocurrió en Santa Fe. Las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó alguno o ambos límites normados fueron: Centro de Ciencias de la Atmósfera y Pedregal con 159 y 163 días, respectivamente.

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 de este indicador entre los años 2016 y 2020, especialmente en los máximos. Por otra parte, el número de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, muestra cierta estabilización en el periodo 2018 a 2020, pues en este periodo de tiempo el porcentaje de días que superan el límite normado de una hora se ha mantenido en 59%. Este mismo comportamiento se observa para el indicador relativo al número de horas con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, el cual ha oscilado entre 744 y 778 horas, entre 2018 y 2020.

Monóxido de carbono (CO) y Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Con respecto a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno 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 y 2010, respectivamente.

Dióxido de azufre (SO_2)

De las 30 estaciones que midieron este contaminante en 2020, en 6 se cumplieron los dos límites normados para la protección de la salud (Centro de Ciencias de la Atmósfera, Pedregal, UAM Xochimilco, UAM Iztapalapa, Santa Fe y Montecillos), en 5 se rebasó al menos uno de los dos límites normados (Merced, Atizapán, Cuautitlán, Tlalnepantla y Villa de las Flores), y en 21 no fue posible evaluar cumplimiento de norma por insuficiencia de datos. La concentración más alta, como promedio de los percentiles 99 en el periodo 2008–2020, se registró en Villa de las Flores, en tanto que el promedio de 24 horas más elevado ocurrió en Cuautitlán.

A nivel de toda la zona metropolitana, las concentraciones horarias más altas de SO_2, en 2020, se presentaron entre octubre y marzo. En tanto que la tendencia lo largo de los años muestra un comportamiento muy estable entre 2007 y 2018. En los años 2019 y 2020 destaca una reducción en los niveles de concentración horaria alcanzada, respecto a los años previos. Por otra parte, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora presenta una tendencia a la baja en el periodo 2017 a 2020, pasando de 25% a 12% de los días en esta condición. Este mismo comportamiento es apreciable en el indicador sobre el número de horas, por año, en que se supera el límite normado de 1 hora.

A destacar

En 2020, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 262 lo que equivale al 72% de los días del año. El contaminante que con mayor frecuencia superó alguno de sus límites diarios normados fue el ozono (64% de los días del año), seguido de las PM_{10} (21%), SO_2 (12%) y $PM_{2.5}$ (4%).

Por primera vez, desde el año 2006, se registra nuevamente incumplimiento de la norma de salud ambiental de dióxido de azufre. Esto, sin embargo, no es producto de un deterioro de la calidad del aire per se, sino de la actualización de la NOM-022-SSA1-2019. Dicha NOM establece los criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al SO_2 como medida de protección a la

salud de la población. Esta NOM se actualizó en agosto de 2019 y estableció niveles de protección más estrictos que los de las normas que le precedieron, lo que se ve reflejado en el diagnóstico de la calidad del aire del Valle de México para el año 2020.

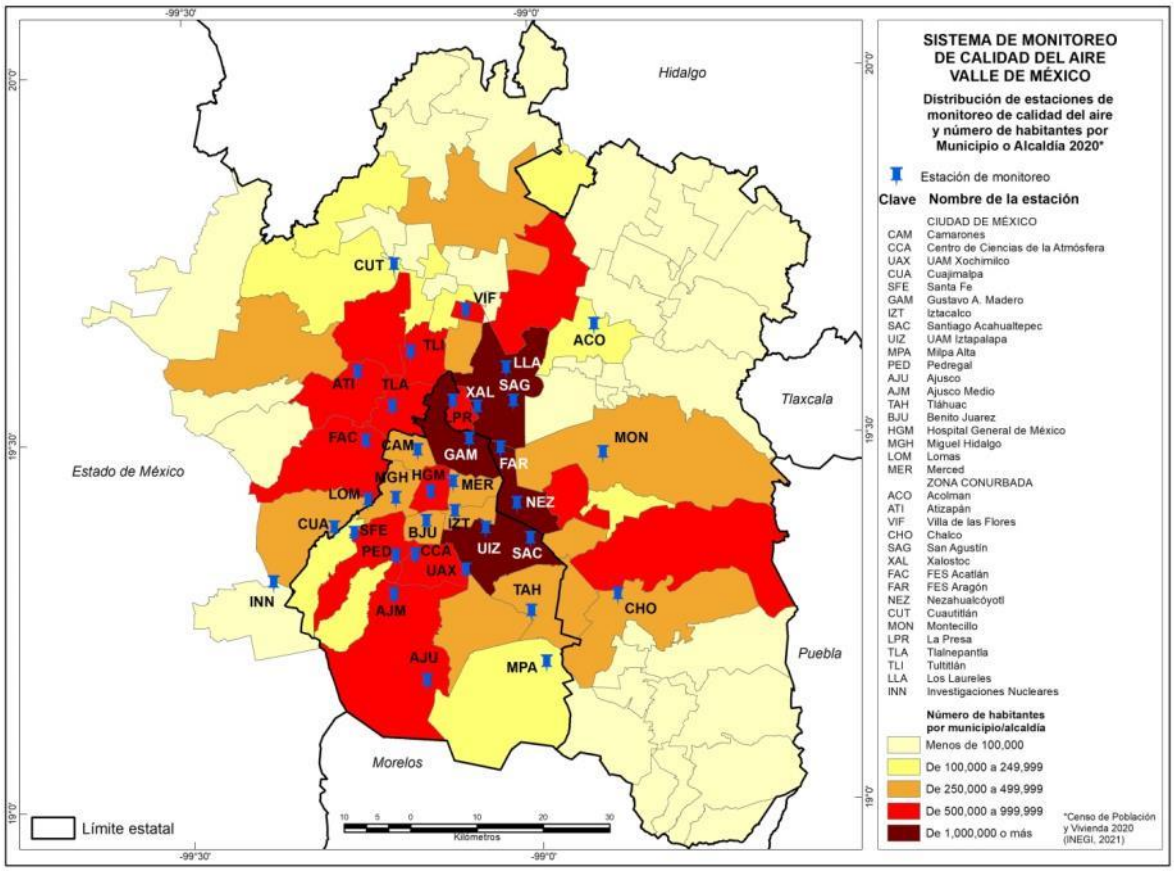
4.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 4.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
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, 2020.

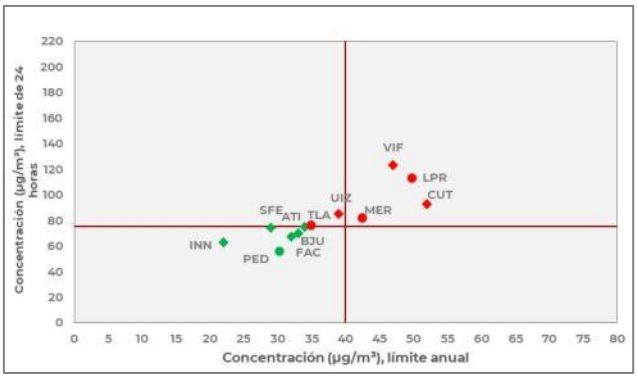


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección General de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

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 2020.

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

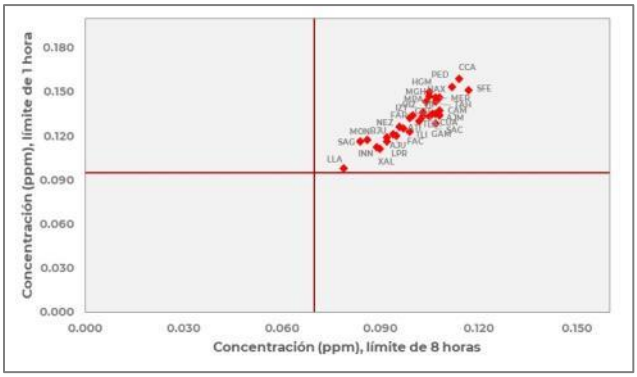


Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



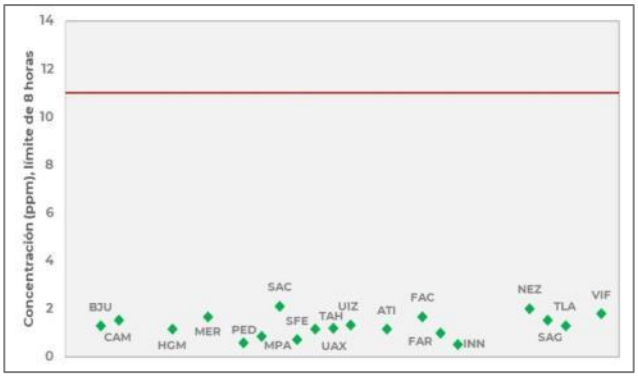
Ozono – O_3

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



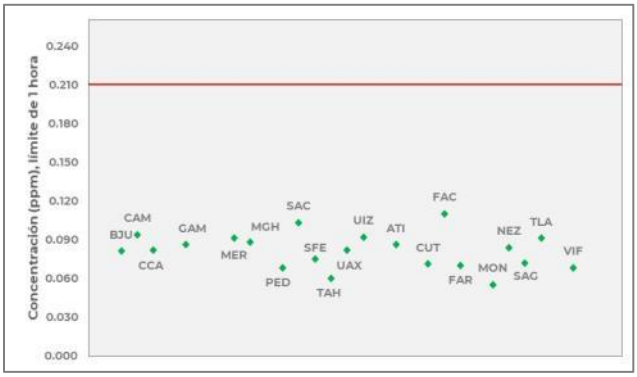
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



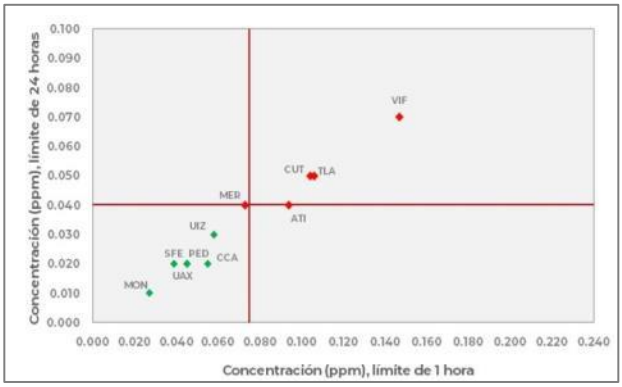
Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm–línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 24 horas (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 1 hora (0.04 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
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

● Monitoreo manual

◆ Monitoreo automático

Tabla 4.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada (2020).

Contaminante		[1]PM_{10}		[1]$PM_{2.5}$		[2]O_3		[3]CO	[4]NO_2	[5]SO_2	
Límites normados		Máximo de 24 h (≤75 µg/m³)	Promedio Anual (≤40 µg/m³)	Máximo de 24 h (≤45 µg/m³)	Promedio Anual (≤12 µg/m³)	Máximo de 1 h (≤0.095 ppm)	Máximo de 8 h (≤0.070 ppm)	2° Máximo de 8 h (≤11 ppm)	2° Máximo de 1 h (≤0.210 ppm)	Promedio de los percentiles 99 de 1 h (≤0.075 ppm)	Máximo de 24 h (<0.04 ppm)
Ciudad de México	AJU	¤	¤	DI	DI	0.134	0.108	¤	¤	¤	¤
	AJM	DI	DI	DI	DI	0.120	0.095	DI	DI	DI	0.02
	BJU	70	33	48	18	0.119	0.092	1.3	0.081	DI	DI
	CAM	DI	DI	DI	DI	0.137	0.108	1.6	0.094	DI	DI
	CCA	¤	¤	51	18	0.159	0.114	DI	0.082	0.055	0.02
	CUA	DI	DI	¤	¤	0.135	0.107	DI	DI	DI	0.02
	GAM	¤	¤	DI	DI	0.133	0.103	¤	0.086	¤	¤
	HGM	DI	DI	DI	DI	0.150	0.105	1.2	DI	DI	DI
	IZT	DI	DI	¤	¤	0.134	0.100	DI	DI	DI	DI
	LOM	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	MER	82	42	33	18	0.146	0.108	1.7	0.091	0.073	0.04
	MGH	FO	FO	FO	FO	0.147	0.105	DI	0.088	DI	DI
	MPA	¤	¤	¤	¤	0.143	0.104	0.6	DI	DI	0.02
	PED	56	30	26	13	0.153	0.112	0.9	0.068	0.045	0.02
	SAC	¤	¤	47	16	0.133	0.105	2.1	0.103	DI	DI
	SFE	¤	¤	53	22	0.151	0.117	0.7	0.075	0.045	0.02
	TAH	DI	DI	¤	¤	0.143	0.107	1.2	0.060	DI	0.02
	UIZ	85	39	33	17	0.136	0.103	1.3	0.092	0.058	0.03
	UAX	¤	¤	47	18	0.146	0.107	1.2	0.082	0.039	0.002
Zona conurbada	ACO	DI	DI	¤	¤	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	ATI	75	34	¤	¤	0.132	0.099	1.2	0.086	DI	0.04
	CHO	FO	FO	¤	¤	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	CUT	93	52	¤	¤	0.128	0.107	¤	0.071	0.104	0.05
	FAC	67	32	¤	¤	0.125	0.097	1.7	0.110	DI	DI
	FAR	¤	¤	¤	¤	0.126	0.096	1.0	0.070	DI	DI
	INN	63	22	39	13	0.112	0.089	0.5	¤	DI	0.01
	LPR	113	50	¤	¤	0.116	0.092	DI	¤	DI	0.02
	LLA	¤	¤	¤	¤	0.098	0.079	DI	DI	DI	DI
	MON	¤	¤	DI	DI	0.117	0.086	DI	0.055	0.027	0.01
	NEZ	DI	DI	DI	DI	0.121	0.094	2.0	0.084	DI	DI
	SAG	DI	DI	DI	DI	0.116	0.084	1.5	0.072	DI	DI
	TLA	DI	DI	32	19	0.130	0.102	1.3	0.091	0.106	0.05
	TLI	DI	DI	¤	¤	0.123	0.099	DI	DI	DI	DI
	VIF	123	47	¤	¤	0.135	0.106	1.8	0.068	0.147	DI
	XAL	DI	DI	DI	DI	0.111	0.090	DI	DI	DI	0.02

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo para el contaminante;
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

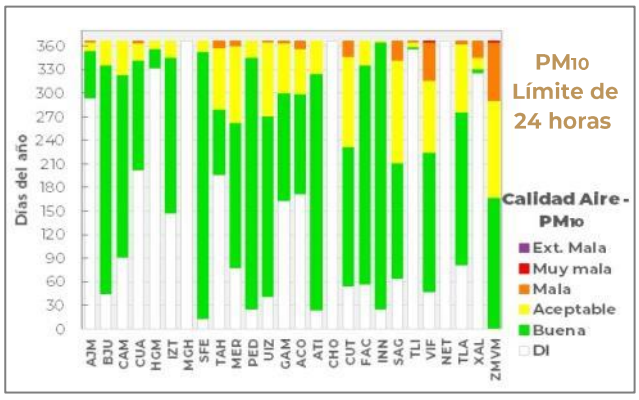
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen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

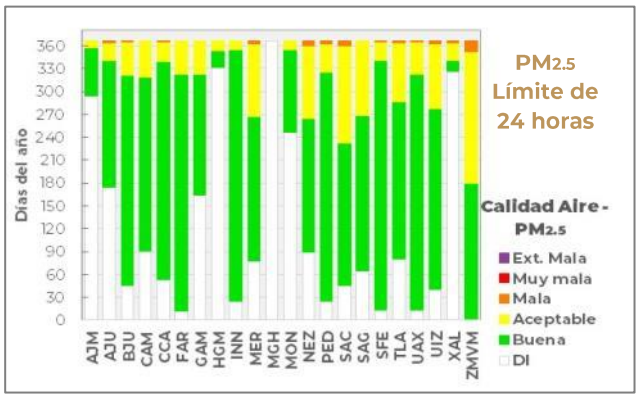
Tabla 4.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la ZMVM.

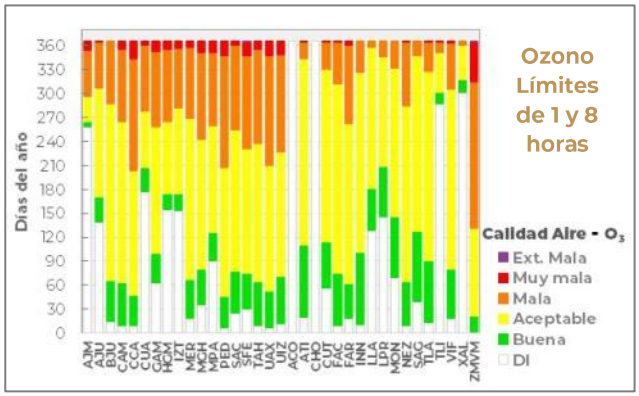
PM_{10}	No. días con datos válidos	366
	No. días > 75 µg/m³	75
	% días > 75 µg/m³	21
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	366
	No. días > 45 µg/m³	14
	% días > 45 µg/m³	4
O_3	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	235
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	64
CO	No. días con datos válidos	359
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	44
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	12

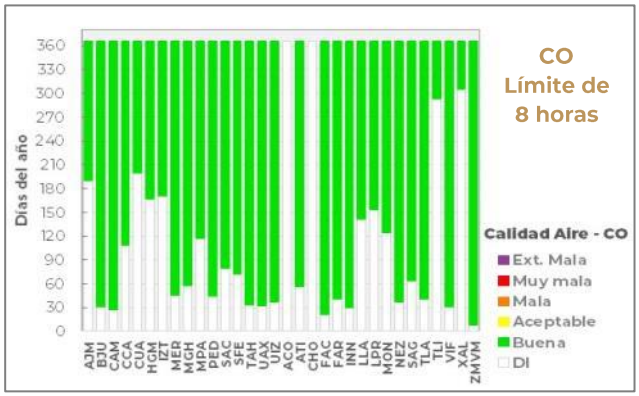
4.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

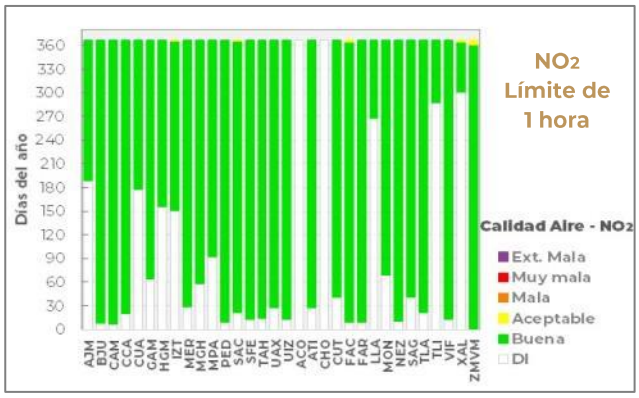
Figura 4.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2020.

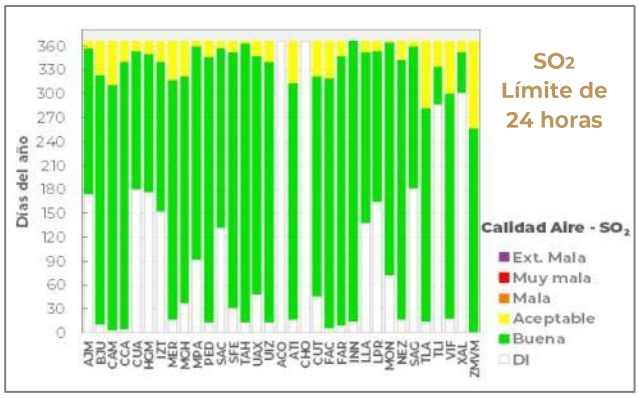










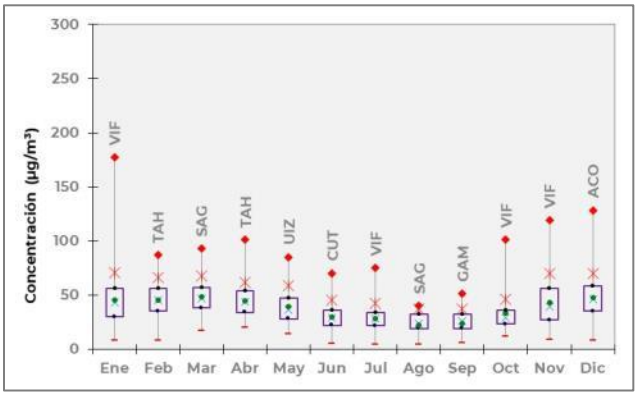


ACO–Acolman
AJM – Ajusco Medio
AJU–Ajusco
ATI–Atizapán
BJU- Benito Juárez
CAM- Camarones
CCA – Centro de Ciencias de la Atmósfera
CHO – Chalco
CUA – Cuajimalpa
CUT – Cuautitlán
FAC – FES Acatlán
FAR – FES Aragón
GAM – Gustavo A. Madero
HGM – Hospital General de México
INN – Investigaciones nucleares
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

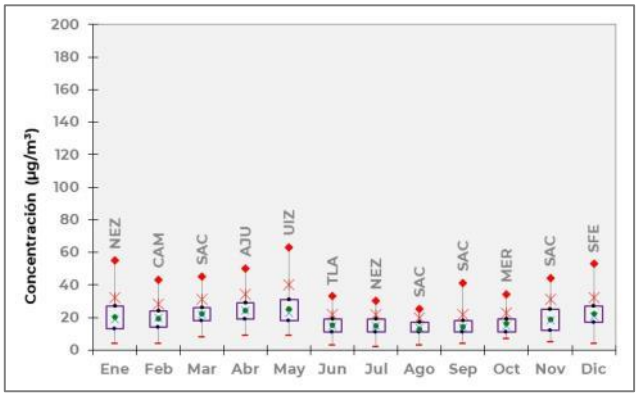
4.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

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 2020.

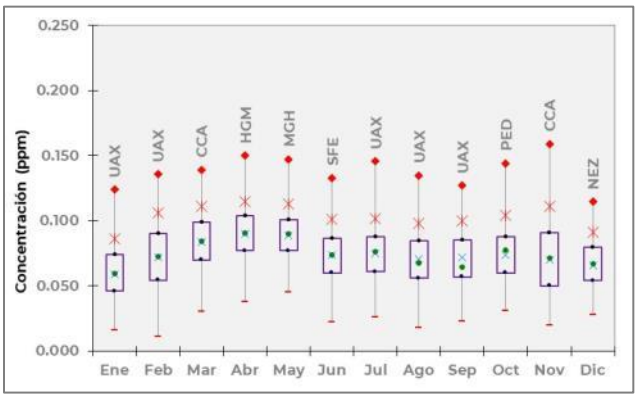
PM_{10} – Promedio de 24 horas



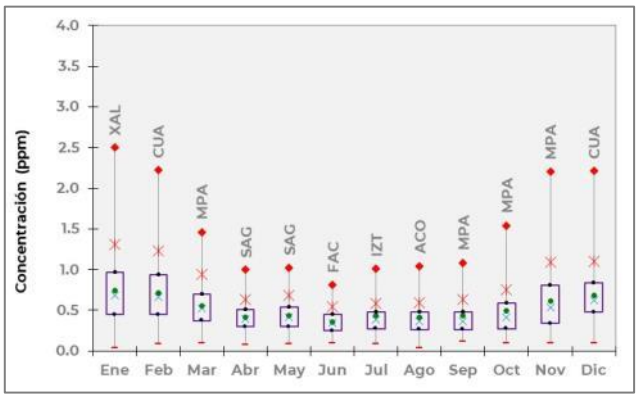
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



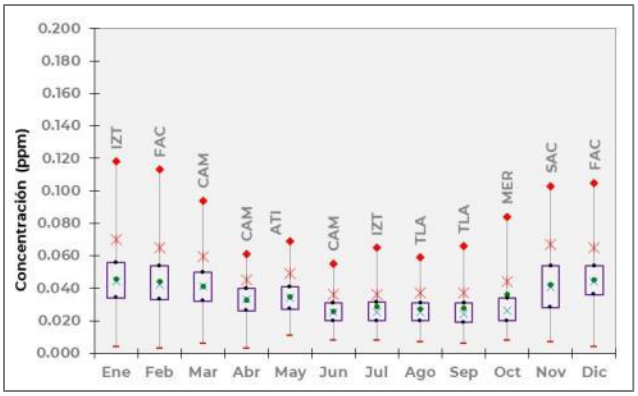
Ozono – Máximo diario de 1 hora



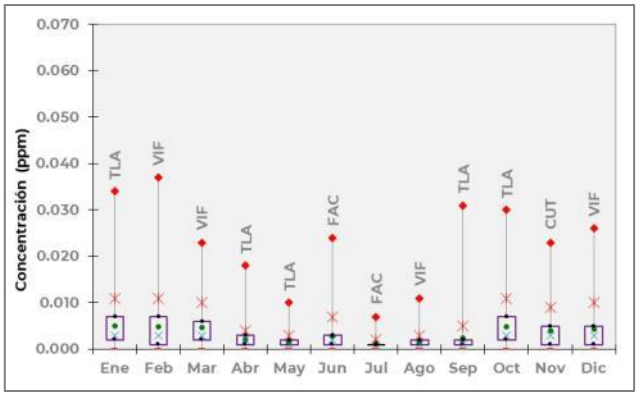
CO – Máximo diario de 8 horas



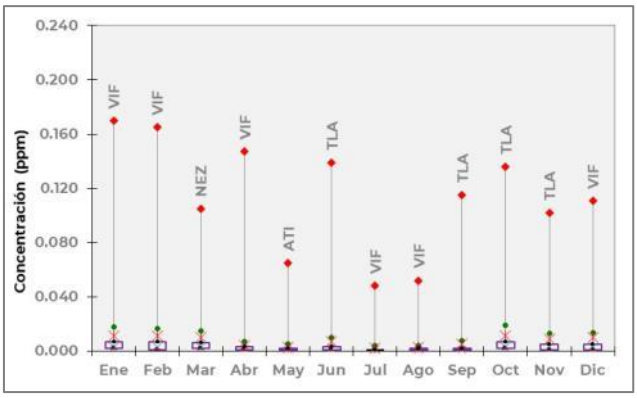
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



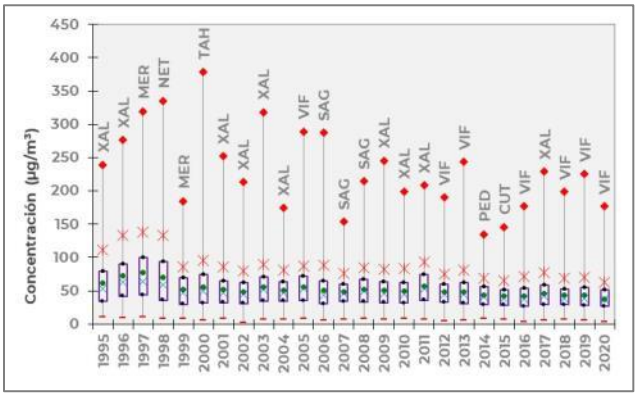
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



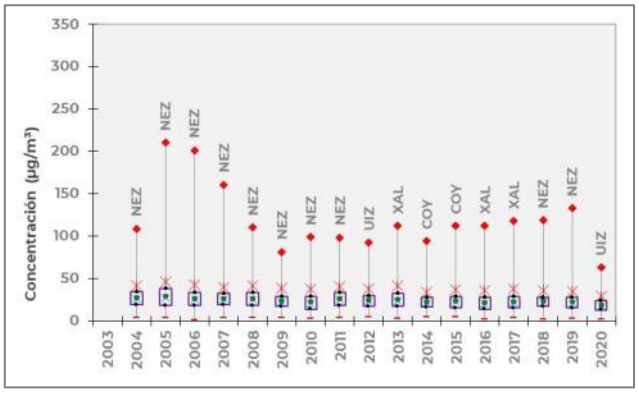
4.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y SU ZONA CONURBADA EN EL PERIODO 1990 – 2020.

Figura 4.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el periodo 1990–2020.

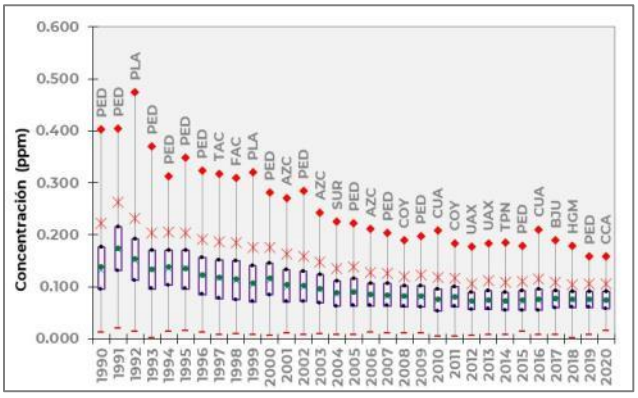
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1995-2020)



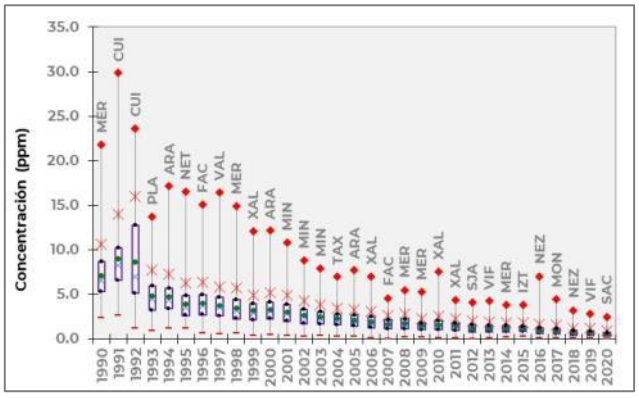
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas
(2003-2020)



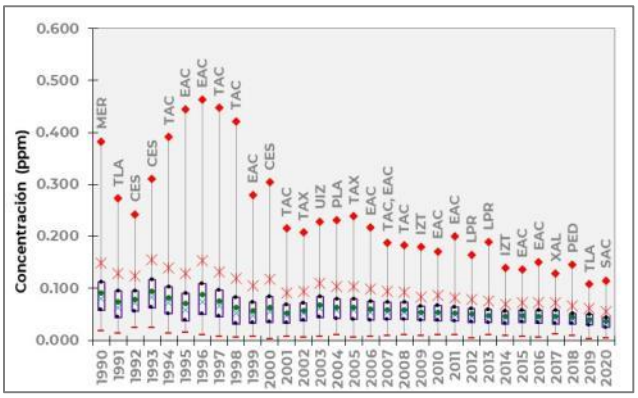
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1990-2020)



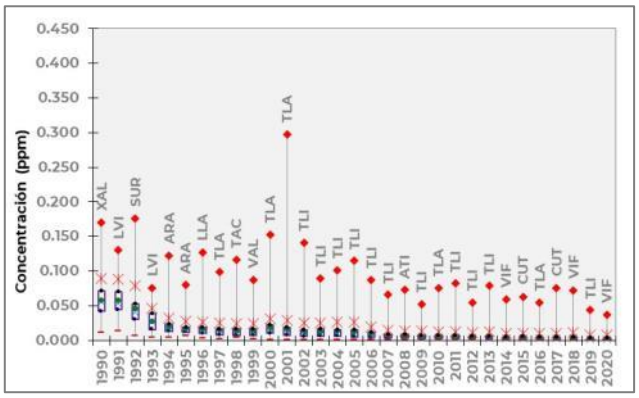
CO – Máximo diario de 8 horas
(1990-2020)



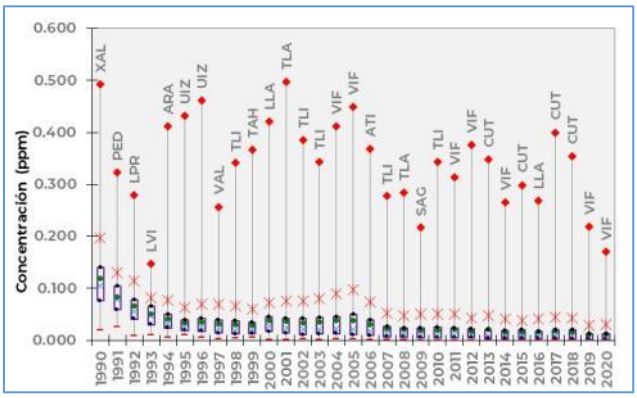
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1990-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(1990-2020)



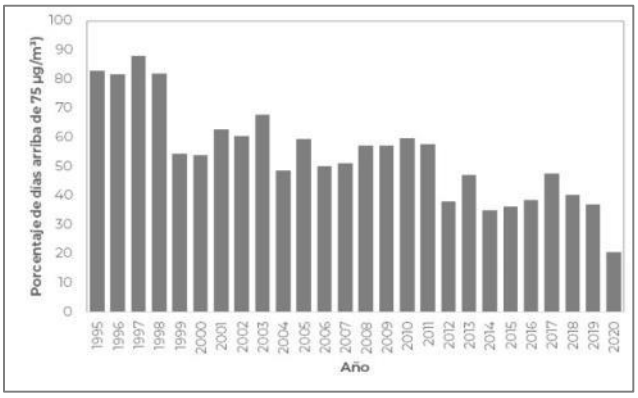
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1990-2020)



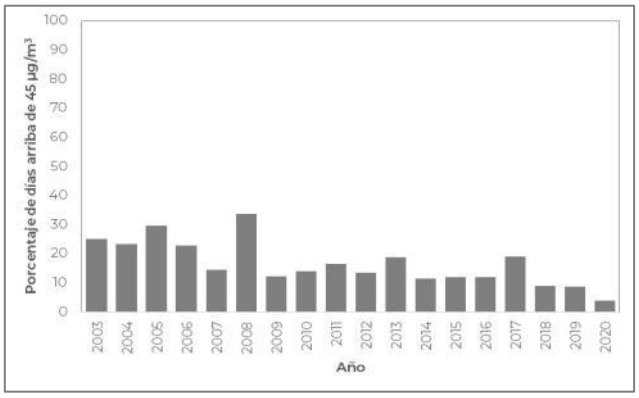
4.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 4.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1990 – 2020.

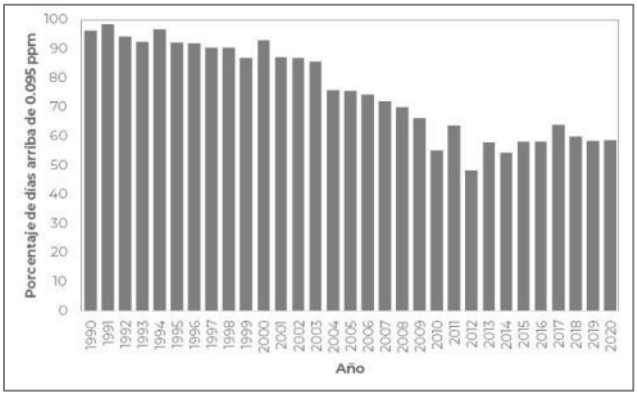
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1995 – 2020)



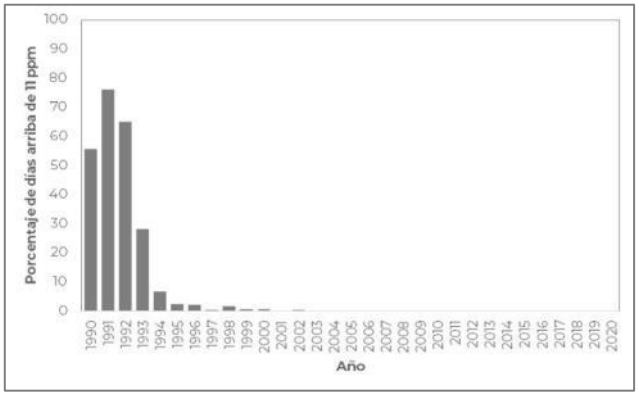
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2003 – 2020)



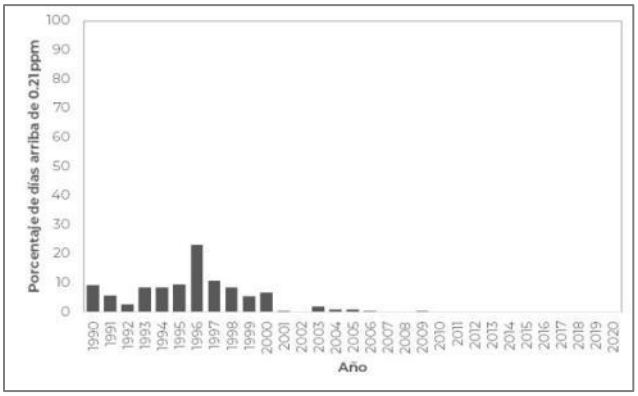
O_3 – Límite de 1 hora
(1990 – 2020)



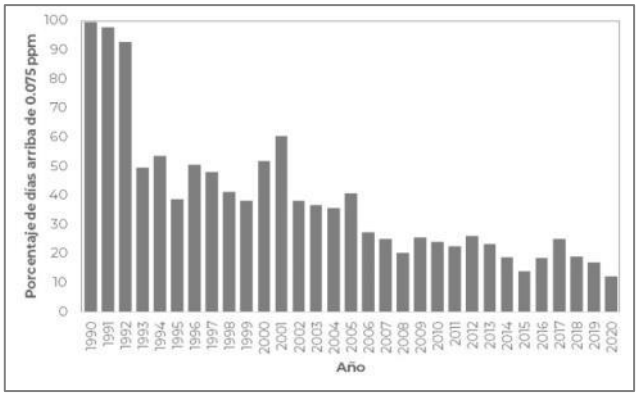
CO– Límite de 8 horas
(1990 – 2020)



NO_2 – Límite de 1 hora
(1990 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1990 – 2020)



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

Figura 4.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono, en el periodo 1990 – 2020.

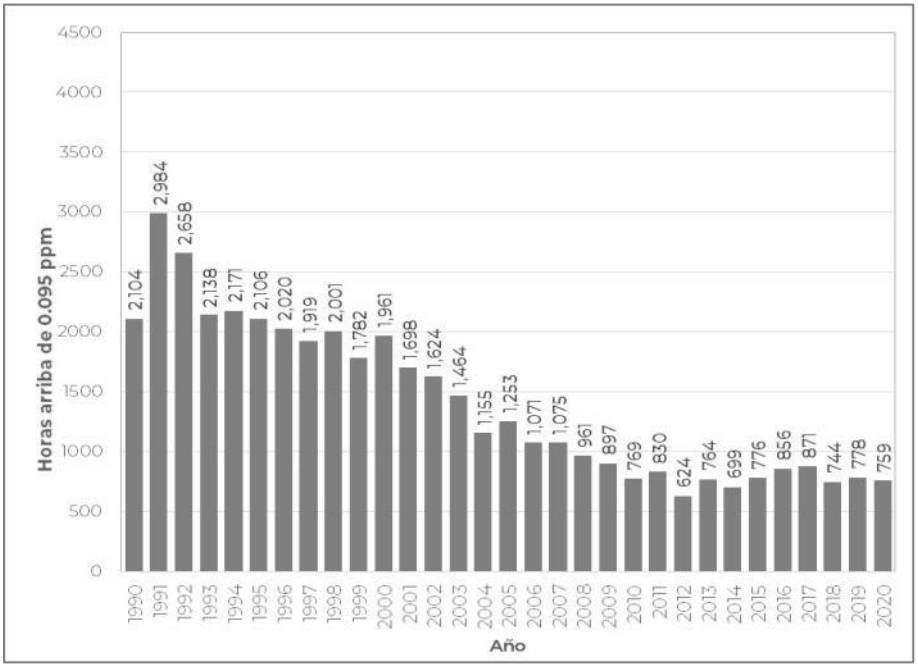
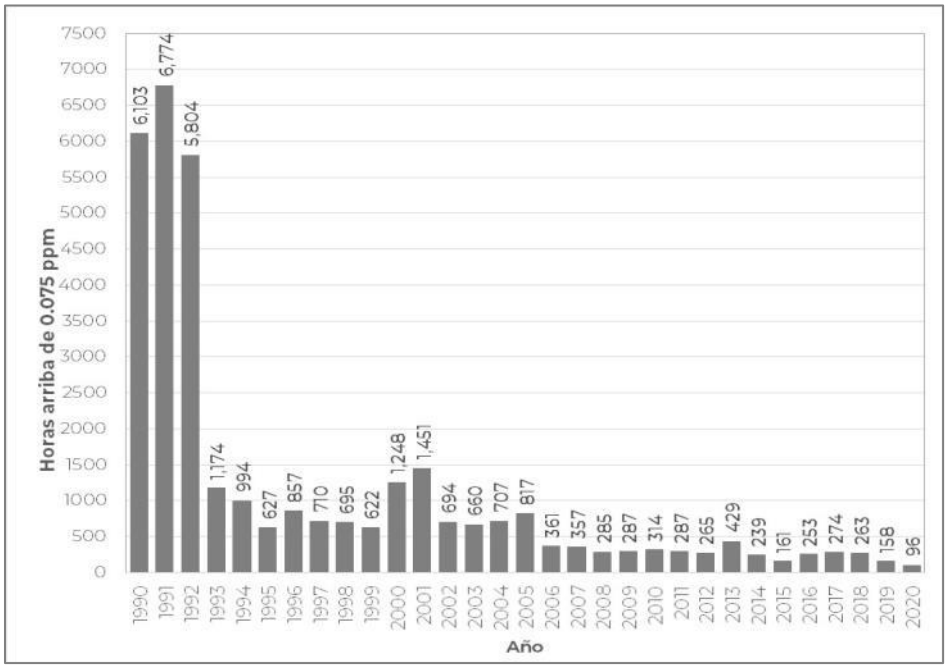


Figura 4.8. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1990 – 2020.



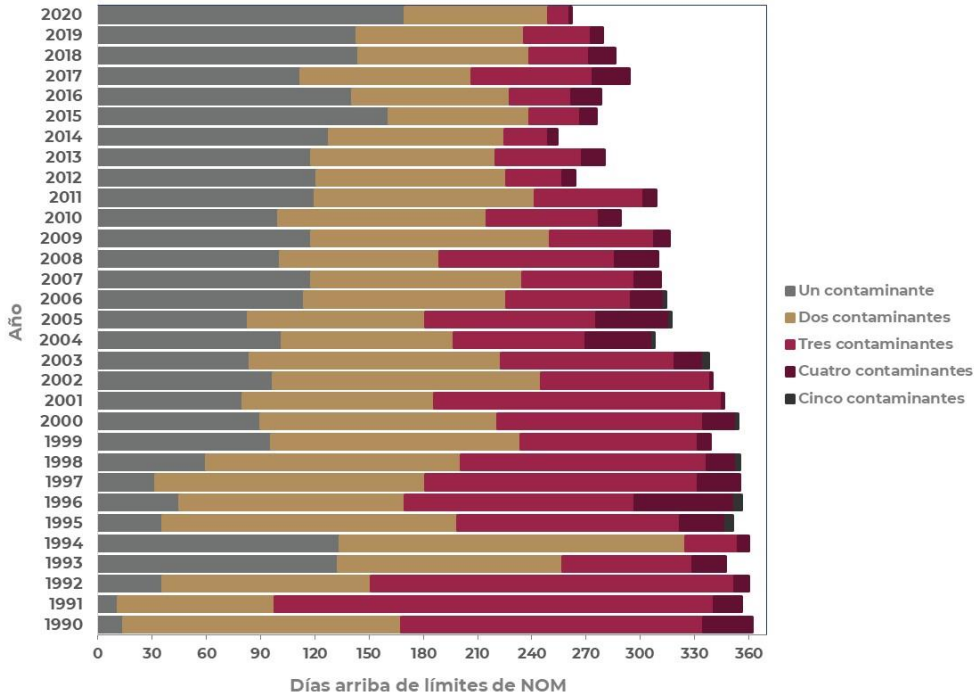
4.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 4.4. 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 – 2020.

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	5 Contaminantes
1990	363	362	15	153	167	27	0
1991	356	354	13	85	241	15	0
1992	365	359	46	109	196	8	0
1993	365	346	150	111	68	17	0
1994	365	360	154	174	26	6	0
1995	365	351	48	167	109	23	4
1996	366	356	45	128	125	54	4
1997	365	355	35	151	146	23	0
1998	365	355	62	146	131	14	2
1999	365	339	100	145	88	6	0
2000	366	353	97	131	108	16	1
2001	365	346	82	105	158	1	0
2002	365	340	98	148	93	1	0
2003	365	338	84	140	96	15	3
2004	366	308	102	97	71	37	1
2005	365	317	83	99	94	40	1
2006	365	314	114	112	69	18	1

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	5 Contaminantes
2007	365	311	118	117	62	14	0
2008	366	310	101	88	97	24	0
2009	365	316	118	132	58	8	0
2010	365	289	100	115	62	12	0
2011	365	309	120	122	60	7	0
2012	366	264	121	105	31	7	0
2013	365	280	118	102	48	12	0
2014	365	254	128	97	24	5	0
2015	365	276	161	78	28	9	0
2016	366	278	141	87	34	16	0
2017	365	294	112	95	67	20	0
2018	365	286	144	95	33	14	0
2019	365	279	143	93	37	6	0
2020	366	262	170	79	12	1	0

Figura 4.9. 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 – 2020.



Coahuila



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
COAHUILA

En el año 2020, 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. Las Figuras 5.1 a 5.20 y las Tablas 5.1 a 5.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En el año 2020, la NOM de calidad del aire vigente para partículas suspendidas PM_{10} se incumplió en Monclova y en Saltillo. En ambas ciudades se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Monclova (179 µg/m^3) y como promedio anual, en Saltillo (48 µg/m^3). En Piedras Negras y en Torreón se tuvo registro de días con 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 general, el monitoreo automático reportó 47 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en Monclova, 7 en Piedras Negras y 17 en Saltillo. En todos los casos, de los días antes citados, sólo uno de ellos correspondió a una calidad del aire muy mala y el resto a una condición de mala calidad del aire. En el caso de Torreón, el monitoreo manual reportó 24 días con mala calidad del aire, 1 día con muy mala calidad del aire y otro con calidad del aire extremadamente mala, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019).

Las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron entre noviembre y enero en Monclova y entre noviembre y marzo en Saltillo, en tanto que en Piedras Negras no fue posible establecer alguna tendencia debido a la escasez de la información disponible. 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 ha registrado un menor

número de días con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas en los tres años más recientes. Tendencia que es contraria a lo observado en Saltillo, donde en el mismo periodo de tiempo es apreciable una ligera tendencia a la alza en este indicador.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Con respecto a este contaminante, destaca que en el año 2020 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 al alcanzar concentraciones de hasta 51 µg/m^3 como promedio de 24 horas y de 20 µg/m^3, como promedio anual, las cuales son 13% y 67% 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.

Debido a la irregularidad registrada en la operación de las estaciones de monitoreo a lo largo del año, en las tres ciudades, no es posible establecer para el 2020 una tendencia clara respecto al comportamiento temporal de este contaminante. Por otra parte, tampoco es posible establecer alguna tendencia a través de los años, en ninguna de las ciudades, debido a la escasez de información generada hasta el momento.

Ozono (O_3)

Los dos límites normados de protección a la salud de la población con respecto a ozono (1 y 8 horas) fueron superados de Monclova y Saltillo, en tanto que en Piedras Negras las concentraciones registradas a lo largo del año se mantuvieron por debajo de dichos límites. En Torreón el equipo de medición de ozono se reportó fuera de operación. El número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados de ozono fue de 2 en Monclova y 1 en Saltillo. En estos días, la calidad del aire alcanzó el calificativo de mala, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud.

En ninguna de las tres ciudades es posible establecer con claridad, el periodo del año 2020 en el que ocurrieron las mayores concentraciones de este contaminante, pues estas mostraron poca variación a lo largo del tiempo, así como por el hecho de que no se tuvo información para todos los meses del año. 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 2017 a 2020.

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

El límite normado de protección a la salud por monóxido de carbono se cumplió en Monclova y en Saltillo. En Piedras Negras y en Torreón los equipos de medición de este contaminante se reportaron fuera de operación.

Por su parte, el límite normado para dióxido de nitrógeno se cumplió en Monclova, Piedras Negras y Saltillo. En Torreón el equipo de medición de este contaminante se reportó fuera de operación.

Finalmente, con respecto al dióxido de azufre destaca que los dos límites normados de protección a la salud (1 y 24 horas), se cumplieron tanto en Piedras Negras como en Saltillo, en tanto que en Monclova al menos uno de ellos fue superado en 3 días, aunque ello no se refleja en incumplimiento de dicha norma debido a que esta evaluación se hace para un periodo de 3 años y en dicho periodo de tiempo no se contó con información suficiente para llevar a cabo tal evaluación.

A destacar

En 2020, Monclova presentó concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, ozono y dióxido de azufre, siendo las PM_{10} el contaminante que con mayor frecuencia supera el límite normado diario, seguido de ozono, $PM_{2.5}$ y SO_2. De ellos, sin embargo, sólo se pudo establecer incumplimiento de la norma de salud ambiental de PM_{10} y ozono.

En Saltillo, se registraron concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y ozono. Para los tres contaminantes, esto significó el incumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

En Piedras Negras, se registraron días con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10} y $PM_{2.5}$, pero debido al criterio de suficiencia de datos, esto no se vio reflejado en incumplimiento de la NOM.

En Torreón, sólo se dispuso de información para PM_{10} y esta mostró que, aunque se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24

horas en varios días, esto no se reflejó en incumplimiento de la NOM, por no contar con información suficiente para ello de acuerdo con los criterios definidos en la misma.

El número de días en que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire en la ciudad de Monclova fue de 55, en Piedras Negras 7, en Saltillo 20 y en Torreón 26.

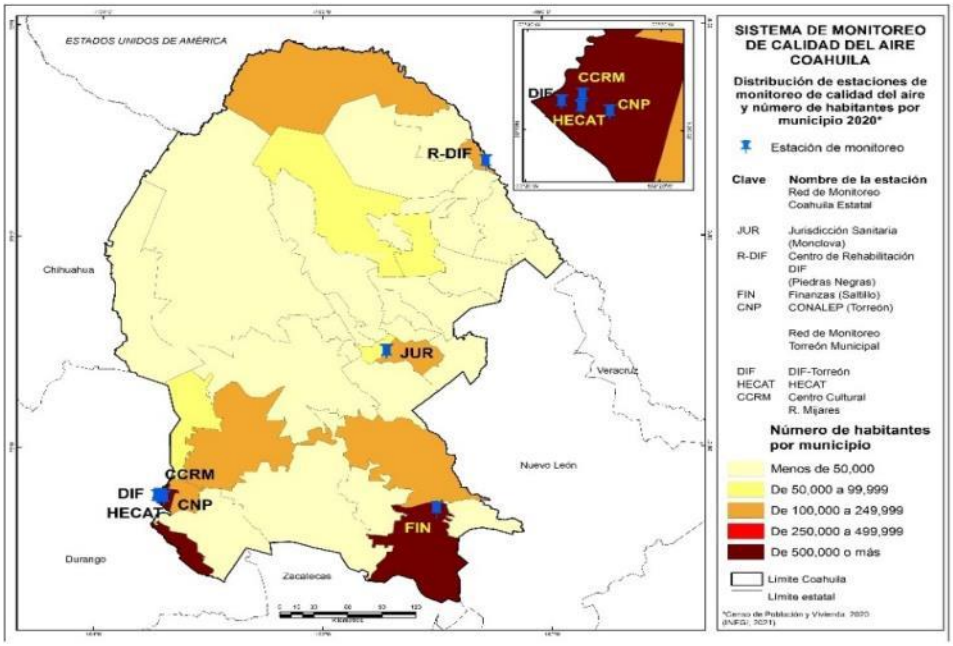
5.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 5.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2020 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 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, 2020.

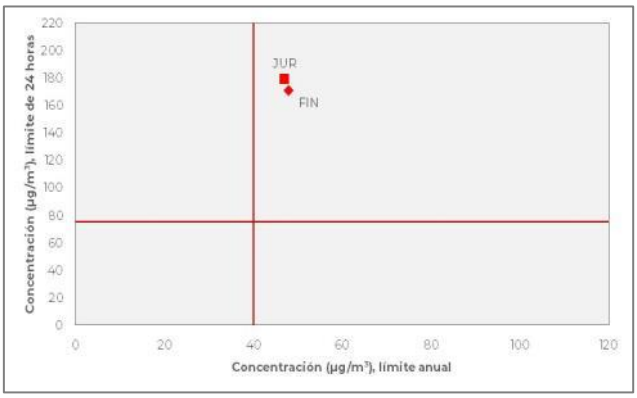


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Coahuila y la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.

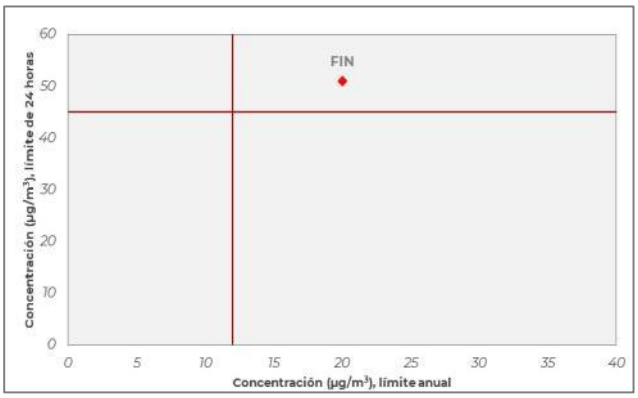
5.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

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 2020.

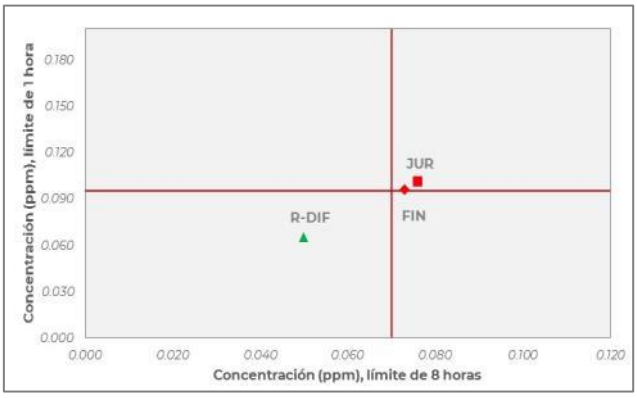
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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)



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

Tabla 5.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Coahuila (2020).

Contaminante	Límite normado		Monclova	Piedras Negras	Saltillo	Torreón			
			JUR	R-DIF	FIN	CNP	DIF	HECAT	CCRM
(1) PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	179	DI	171	FO	DI	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	47	DI	48	FO	DI	DI	DI
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	DI	51	FO	¤	¤	¤
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	DI	20	FO	¤	¤	¤
(2) O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.101	0.065	0.096	FO	¤	¤	¤
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.076	0.050	0.073	FO	¤	¤	¤
(3) CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI	FO	DI	FO	¤	¤	¤
(4) NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.041	0.017	0.079	FO	¤	¤	¤
(5) SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	FO	¤	¤	¤
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	DI	0.01	FO	¤	¤	¤

(1) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
(2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
(3) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
(4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
(5) NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

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

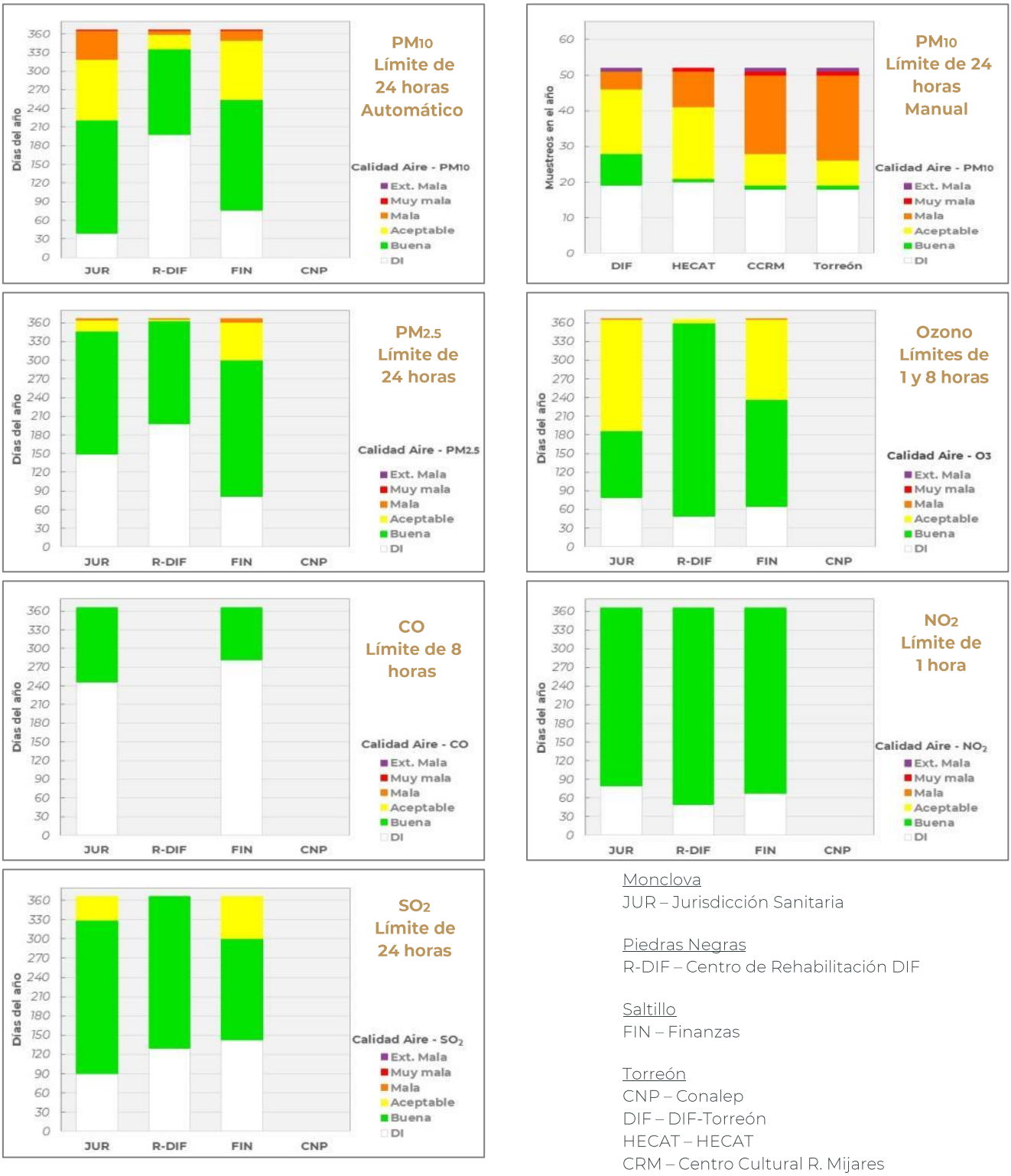
Tabla 5.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Coahuila.

Ciudad		Monclova	Piedras Negras	Saltillo	Torreón
PM_{10}	No. días con datos válidos	327	168	290	34
	No. días > 75 µg/m³	47	7	17	26
	% días > 75 µg/m³	14	4	6	77
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	217	168	285	FO
	No. días > 45 µg/m³	2	1	5	FO
	% días > 45 µg/m³	1	1	2	FO
O_3	No. días con datos válidos	288	319	302	FO
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	6	0	2	FO
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	2	0	1	FO
CO	No. días con datos válidos	120	FO	84	FO
	No. días > 11 ppm	0	FO	0	FO
	% días > 11 ppm	0	FO	0	FO
NO_2	No. días con datos válidos	286	317	298	FO
	No. días > 0.210 ppm	0	0	0	FO
	% días > 0.210 ppm	0	0	0	FO
SO_2	No. días con datos válidos	272	255	222	FO
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	3	0	0	FO
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	1	0	0	FO

FO = Fuera de operación.

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 2020.



Monclova
JUR – Jurisdicción Sanitaria

Piedras Negras
R-DIF – Centro de Rehabilitación DIF

Saltillo
FIN – Finanzas

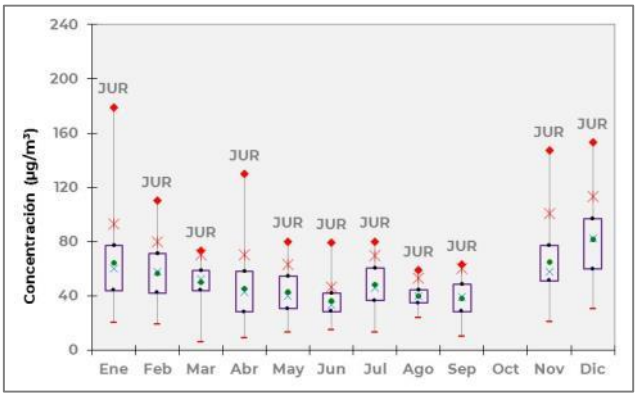
Torreón
CNP – Conalep
DIF – DIF-Torreón
HECAT – HECAT
CRM – Centro Cultural R. Mijares

5.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

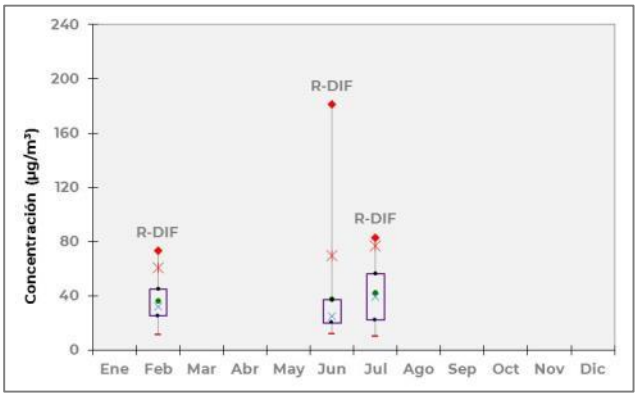
Figura 5.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Promedio de 24 horas

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

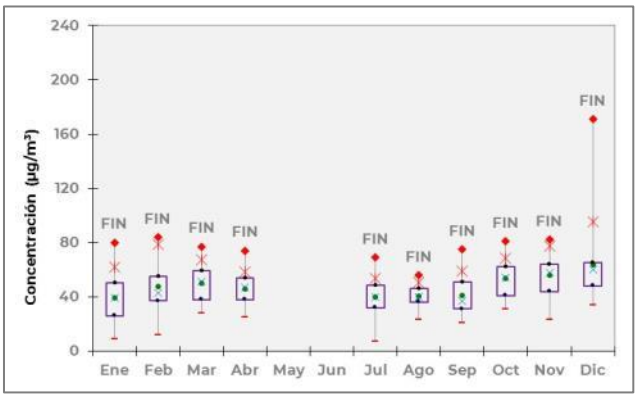


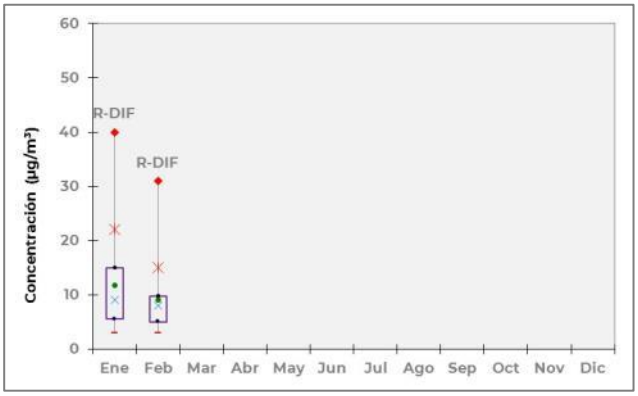
Figura 5.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Promedio de 24 horas

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

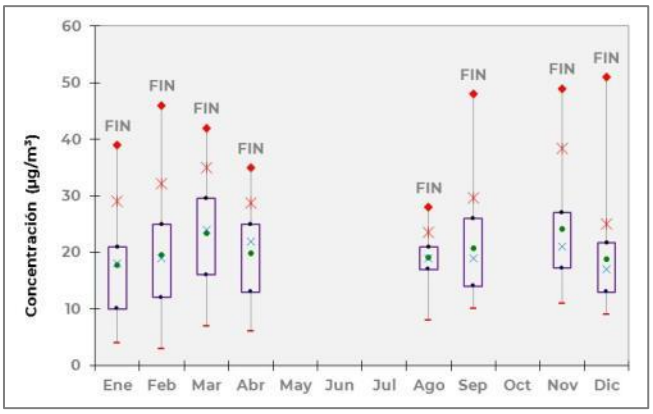
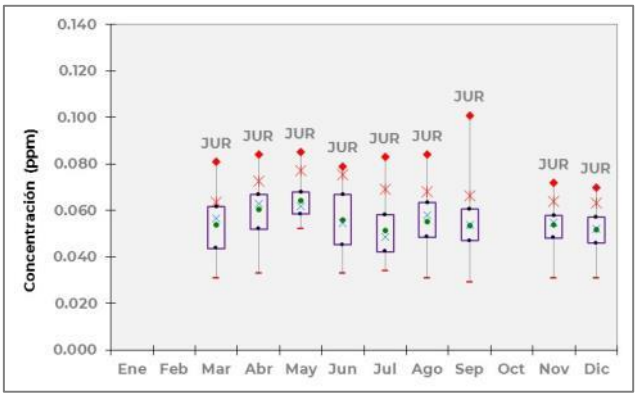


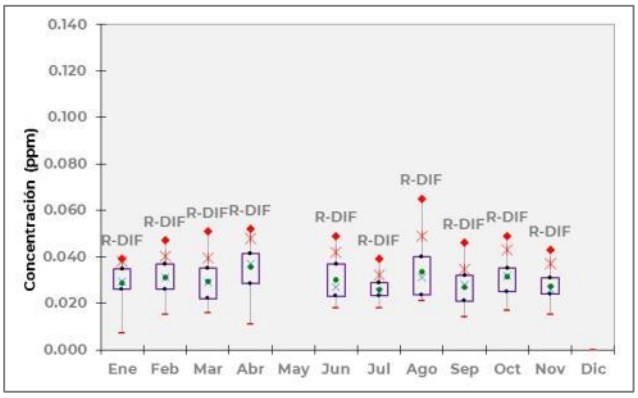
Figura 5.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Máximo diario de 1 hora

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

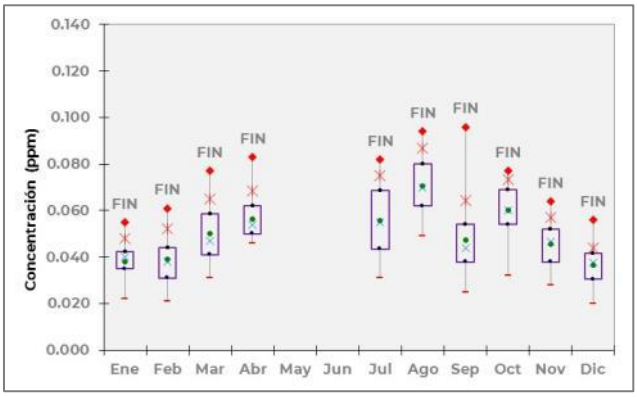
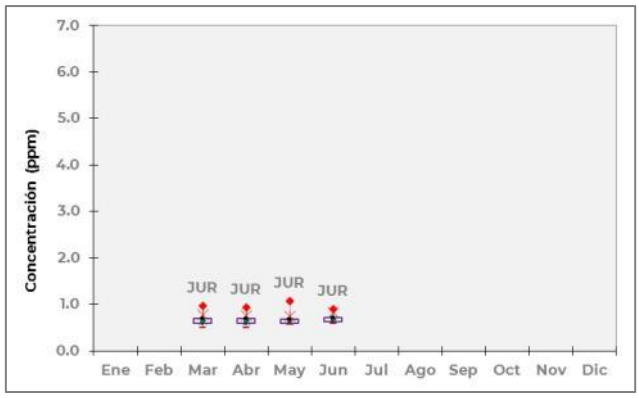


Figura 5.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Máximo diario de 8 horas

Monclova



Saltillo

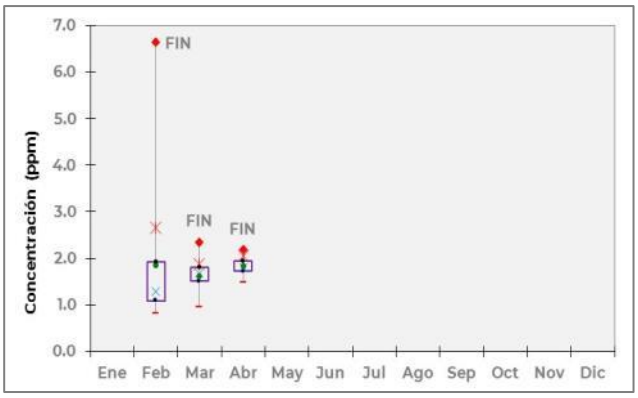


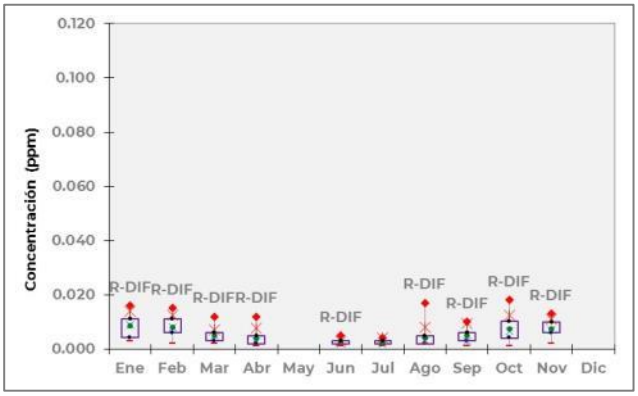
Figura 5.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Máximo diario de 1 hora

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

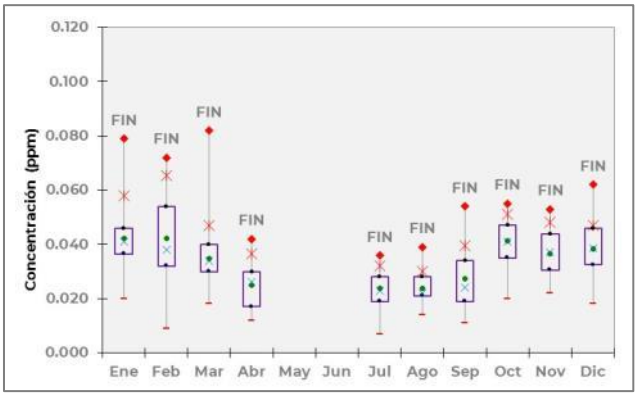
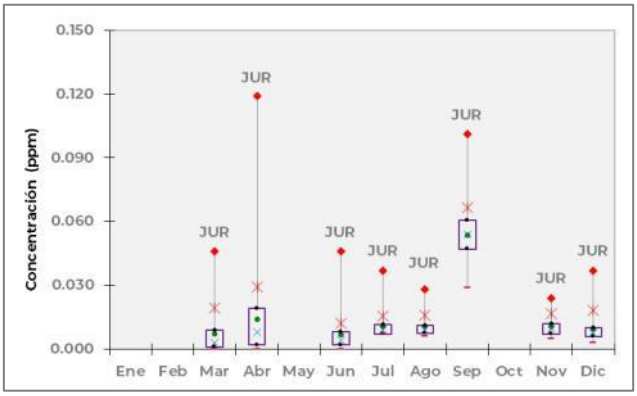


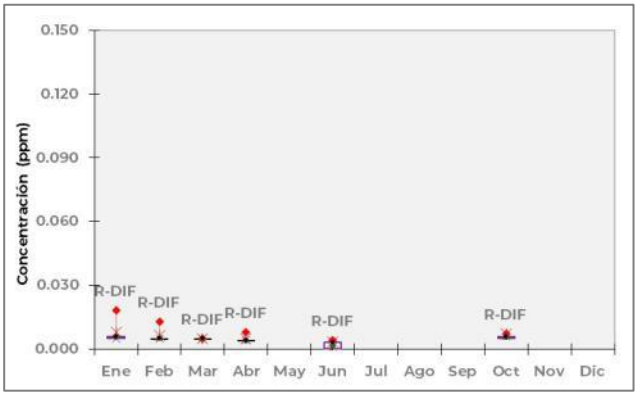
Figura 5.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Máximo diario de 1 hora.

Monclova



Piedras Negras



Saltillo

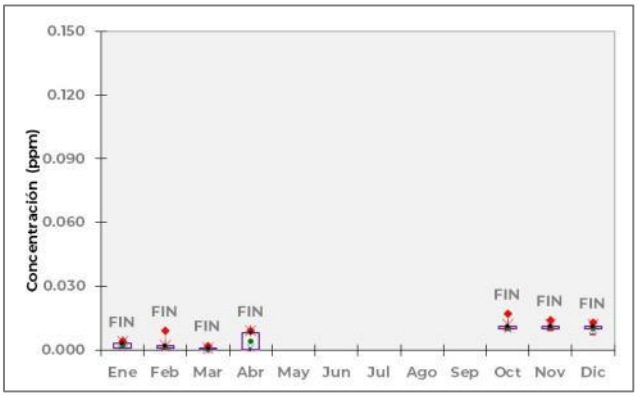
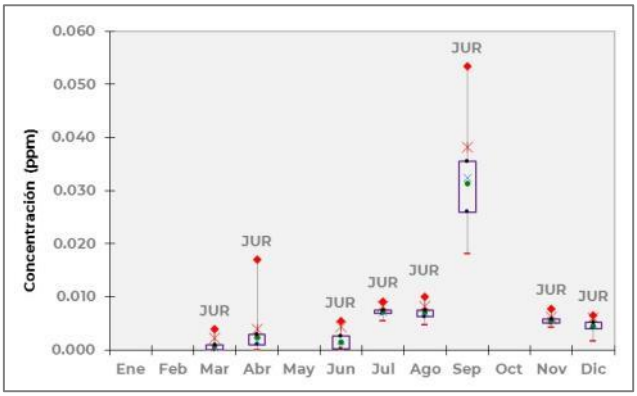


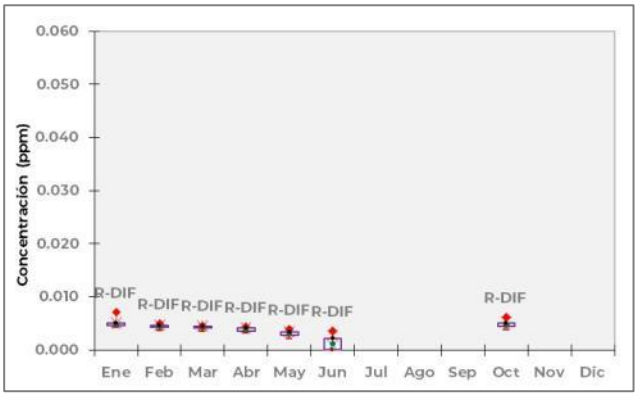
Figura 5.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Coahuila.

Promedio de 24 horas.

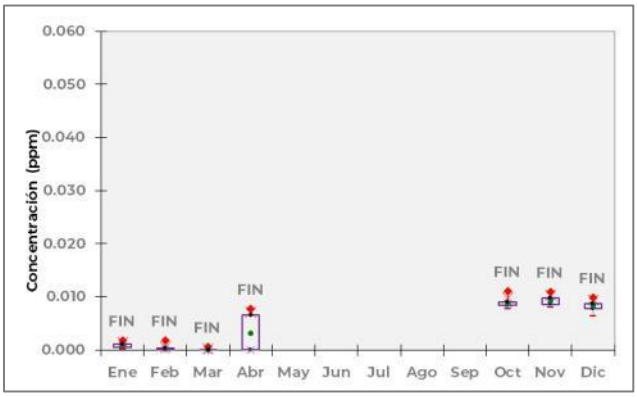
Monclova



Piedras Negras



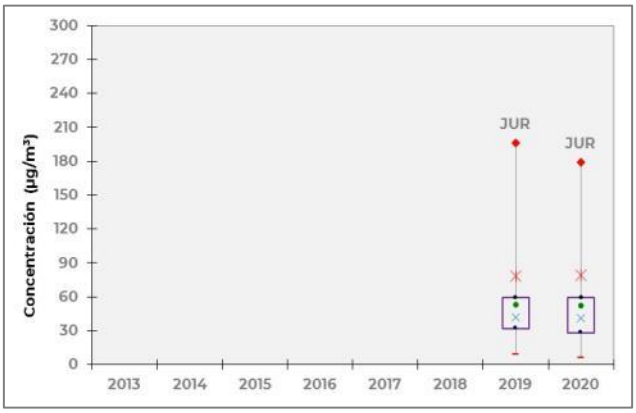
Saltillo



5.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN COAHUILA, EN EL PERIODO 2013 – 2020.

Figura 5.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

Monclova
(2015 – 2020)



Piedras Negras
(2015 – 2020)

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

Saltillo
(2015 – 2020)



Torreón
(2013 – 2020)

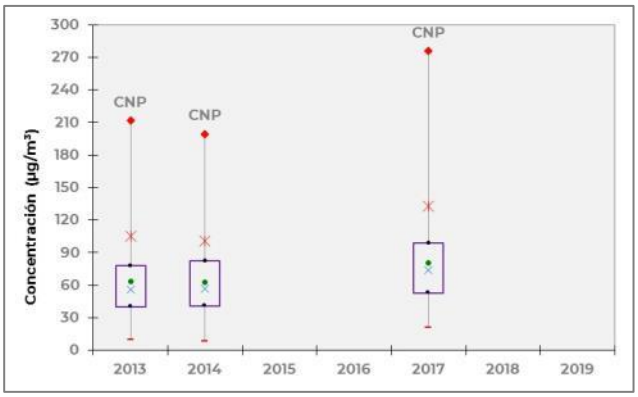


Figura 5.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

Saltillo
(2015 – 2020)

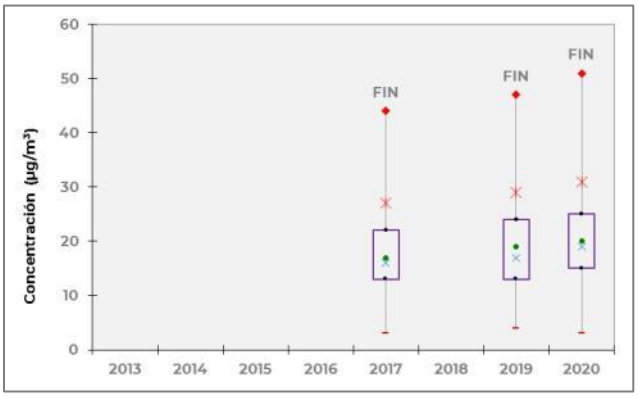
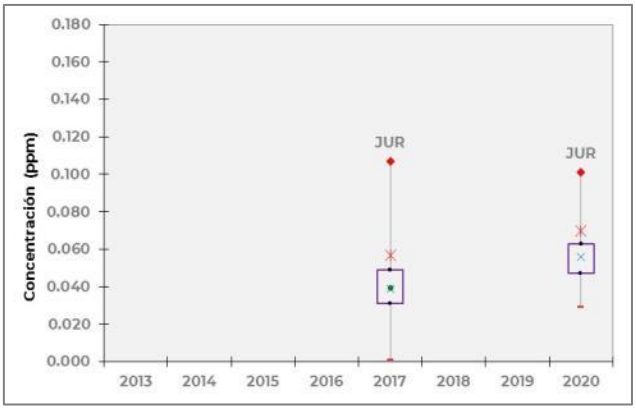
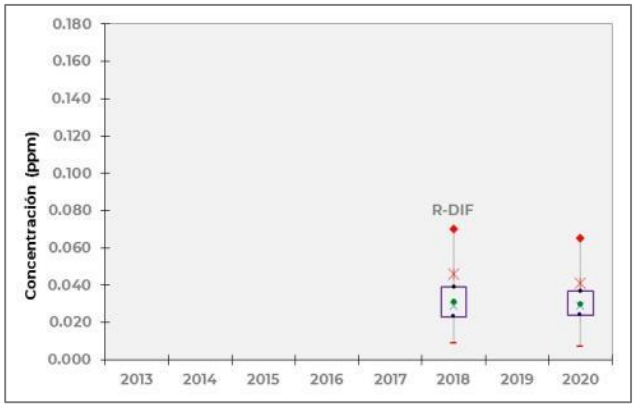


Figura 5.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

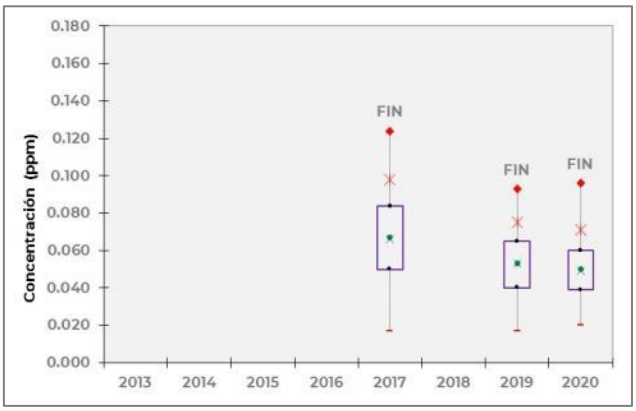
Monclova
(2015 – 2020)



Piedras Negras
(2015 – 2020)



Saltillo
(2015 – 2020)



Torreón
(2013 – 2020)

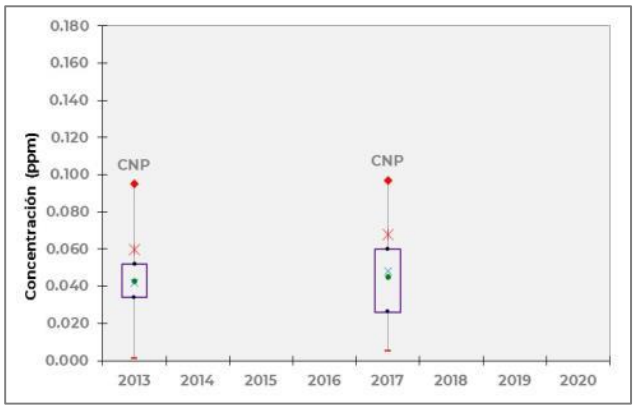


Figura 5.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

Saltillo
(2015 – 2020)

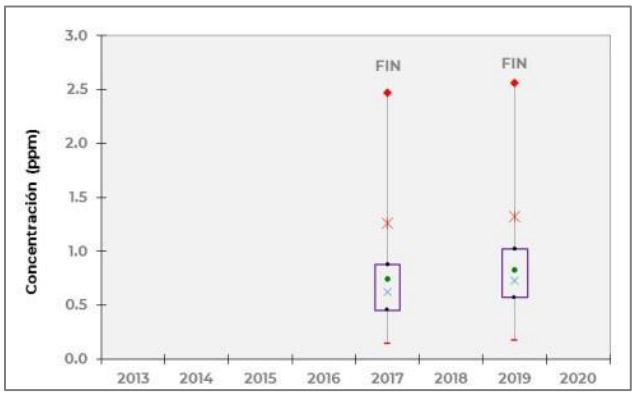
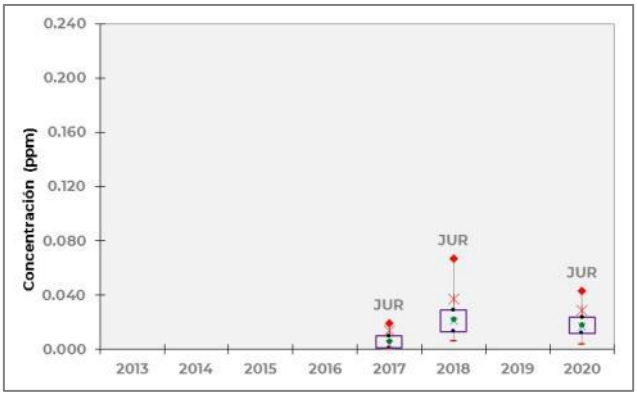
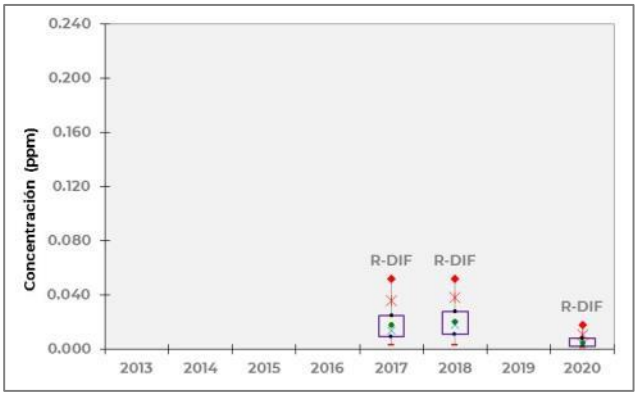


Figura 5.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

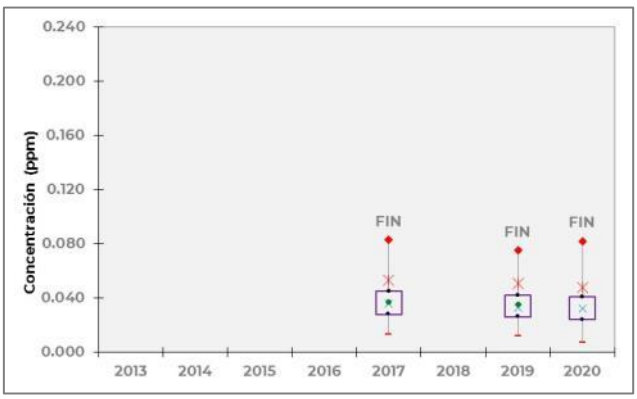
Monclova
(2015 – 2020)



Piedras Negras
(2015 – 2020)



Saltillo
(2015 – 2020)



Torreón
(2013 – 2020)

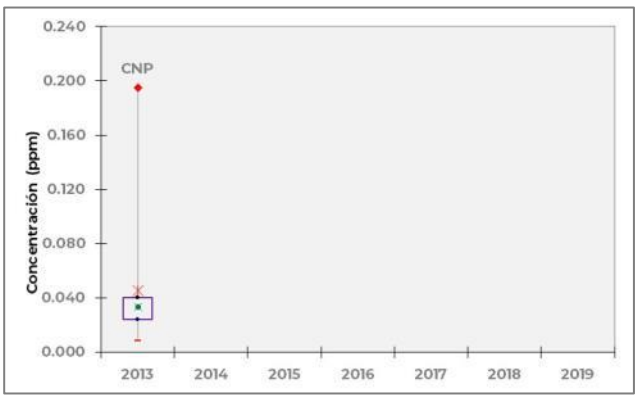
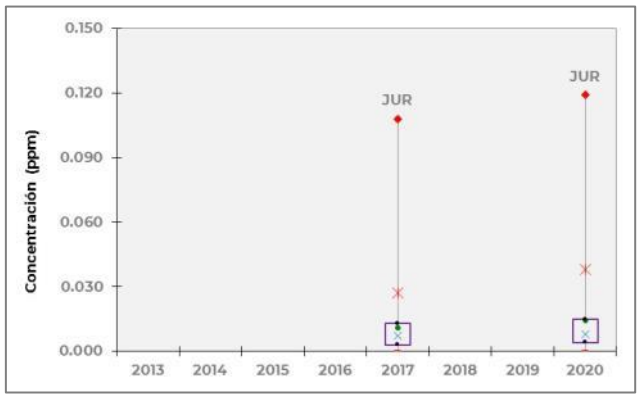
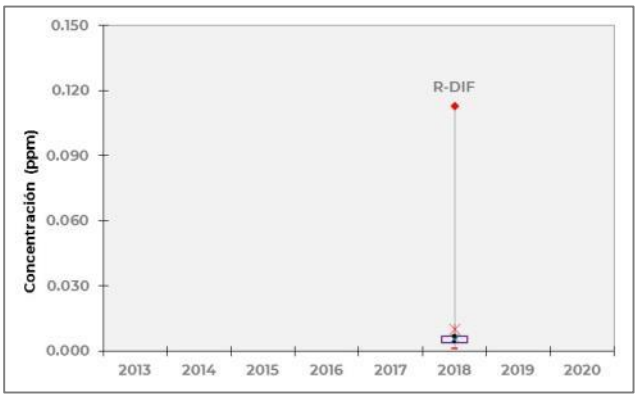


Figura 5.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, (Máximos) por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

Monclova
(2015 – 2020)



Piedras Negras
(2015 – 2020)



Torreón
(2013 – 2020)

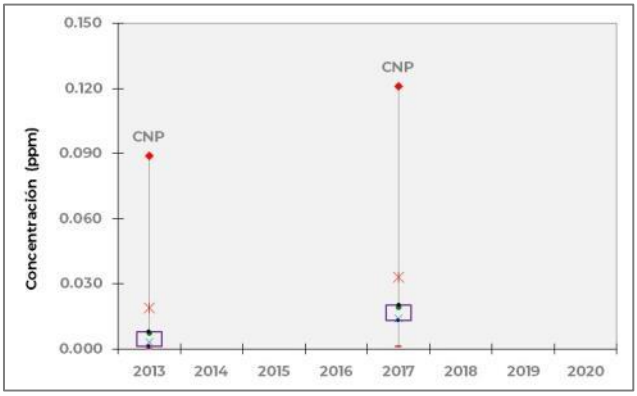
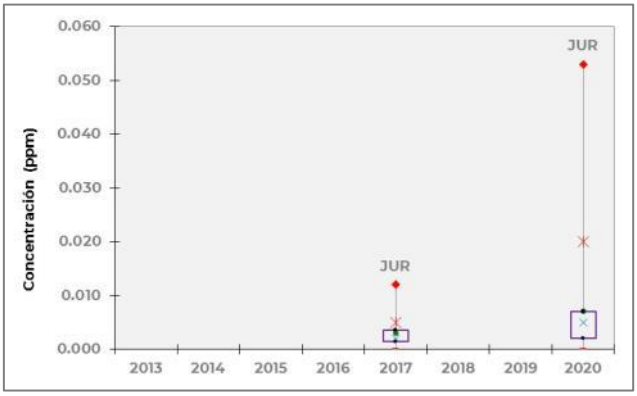
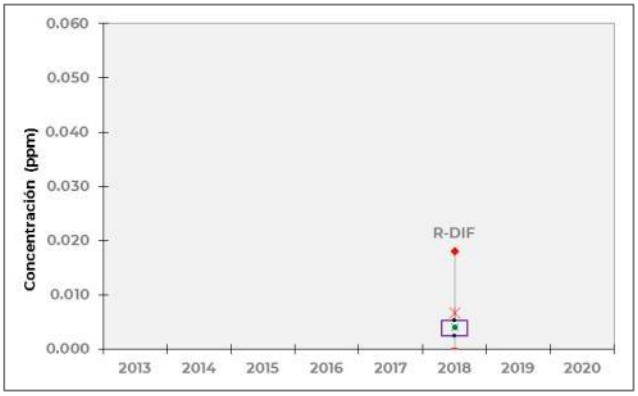


Figura 5.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedio de 24 horas), por ciudad, en Coahuila, en el periodo 2013 – 2020.

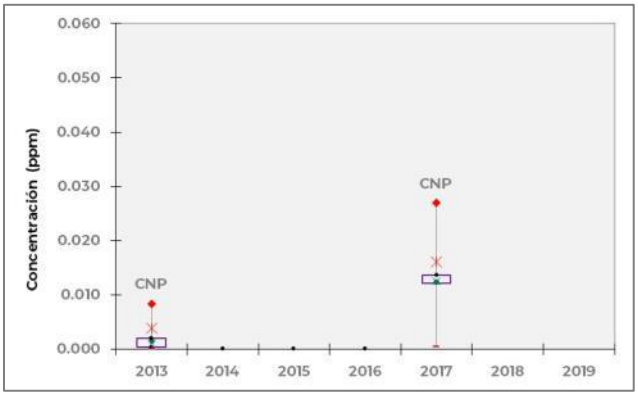
Monclova
(2015 – 2020)



Piedras Negras
(2015 – 2020)



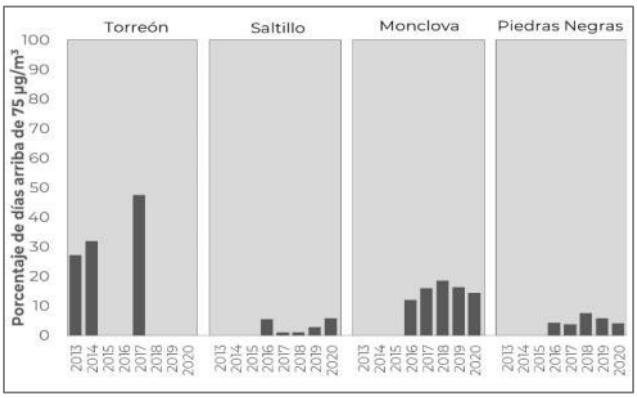
Torreón
(2013 – 2020)



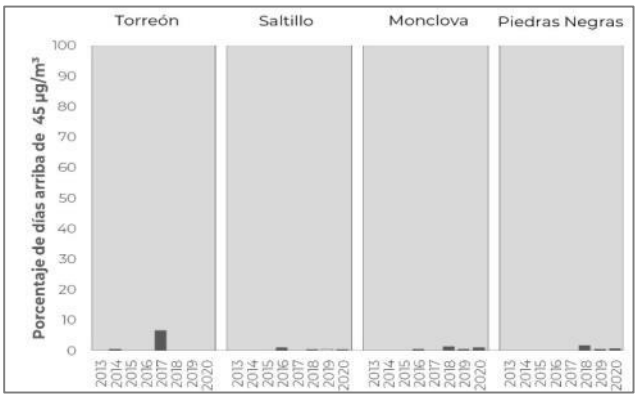
5.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 5.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2020.

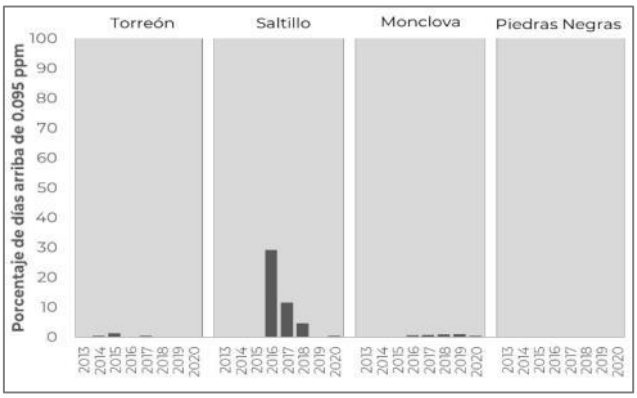
PM_{10} – Límite de 24 horas



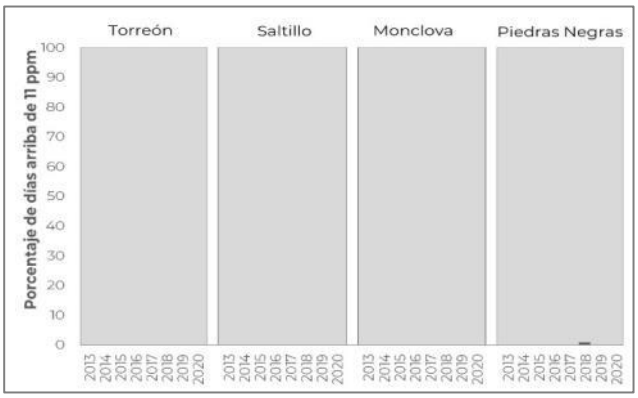
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas



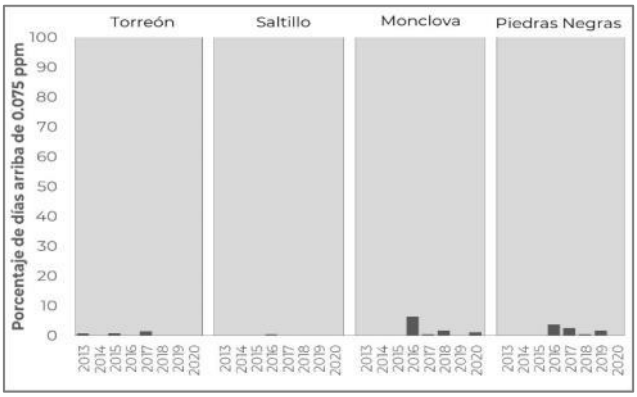
O_3 – Límite de 1 hora



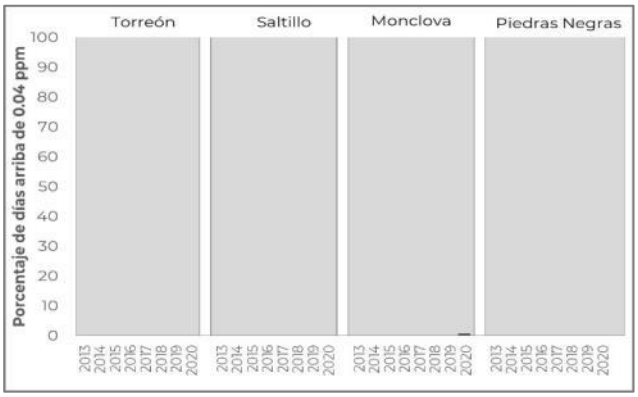
CO – Límite de 8 horas



SO_2 – Límite de 1 hora



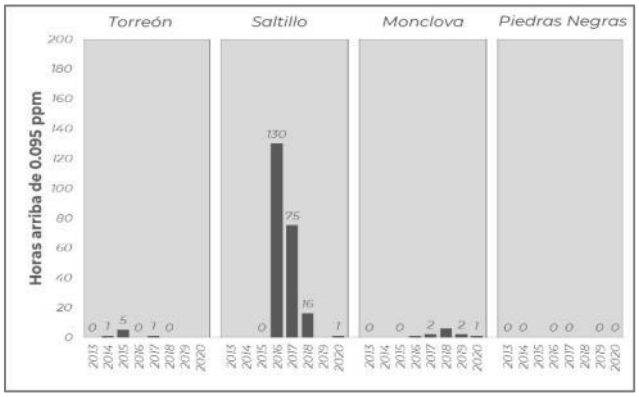
SO_2 – Límite de 24 horas



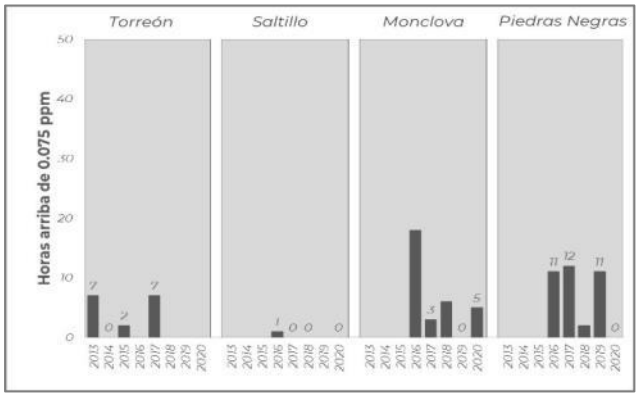
5.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 5.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2013 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2013 – 2020)



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

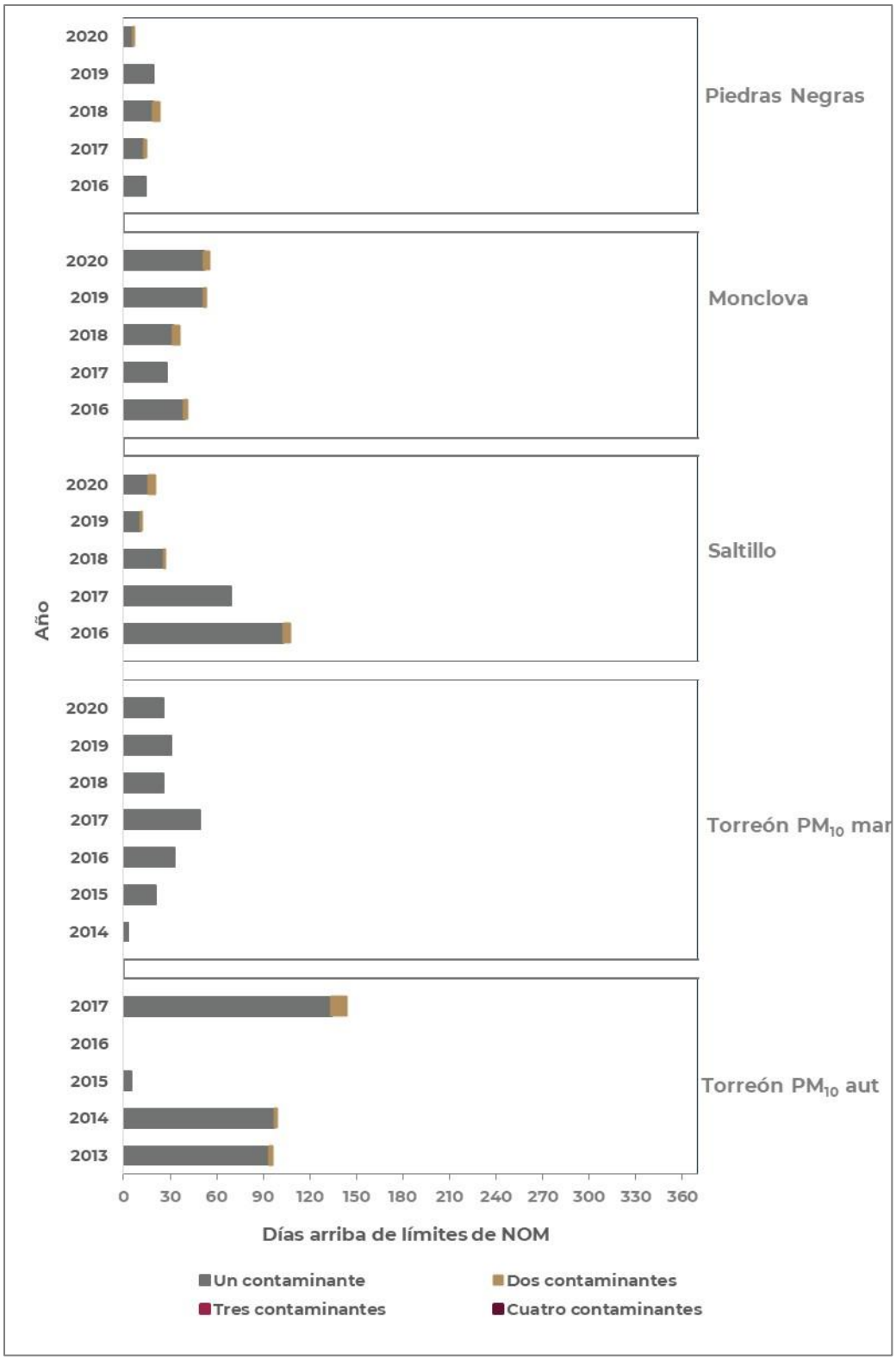
Tabla 5.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2020.

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	41	39	2	0	0
	2017	340	28	28	0	0	0
	2018	316	36	32	4	0	0
	2019	326	53	52	1	0	0
	2020	331	55	52	3	0	0
Piedras Negras	2016	269	14	14	0	0	0
	2017	337	15	13	2	0	0
	2018	338	23	19	4	0	0
	2019	298	19	19	0	0	0
	2020	327	7	6	1	0	0

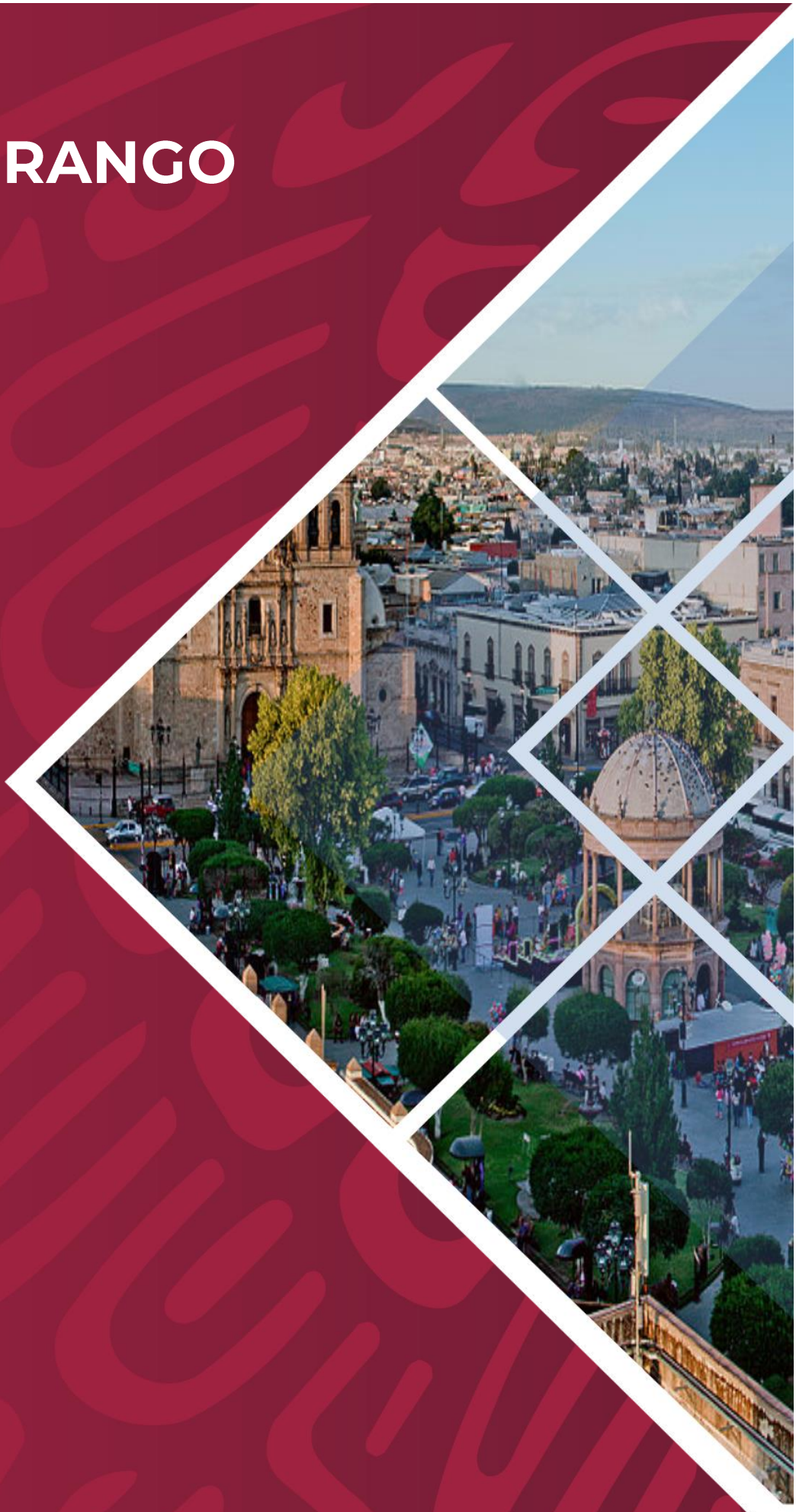
Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Saltillo	**2016**	282	107	103	4	0	0
	2017	363	69	69	0	0	0
	2018	300	27	26	1	0	0
	2019	350	12	11	1	0	0
	2020	303	20	16	4	0	0
Torreón PM_{10} automático	**2013**	354	96	94	2	0	0
	2014	310	99	97	2	0	0
	2015	155	5	5	0	0	0
	2016	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2017	325	144	134	10	0	0
	2018	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2019	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2020	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
	2020	34	26	26	0	0	0

FO = Fuera de operación

Figura 5.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2020.



Durango



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
DURANGO

En el año 2020, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Durango fue operado por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del gobierno del Estado y estuvo integrado por las redes de monitoreo de Durango, Gómez Palacio y Lerdo. Cada una de estas redes estuvo conformada por 6, 3 y 2 estaciones de monitoreo, respectivamente. Las Figuras 6.1 a 6.20 y las Tablas 6.1 a 6.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Los límites normados para la protección de la salud de la población con respecto a PM_{10}, se incumplieron en 2020 en las ciudades de Durango, Gómez Palacio y Lerdo. En todas las estaciones de monitoreo con información suficiente para evaluar el cumplimiento de NOM, se superó al menos uno de los límites normados. Las concentraciones más altas tanto como promedio de 24 horas como promedio anual se registraron en Gómez Palacio, seguido de Durango y Lerdo. En este mismo orden se registró el número de días del año 2020 con concentraciones promedio de 24 horas superiores al límite normado. En Gómez Palacio se registraron 186, en Lerdo 115 y en Durango 105, lo que representa entre el 51 y el 19% de los días del año. En las tres ciudades, en la mayoría de los días en que se superó el límite normado de 24 horas la calidad del aire fue calificada predominantemente como mala y de manera ocasional como muy mala, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud.

A lo largo del año, las concentraciones más altas se registraron entre octubre y diciembre en la ciudad de Durango, en diciembre en Gómez Palacio y entre enero y abril en el caso de Lerdo. En ninguna de las ciudades es posible establecer una tendencia clara respecto al comportamiento de las concentraciones de PM_{10} a lo largo de los años, ni sobre el número de días por año con concentraciones superiores al límite normado actual. Se aprecia una pequeña variación aleatoria en ambos indicadores.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

En 2020, las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, sólo fueron medidas en Durango y los dos límites normados de protección a la salud de la población fueron superados en al menos una estación de monitoreo. En Gómez Palacio y en Lerdo las estaciones que miden este contaminante se reportaron fuera de

operación. En general, se identificaron 8 días en los cuales el límite normado de 24 horas fue superado a lo largo del año. En 6 de estos días la calidad del aire se calificó como mala y en 2 más como muy mala.

Las concentraciones más elevadas de este contaminante en Durango se registraron entre octubre y diciembre. En cuanto a la tendencia a lo largo de los años, esta muestra un comportamiento bastante estable con variaciones poco significativas en indicadores como el promedio y el percentil 75.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se cumplió en Durango, Gómez Palacio y Lerdo. En las tres ciudades este contaminante sólo generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de NOM en una estación de monitoreo en cada una de ellas y en los tres casos, los registros de concentración reportados muestran niveles inferiores a los límites normados de protección a la salud, tanto como promedio de 1 hora, como promedio móvil de 8 horas. En general, en la gran mayoría de los días del año la calidad del aire fue buena y ocasionalmente aceptable, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de ozono, como promedio de 1 hora, se presentaron en los meses de marzo a julio en Durango, de marzo a junio en Gómez Palacio y de marzo a agosto en Lerdo. Por otro lado, destaca que, en Durango, las concentraciones registradas en 2020 fueron significativamente menores a las reportadas para el periodo 2014 a 2016.

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 las estaciones de monitoreo de Durango y Gómez Palacio. En el caso de Lerdo, una estación de monitoreo que mide estos tres contaminantes se reportó fuera de operación, en tanto que la otra estación de monitoreo no generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de normas correspondientes.

A destacar

Durango aparece nuevamente en un Informe Nacional de Calidad del Aire generado por el INECC, después de varios años de ausencia. El reporte más reciente, previo al actual, data del año 2014. El reporte de la información de calidad del aire es un instrumento fundamental en el proceso de gestión de la calidad del aire de un lugar. En este sentido, la información reportada para el año

2020, sin duda será de gran utilidad para las autoridades locales, tanto para el seguimiento como para la evaluación de las medidas de control de emisiones que se han venido instrumentando a través de los años.

Por otra parte, destaca que el 2020 es uno de los años con menos días en que se ha registrado el incumplimiento de algún límite normado para cualquiera de los contaminantes evaluados en la ciudad de Durango, en tanto que en Gómez Palacio los días en esta condición se incrementaron en 2020, respecto a los registros de años anteriores.

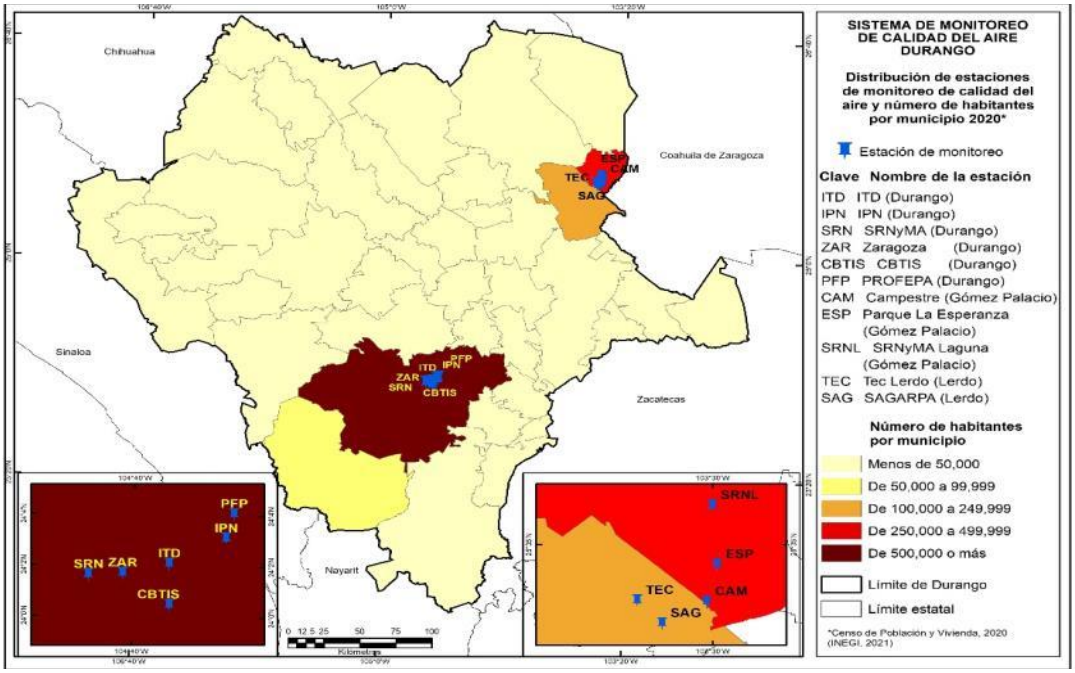
6.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 6.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Durango en el año 2020 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
Durango	**ITD**	ITD	Automático (2006)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	IPN	IPN	Automático (2010)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SRN	SRN	Automático (2010)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Zaragoza	ZAR	Manual (2006)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	CBTIS	CBTIS	Manual (2006)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	PROFEPA	PFP	Manual (2006)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Gómez Palacio	**Campestre**	CAM	Automático (2005)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Parque La Esperanza	ESP	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SRNyMA	SRNL	Manual (2006)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Lerdo	**Tec Lerdo**	TEC	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SAGARPA	SAG	Automático (2010)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = 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 Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

Figura 6.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Durango, 2020.

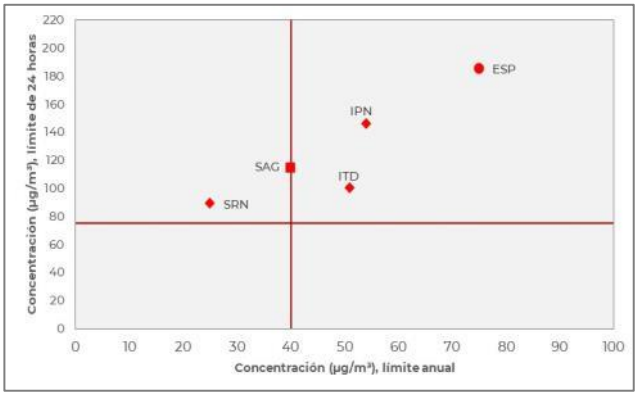


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

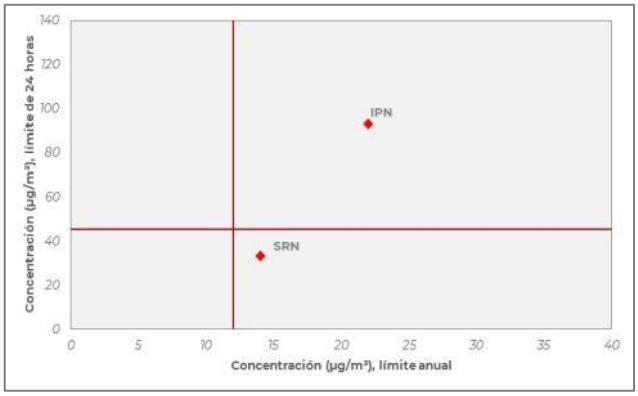
6.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 6.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Durango, en el año 2020.

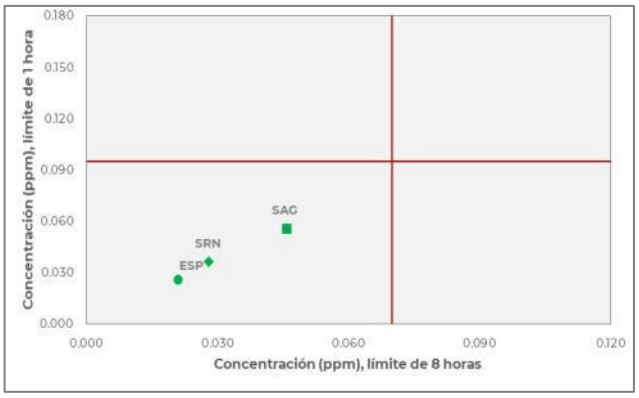
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



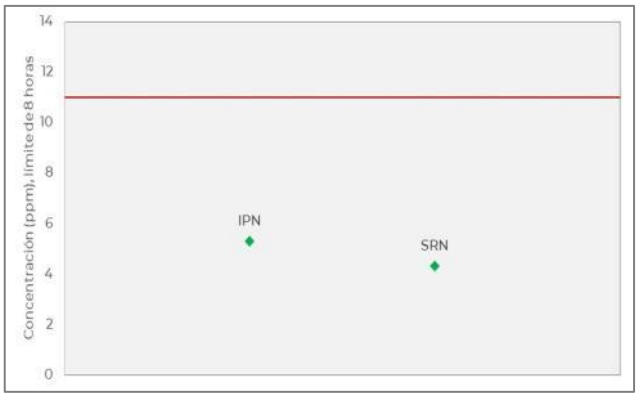
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



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)



♦ Durango
IPN – IPN
ITD – ITD
SRN – SRN

■ Lerdo
SAG–SAGARPA
TEC – Tecnológico de Lerdo

● Gómez Palacio
CAM – Campestre
ESP – Parque La Esperanza

Tabla 6.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Durango (2020).

Contaminante	Límite normado		Durango			Gómez Palacio		Lerdo	
			IPN	ITD	SRN	CAM	ESP	SAG	TEC
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	146	100	89	DI	185	114	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	54	51	25	DI	75	40	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	93	FO	33	FO	FO	FO	FO
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	22	FO	14	FO	FO	FO	FO
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	DI	DI	0.036	FO	0.026	0.055	FO
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	DI	DI	0.028	FO	0.021	0.046	FO
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	5.3	FO	4.3	DI	FO	FO	FO
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	0.007	DI	0.048	FO	FO	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	DI	DI	DI	FO
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	0.01	DI	DI	0.00	DI	FO

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

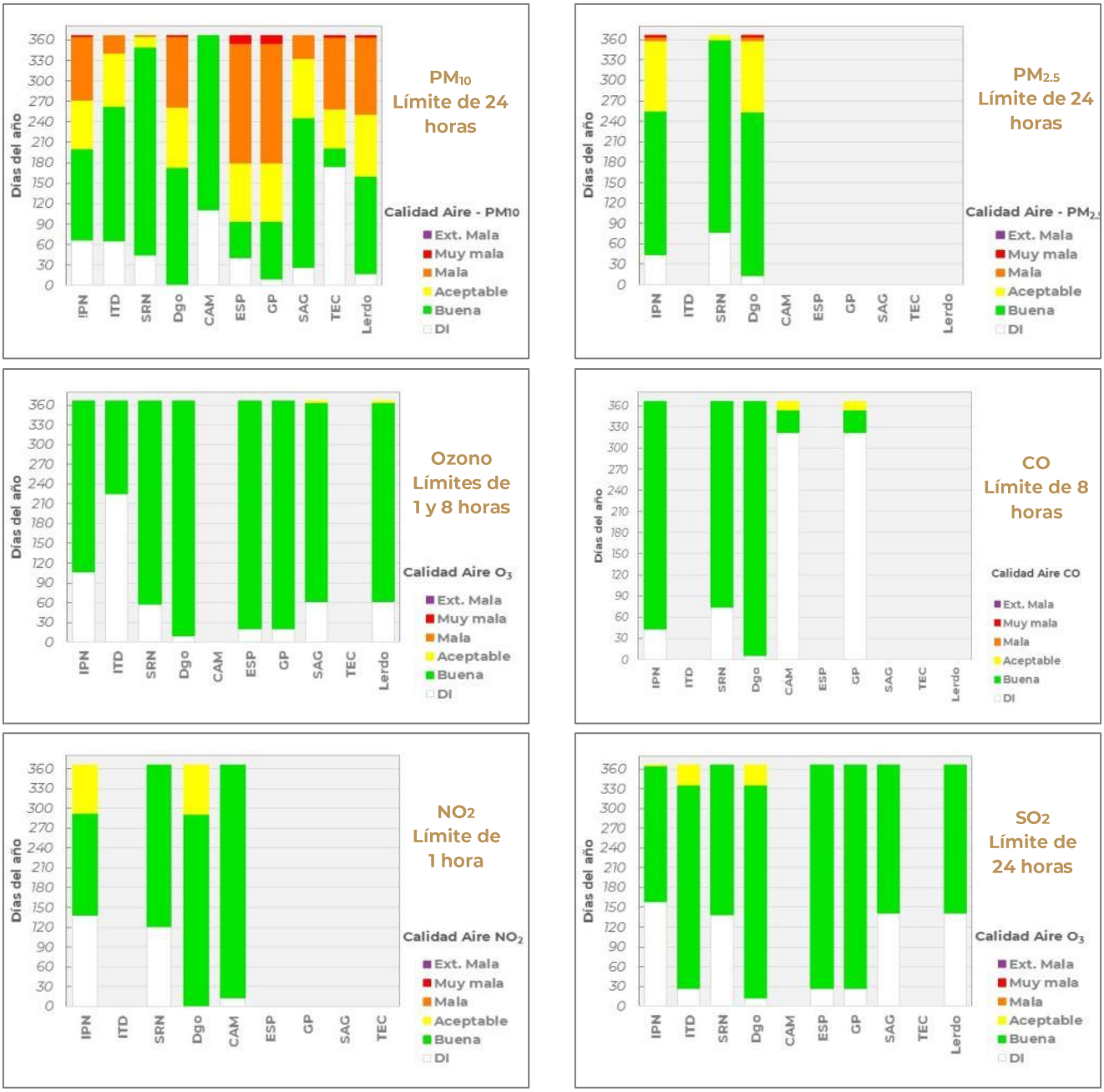
Tabla 6.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Durango.

Ciudad		Durango	Gómez Palacio	Lerdo
PM_{10}	No. días con datos válidos	366	366	349
	No. días > 75 µg/m³	105	186	115
	% días > 75 µg/m³	29	51	33
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	353	FO	FO
	No. días > 45 µg/m³	8	FO	FO
	% días > 45 µg/m³	2	FO	FO
O_3	No. días con datos válidos	356	346	305
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	0	0	0
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	0	0	0
CO	No. días con datos válidos	366	44	FO
	No. días > 11 ppm	0	0	FO
	% días > 11 ppm	0	0	FO
NO_2	No. días con datos válidos	366	353	FO
	No. días > 0.210 ppm	0	0	FO
	% días > 0.210 ppm	0	0	FO
SO_2	No. días con datos válidos	354	339	225
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0	0	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0	0	0

FO = Fuera de operación.

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 Durango, en el año 2020.



Durango
IPN – IPN
ITD – ITD
SRN – SRN
Lerdo
SAG – SAGARPA
TEC – Tecnológico de Lerdo

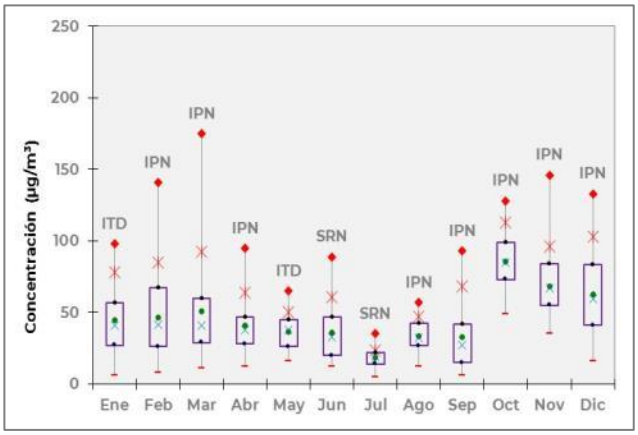
Gómez Palacio
CAM – Campestre
ESP – Parque La Esperanza

6.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

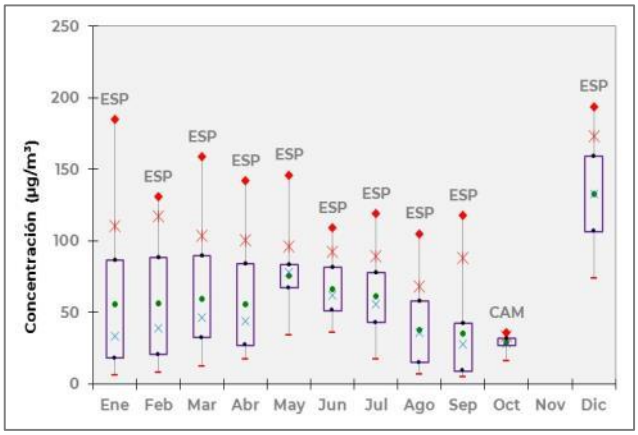
Figura 6.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Promedio de 24 horas

Durango



Gómez Palacio



Lerdo

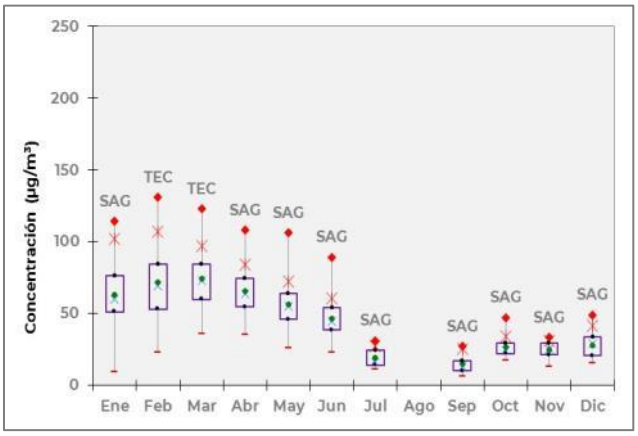


Figura 6.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Promedio de 24 horas

Durango

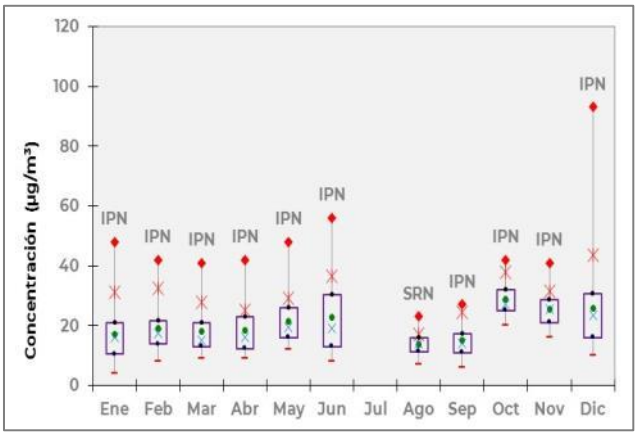
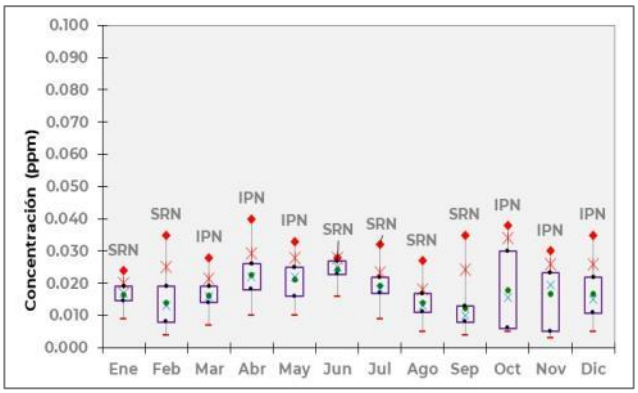


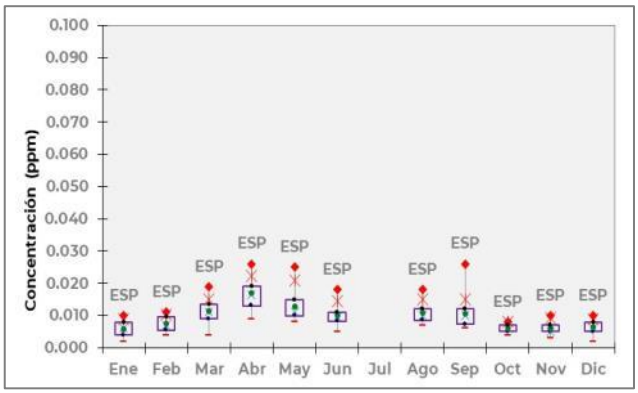
Figura 6.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Máximo diario de 1 hora

Durango



Gómez Palacio



Lerdo

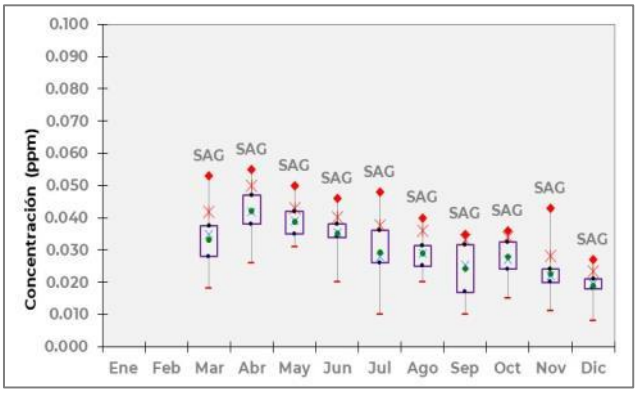
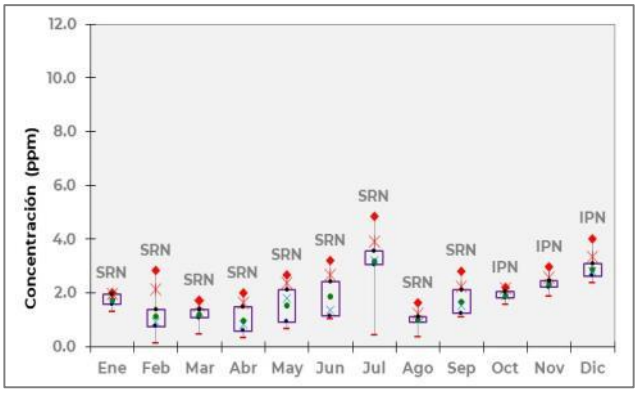


Figura 6.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Máximo diario de 8 horas

Durango	Gómez Palacio



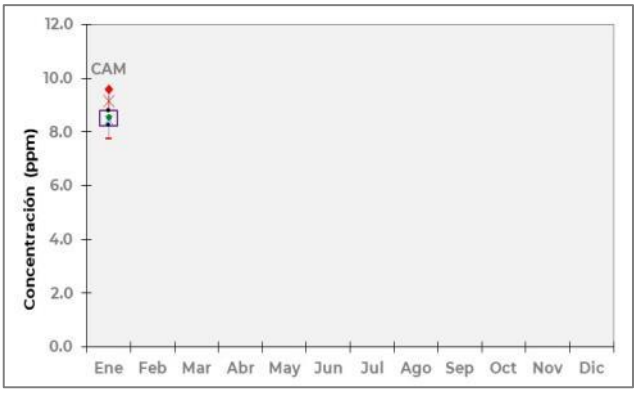
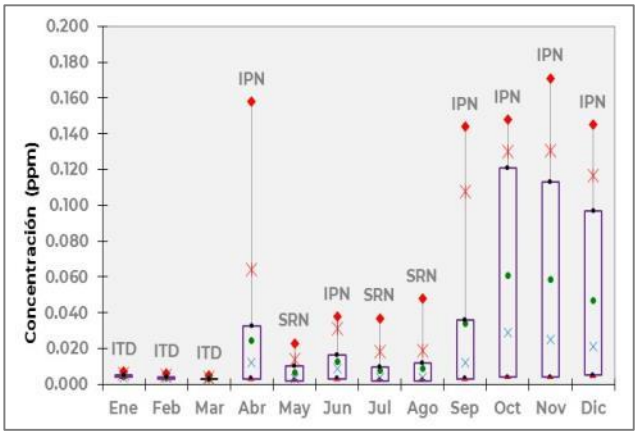


Figura 6.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Máximo diario de 1 hora

Durango	Gómez Palacio



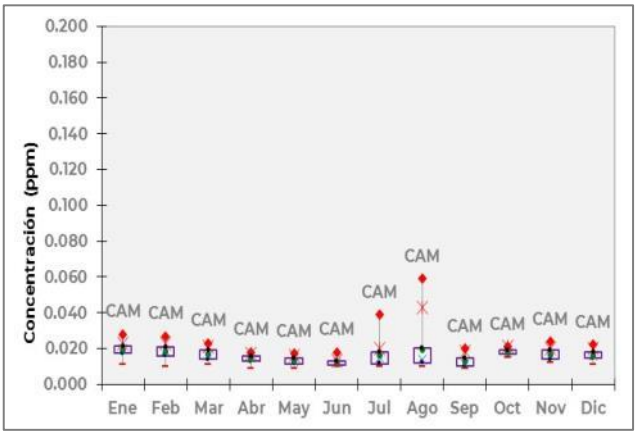
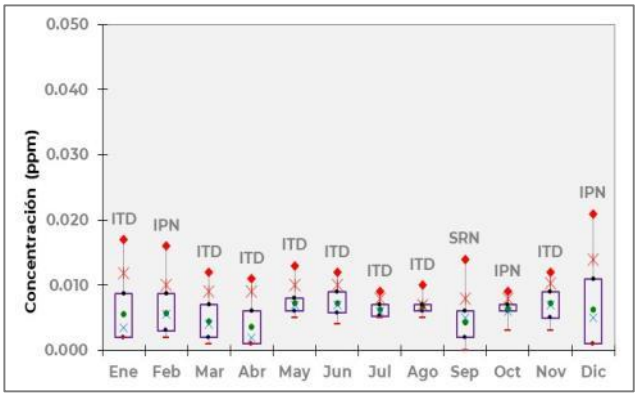


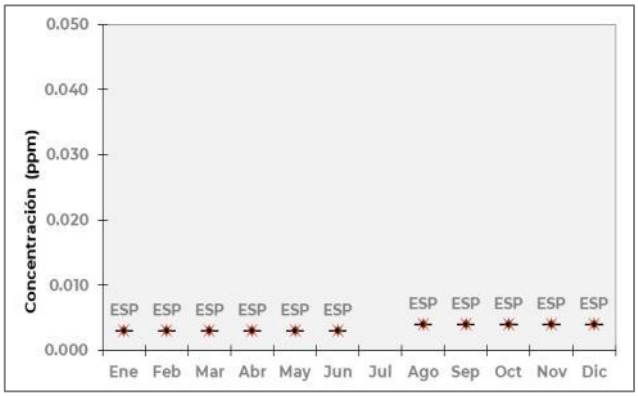
Figura 6.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Máximo diario de 1 hora

Durango



Gómez Palacio



Lerdo

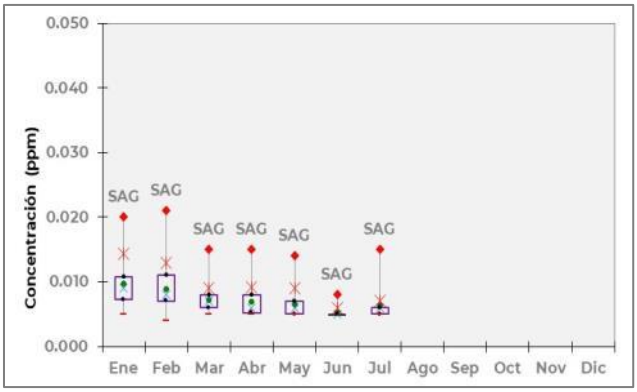
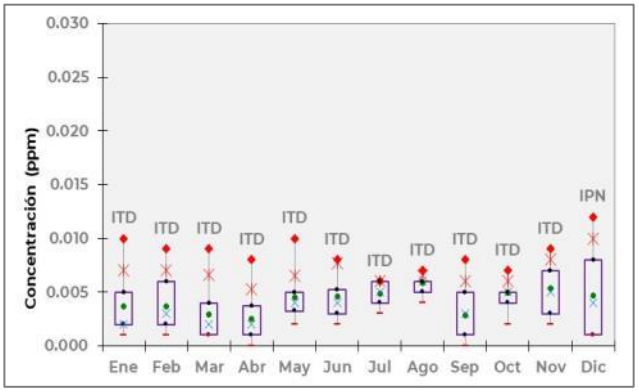


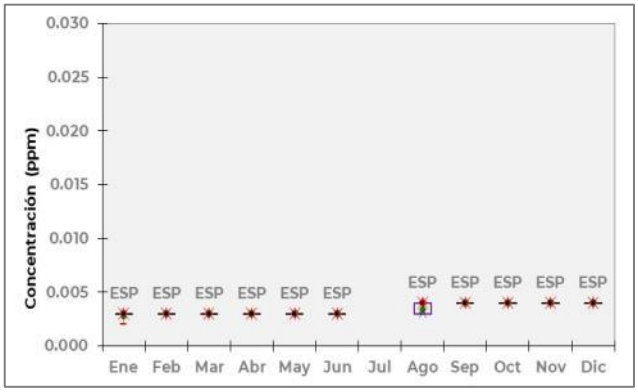
Figura 6.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Durango.

Promedio de 24 horas

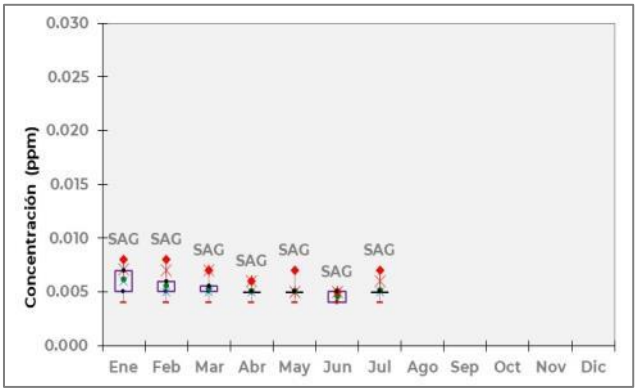
Durango



Gómez Palacio



Lerdo



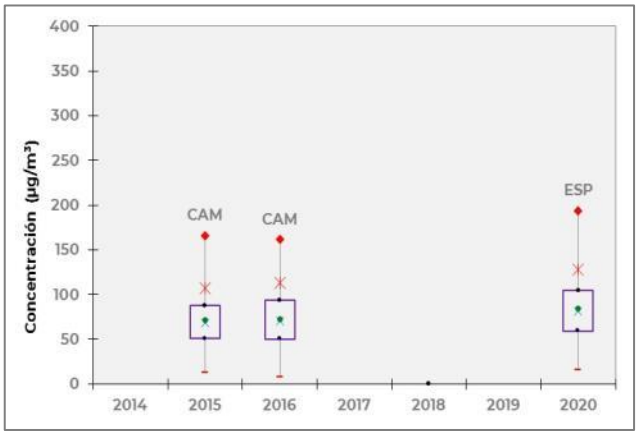
6.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN DURANGO EN EL PERIODO 2014 – 2020.

Figura 6.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango
(2014-2020)



Gómez Palacio
(2014-2020)



Lerdo
(2014-2020)

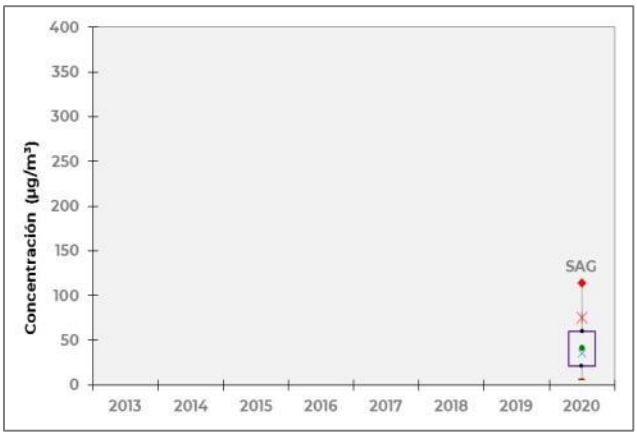


Figura 6.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango
(2014-2020)

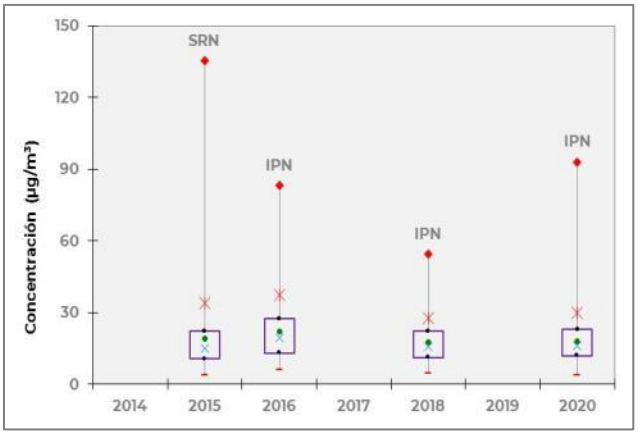
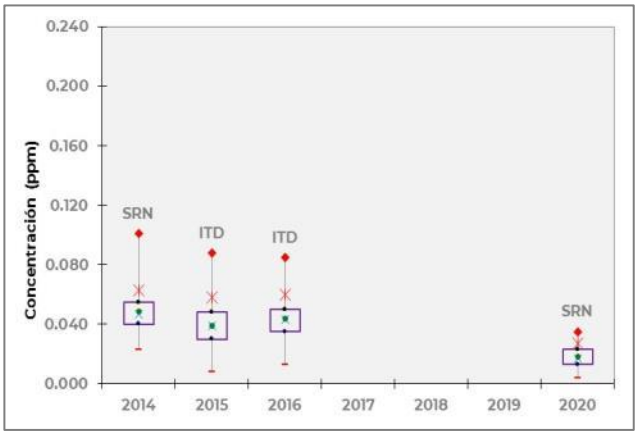
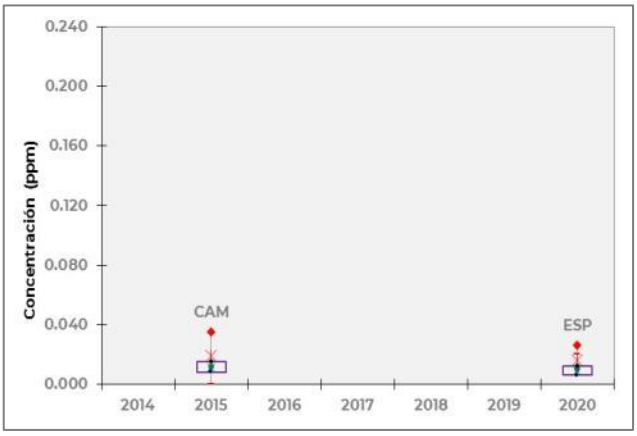


Figura 6.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango
(2014-2020)



Gómez Palacio
(2014-2020)



Lerdo
(2014-2020)

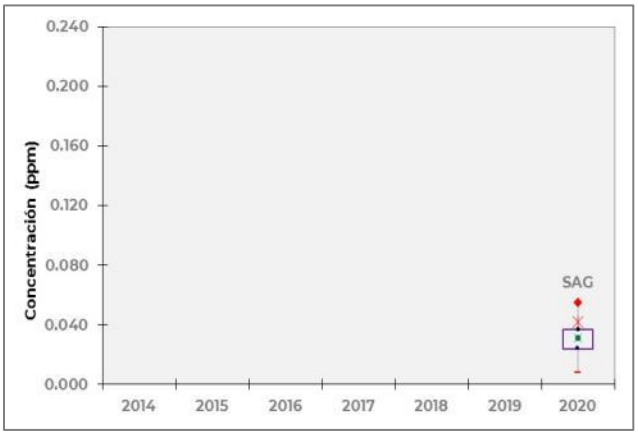


Figura 6.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango
(2014-2020)

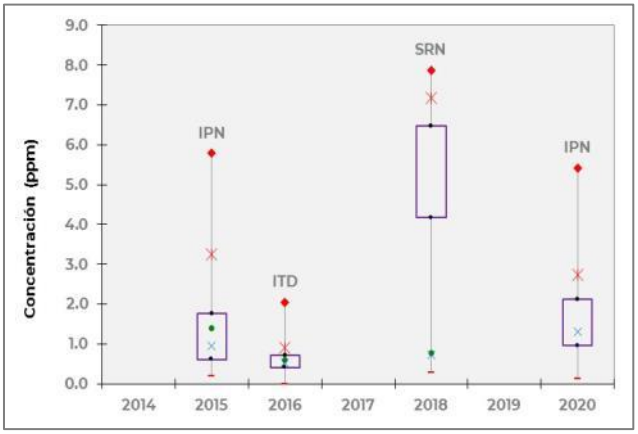
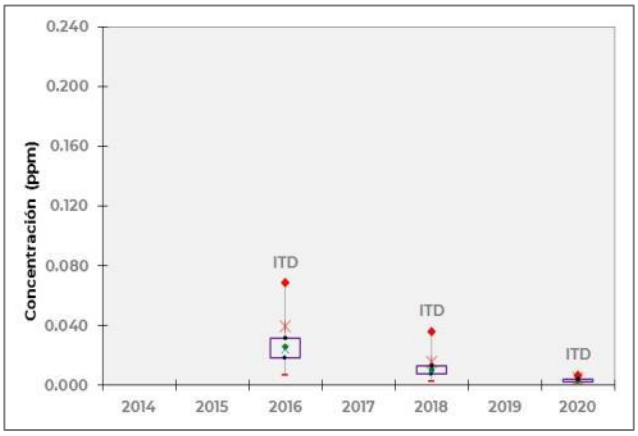


Figura 6.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango
(2014-2020)



Gómez Palacio
(2014-2020)

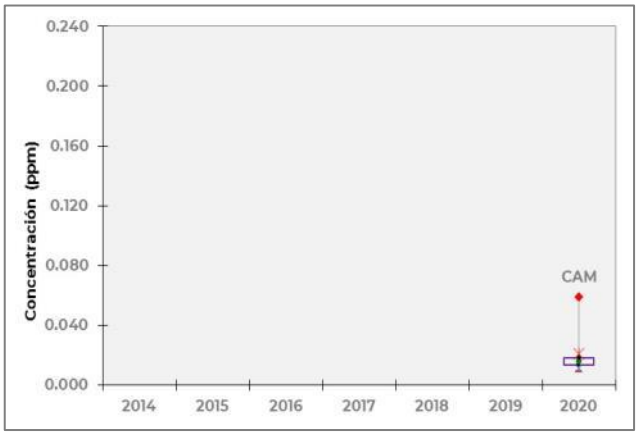
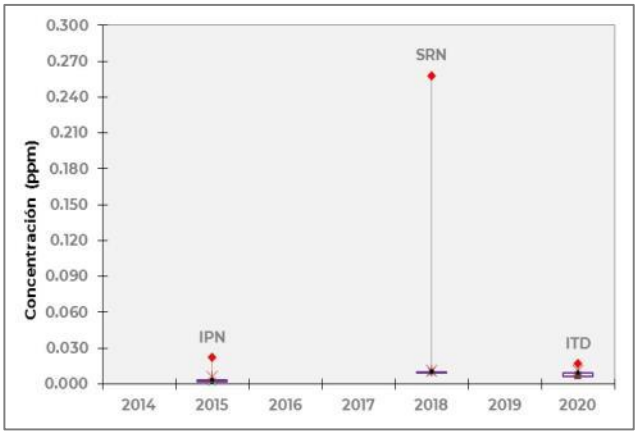


Figura 6.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango (2014-2020)	Gómez Palacio (2014-2020)



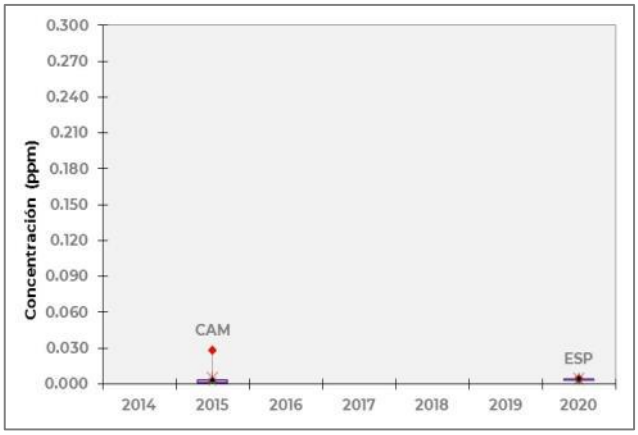
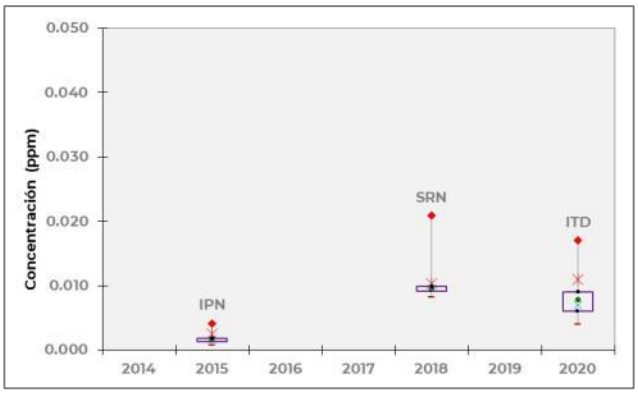
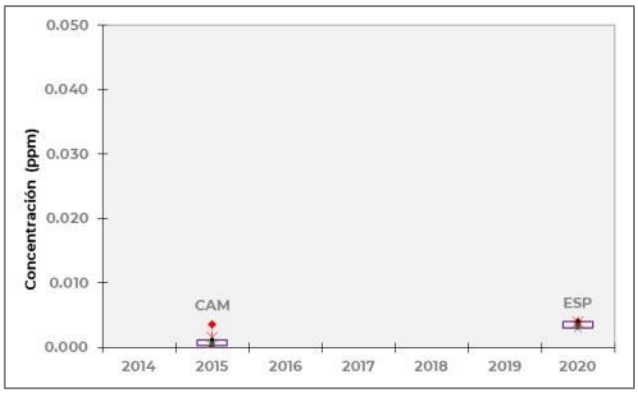


Figura 6.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en Durango, en el periodo 2014 – 2020.

Durango (2014-2020)	Gómez Palacio (2014-2020)

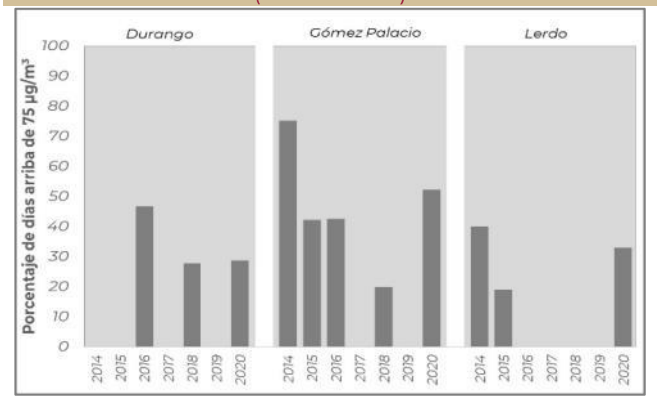




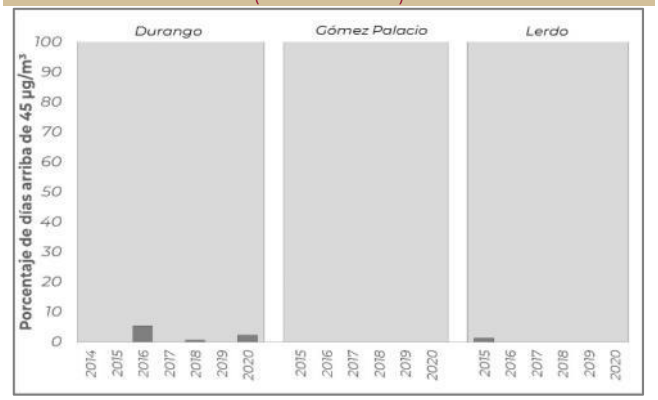
6.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 6.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2020.

PM_{10} – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



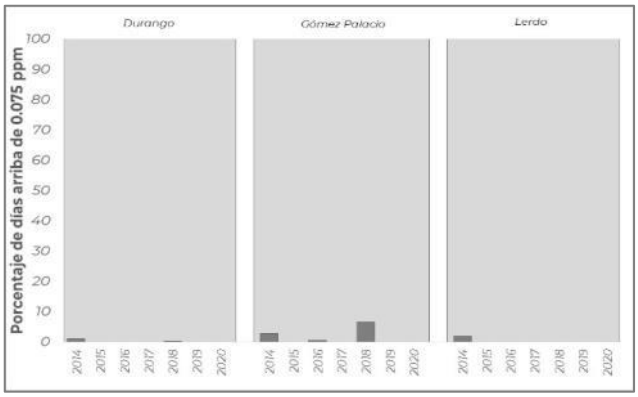
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



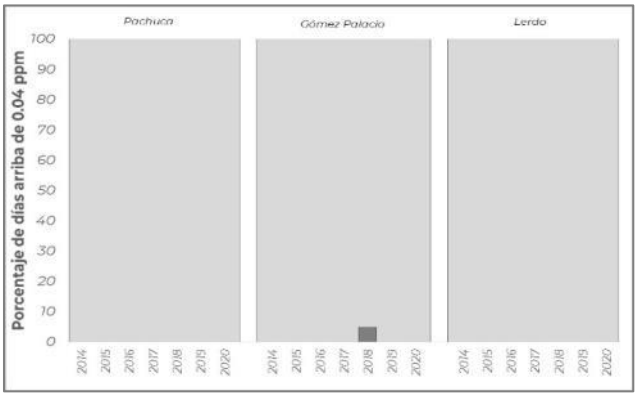
O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



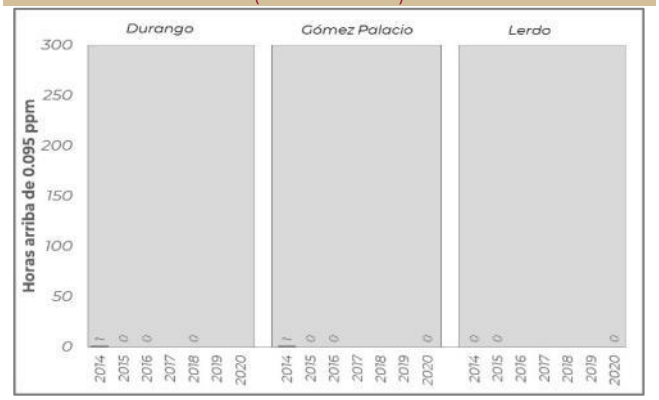
SO_2 – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



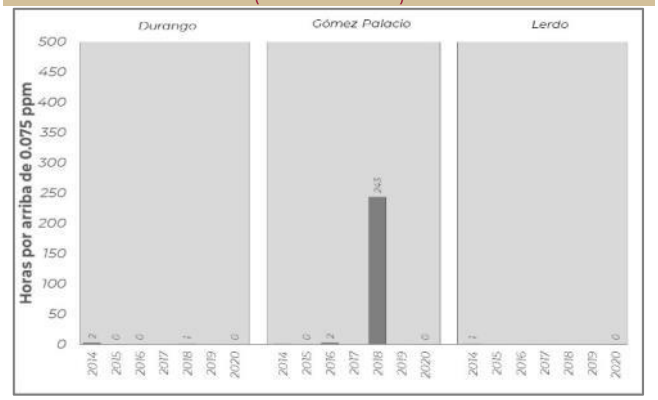
6.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 6.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2014 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



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

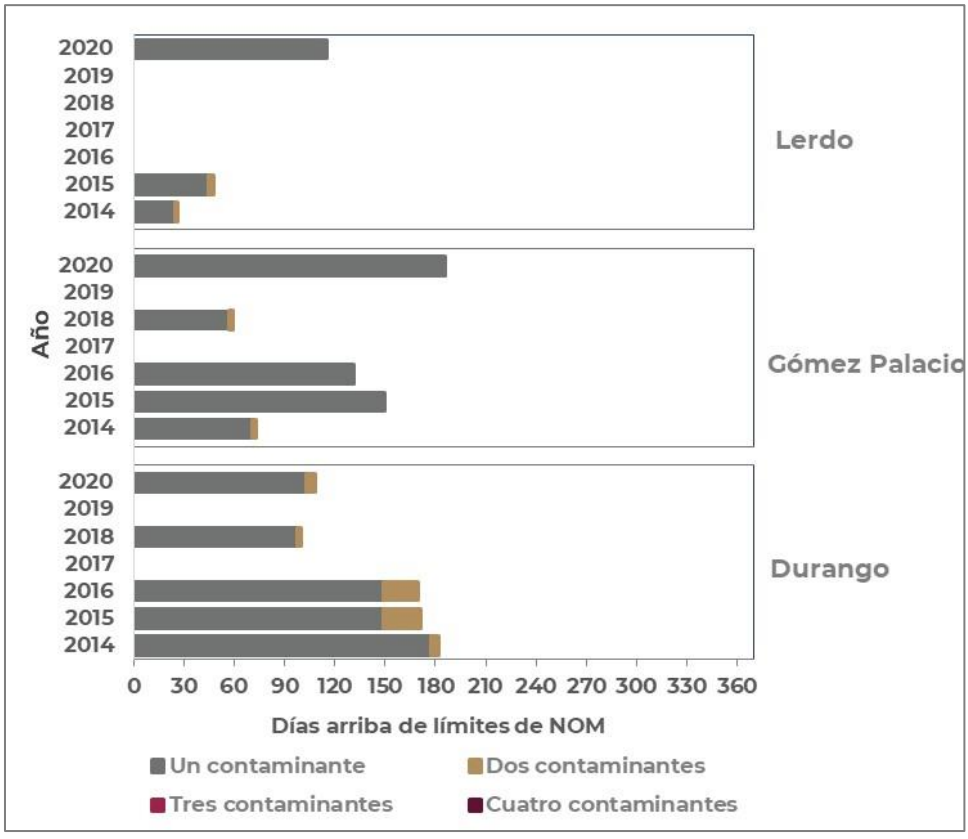
Tabla 6.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Durango, 2014 – 2020.

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
Durango	2014	315	182	177	5	0	0
	2015	364	171	149	22	0	0
	2016	366	170	149	21	0	0
	2017	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	2018	361	100	98	2	0	0
	2019	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	2020	366	108	103	5	0	0
Gómez Palacio	2014	97	73	71	2	0	0
	2015	358	150	150	0	0	0
	2016	344	131	131	0	0	0
	2017	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	2018	265	59	57	2	0	0
	2019	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	2020	365	186	186	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
Lerdo	2014	85	26	25	1	0	0
	2015	256	48	45	3	0	0
	2016	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2017	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	2018	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	2019	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	2019	361	115	115	0	0	0
	2020	FO	FO	FO	FO	FO	FO

FO = Fuera de operación.
IND = Información no disponible.

Figura 6.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Durango, 2014 – 2020.



Estado de México



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA–ZMVT

En el año 2020, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), estuvo constituida por ocho estaciones de monitoreo; cuatro localizadas en el municipio de Toluca (Ceboruco, Centro, Oxtotitlán y San Cristóbal Huichochitlán) y una más en cada uno de los siguientes municipios: Metepec (Metepec), San Mateo Atenco (San Mateo Atenco), Almoloya de Juárez (Almoloya de Juárez) y Xonacatlán (Xonacatlán). Todas con capacidad para la medición de los seis contaminantes criterio. Las Figuras 7.1 a 7.9 y las Tablas 7.1 a 7.4, resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En las ocho estaciones de monitoreo que conforman este SMCA se registró incumplimiento de los dos límites normados para la protección de la salud de la población, registrándose la concentración más alta, como promedio de 24 horas, en la estación Xonacatlán (XO), y como promedio anual en San Cristóbal. La frecuencia con que se superó el límite normado de 24 horas varió entre 4 días en la estación Oxtotitlán (OX) y 137 días en la estación San Cristóbal (SC). A nivel de toda la zona metropolitana, el número de días en que se superó el límite normado de 24 horas fue de 171, lo que equivale al 47% de los días del año.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de noviembre y marzo. En tanto que el comportamiento a lo largo de los años, a nivel de toda la Zona Metropolitana, muestra una tendencia muy estable de 2014 a 2020. Sólo la concentración promedio y el percentil 90 muestran 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. En 2020 esta tendencia se vio interrumpida y el porcentaje de días en esta condición fue de 47%

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Los dos límites normados de este contaminante fueron superados en las ocho estaciones de monitoreo que conforman este SMCA. Las concentraciones más altas de este contaminante, tanto como promedio de

24 horas como promedio anual, se registraron en la estación San Mateo Atenco, seguida de San Cristóbal. Estas estaciones son, también, los sitios en los que con mayor frecuencia se supera el límite normado de 24 horas, con un total de 82 y 50 días a lo largo del año 2020, respectivamente. A nivel de toda la zona metropolitana, el número de días en esta condición fue de 101, lo que representa el 28% de los días 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 2020 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 27%.

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. La concentración más alta, como promedio horario, se registró en San Mateo Atenco -SM (0.117 ppm), en tanto que, como promedio móvil de 8 horas, ello ocurrió en Toluca, específicamente en la estación Ceboruco – CB (0.090 ppm). A pesar de ello, fue en la estación San Cristóbal, en donde con mayor frecuencia se superó alguno de los límites normados de protección a la salud con un total de 40 días a lo largo del año.

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 registró 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). En 2020 se registró una reducción significativa en estos indicadores, de tal forma que el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora fue de 7%, en tanto que el número de horas arriba de este umbral fue de 37.

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 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.

En cuanto al SO_2, es importante destacar que en el año 2020 no se registraron concentraciones superiores a los límites normados a pesar de que a finales del año 2019 la NOM-022-SSA1-2019, que establece los criterios para evaluar la calidad del aire con respecto a este contaminante se actualizó e incluyó límites de protección a la salud que son más estrictos que los contemplados en las normas que le precedieron.

A destacar

En 2020, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 203 lo que equivale al 55% de los días del año. El contaminante que con mayor frecuencia superó alguno de sus límites diarios normados de protección de la salud fue PM_{10} (47% de los días del año), seguido de $PM_{2.5}$ (28%) y Ozono (17%).

Los días con mala calidad del aire, tanto por partículas suspendidas PM_{10} como por $PM_{2.5}$, son frecuentes en San Cristóbal, San Mateo y Almoloya de Juárez. En estos sitios se presentaron condiciones de mala calidad del aire en más de 80 días a lo largo del año 2020.

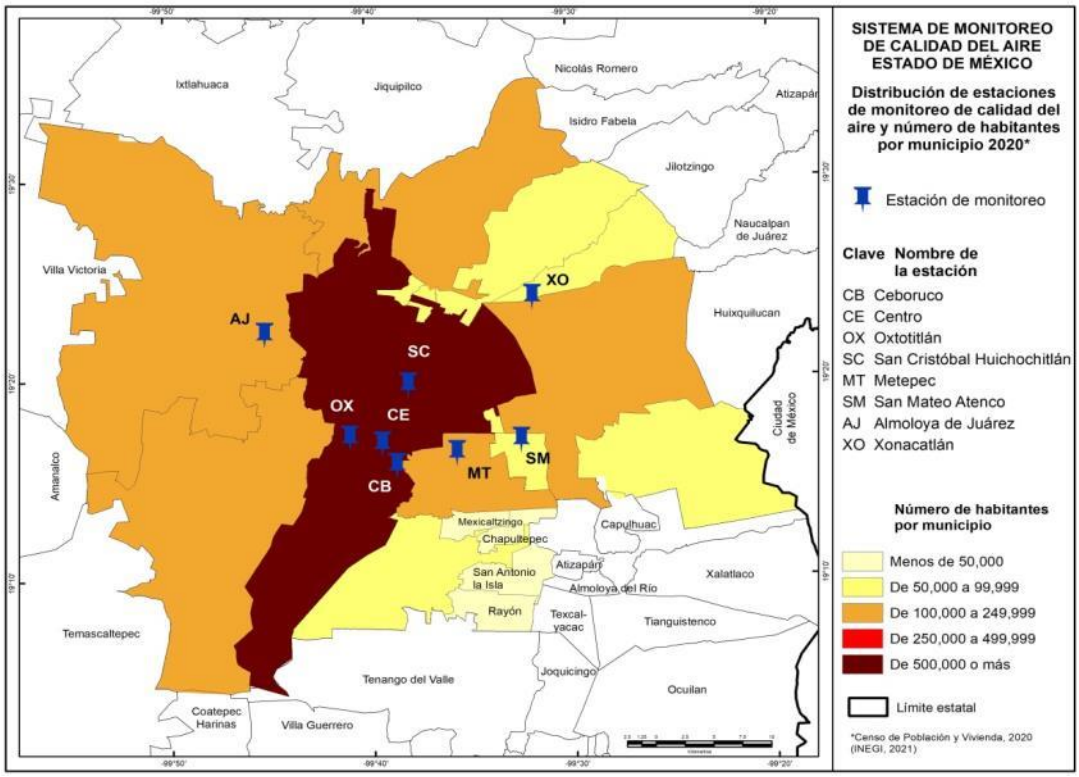
7.1 INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 7.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Zona Metropolitana de Valle de Toluca en el año 2020 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)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Almoloya de Juárez	Almoloya de Juárez	AJ	Automático (2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Xonacatlán	Xonacatlán	XO	Automático (2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

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

Figura 7.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la ZMVT, 2020.

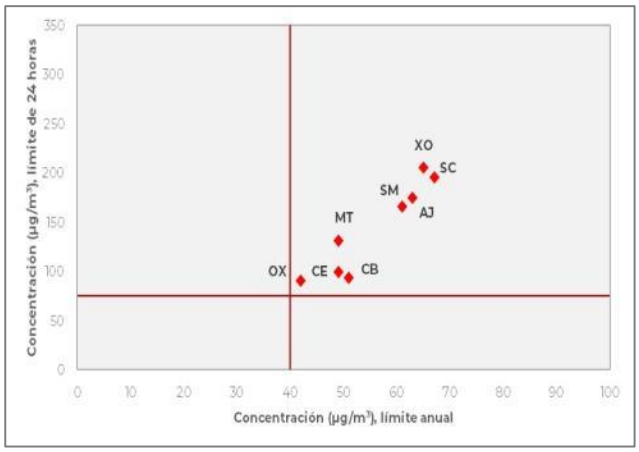


Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

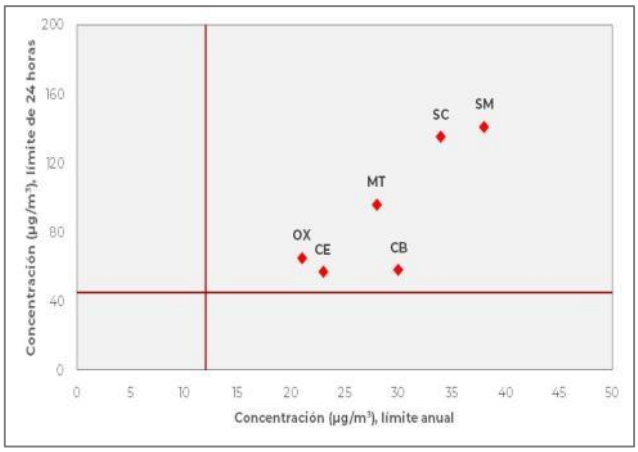
7.2 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 7.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2020.

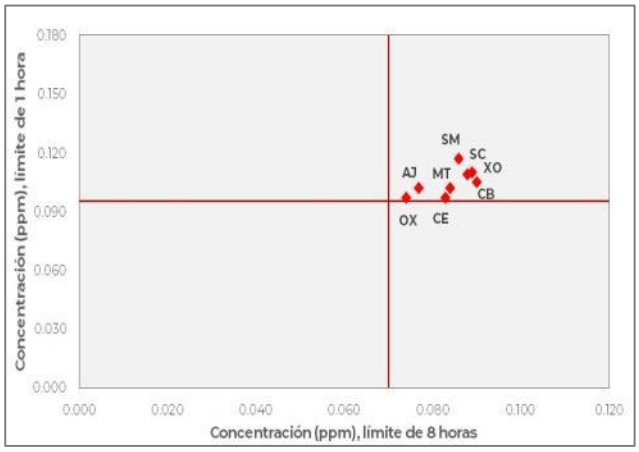
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



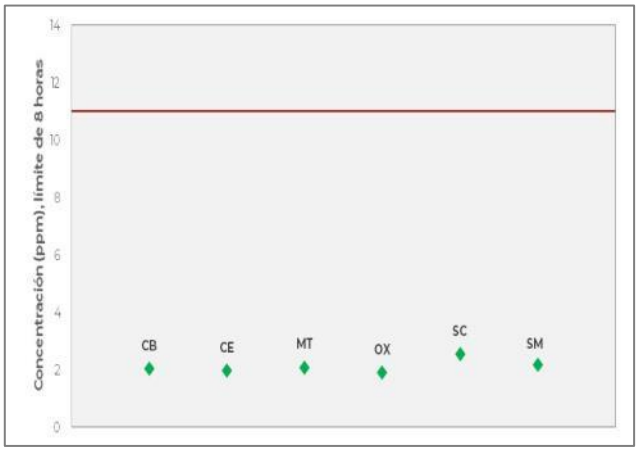
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



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

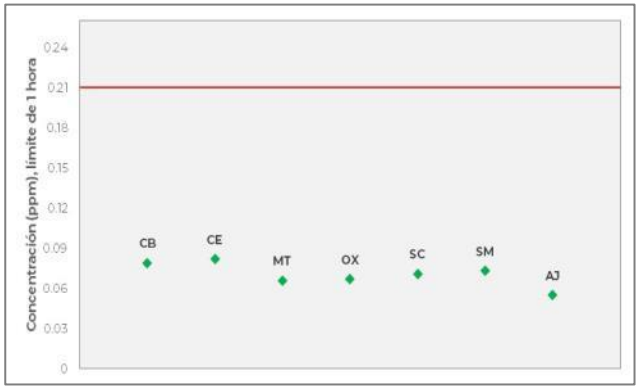


Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2

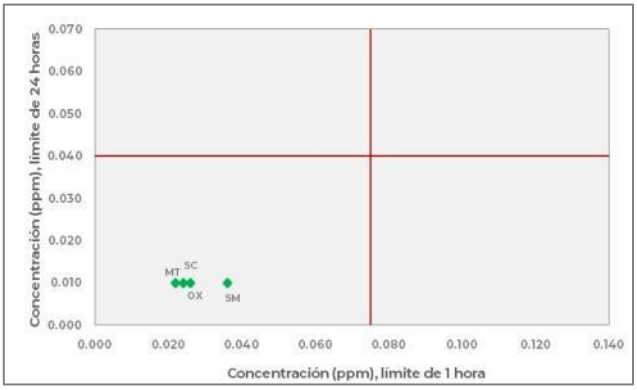
Límite de 1 hora (0.210 ppm–línea horizontal)



CB – Ceboruco
MT–Metepec
OX–Oxtotitlán
CE–Centro

Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)



SC- San Cristóbal
SM – San Mateo
AJ –Almoloya de Juárez
XO –Xonacatlán

Tabla 7.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2020)

Contaminante	Límite normado		Estación							
			Toluca				Metepec	San Mateo Atenco	Almoloya de Juárez	Xonacatlán
			CB	CE	OX	SC	MT	SM	AJ	XO
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	93	99	90	195	131	166	175	205
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	51	49	42	67	49	61	63	65
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	58	57	65	135	96	141	118	122
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	30	23	21	34	28	38	26	26
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.105	0.106	0.097	0.109	0.102	0.117	0.102	0.110
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.090	0.083	0.074	0.088	0.084	0.086	0.077	0.089
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	2	2	2	3	2	2	DI	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.079	0.082	0.067	0.071	0.066	0.073	0.055	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	0.022	0.026	0.022	0.036	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo para el contaminante;
INV = Datos invalidados por SMCA
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

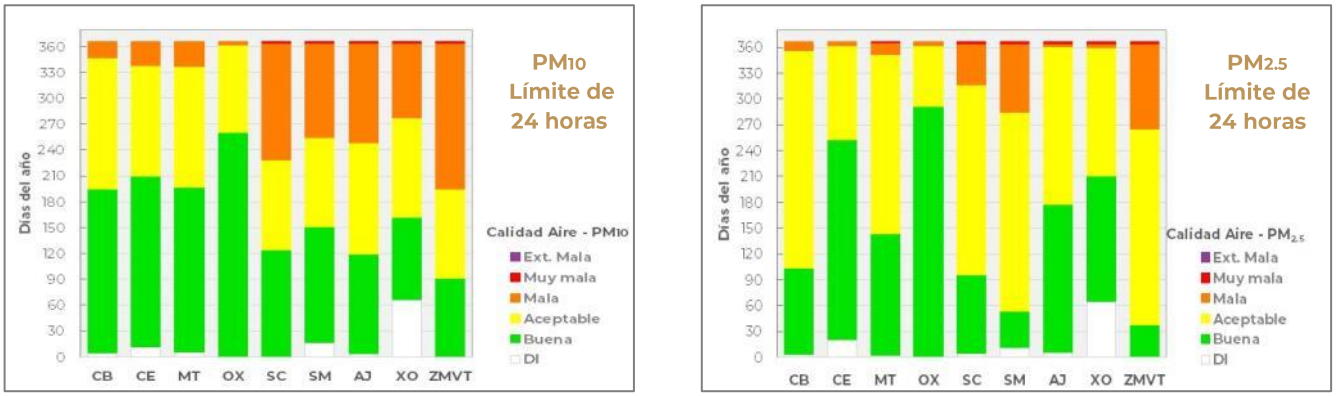
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen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

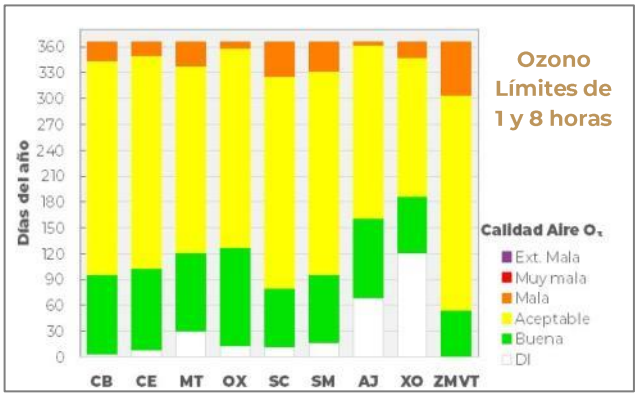
Tabla 7.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

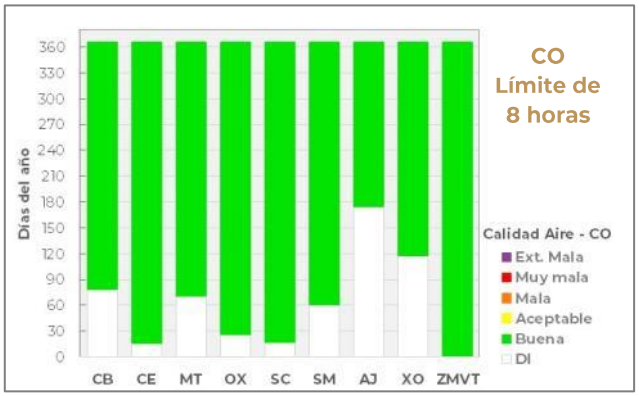
PM_{10}	No. días con datos válidos	366
	No. días > 75 µg/m³	171
	% días > 75 µg/m³	47
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	366
	No. días > 45 µg/m³	101
	% días > 45 µg/m³	28
O_3	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	62
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	17
CO	No. días con datos válidos	366
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0

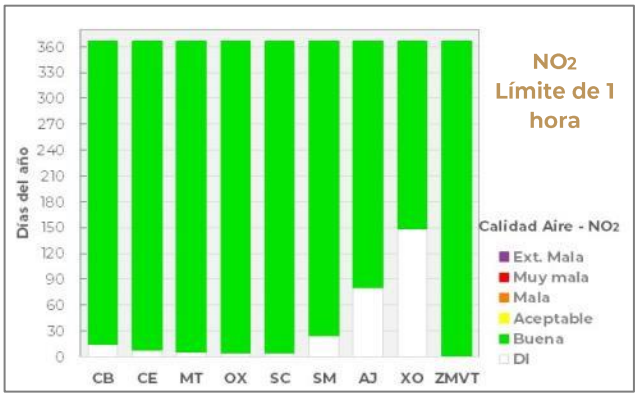
7.3 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

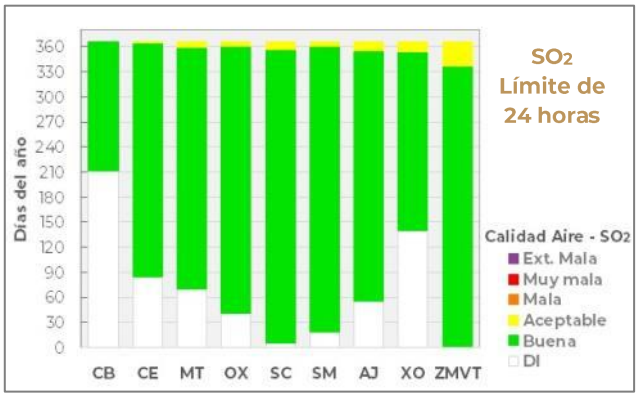
Figura 7.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2020.











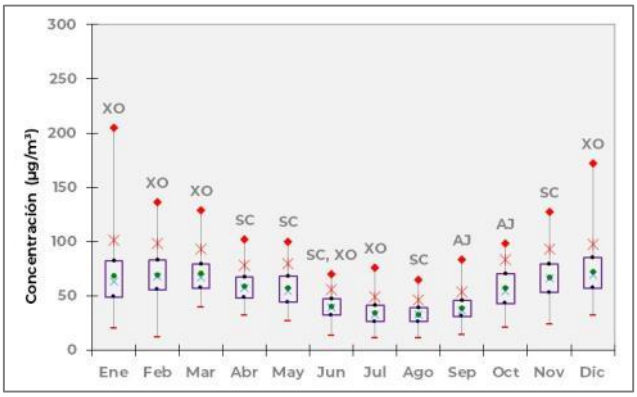
CB–Ceboruco
MT–Metepec
OX – Oxtotitlán
CE – Centro
ZMVT – Zona Metropolitana de Valle de Toluca

SC- San Cristóbal
SM – San Mateo
AJ –Almoloya de Juárez
XO –Xonacatlán

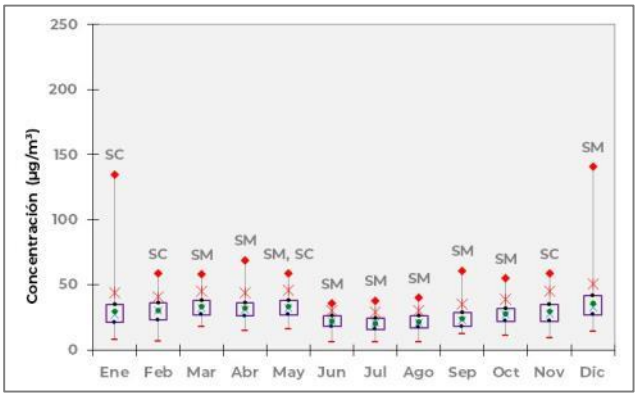
7.4 TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 7.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la ZMVT, en el año 2020.

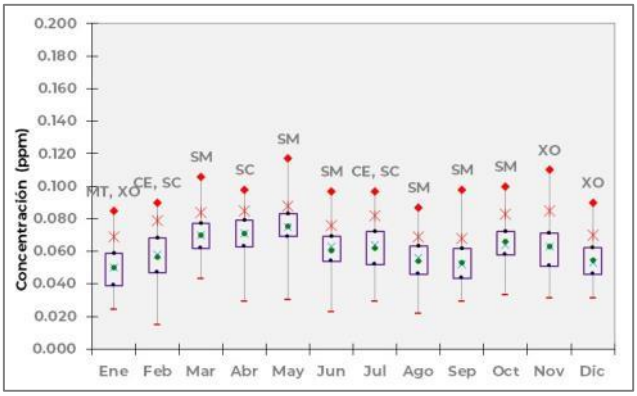
PM_{10} – Promedio de 24 horas



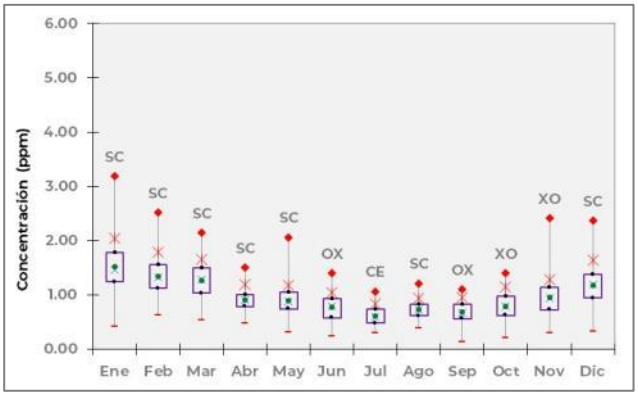
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



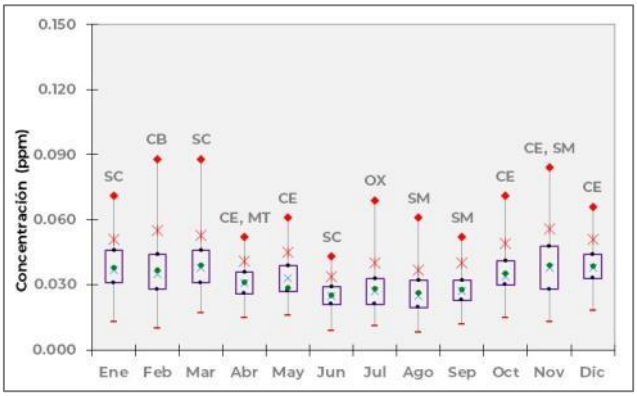
Ozono – Máximo diario de 1 hora



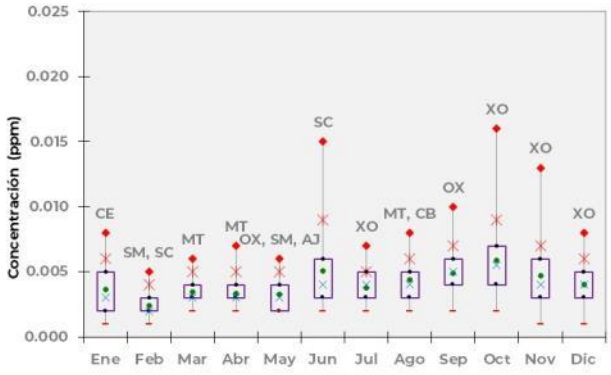
CO – Máximo diario de 8 horas



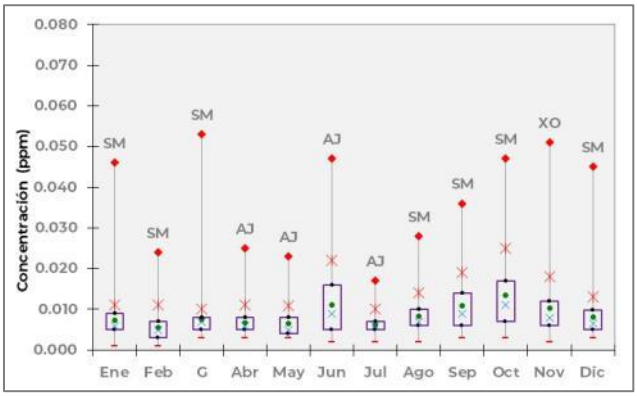
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



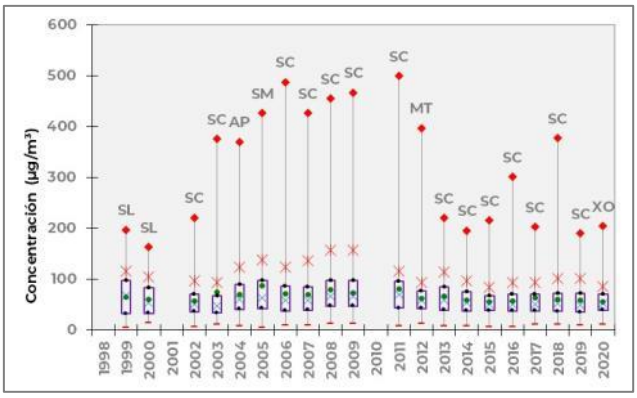
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



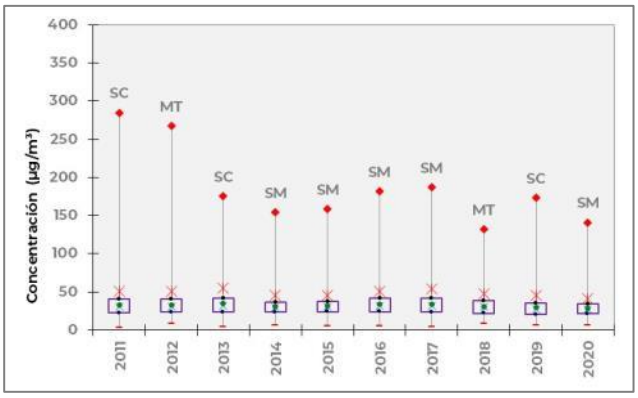
7.5 TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA ZMVT EN EL PERIODO 1994 – 2020.

Figura 7.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la ZMVT, en el periodo 1994–2020.

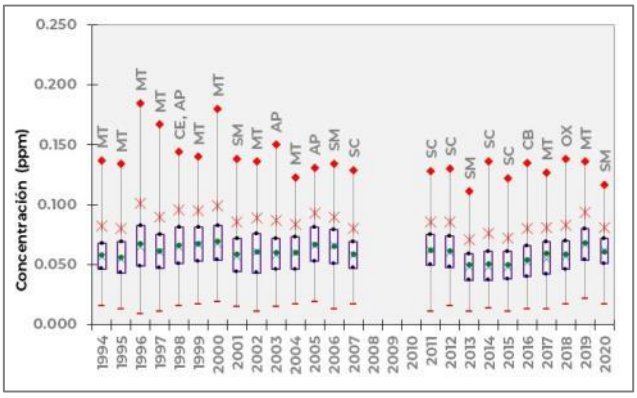
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1998-2020)



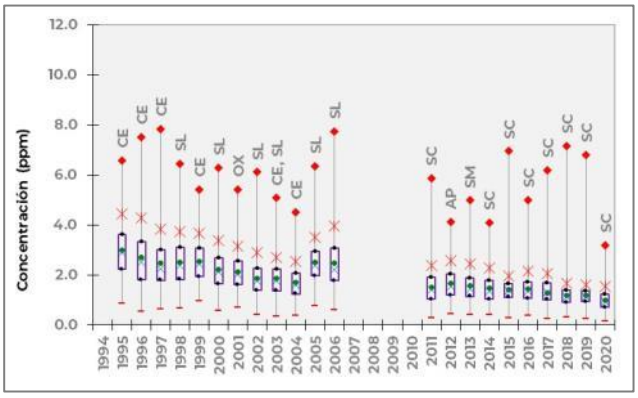
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2011-2020)



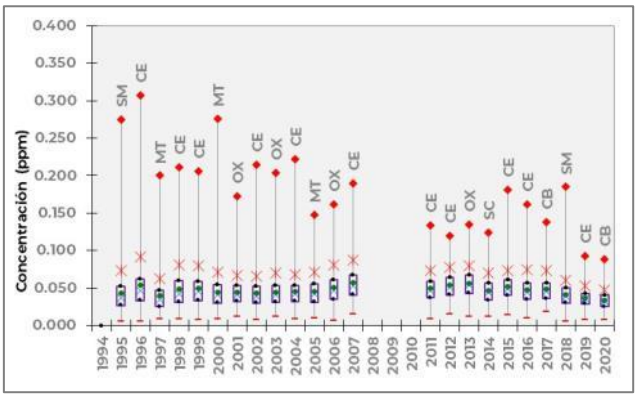
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1994-2020)



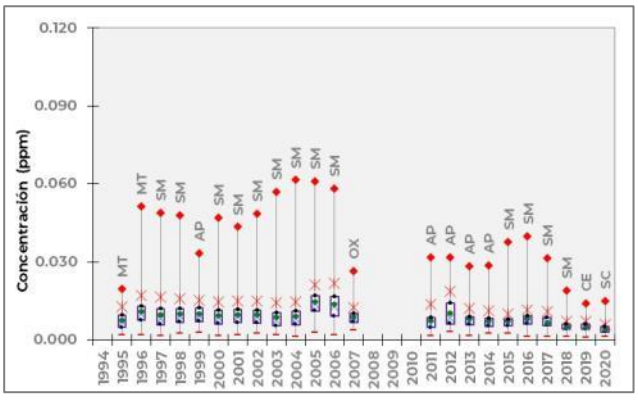
CO – Máximo diario de 8 horas
(1994-2020)



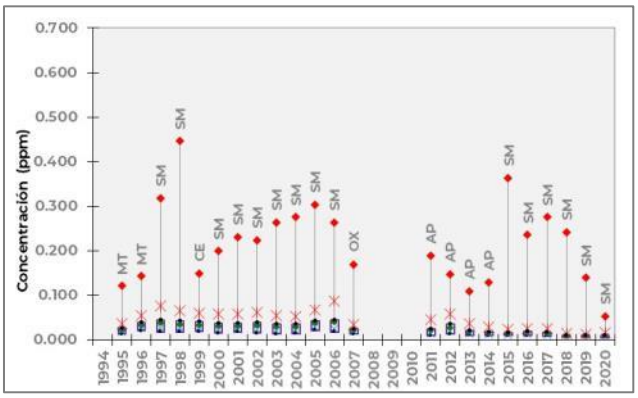
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(1994-2020)



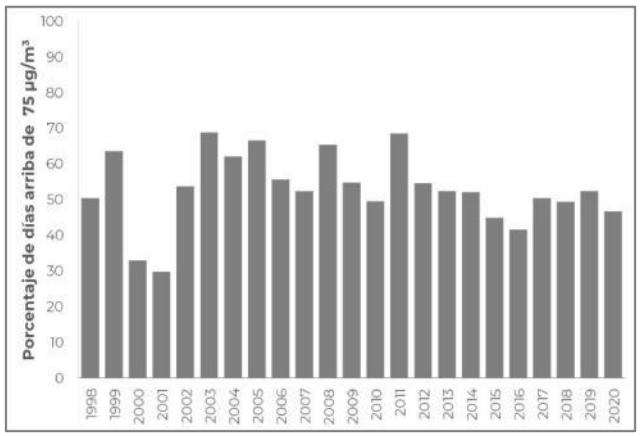
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2020)



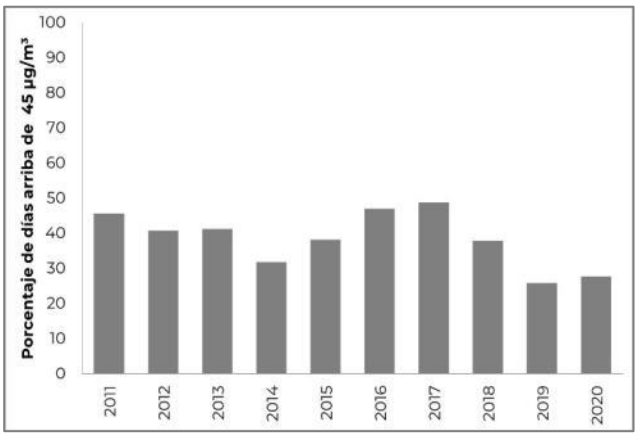
7.6 PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 7.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1994 – 2020.

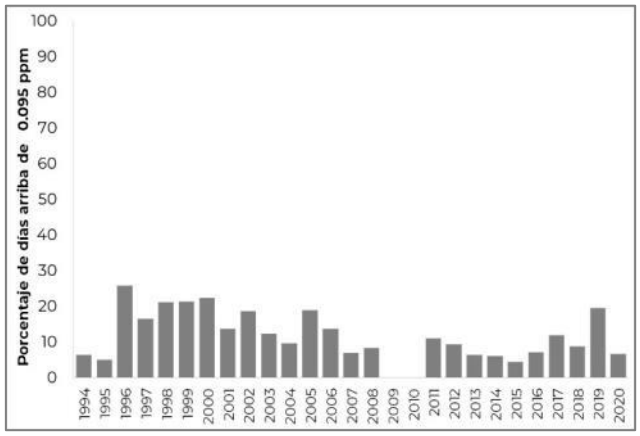
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1998 – 2020)



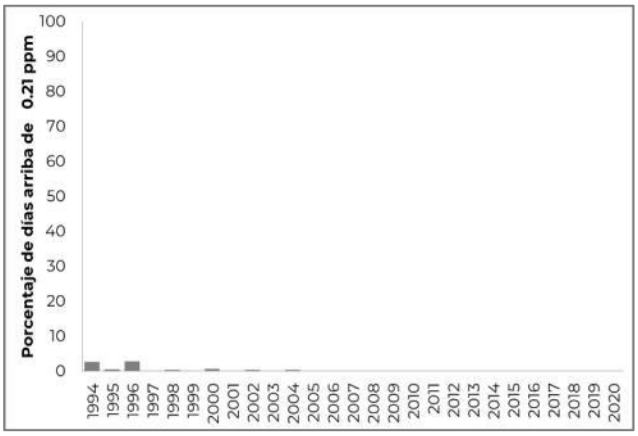
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2011 – 2020)



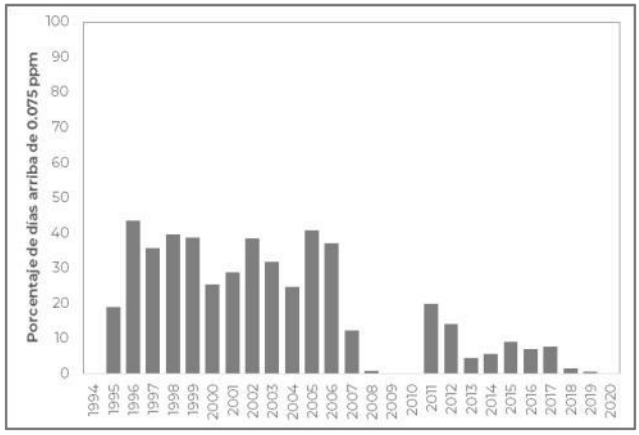
O_3 – Límite de 1 hora
(1994 – 2020)



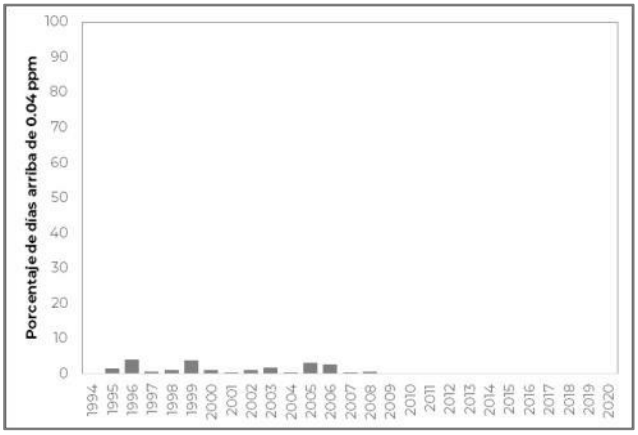
NO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2020)



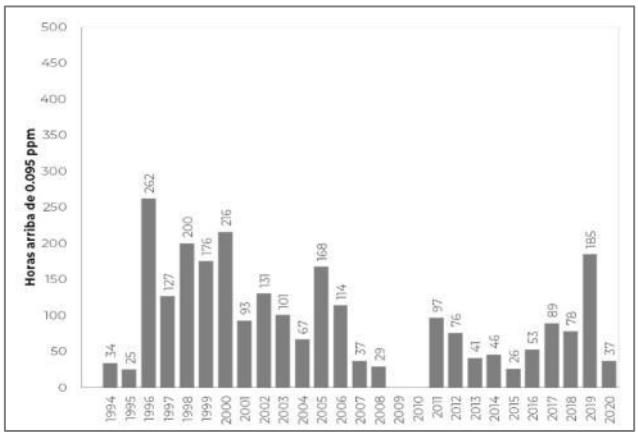
SO_2 – Límite de 24 horas
(1994 – 2020)



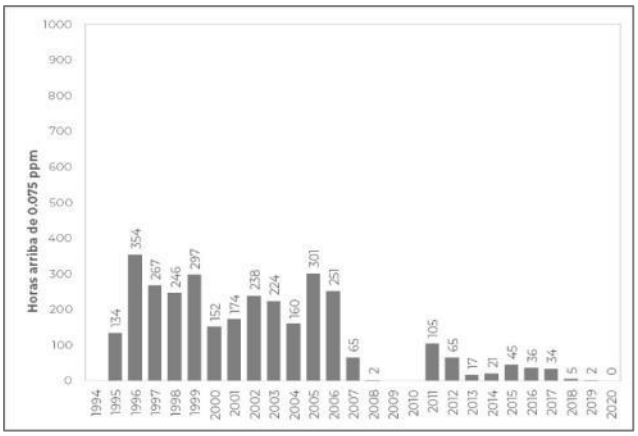
7.7 NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 7.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1994 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(1994 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2020)

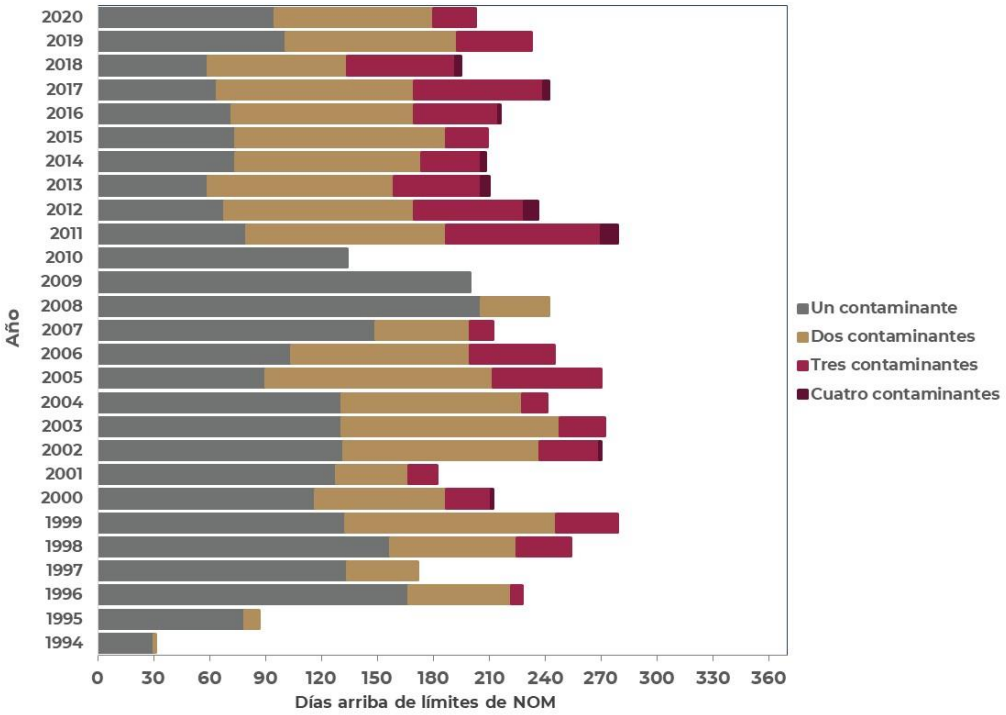


7.8 NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 7.4. 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 – 2020.

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	87	79	8	0	0
1996	360	228	167	55	6	0
1997	365	172	134	38	0	0
1998	365	254	157	68	29	0
1999	363	279	133	113	33	0
2000	363	212	117	70	24	1
2001	365	182	128	39	15	0
2002	365	270	132	105	32	1
2003	365	272	131	117	24	0
2004	366	241	131	97	13	0
2005	365	270	90	122	58	0
2006	365	245	104	96	45	0
2007	365	212	149	51	12	0
2008	366	242	206	36	0	0
2009	365	200	200	0	0	0
2010	271	134	134	0	0	0
2011	365	279	80	107	83	9
2012	366	236	68	102	59	7
2013	365	210	59	100	47	4
2014	365	208	74	100	32	2
2015	365	209	74	113	22	0
2016	366	216	72	98	45	1
2017	365	242	64	106	69	3
2018	365	195	59	75	58	3
2019	365	233	101	92	40	0
2020	366	203	95	85	23	0

Figura 7.8. 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 – 2020.



Guanajuato



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
GUANAJUATO

En el año 2020, 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 (3), Irapuato (3), León (3) y Salamanca (3), 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. Las Figuras 8.1 a 8.20 y las Tablas 8.1 a 8.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Al igual que en 2019, en 2020, 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 (SJ), donde dichos registros fueron de 177 $\mu g/m^3$ y 66 $\mu g/m^3$, respectivamente. Celaya fue también la ciudad en la que se rebasó el límite normado de 24 horas con mayor frecuencia a lo largo del año con un total de 137 días, seguida de Irapuato con 85, Silao con 56, León 24 y Salamanca 24. En Irapuato, Silao y León en todos los días en los que se superó el límite normado, la calidad del aire fue calificada como mala, en tanto que en Celaya 4 días alcanzaron la categoría de muy mala. En Salamanca se registró un día con calidad del aire muy mala, y 23 días calidad del aire mala, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

En cuanto al comportamiento temporal, destaca que las concentraciones más altas de este contaminante suelen registrarse en el periodo noviembre a mayo. Por otra parte, el comportamiento histórico muestra una tendencia a la baja tanto del promedio, como de los percentiles 75 y 90 en todas las ciudades de la entidad en el periodo 2017 a 2020. 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, sólo Salamanca vio interrumpida esta tendencia, por un ligero incremento de días con esta condición en el año 2020.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

En 2020, los límites normados de este contaminante sólo se cumplieron en los municipios de San Luis de la Paz y San Miguel de Allende, en tanto que al menos uno de dichos límites (24 horas o anual) fue rebasado en Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Guanajuato y Abasolo. La concentración promedio de 24 horas más alta se registró en la ciudad de Irapuato (103 $\mu g/m^3$), en tanto que el promedio anual más elevado ocurrió en León 25 $\mu g/m^3$). Silao fue la ciudad en la que se rebasó el límite normado de 24 horas con mayor frecuencia a lo largo del año con un total de 7 días, seguida de León con 5, Salamanca, Irapuato y Celaya con 3 cada uno. A pesar de lo anterior, Silao no registró incumplimiento de NOM dado que no se contó con información suficiente para poder establecerlo, pero el hecho de registrar días con concentraciones superiores al límite normado, revela un problema de calidad del aire con respecto a este contaminante en la ciudad.

En cuanto al comportamiento temporal, destaca que las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en el periodo noviembre a mayo en Celaya, Irapuato, León y Salamanca, así como entre marzo y mayo en San Luis de la Paz y Guanajuato. En el resto de las ciudades se observa poca variación estacional en las concentraciones registradas a lo largo del año 2020. A lo largo de los años, se observa un comportamiento muy estable en las concentraciones de este contaminante, sólo en ciudades como Irapuato, Salamanca y Abasolo se puede apreciar una muy tenue tendencia a la baja en el periodo 2017 a 2020. En estas mismas ciudades, y periodo de tiempo, también se aprecia una tendencia a la baja en el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Ozono (O_3)

En 2020, la NOM de salud ambiental para ozono se cumplió solo en una de las tres estaciones de monitoreo de León (IMSS-T21), pero se incumplió, por superar al menos uno de los dos límites normados (1 y 8 horas) de protección a la salud, en todas las estaciones de monitoreo en Celaya, Irapuato, Salamanca, Silao y Purísima del Rincón. Irapuato, específicamente en la estación Bomberos (BOM), fue la ciudad en la que se alcanzaron las concentraciones más altas tanto de 1 como de 8 horas, con registros máximos de 0.122 y 0.110 ppm, respectivamente. Irapuato fue también la ciudad con la mayor cantidad de días al año en la que se registraron concentraciones superiores a alguno de los límites normados con un total de 77, seguida de Celaya con 60, Silao con 45, Salamanca con 25, León 8 y Purísima del Rincón con 6. De estos días, sólo en Irapuato y en Celaya se alcanzó la categoría de muy mala calidad del aire en 22 y 1 día,

respectivamente, en tanto que en el resto de las ciudades en todos los días en que superó alguno de los límites normados, la calidad del aire se calificó como mala de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de ozono se presentaron entre marzo y mayo en las ciudades de Celaya e Irapuato, en tanto que en León, Salamanca, Silao y Purísima del Rincón este periodo se extendió de marzo a junio. A lo largo de los años se observa un comportamiento muy estable en las concentraciones registradas de este contaminante. A pesar de ello, los percentiles 25 y 75, así como el promedio de las concentraciones en Celaya, Irapuato, León y Salamanca, empiezan a mostrar una ligera tendencia creciente en el periodo 2018 a 2020. A pesar de ello, en el año 2020, en todas las ciudades se registró una reducción en el número de días en que se rebasó el límite normado de 1 hora, respecto a lo observado en 2019. Por ejemplo, Celaya pasó de 9 a 3 días en esta condición, Irapuato de 69 a 50, León de 9 a 0 y Silao de 5 a 3.

Monóxido de carbono (CO) y Dióxido de nitrógeno (NO_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 2020. De hecho, para ambos contaminantes, en todas las ciudades y en todos los días con medición, la calidad del aire fue catalogada como buena, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

Dióxido de azufre (SO_2)

Los datos disponibles sobre este contaminante para el año 2020 muestran que los límites normados de protección a la salud se cumplieron en Irapuato; sin embargo, se registró incumplimiento de los mismos en Salamanca, ciudad en la que en las tres estaciones se superó el límite de 1 hora y en dos de ellas también el de 24 horas. Aunque el cumplimiento de NOM se evalúa como un promedio de 3 años del percentil 99, destaca el hecho de que, sólo en 2020 Salamanca registró 123 días en los que se superó al menos uno de los límites normados, lo que representa el 34% de los días del año. Otro hecho destacado con respecto a este contaminante es que en Irapuato también se registró un día en el que se superó uno de los límites normados, sin embargo, esto no se reflejó en incumplimiento de NOM debido que promedio de los tres años no superó dicho umbral.

A destacar

En 2020, se mantienen los problemas de calidad del aire por partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono en prácticamente todas las ciudades analizadas, destacando el caso de Salamanca en donde también se presentó el incumplimiento de la NOM de dióxido de azufre. A pesar de ello, salvo en Salamanca y Purísima del Rincón, en el resto de las ciudades de la entidad se registró una ligera reducción en el número de días al año en que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire, respecto a lo observado en 2019. Por ejemplo, Celaya pasó de 178 a 164, Irapuato de 144 a 130, León de 53 a 33 y Abasolo de 2 a 0. En Salamanca, por el contrario, se pasó de 132 a 152 días en esta condición y en Purísima del Rincón de 0 a 6.

8.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020

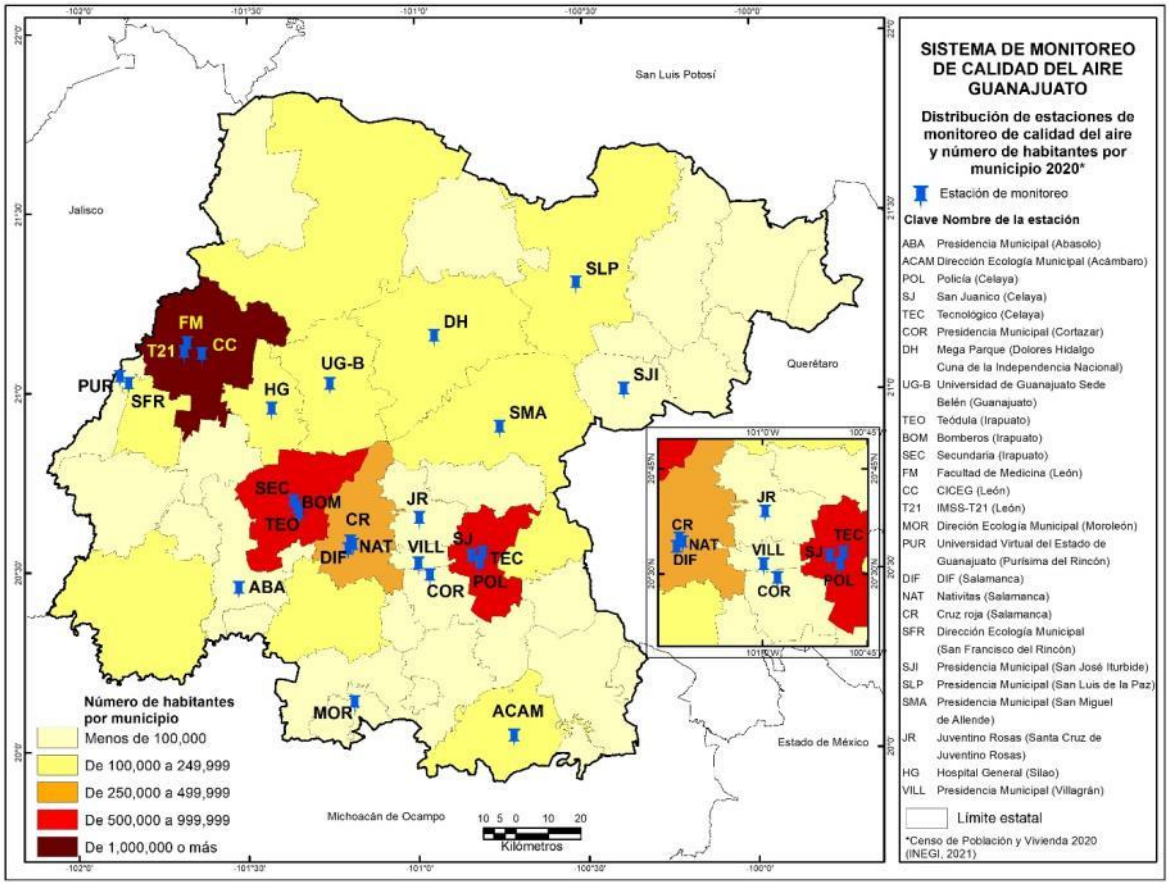
Tabla 8.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

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	CC	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)	¤	✓	¤	¤	¤	¤

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
Acámbaro	Dirección Ecología Municipal	ACAM	Manual (2010)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Moroleón	Dirección Ecología Municipal	MOR	Manual (2010)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
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 8.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Guanajuato, 2020.

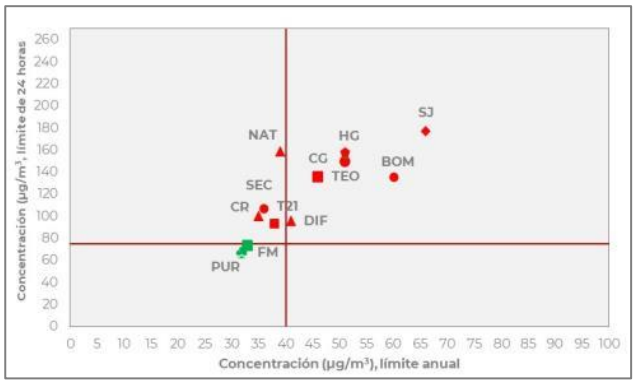


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato.

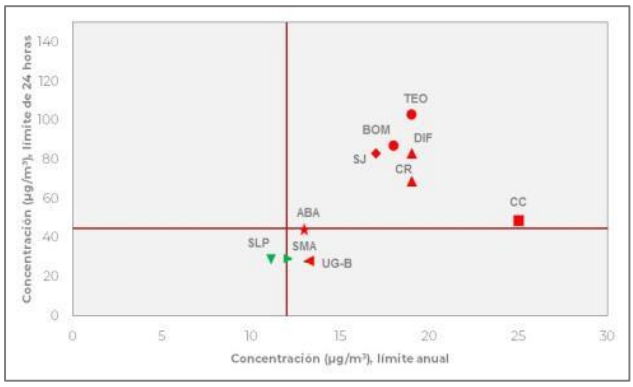
8.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 8.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Guanajuato, en el año 2020.

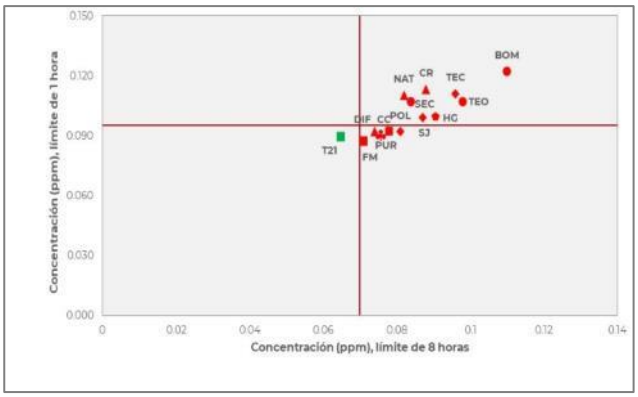
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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)

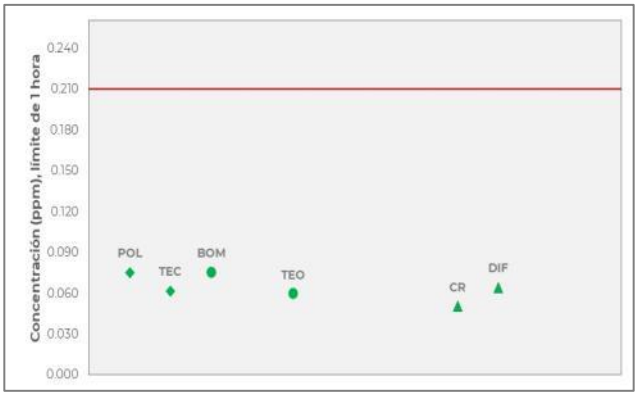


Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm–línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.04 ppm–línea horizontal)



Celaya
- POL–Policía
- SJ – San Juanico
- TEC – Tecnológico

Irapuato
- BOM – Bomberos
- SEC – Secundaria
- TEO – Teódula

León
- CC – CICEG
- FM – Facultad de 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

San Luis de la Paz
- Presidencia Municipal–SLP

◆ Celaya
● Irapuato
■ León
▲ Salamanca
⬟ Silao
♣ Purísima del Rincón
► San Miguel de Allende
★ Abasolo
◄ Guanajuato
▼ San Luis de la Paz

Tabla 8.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Guanajuato (2020).

Contaminante	Límite normado		Celaya			Irapuato			León			Salamanca		
			POL	SJ	TEC	BOM	SEC	TEO	CC	FM	T21	CR	DIF	NAT
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	177	DI	135	107	149	135	73	93	100	96	159
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	66	DI	60	36	51	46	33	38	35	41	39
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	83	¤	87	¤	103	49	DI	¤	69	83	¤
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	17	¤	18	¤	19	25	DI	¤	19	19	¤
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.092	0.099	0.111	0.122	0.107	0.107	0.092	0.087	0.089	0.113	0.092	0.110
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.081	0.087	0.096	0.110	0.084	0.098	0.078	0.071	0.065	0.088	0.074	0.082
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI	DI	¤	2	¤	DI	DI	DI	¤	2	DI	3
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.075	DI	0.061	0.075	DI	0.059	DI	DI	DI	0.05	0.06	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	¤	DI	0.046	0.063	DI	DI	DI	0.199	0.101	0.103
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	DI	¤	DI	0.02	0.02	DI	0.01	0.01	0.07	0.03	0.04

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

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

Continuación . . .

Contaminante	NOM	Límite normado	Silao	Purísima del Rincón	San Luis de la Paz	Guanajuato	San Miguel de Allende	Abasolo
			HG	PUR	SLP	UG-B	SMA	ABA
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	155	66	¤	¤	¤	¤
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	51	31	¤	¤	¤	¤
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	¤	30	28	29	44
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	¤	11	13	12	13
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.100	0.090	¤	¤	¤	¤
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.090	0.075	¤	¤	¤	¤
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	¤	¤	¤	¤	¤	¤
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	¤	¤	¤	¤	¤

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

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

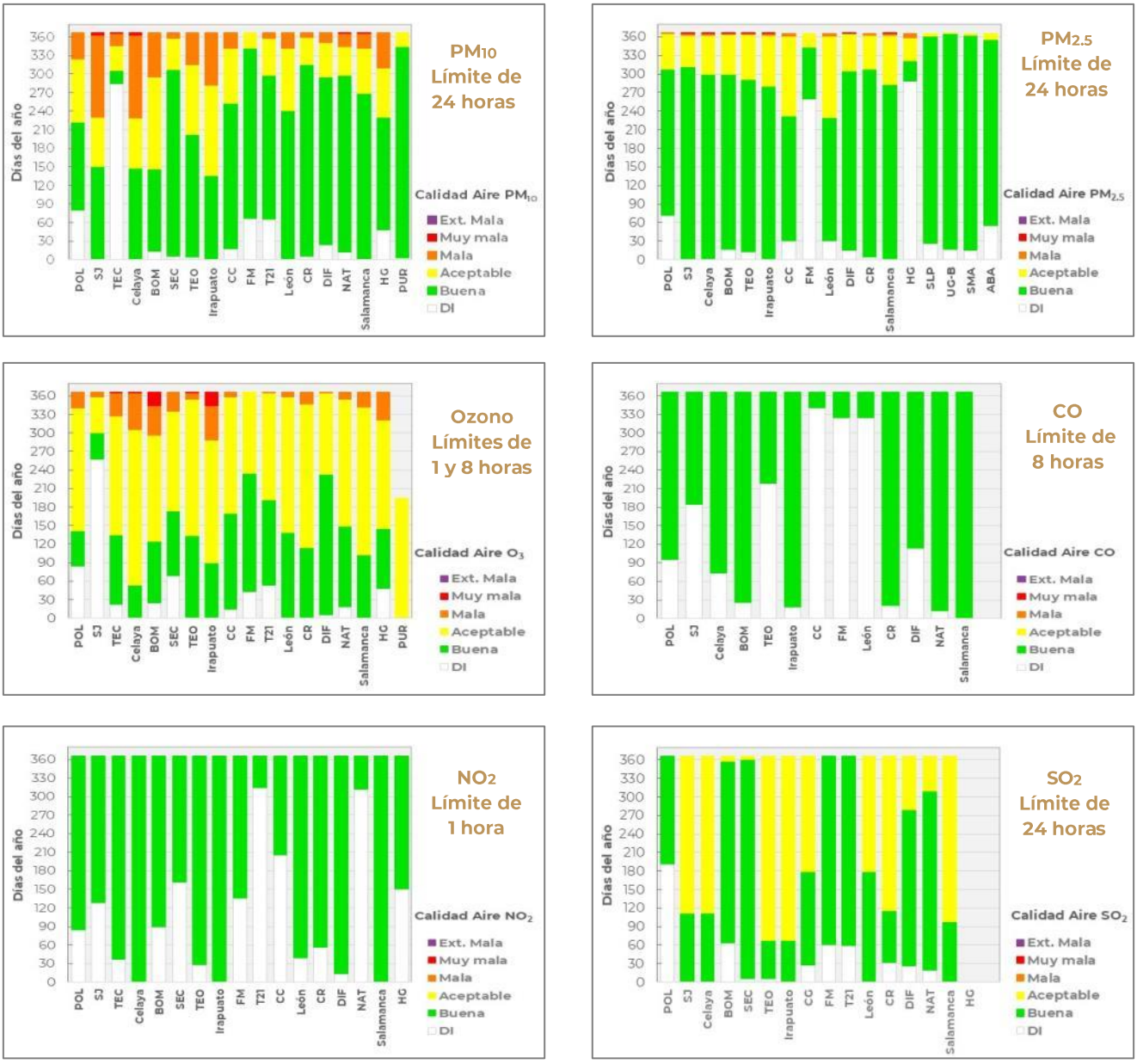
Tabla 8.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Guanajuato.

Ciudad		Celaya	Irapuato	León	Salamanca	Silao	Purísima del Rincón	San Luis de la Paz	Guanajuato	San Miguel de Allende	Abasolo
PM_{10}	No. días con datos válidos	366	366	364	366	318	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 75 µg/m³	137	85	24	24	56	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 75 µg/m³	37	23	7	7	18	¤	¤	¤	¤	¤
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	366	365	366	366	78	¤	340	349	351	311
	No. días > 45 µg/m³	3	3	5	3	7	¤	0	0	0	0
	% días > 45 µg/m³	1	1	2	1	9	¤	0	0	0	0
O_3	No. días con datos válidos	366	366	364	366	318	347	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	60	77	8	25	45	6	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	16	21	2	7	14	2	¤	¤	¤	¤
CO	No. días con datos válidos	292	347	41	366	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 11 ppm	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 11 ppm	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤	¤	¤
NO_2	No. días con datos válidos	366	366	327	366	215	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.210 ppm	0	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.210 ppm	0	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤	¤
SO_2	No. días con datos válidos	366	366	364	366	FO	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0	1	0	123	FO	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0	0.3	0	34	FO	¤	¤	¤	¤	¤

FO = fuera de operación.

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 Guanajuato, en el año 2020.



Celaya
POL–Policía
SJ – San Juanico
TEC – Tecnológico

Irapuato
BOM–Bomberos
SEC–Secundaria
TEO – Teódula

León
CC – CICEG
FM – Facultad c 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

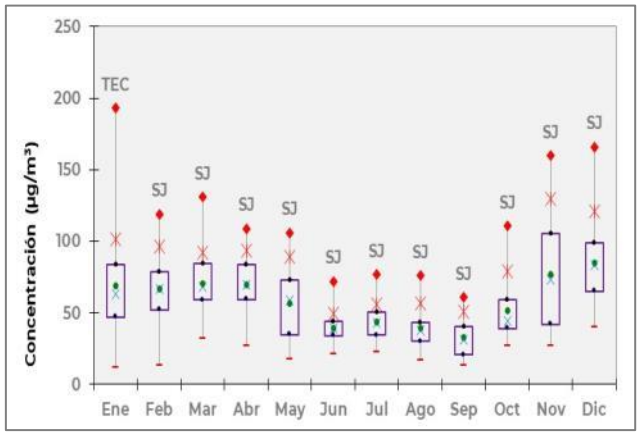
San Luis de la Paz
SLP–Presidencia Municipal

8.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

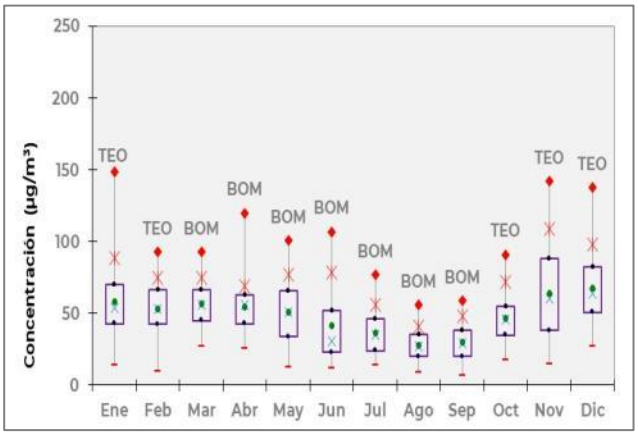
Figura 8.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Promedio de 24 horas

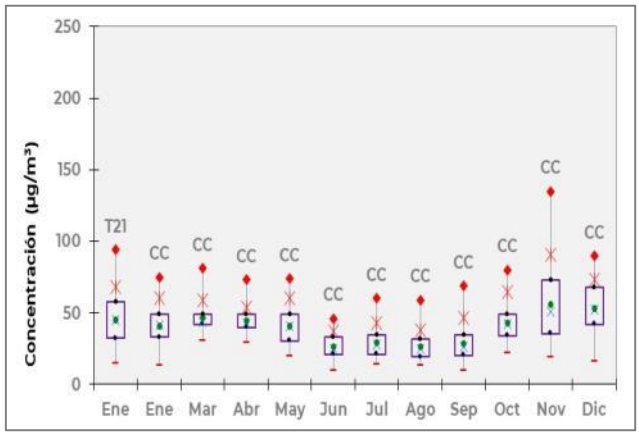
Celaya



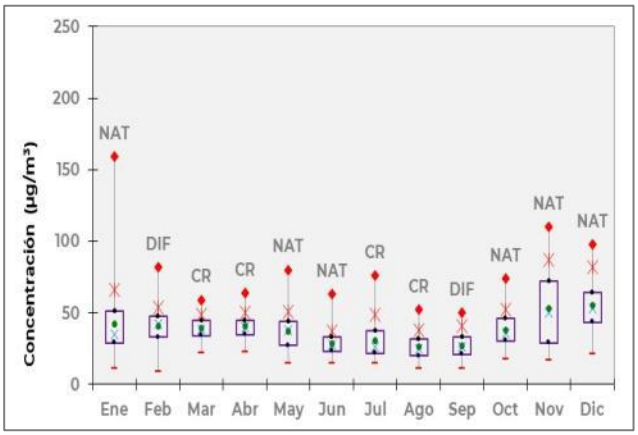
Irapuato



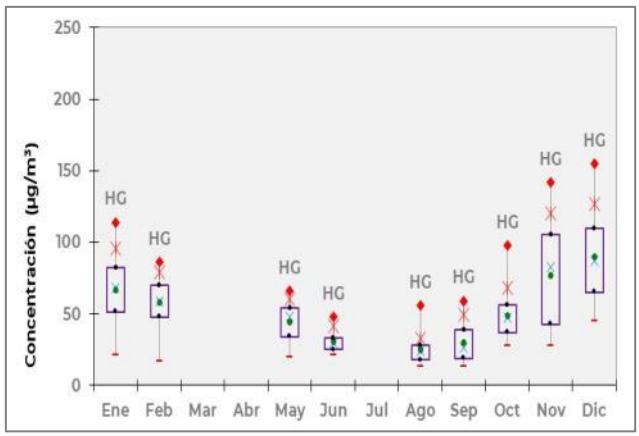
León



Salamanca



Silao



Purísima del Rincón

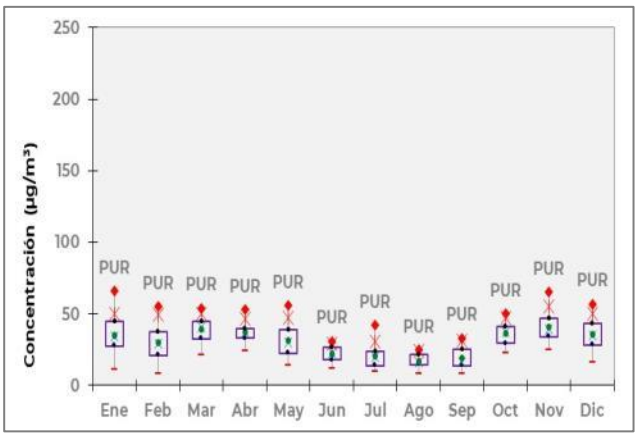
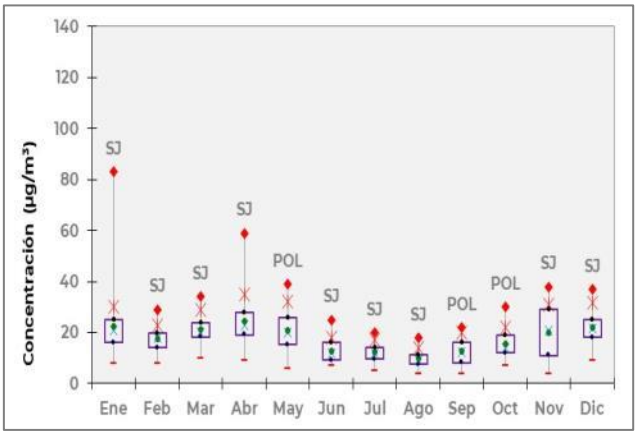


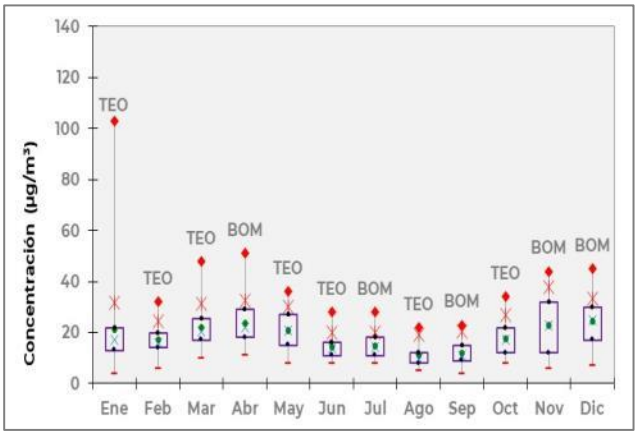
Figura 8.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Promedio de 24 horas

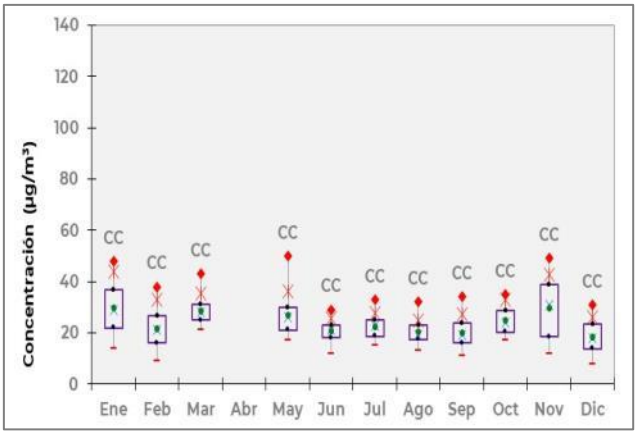
Celaya



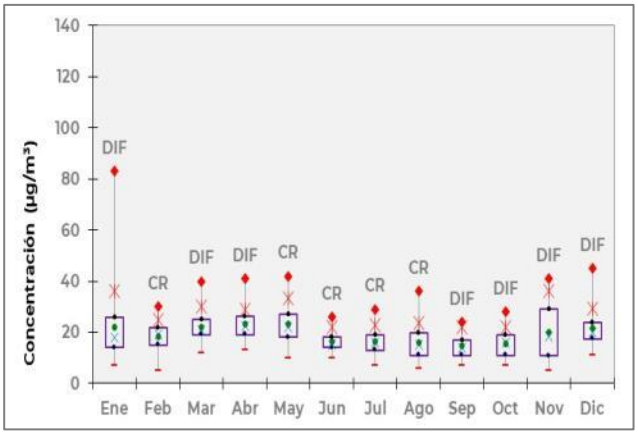
Irapuato



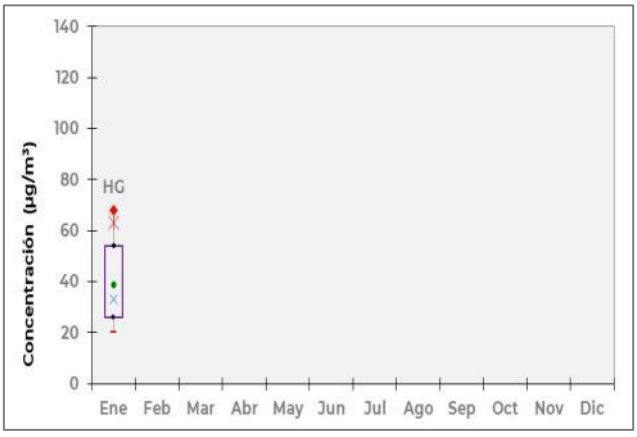
León



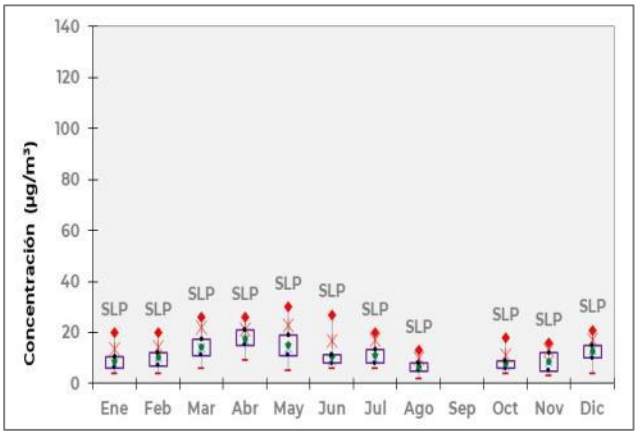
Salamanca



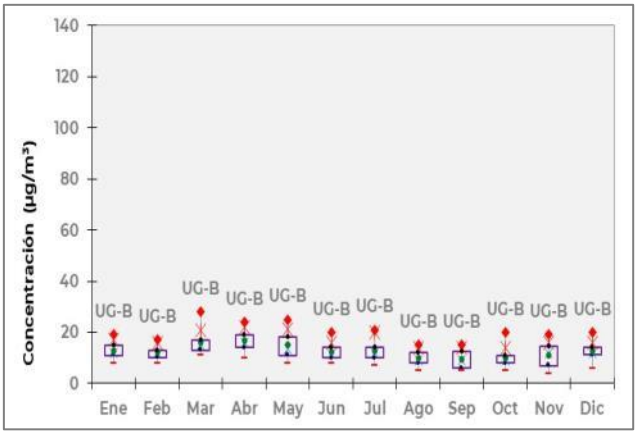
Silao



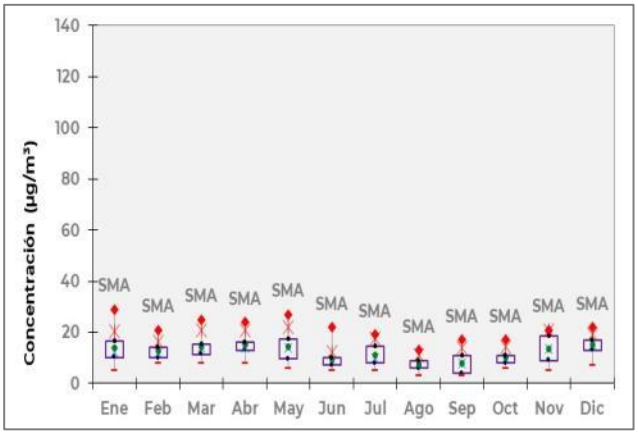
San Luis de la Paz



Guanajuato



San Miguel de Allende



Abasolo

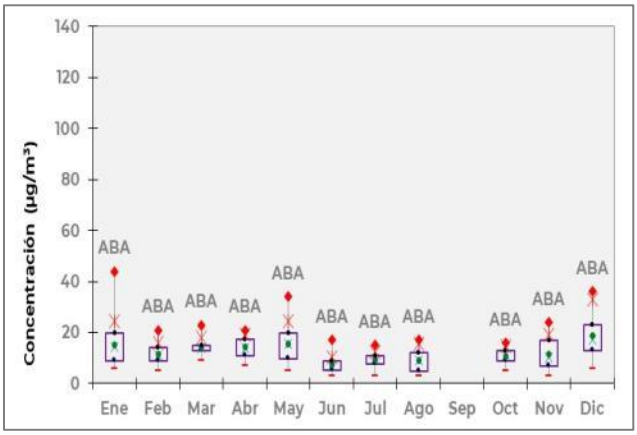
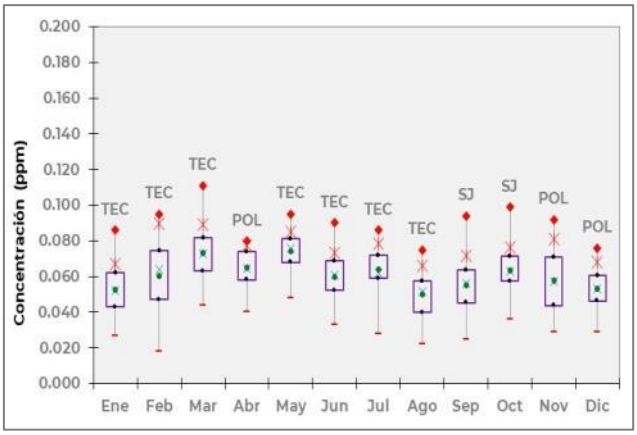


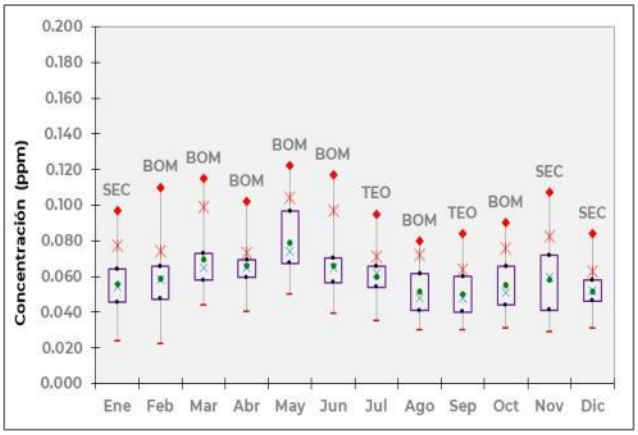
Figura 8.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Máximo diario de 1 hora

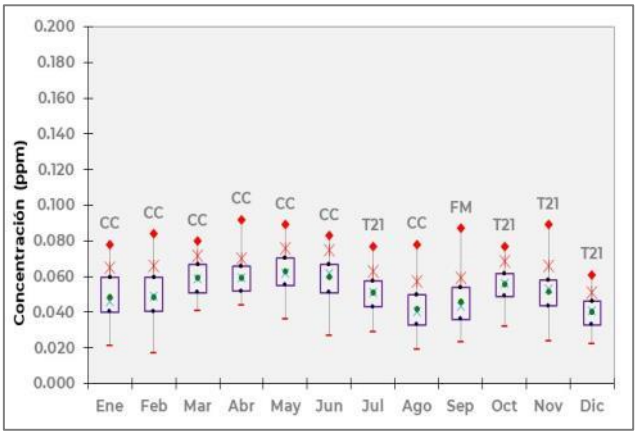
Celaya



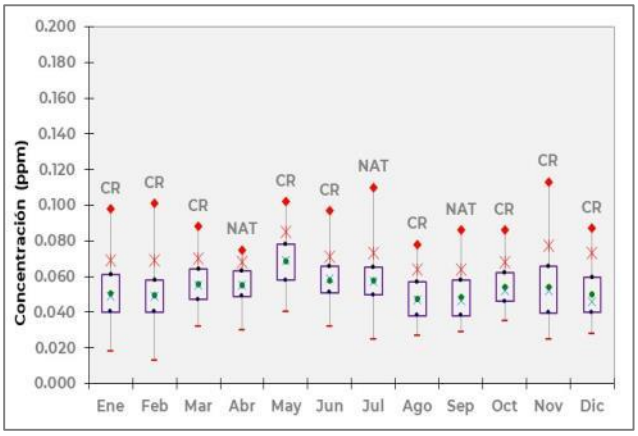
Irapuato



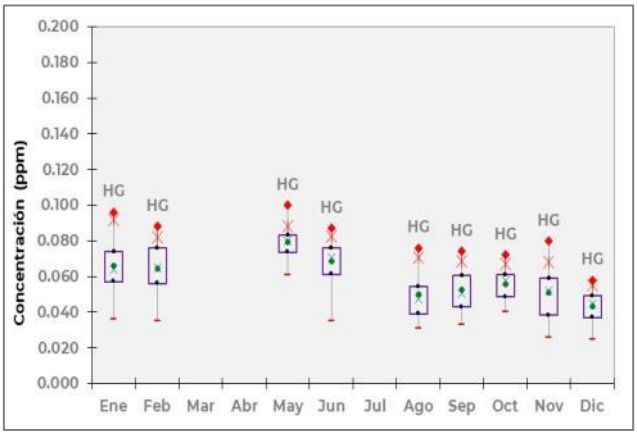
León



Salamanca



Silao



Purísima del Rincón

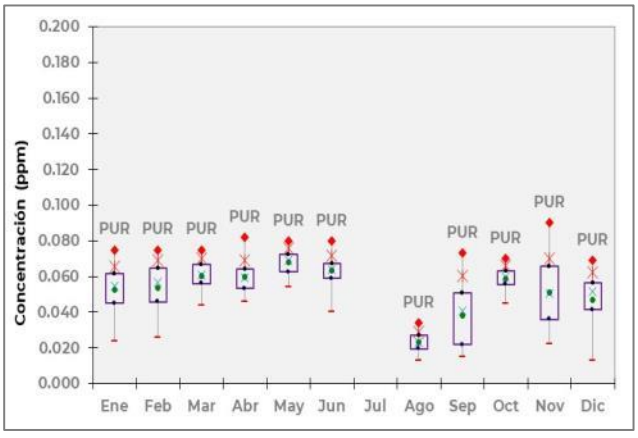
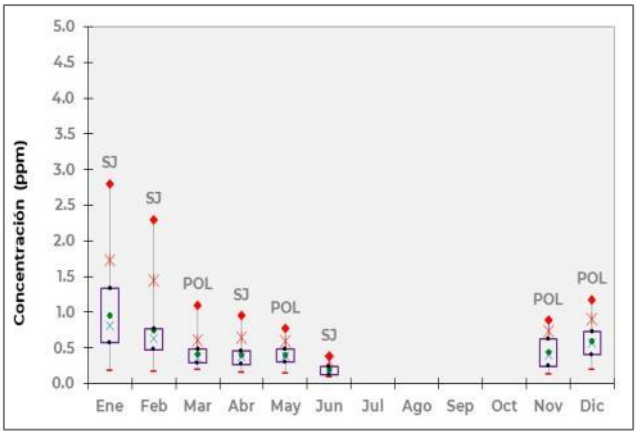


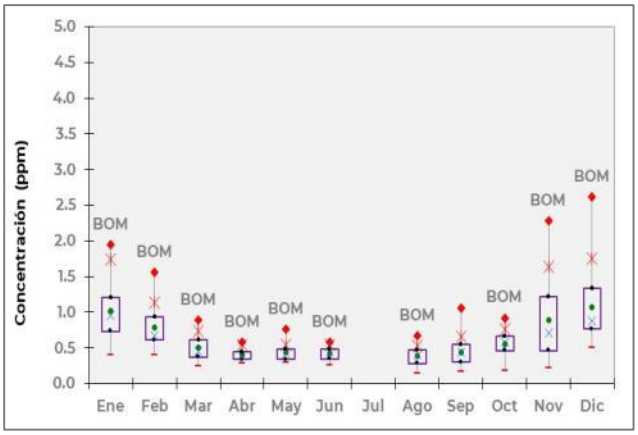
Figura 8.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Máximo diario de 8 horas

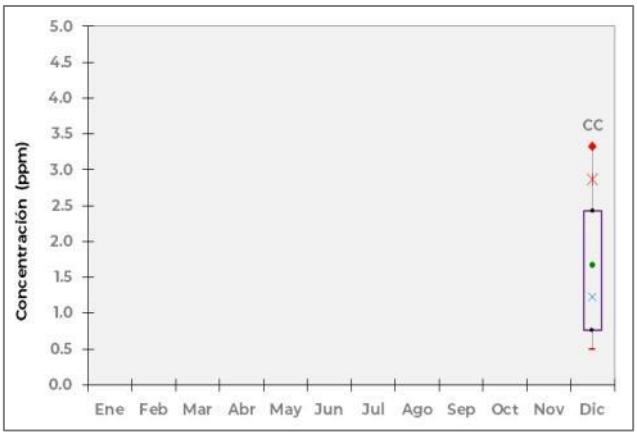
Celaya



Irapuato



León



Salamanca

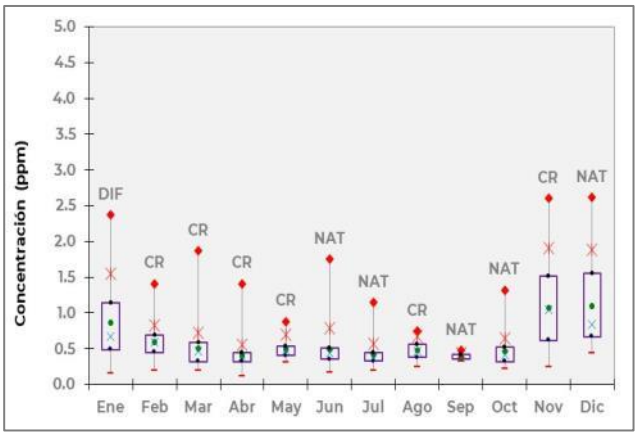
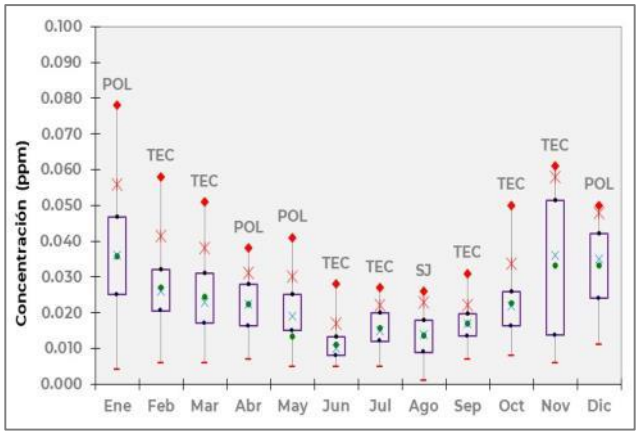


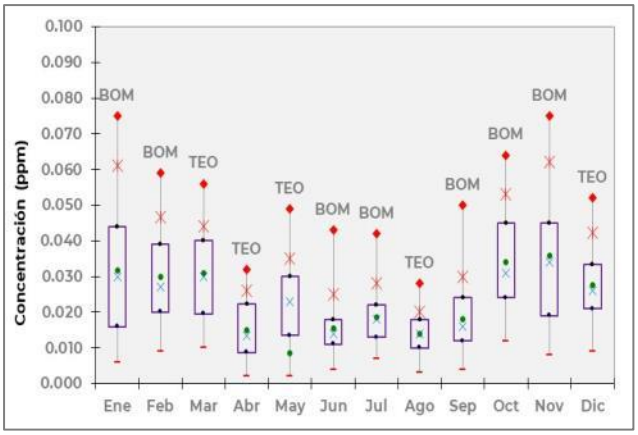
Figura 8.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Máximo diario de 1 hora

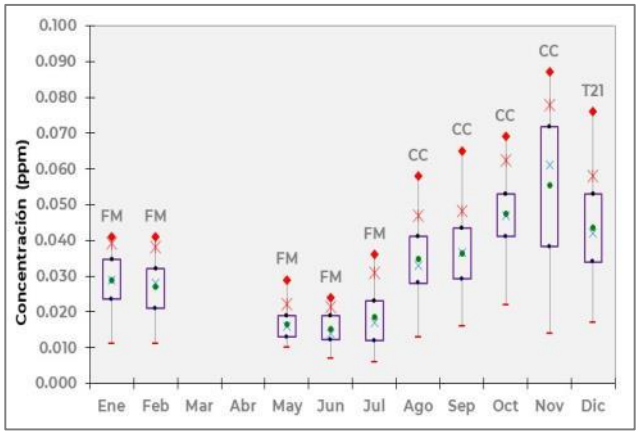
Celaya



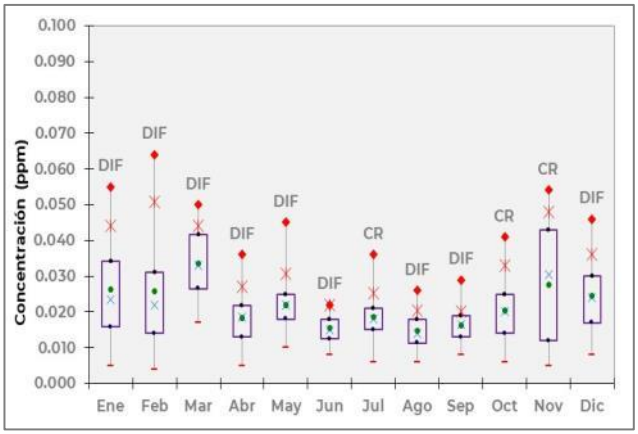
Irapuato



León



Salamanca



Silao

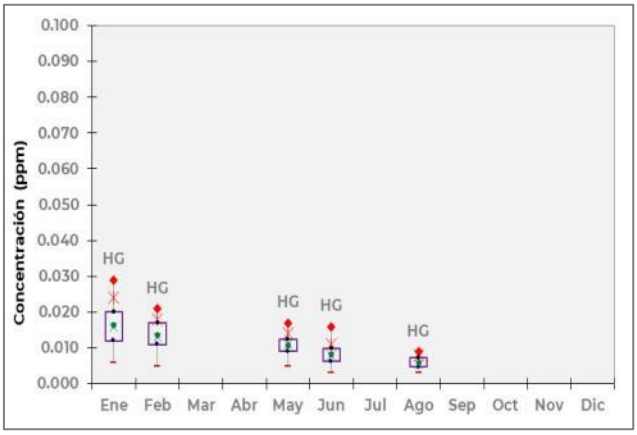
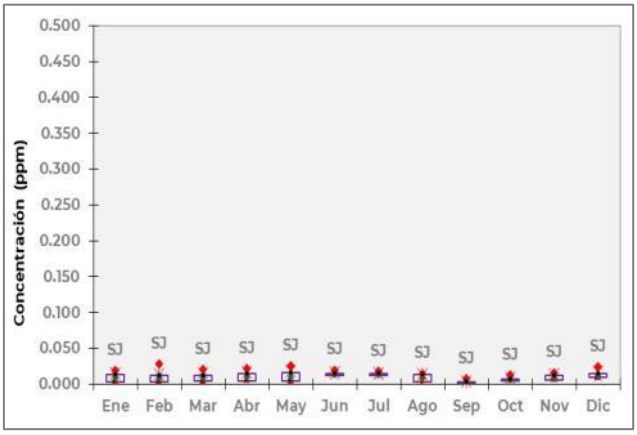


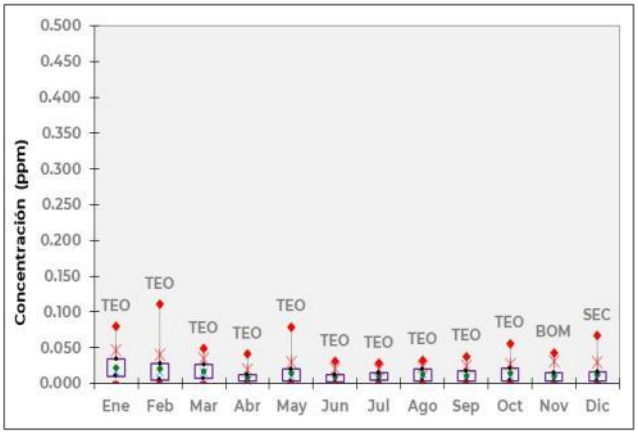
Figura 8.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Máximo diario de 1 hora

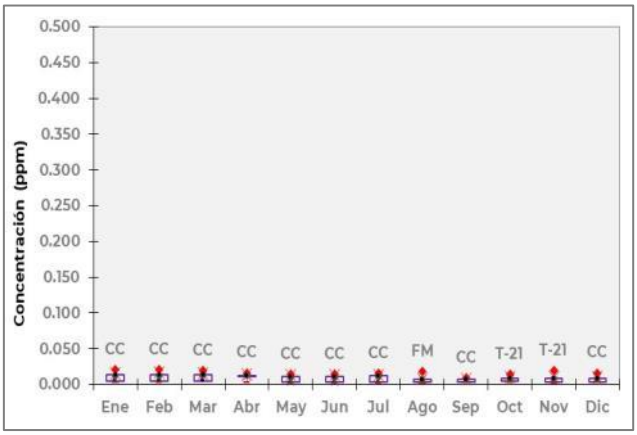
Celaya



Irapuato



León



Salamanca

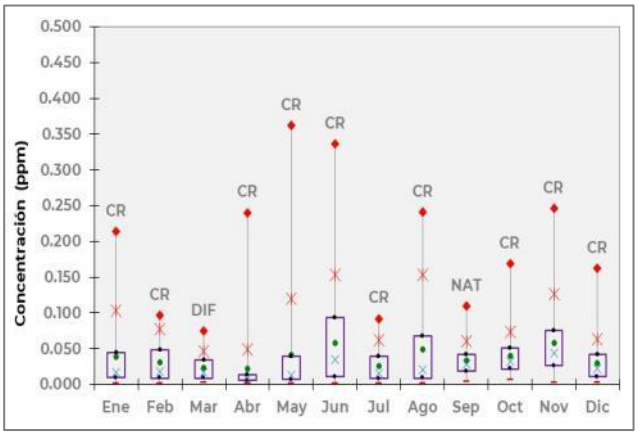
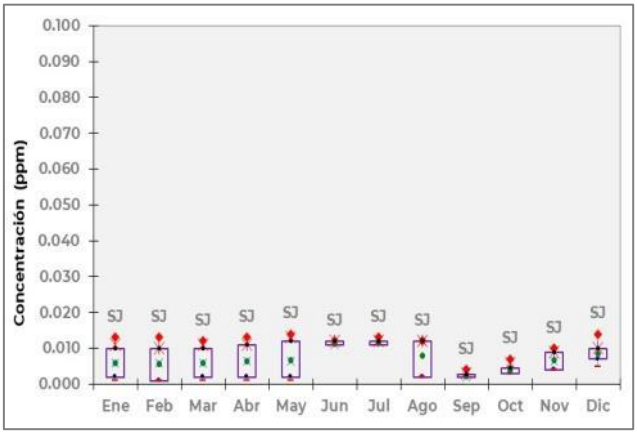


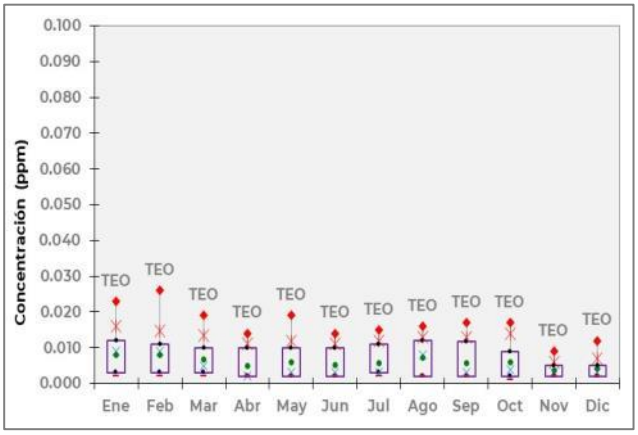
Figura 8.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Guanajuato.

Promedio de 24 horas

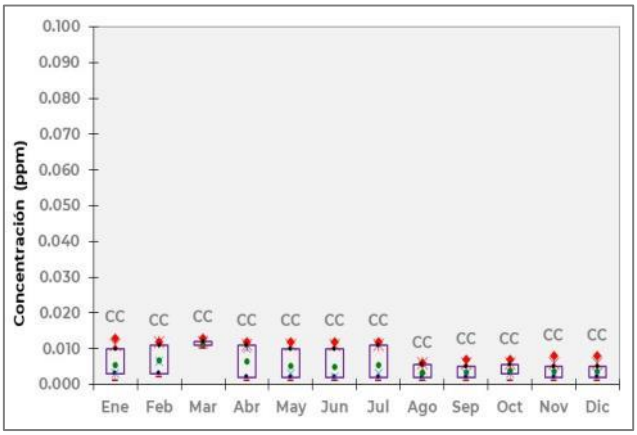
Celaya



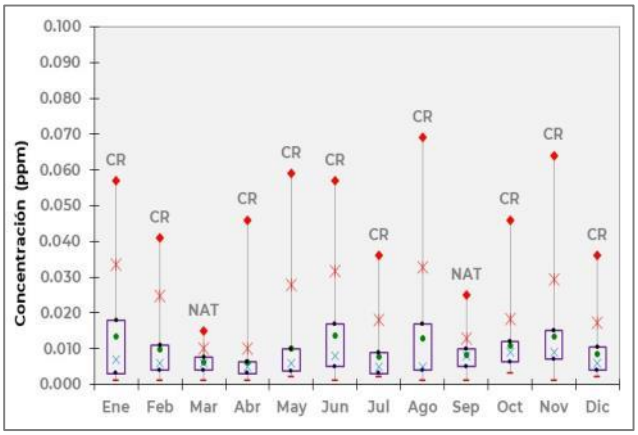
Irapuato



León



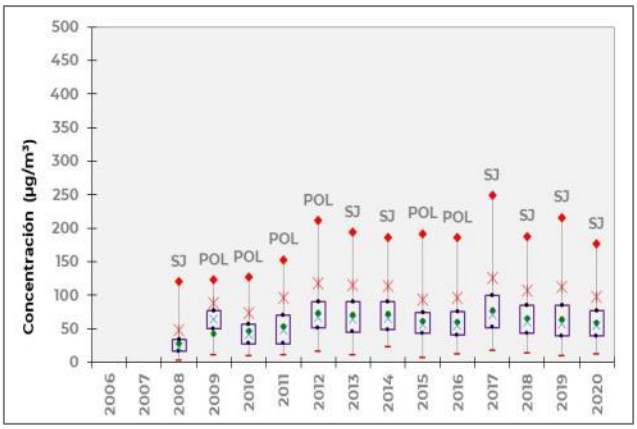
Salamanca



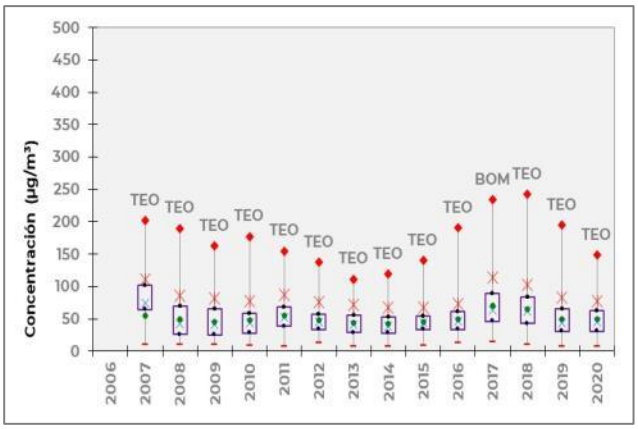
8.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN GUANAJUATO EN EL PERIODO 2006 – 2020.

Figura 8.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020.

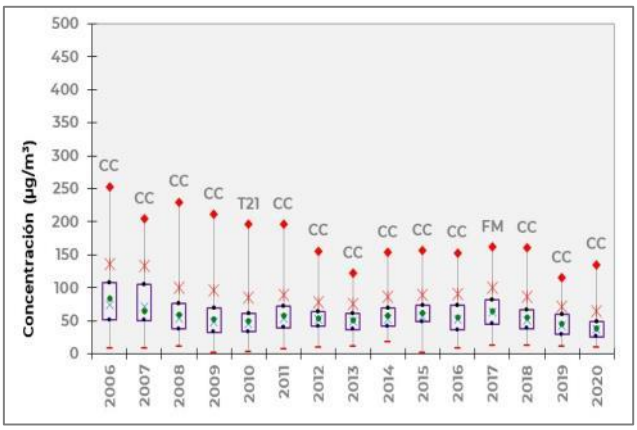
Celaya
(2006 – 2020)



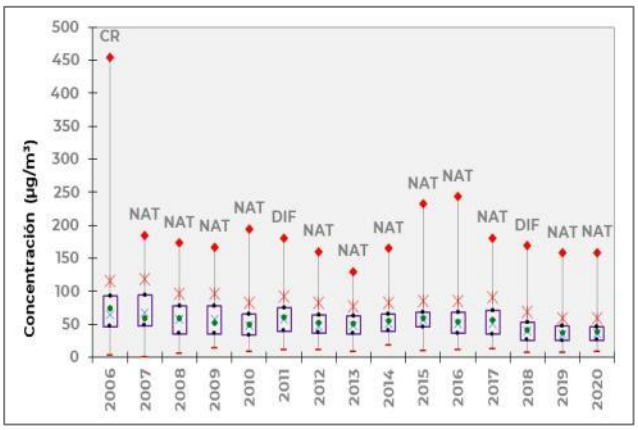
Irapuato
(2006 – 2020)



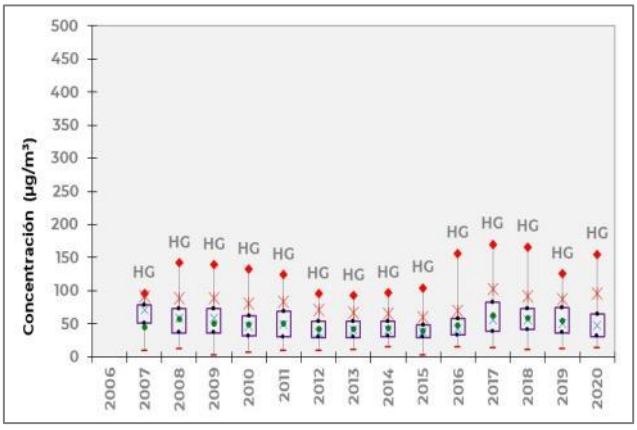
León
(2006 – 2020)



Salamanca
(2006 – 2020)



Silao
(2006– 2020)



Purísima del Rincón
(2006 – 2020)

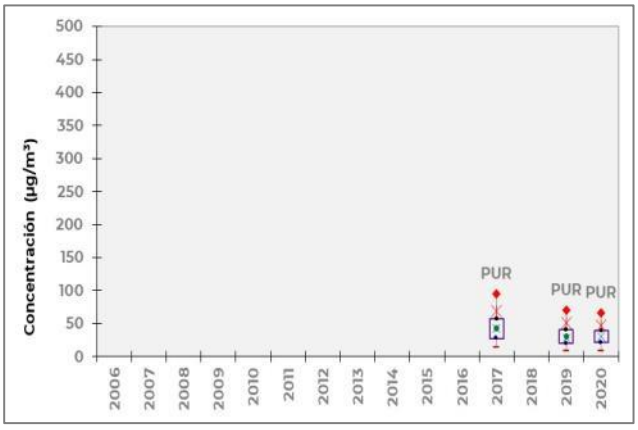


Figura 8.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2013 – 2020.

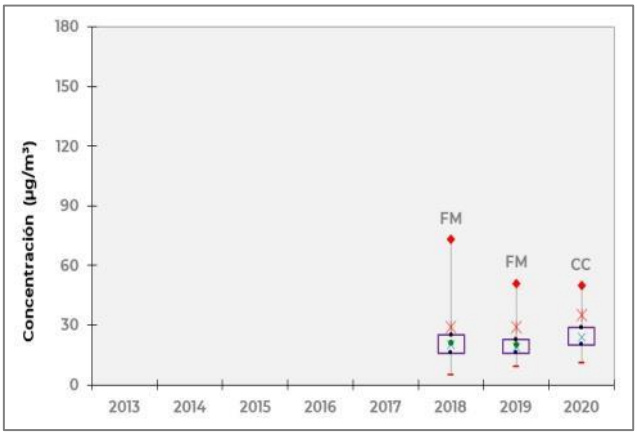
Celaya
(2013 – 2020)



Irapuato
(2013 – 2020)



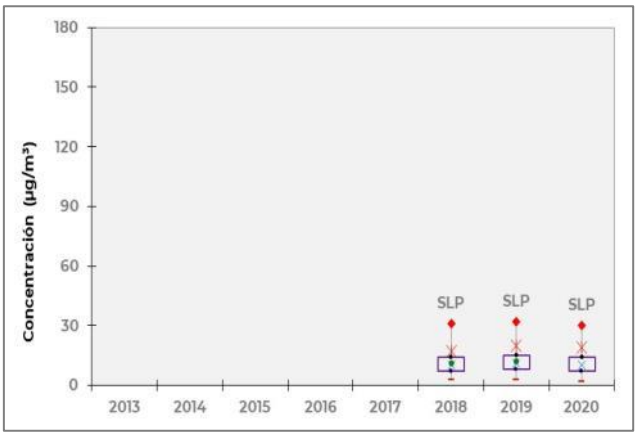
León
(2013 – 2020)



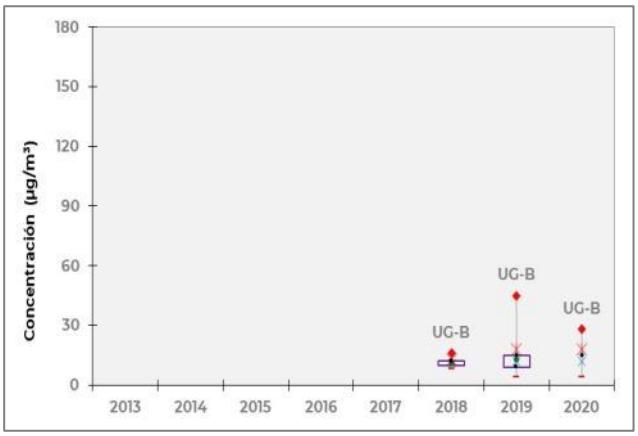
Salamanca
(2013 – 2020)



San Luis de la Paz
(2017 – 2020)



Guanajuato
(2017 – 2020)



San Miguel de Allende
(2017 – 2020)

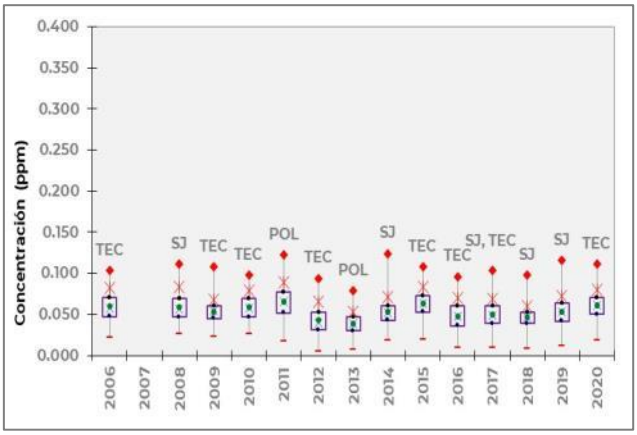


Abasolo
(2017 – 2020)

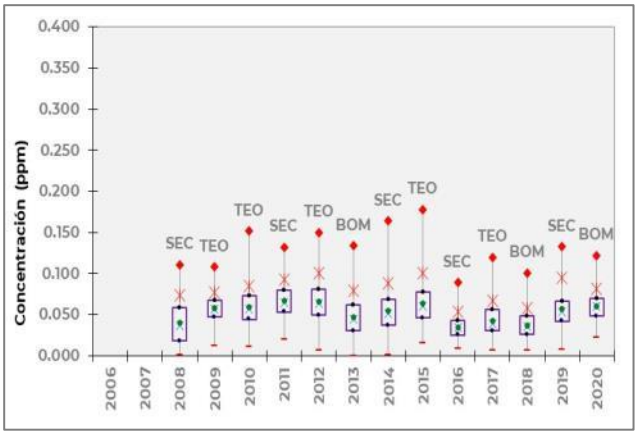


Figura 8.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020.

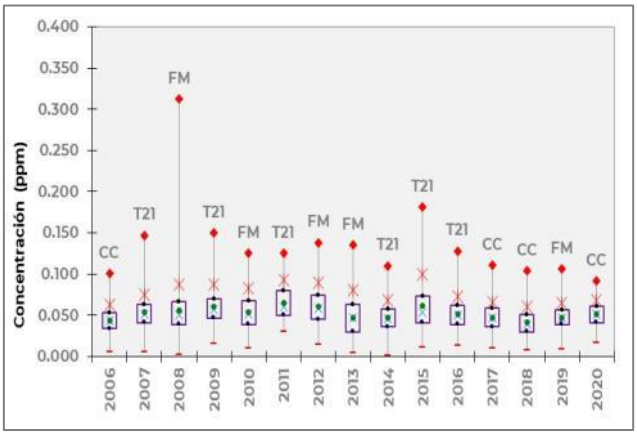
Celaya
(2006– 2020)



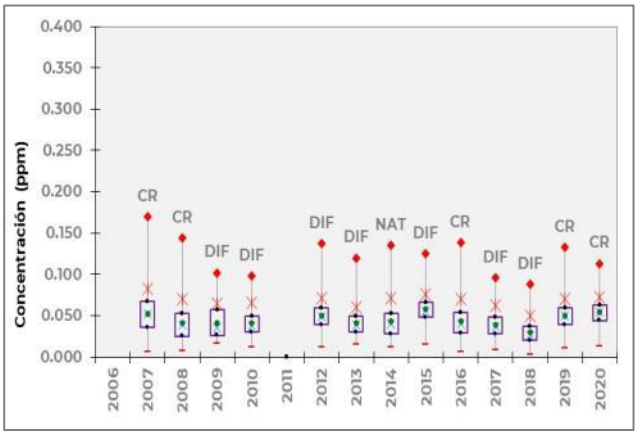
Irapuato
(2006– 2020)



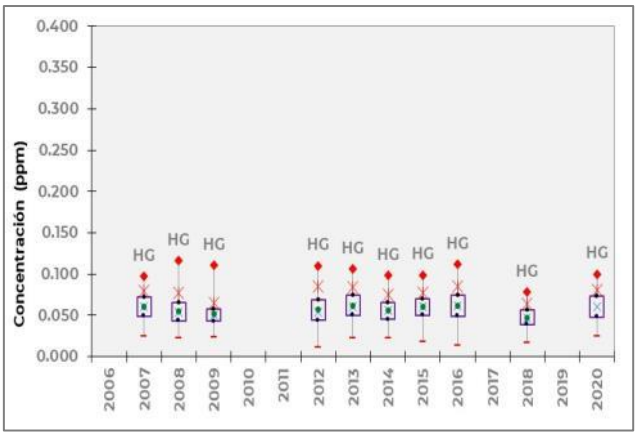
León
(2006 – 2020)



Salamanca
(2006 – 2020)



Silao
(2006 – 2020)



Purísima del Rincón
(2017– 2020)

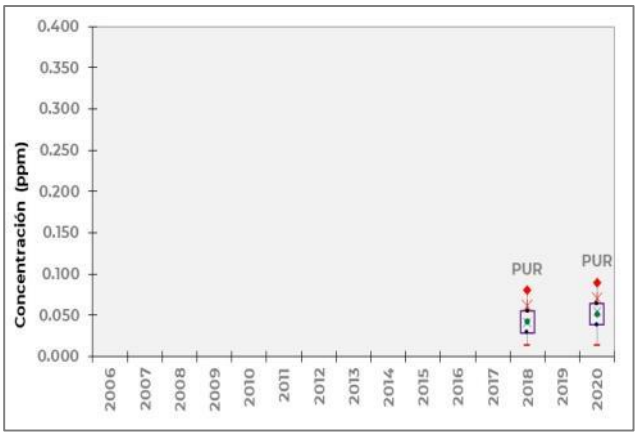
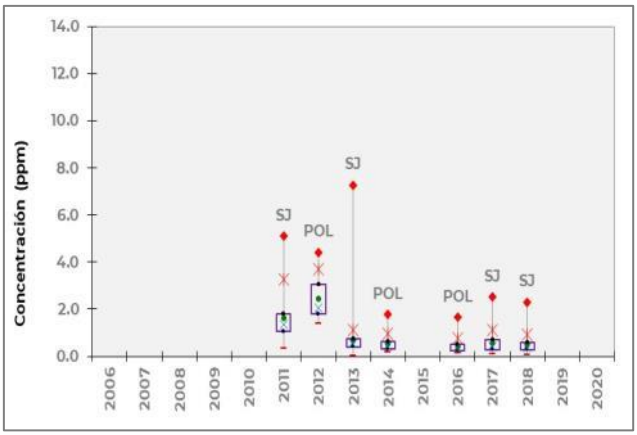
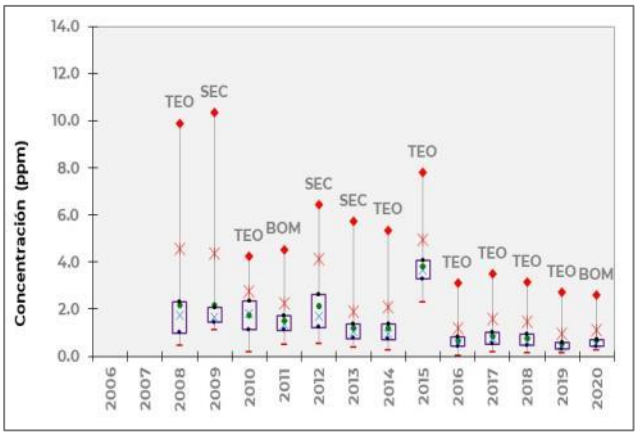


Figura 8.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020.

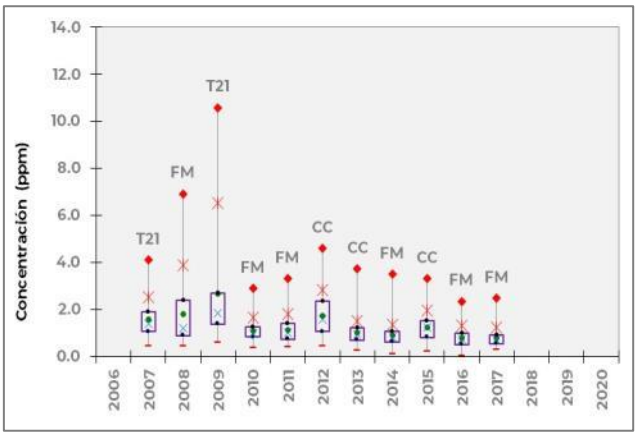
Celaya
(2006– 2020)



Irapuato
(2006– 2020)



León
(2006– 2020)



Salamanca
(2006– 2020)

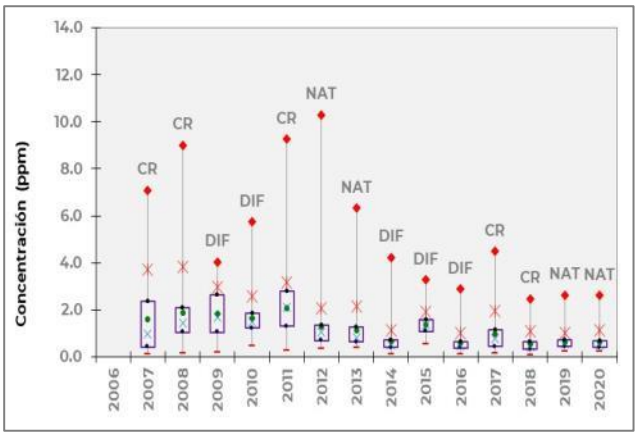
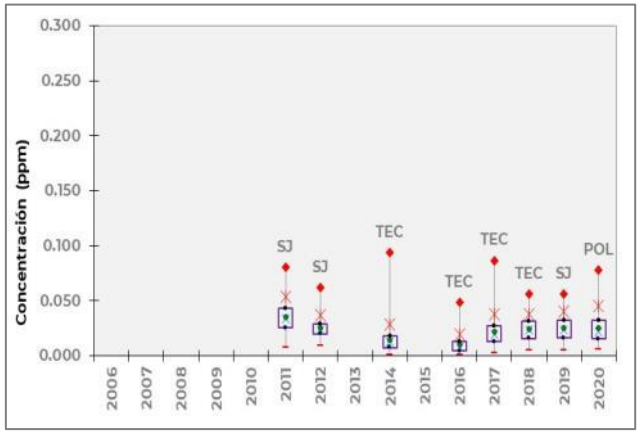
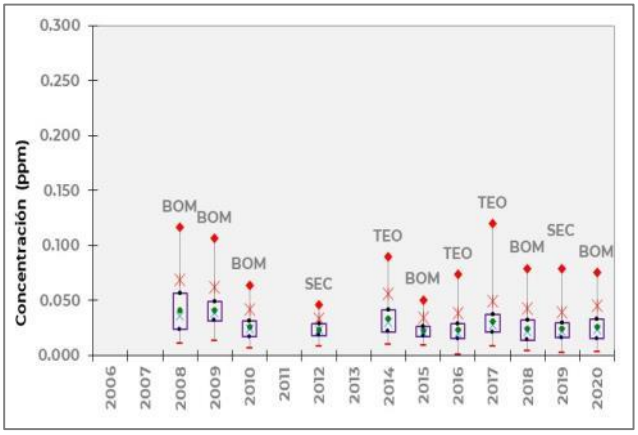


Figura 8.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020.

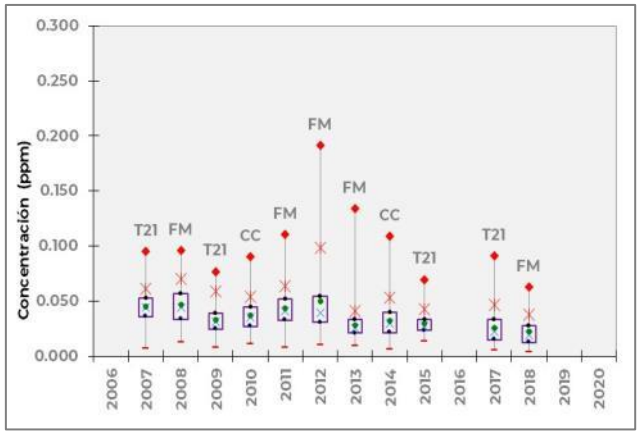
Celaya
(2006– 2020)



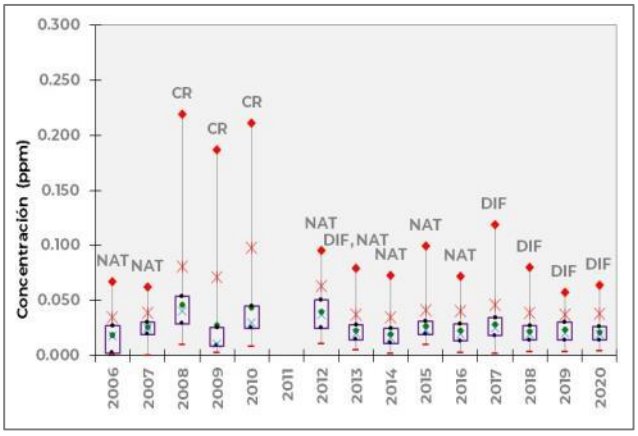
Irapuato
(2006– 2020)



León
(2006– 2020)



Salamanca
(2006 – 2020)



Silao
(2006– 2020)

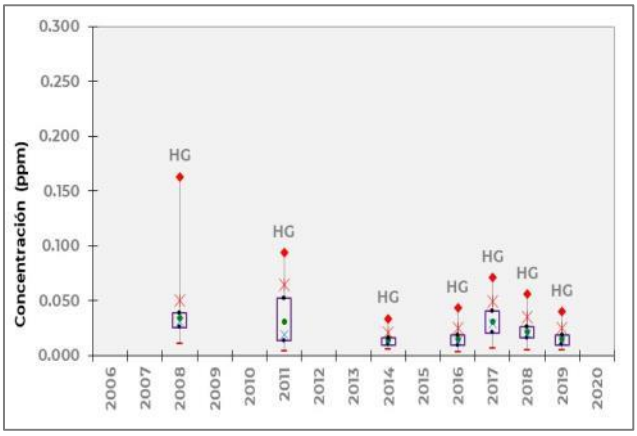
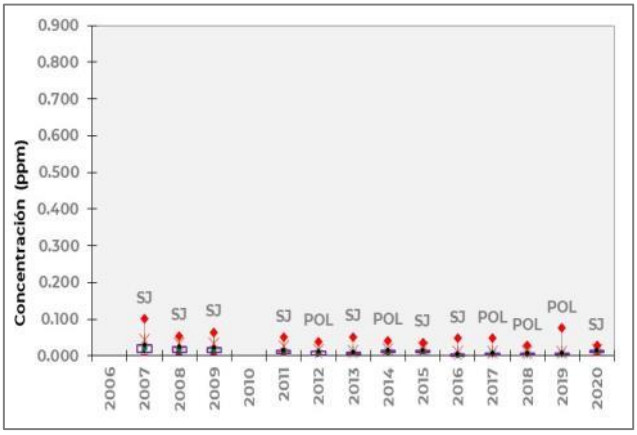
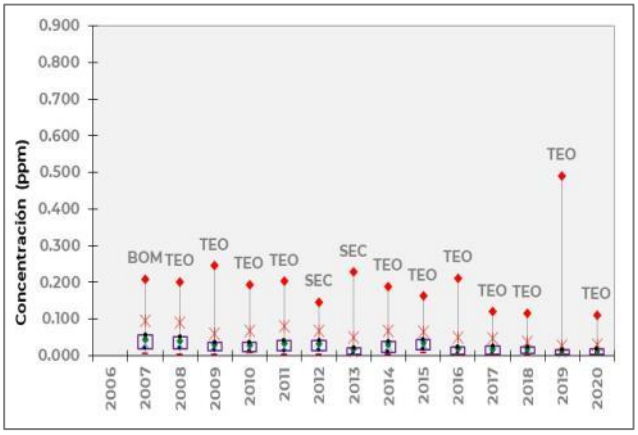


Figura 8.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020.

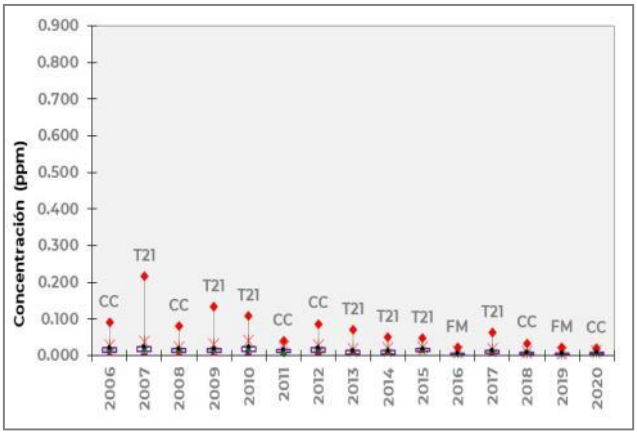
Celaya
(2006– 2020)



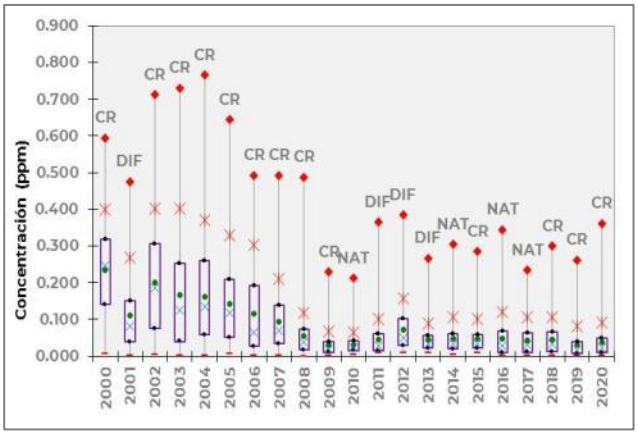
Irapuato
(2006– 2020)



León
(2006– 2020)



Salamanca
(2000 – 2020)



Silao
(2006– 2020)

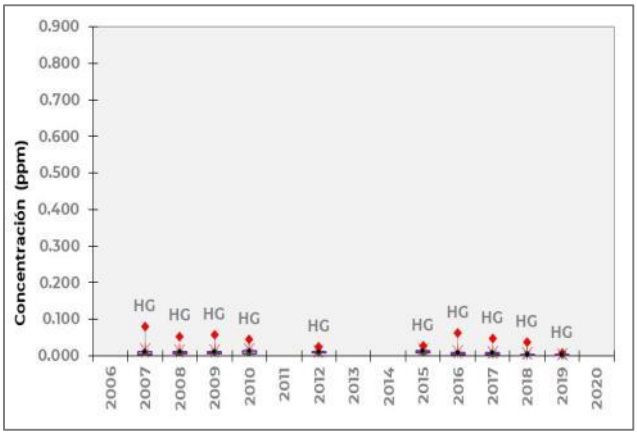
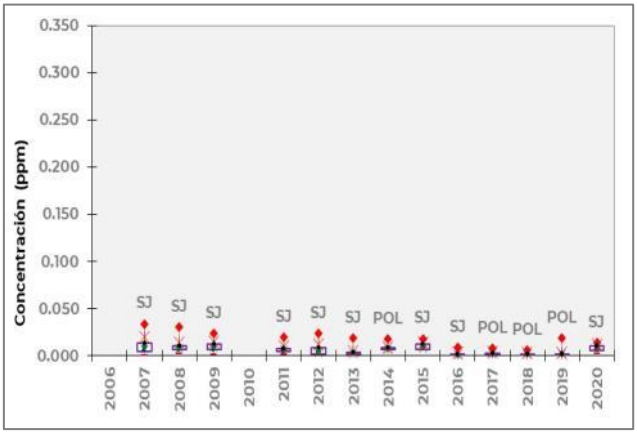
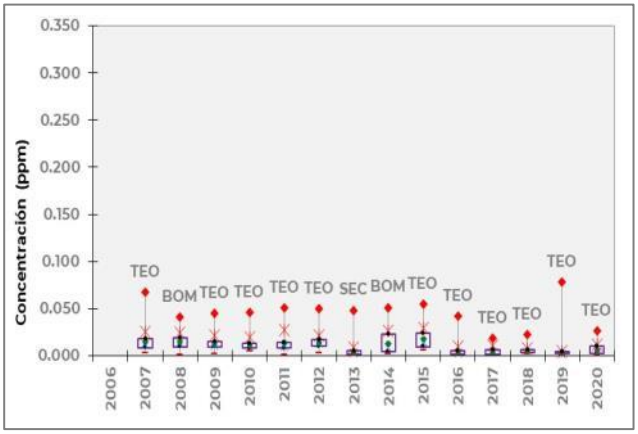


Figura 8.17. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en Guanajuato, en el periodo 2006 – 2020.

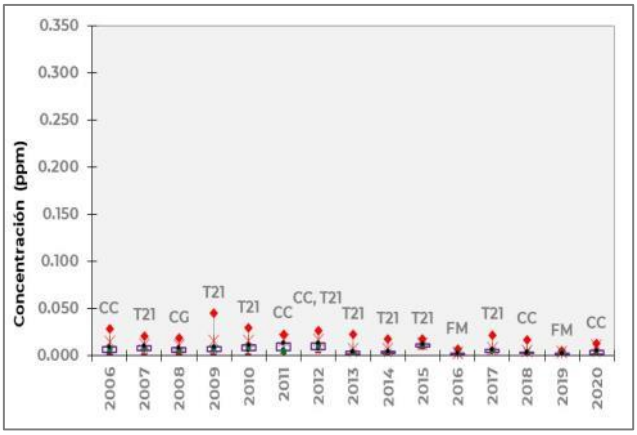
Celaya
(2006– 2020)



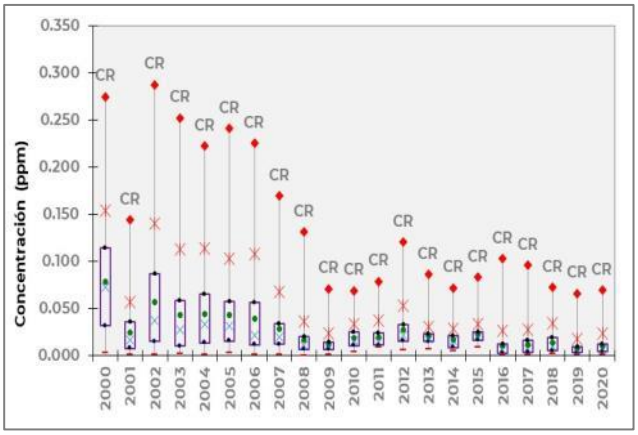
Irapuato
(2006– 2020)



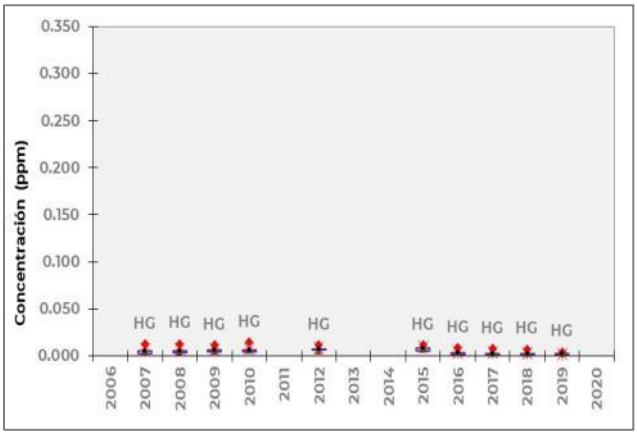
León
(2006– 2020)



Salamanca
(2006 – 2020)



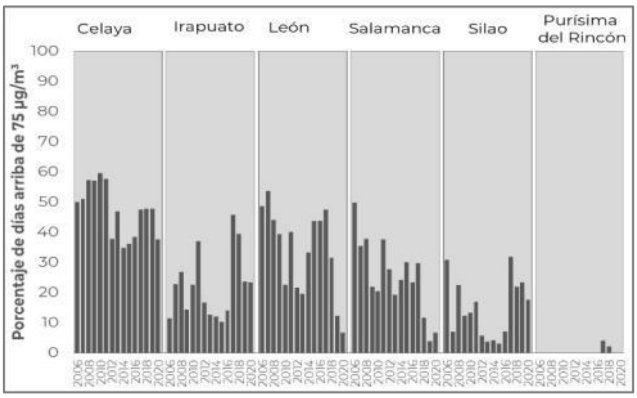
Silao
(2006– 2020)



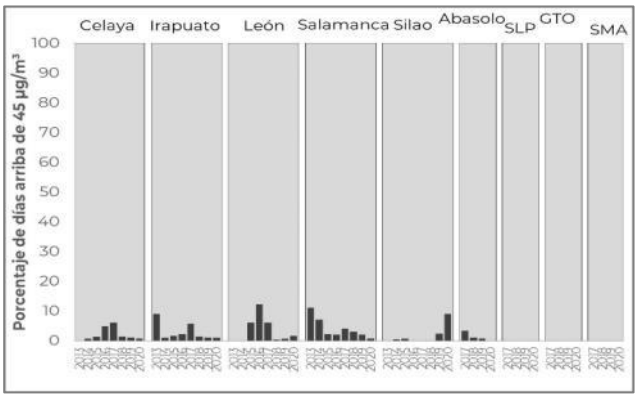
8.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 8.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2020.

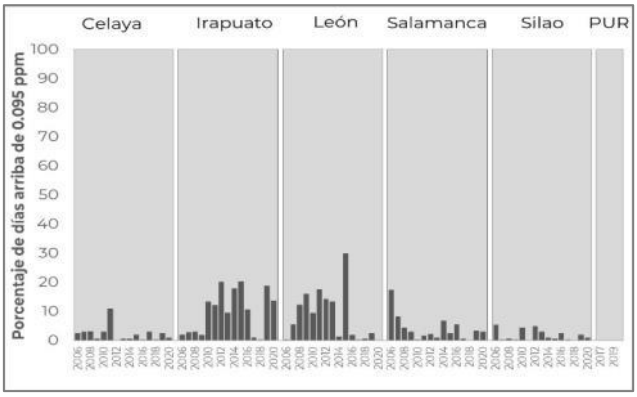
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2006 – 2020)



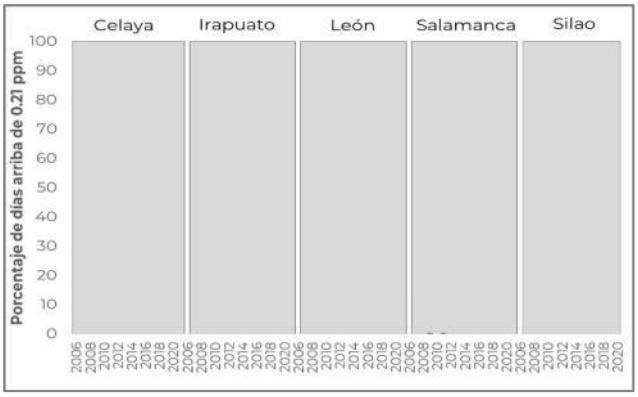
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2006 – 2020)



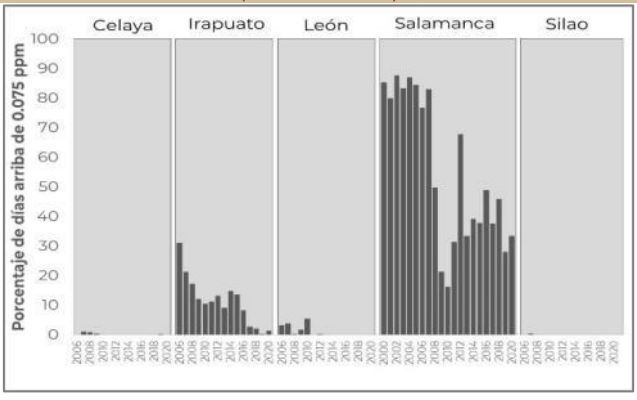
O_3 – Límite de 1 hora
(2006 – 2020)



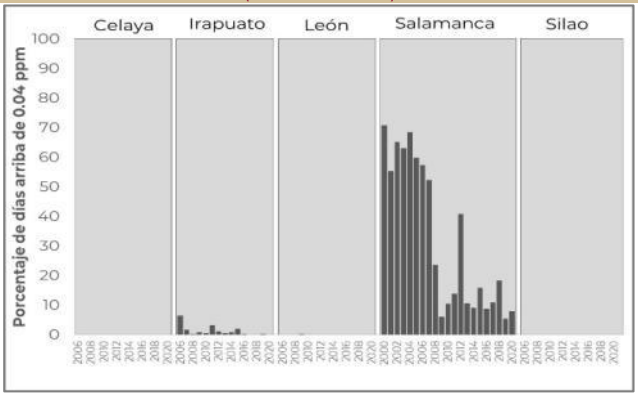
NO_2 – Límite de 1 hora
(2006 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2000 – 2020)



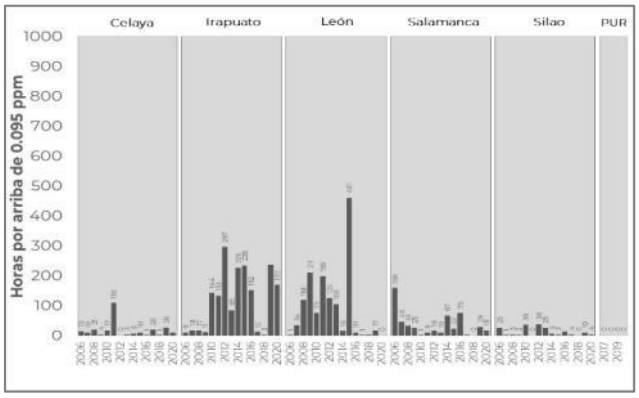
SO_2 – Límite de 24 horas
(2000– 2020)



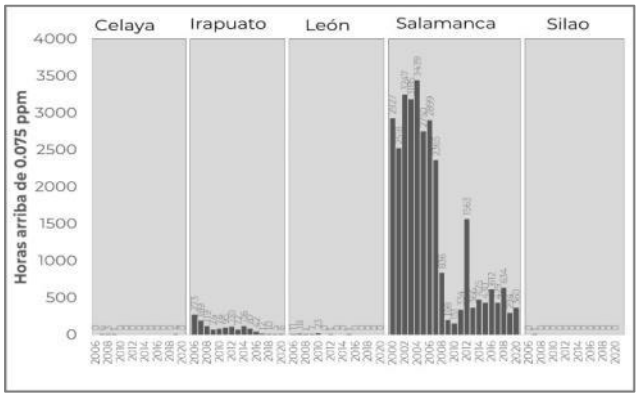
8.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIOXIDO DE AZUFRE.

Figura 8.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2000 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2006 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2006 – 2020)



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

Tabla 8.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2020.

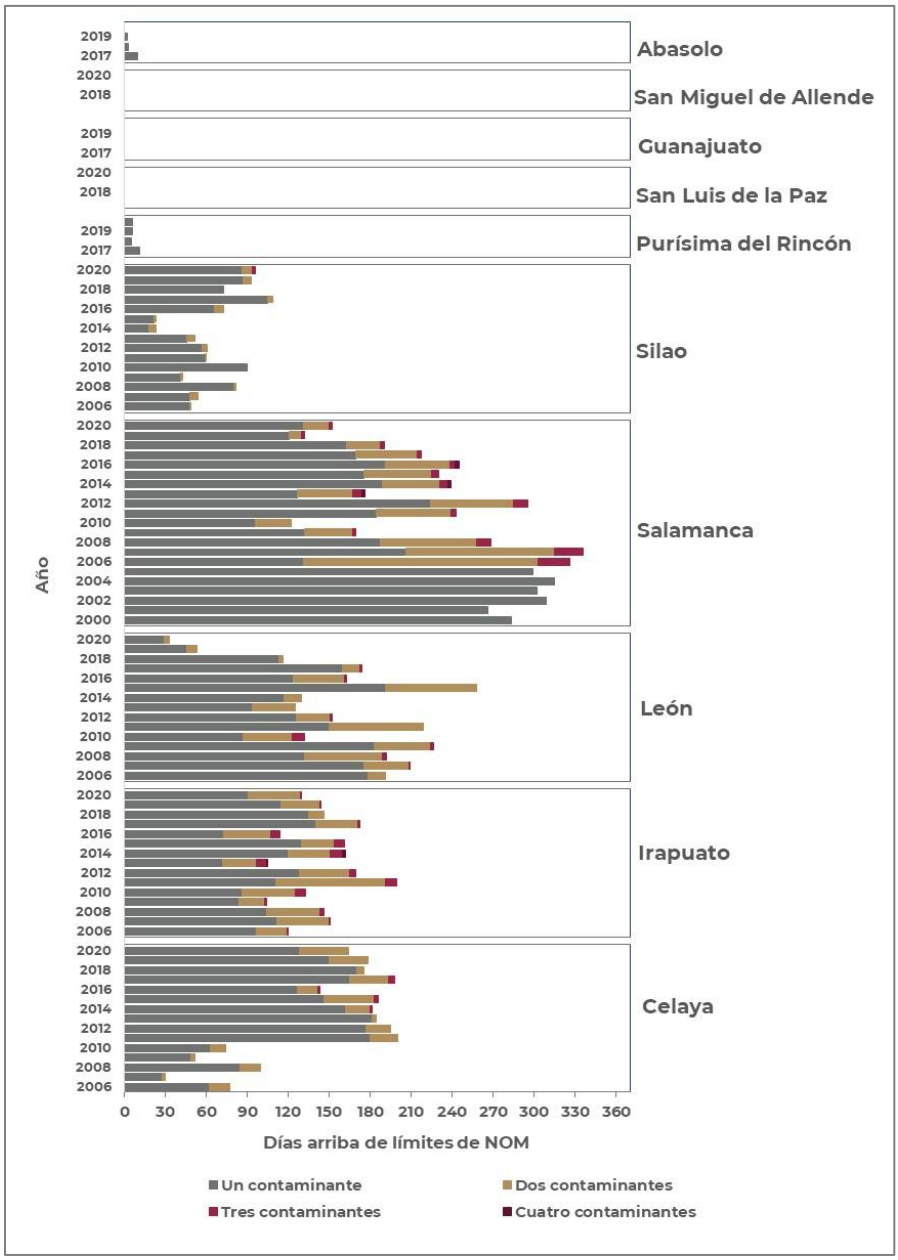
Ciudad	Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
				1 contaminante	2 contaminantes	3 contaminantes	4 contaminantes
Celaya	2006	364	77	62	15	0	0
	2007	314	30	28	2	0	0
	2008	366	100	85	15	0	0
	2009	365	52	49	3	0	0
	2010	364	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
	2017	365	198	165	28	5	0
	2018	365	175	170	5	0	0
	2019	365	178	150	28	0	0
	2020	366	164	128	36	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
Irapuato	2006	330	120	97	22	1	0
	2007	362	151	112	38	1	0
	2008	365	146	104	39	3	0
	2009	365	104	84	19	1	0
	2010	365	133	86	39	8	0
	2011	365	199	111	80	8	0
	2012	366	169	128	37	4	0
	2013	365	105	72	25	7	1
	2014	365	162	120	31	9	2
	2015	365	161	130	24	7	0
	2016	366	114	73	34	7	0
	2017	365	172	140	31	1	0
	2018	365	146	135	11	0	0
	2019	365	144	115	28	1	0
	2020	366	130	91	38	1	0
León	2006	356	191	178	13	0	0
	2007	364	209	175	33	1	0
	2008	366	192	132	57	3	0
	2009	365	226	183	41	2	0
	2010	365	132	87	36	9	0
	2011	365	219	150	69	0	0
	2012	366	152	126	25	1	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
	2020	364	33	29	4	0	0
Salamanca	2000	332	283	283	0	0	0
	2001	333	266	266	0	0	0
	2002	353	309	309	0	0	0
	2003	362	302	302	0	0	0
	2004	362	315	315	0	0	0
	2005	354	299	299	0	0	0
	2006	365	326	131	172	23	0
	2007	365	336	206	109	21	0
	2008	366	268	187	71	10	0
	2009	365	169	132	35	2	0
	2010	365	122	96	26	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	243	184	55	4	0
	2012	366	295	224	61	10	0
	2013	365	176	127	40	7	2
	2014	365	239	189	42	6	2
	2015	365	230	175	50	5	0
	2016	366	245	191	47	4	3
	2017	365	217	169	45	3	0
	2018	365	190	163	24	3	0
	2019	365	132	121	9	2	0
	2020	366	152	131	19	2	0
Silao	2006	227	49	48	1	0	0
	2007	365	54	48	6	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	73	73	0	0	0
	2019	363	93	87	6	0	0
	2020	324	96	86	8	2	0
Purísima del Rincón	2017	286	11	11	0	0	0
	2018	307	5	5	0	0	0
	2019	333	0	6	0	0	0
	2020	363	6	6	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
	2020	340	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
	2020	349	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
	2020	351	0	0	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
Abasolo	2017	313	10	10	0	0	0
	2018	299	3	3	0	0	0
	2019	294	2	2	0	0	0
	2020	311	0	0	0	0	0

Figura 8.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2020.



Hidalgo



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
HIDALGO

En el año 2020, 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 (SEMARNATH), 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. Las Figuras 9.1 a 9.20 y las Tablas 9.1 a 9.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

Los límites normados para la protección de la salud de la población con respecto a este contaminante se cumplieron, en 2020, en las ciudades de Tula de Allende, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tulancingo y Zapotlán de Juárez, en tanto que, en Pachuca, Atitalaquia, Tizayuca y Atotonilco se incumplieron los mismos. En Tepeapulco y Huichapan no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM, debido a que no se contó con información suficiente para ello. Sin embargo, en el caso de Tepeapulco los datos disponibles indican la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas. La concentración más alta de PM_{10}, como promedio de 24 horas y como promedio anual, se registró en Tizayuca, en tanto que Atotonilco fue el sitio en donde con mayor frecuencia se superó el límite normado de 24 horas, con el 28% de los días del año.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre los meses de diciembre y mayo. 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 2020 en Atotonilco y Tepeapulco. Por el contrario, una disminución de este indicador se observa en Atitalaquia y Tizayuca.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La NOM de salud ambiental para $PM_{2.5}$ se cumplió en Pachuca y Tulancingo; y se incumplió en Tula y Atitalaquia. En Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco 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 y como promedio anual se registró en Atitalaquia, lugar en el que también se registró la mayor cantidad de días (4) con concentraciones superiores al límite normado diario.

Las concentraciones más elevadas, en Pachuca, Huichapan y Tulancingo, se presentaron entre los meses de diciembre y 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, aunque en ambas ciudades se registró un descenso en 2020.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se cumplió en Tula de Allende y Tepeapulco, pero se incumplió en Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Huichapan y Tulancingo. En la mayoría de los casos por haberse rebasado los dos límites normados. Atotonilco fue el sitio en el que se alcanzó la concentración más alta como promedio de 1 hora, en tanto que el promedio de 8 horas más alto se registró en Tizayuca. La ciudad en la que con mayor frecuencia se presentaron días en que se rebasó ya sea el límite 1 o de 8 horas fue Atotonilco, seguido de Tizayuca y Tulancingo.

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de ozono, como promedio de 1 hora, se presentaron en los meses de febrero a mayo en Pachuca, Atotonilco, Tepeji, Tizayuca, Huichapan y Tulancingo. En tanto que en Tula de Allende y Atitalaquia ello ocurrió entre octubre y diciembre. A lo largo los años se observa un comportamiento diferenciado entre las ciudades, así, mientras en Pachuca, Atitalaquia, Tepeji del Río, Tepeapulco y Huichapan se aprecia una ligera reducción en las concentraciones de este contaminante en 2020, en otras ciudades como Tizayuca, Tula, Atotonilco y Tulancingo prácticamente no se registra cambio respecto a los observado en 2019. En cuanto al número de días en que se rebasó el límite normado de 1 hora, sólo se observa un ligero incremento en 2020 en las ciudades de Atotonilco y Tepeapulco.

Monóxido de carbono (CO) y Dióxido de nitrógeno (NO_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 2020.

Dióxido de azufre (SO_2)

De los municipios que midieron este contaminante en 2020, en 4 se cumplieron los dos límites normados para la protección de la salud (Pachuca, Tizayuca, Tepeapulco y Tulancingo), en 4 se rebasó al menos uno

de los dos límites normados (Tula, Atitalaquia, Atotonilco y Tepeji) y en 1 (Huichapan) no fue posible evaluar cumplimiento de norma por insuficiencia de datos. La concentración más alta tanto como promedio horario como promedio de 24 horas se registró en Tula, seguida de Atitalaquia.

A lo largo del año, las concentraciones de SO_2, suelen mostrar poca variabilidad en Pachuca, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo; sin embargo, en Tula, Atitalaquia, Atotonilco y Tepeji se aprecia una mayor variabilidad, pero sin poder definir un patrón que permita establecer con claridad los meses en los que se registran las mayores concentraciones. Estas pueden presentarse en cualquier época del año. Por otra parte, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora presenta una tendencia a la baja en Tula, Atitalaquia, Atotonilco y Tepeji. Este mismo comportamiento es apreciable en el indicador sobre el número de horas, por año, en que se supera el límite normado de 1 hora.

A destacar

En 2020, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, disminuyó en prácticamente todas las ciudades respecto a lo observado en 2019. Así, por ejemplo, en Pachuca bajó de 60 a 15, en Tula de 87 a 62, en Tizayuca de 53 a 41, en Atitalaquia de 170 a 98, en Atotonilco de 137 a 109, en Tulancingo de 14 a 9, en Huichapan de 21 a 3 y en Tepeji del Río de 145 a 89.

Por primera vez, desde el año 2017, se registró nuevamente incumplimiento de la norma de salud ambiental de dióxido de azufre. Esto, sin embargo, no es producto de un deterioro de la calidad del aire sino de la actualización de la NOM-022-SSA1-2019. Dicha NOM establece los criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al SO_2 como medida de protección a la salud de la población. Esta NOM se actualizó en agosto de 2019 y estableció niveles de protección más estrictos que los de las normas que le precedieron, lo que se ve reflejado en el diagnóstico de la calidad del aire de la entidad y en particular de ciudades como Tula, Atitalaquia, Atotonilco y Tepeji.

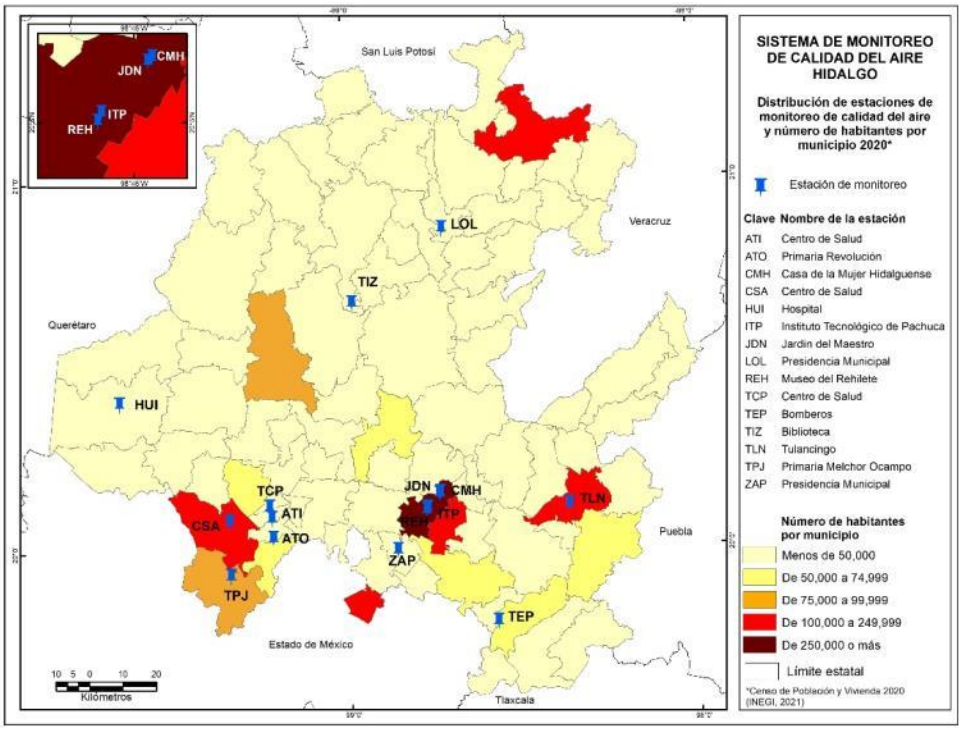
9.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 9.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2020 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 9.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Hidalgo, 2020.



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

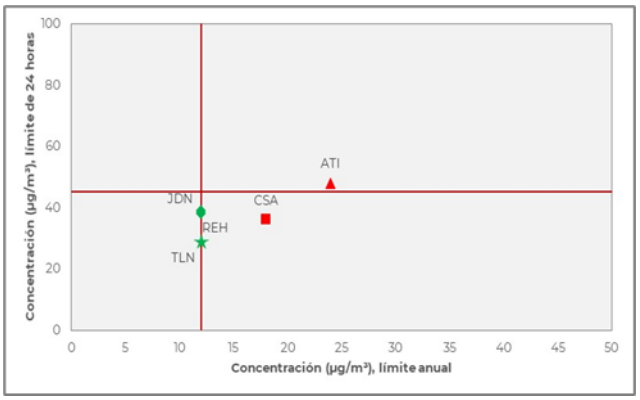
9.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 9.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Hidalgo, en el año 2020.

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

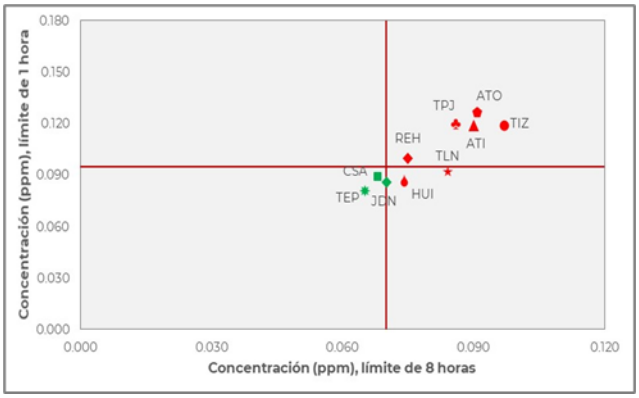


Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



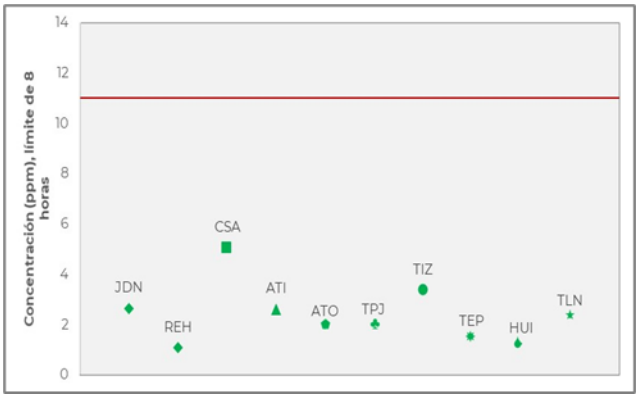
Ozono – O_3

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



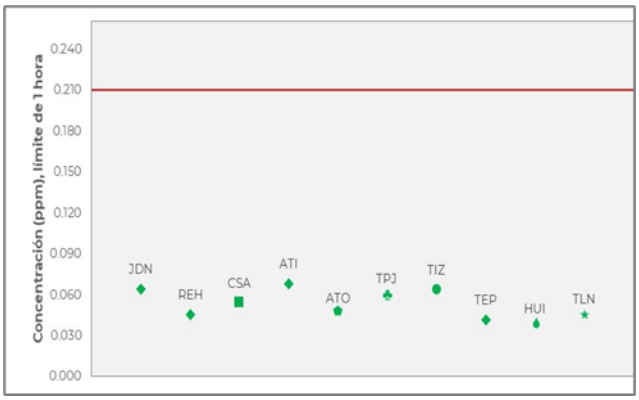
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



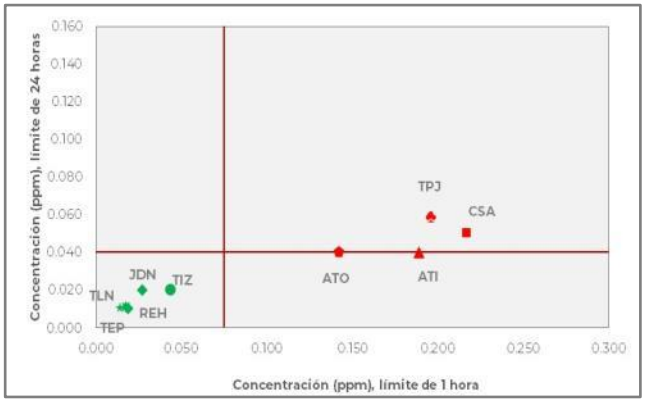
Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm–línea horizontal)



Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.04 ppm–línea horizontal)



◆ Pachuca
● Tizayuca
■ Tula de Allende
▲ Atitalaquia
⬟ Atotonilco
♣ Tepeji del Río
♠ Tlaxcoapan
♦ Huichapan
✸ Tepeapulco
★ Tulancingo
► Zapotlán

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

Tabla 9.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Hidalgo (2020).

Contaminante	Límite normado		Pachuca				Tula de Allende CSA	Atitalaquia ATI	Atotonilco ATO
			JDN	REH	CMH	ITP			
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	92	104	38	DI	60	124	144
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	27	32	20	DI	28	52	66
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	39	38	DI	¤	36	48	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	12	12	DI	¤	18	24	DI
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.086	0.100	¤	¤	0.089	0.119	0.125
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.070	0.075	¤	¤	0.068	0.090	0.091
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	2.6	1.1	¤	¤	5.0	2.6	1.9
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.064	0.045	¤	¤	0.054	0.068	0.046
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.027	0.019	¤	¤	0.217	0.189	0.142
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.02	0.01	¤	¤	0.05	0.04	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

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

Continuación...

Contaminante	Límite normado		Tepeji del Río TPJ	Tlaxcoa-pan TCP	Tizayuca TIZ	Lolotla LOL	Tepeapul-co TEP	Huicha-pan HUI	Tulancin-go TLN	Zapotlán de Juárez ZAP
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m^3	69	73	187	¤	DI	DI	62	49
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m^3	32	31	69	¤	DI	DI	28	27
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m^3	DI	¤	DI	DI	DI	DI	29	¤
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m^3	DI	¤	DI	DI	DI	DI	12	¤
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.121	¤	0.119	¤	0.081	0.087	0.092	¤
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.086	¤	0.097	¤	0.065	0.074	0.084	¤
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	1.9	¤	3.4	¤	1.5	1.2	2.3	¤
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.060	¤	0.064	¤	0.041	0.038	0.045	¤
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.195	¤	0.044	¤	0.015	DI	0.014	¤
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	¤	0.02	¤	0.01	DI	0.01	¤

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

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

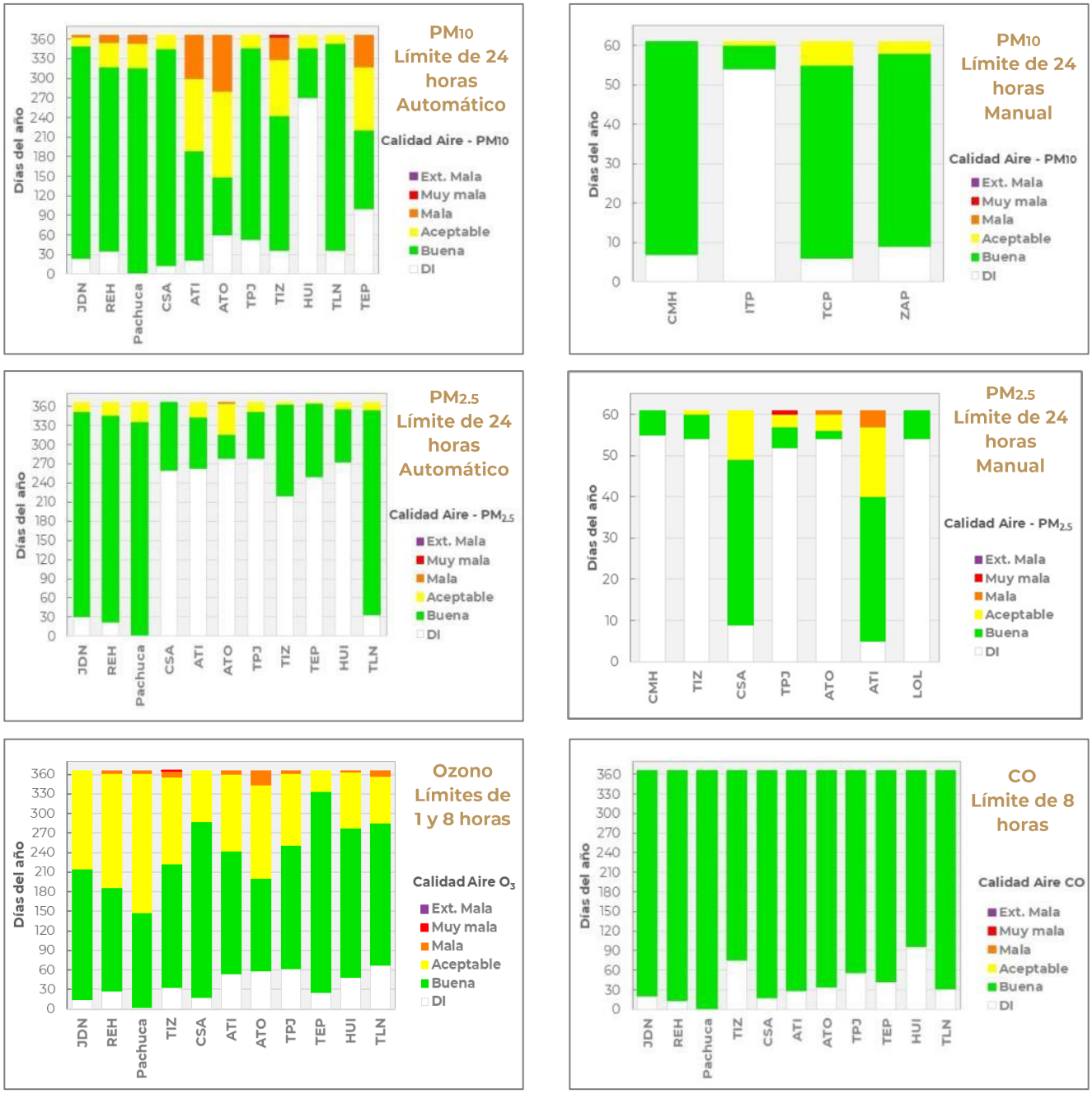
Tabla 9.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Hidalgo.

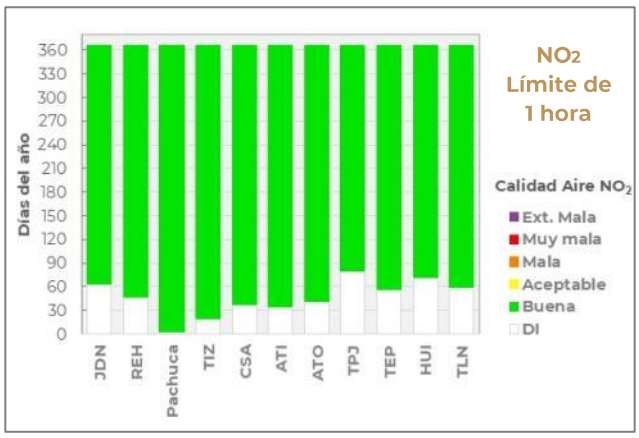
Ciudad		Pachuca	Tula de Allende	Atitalaquia	Atotonilco	Tepeji del Río	Tizayuca	Tepeapulco	Huichapan	Tulancingo	Tlaxcoapan	Lolotla	Zapotlán de Juárez
PM_{10}	No. días con datos válidos	364	353	344	306	313	330	266	96	329	55		52
	No. días > 75 µg/m³	12	0	67	86	0	37	48	0	0	0		0
	% días > 75 µg/m³	3	0	20	28	1	11	18	0	0	0*		0*
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	364	106	56	7	9	146	116	93	332		7	
	No. días > 45 µg/m³	0	0	4	1	1	0	0	0	0		0	
	% días > 45 µg/m³	0	0	0.1*	14*	11*	0	0	0	0		0*	
O_3	No. días con datos válidos	360	348	312	308	304	333	340	317	299			
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	5	0	6	22	5	10	0	3	9			
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	1	0	2	7	2	3	0	1	3			
CO	No. días con datos válidos	366	348	337	332	310	291	323	270	291			
	No. días > 11 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	% días > 11 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
NO_2	No. días con datos válidos	363	329	331	325	286	347	309	294	307			
	No. días > 0.210 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	% días > 0.210 ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SO_2	No. días con datos válidos	366	333	350	313	314	353	307	257	339			
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0	62	50	18	86	0	0	0	0			
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0	19	14	6	27	0	0	0	0			

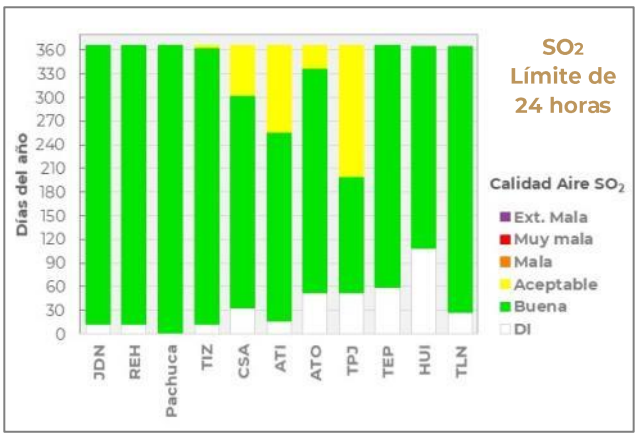
* Monitoreo manual

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 Hidalgo, en el año 2020.







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

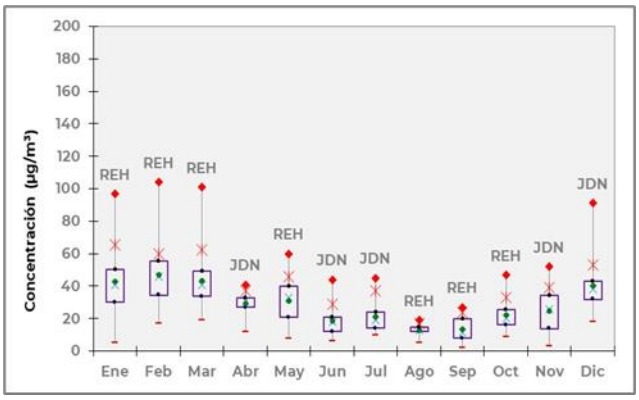
Zapotlán
ZAP – Presidencia municipal

9.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

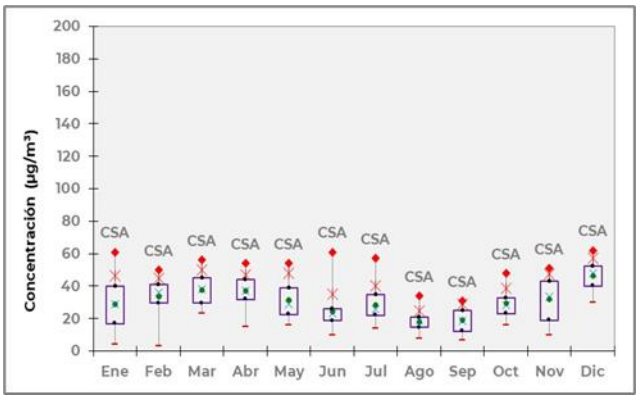
Figura 9.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Promedio de 24 horas

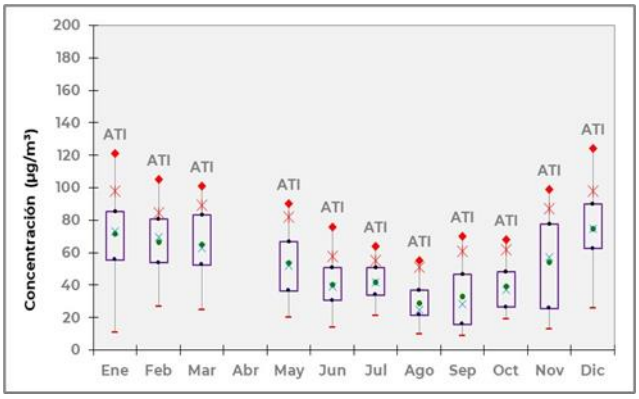
Pachuca



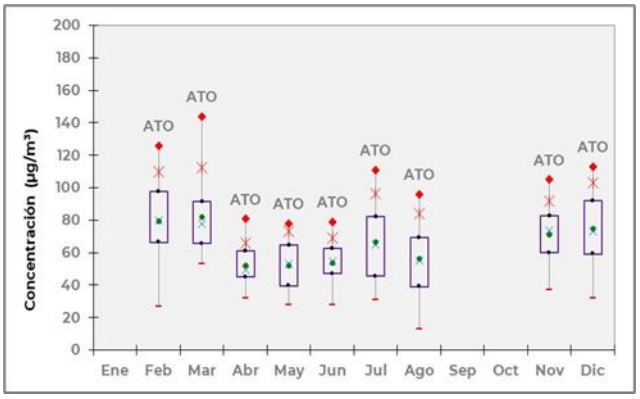
Tula de Allende



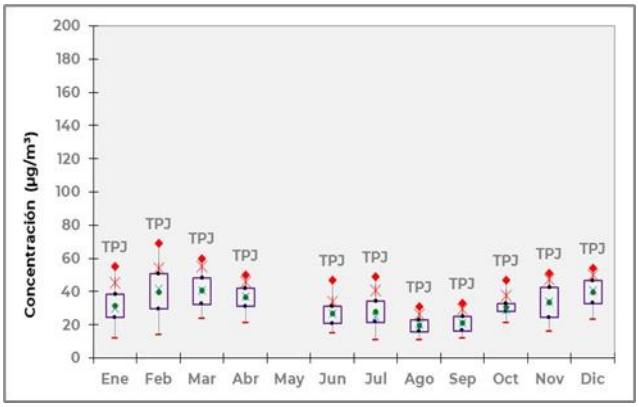
Atitalaquia



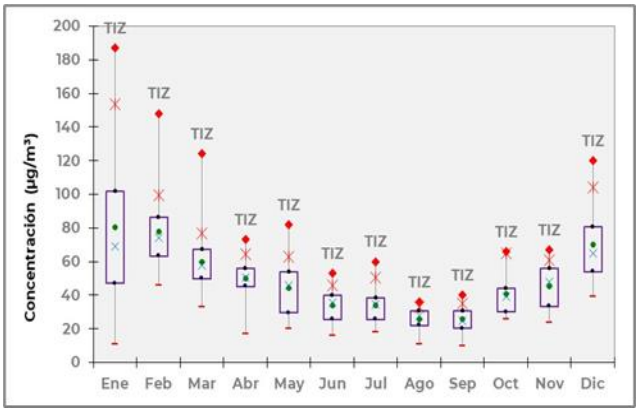
Atotonilco



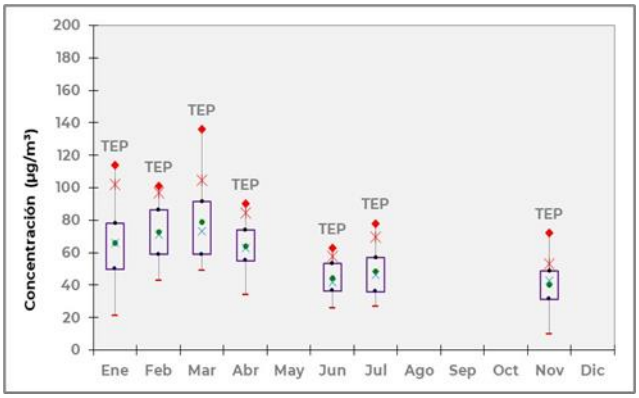
Tepeji del Río



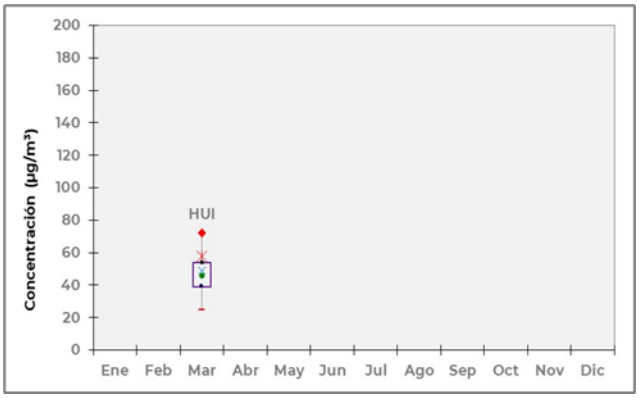
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

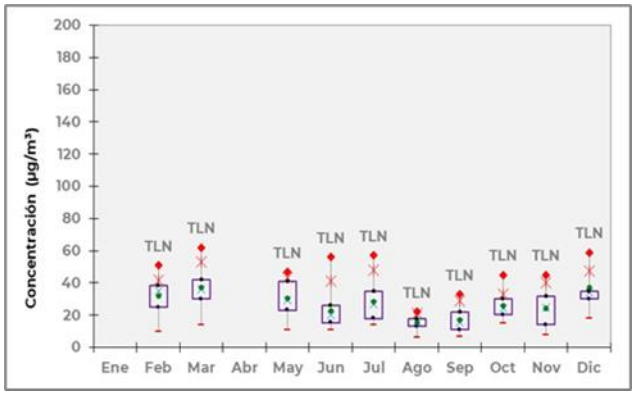
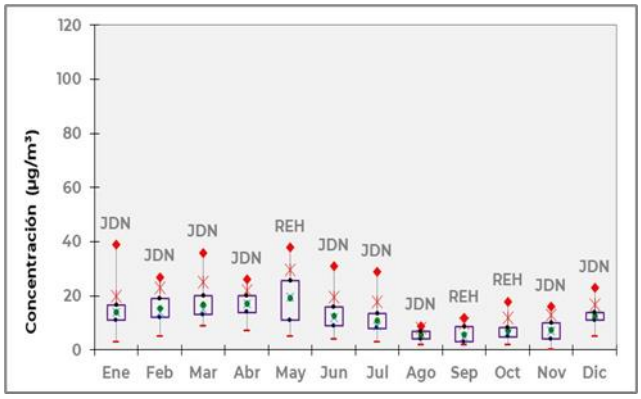


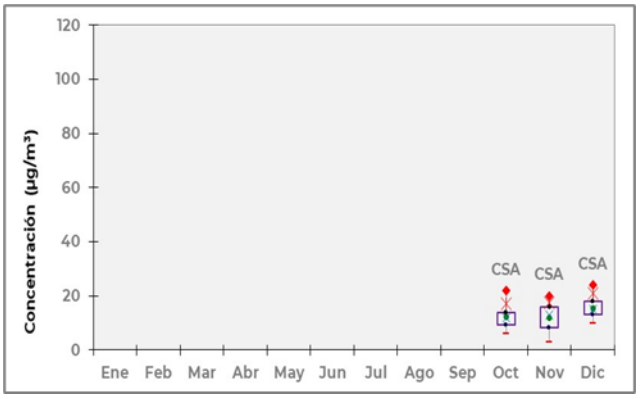
Figura 9.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Promedio de 24 horas

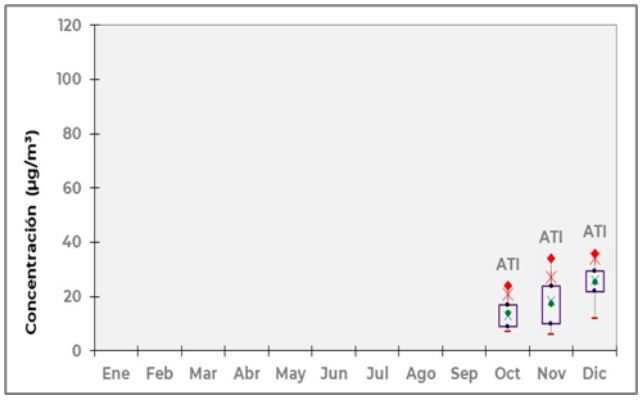
Pachuca



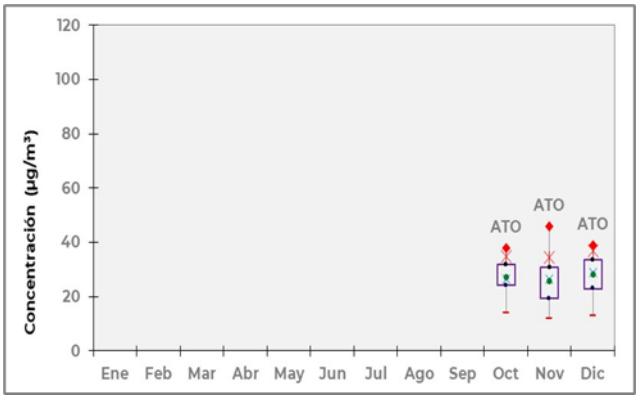
Tula de Allende



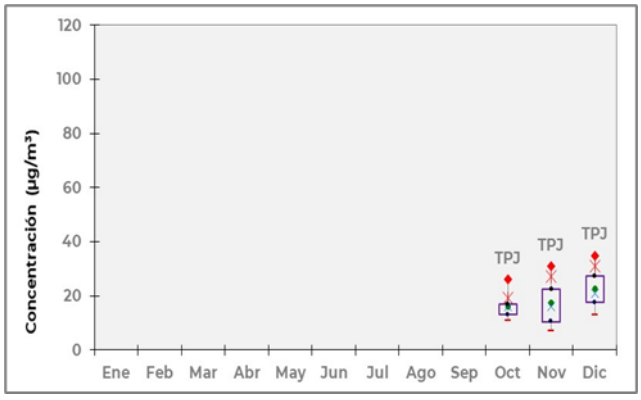
Atitalaquia



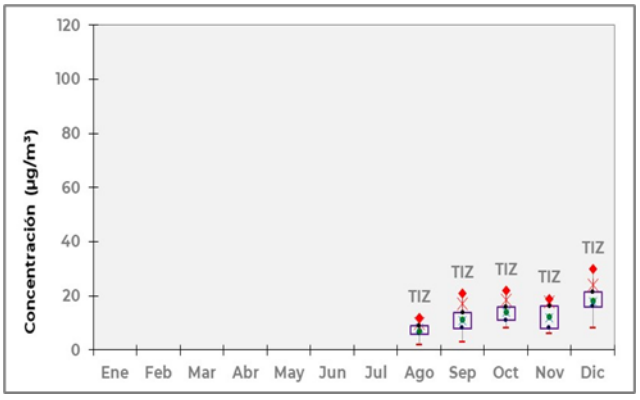
Atotonilco



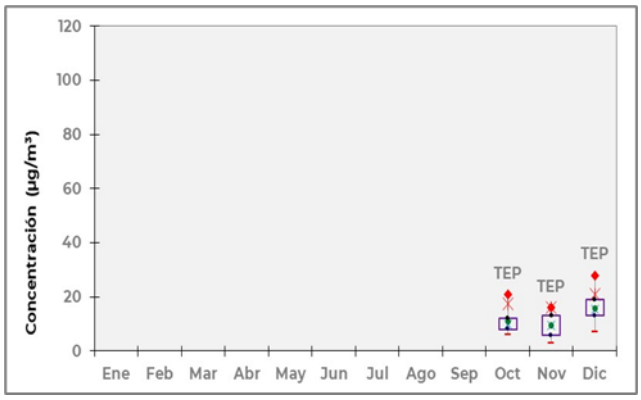
Tepeji del Río



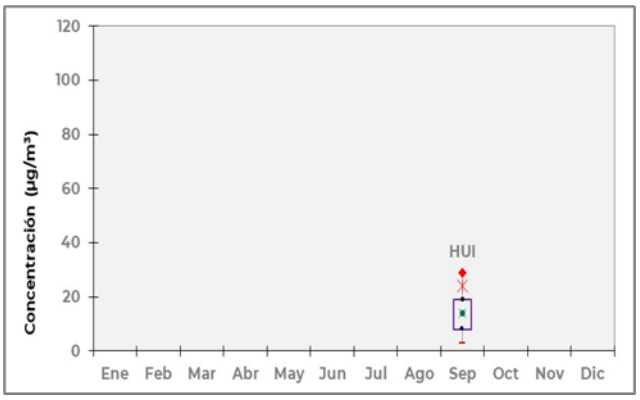
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

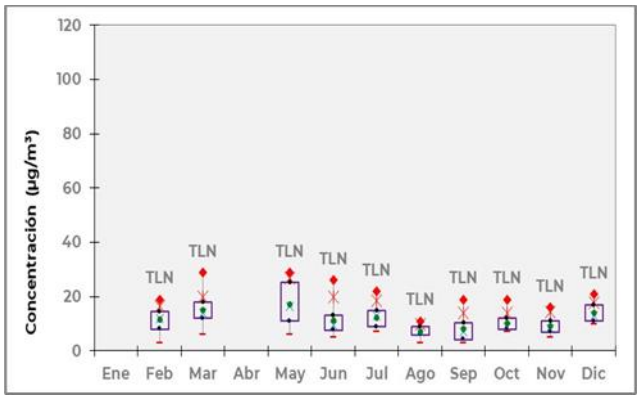
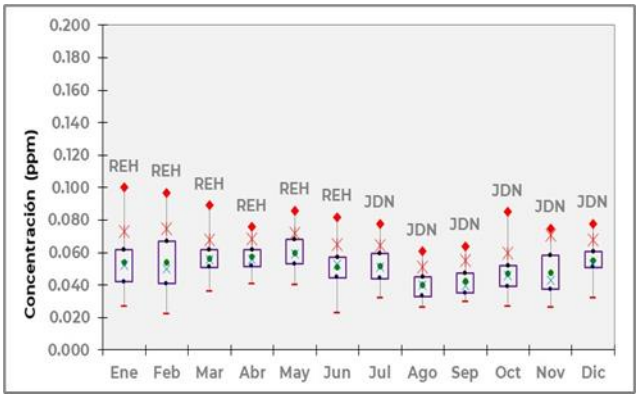


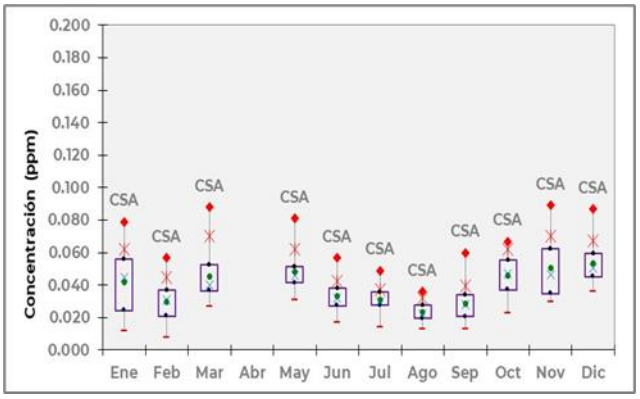
Figura 9.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Máximo diario de 1 hora

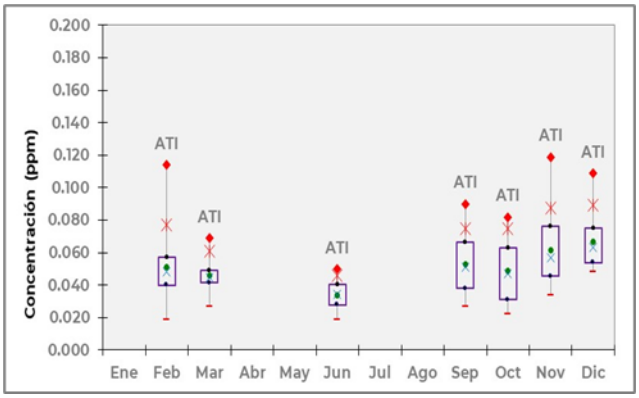
Pachuca



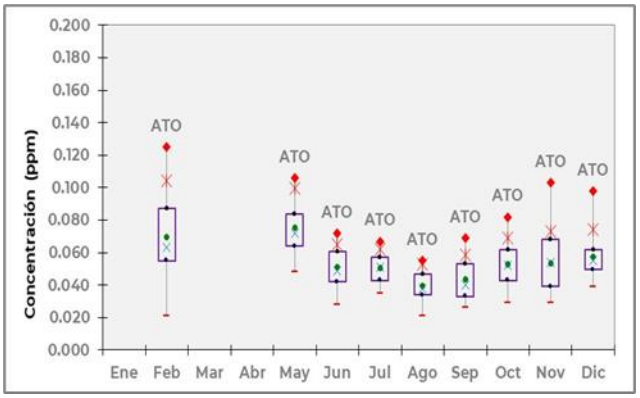
Tula de Allende



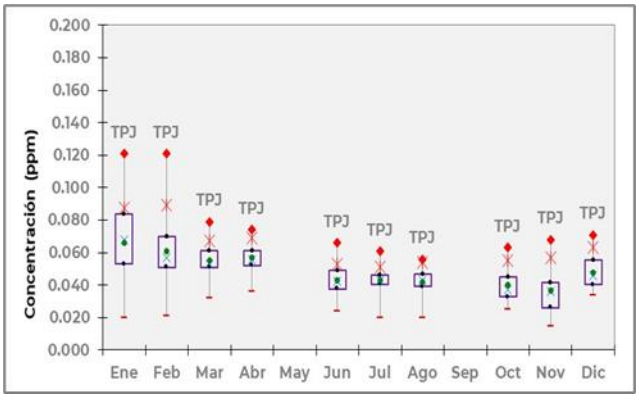
Atitalaquia



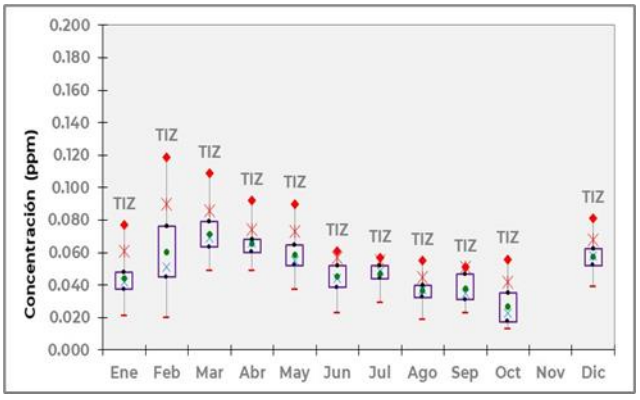
Atotonilco



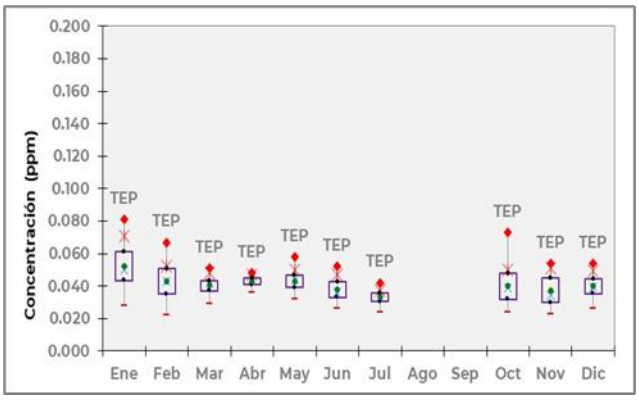
Tepeji del Río



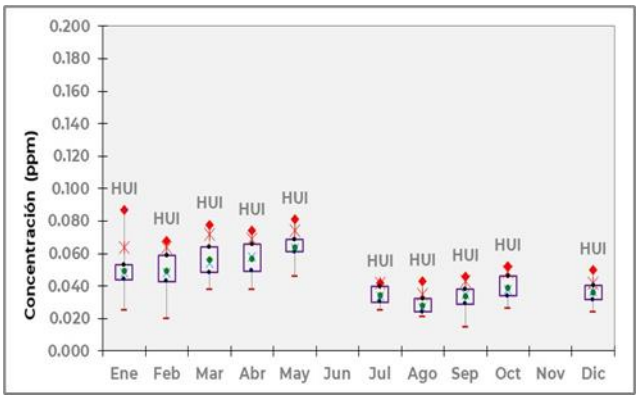
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

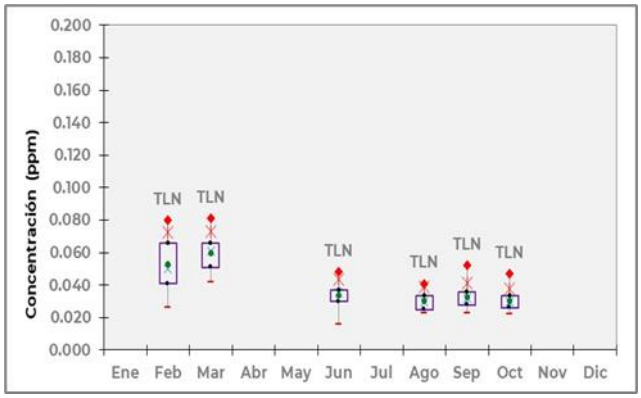
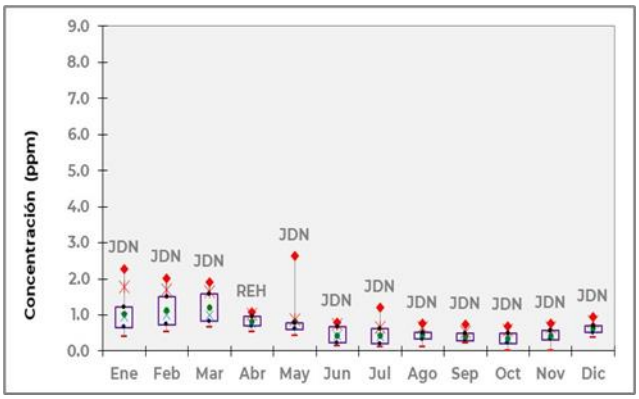


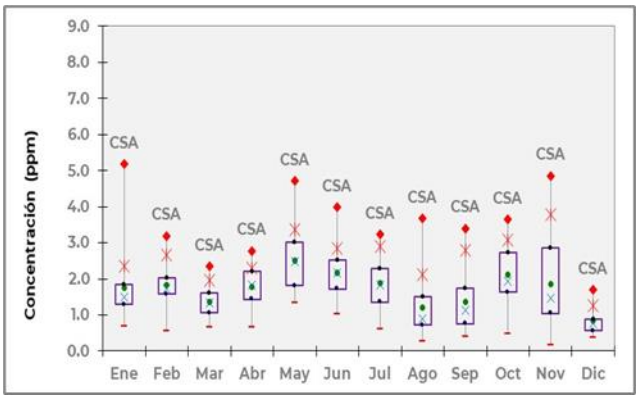
Figura 9.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Máximo diario de 8 horas

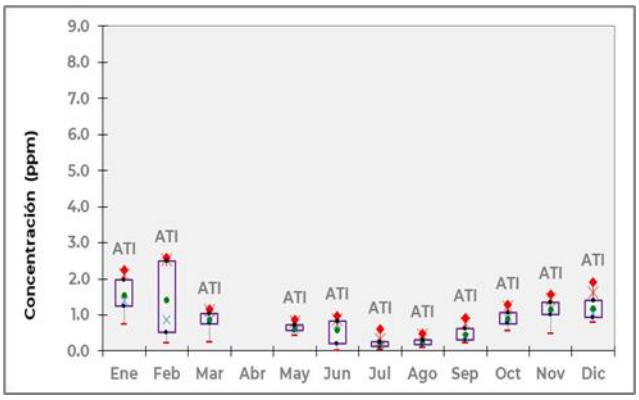
Pachuca



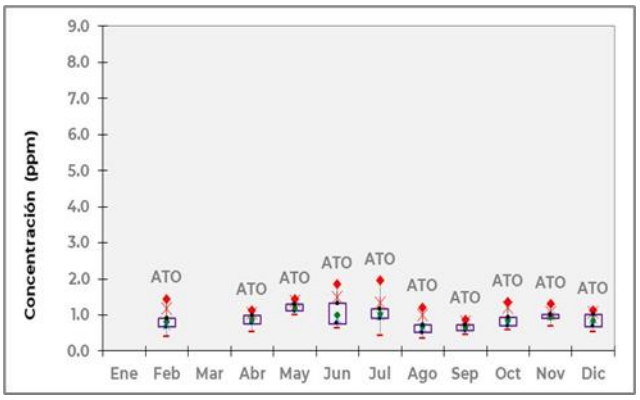
Tula de Allende



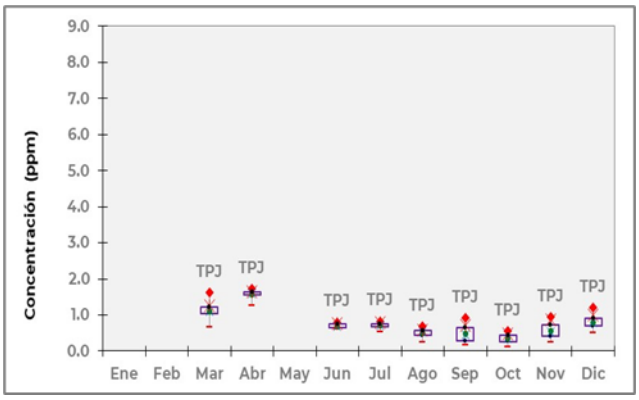
Atitalaquia



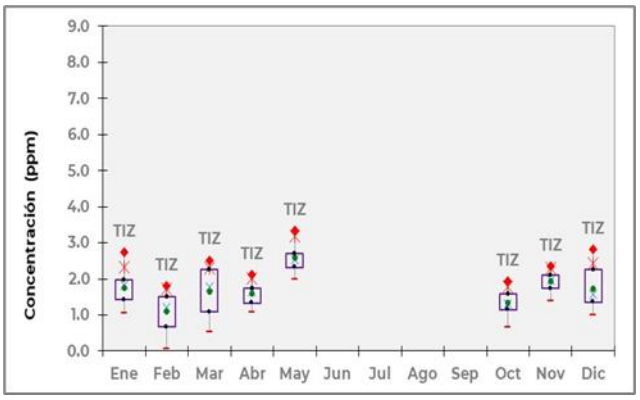
Atotonilco



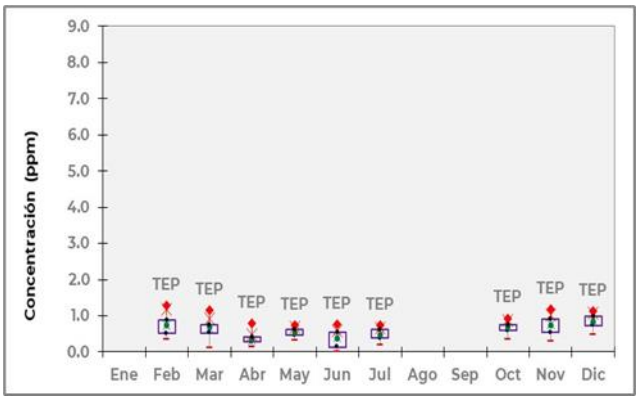
Tepeji del Río



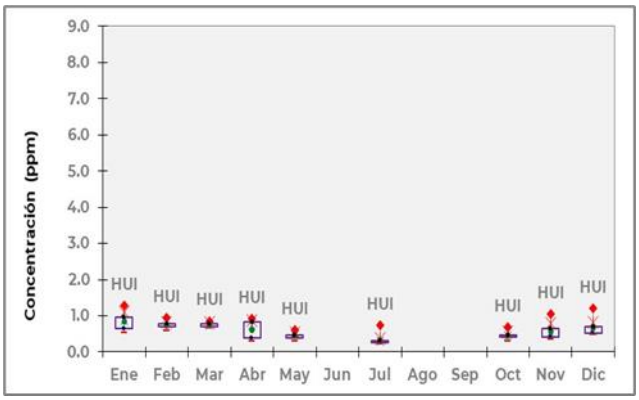
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

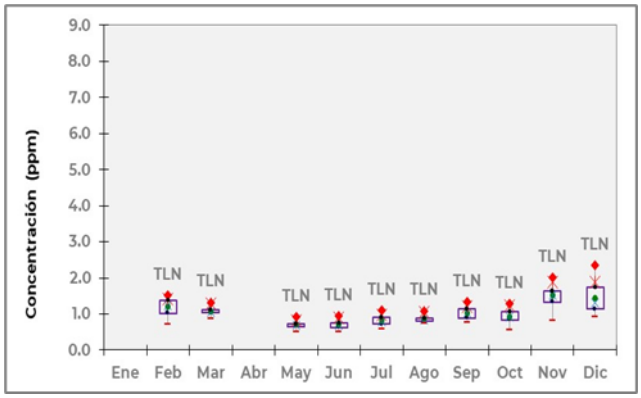
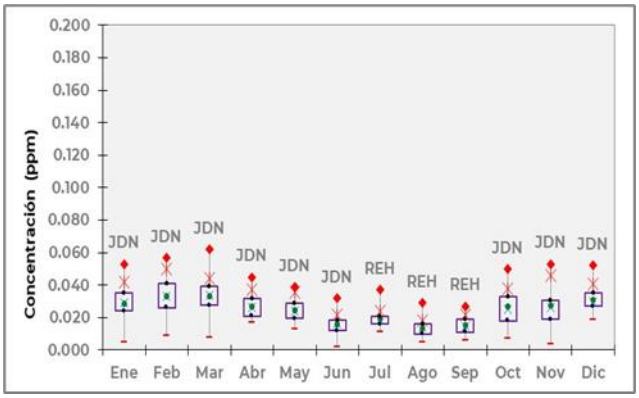


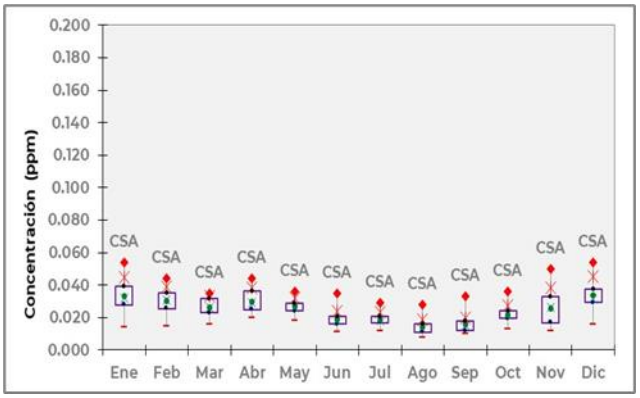
Figura 9.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Máximo diario de 1 hora

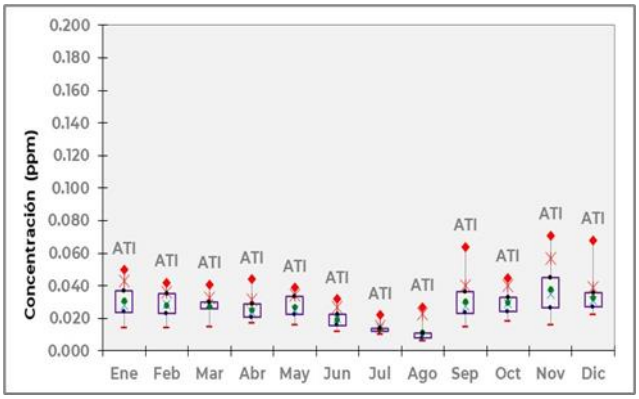
Pachuca



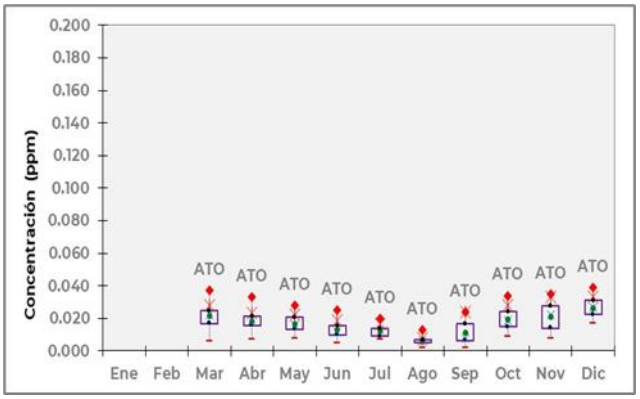
Tula de Allende



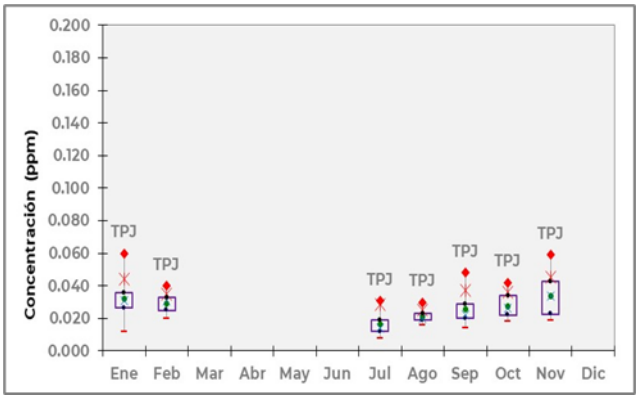
Atitalaquia



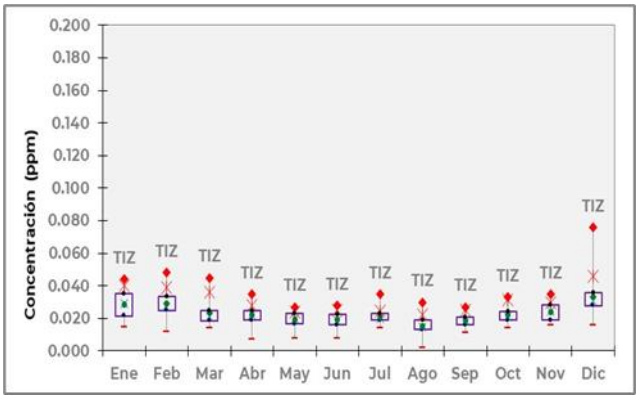
Atotonilco



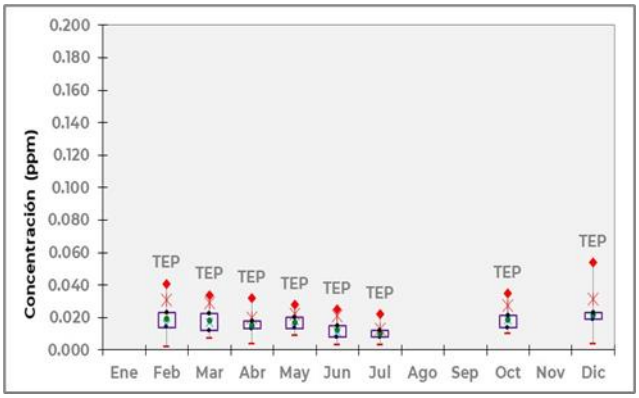
Tepeji del Río



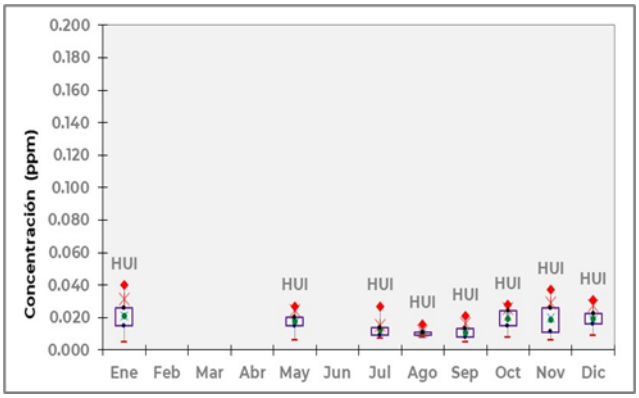
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

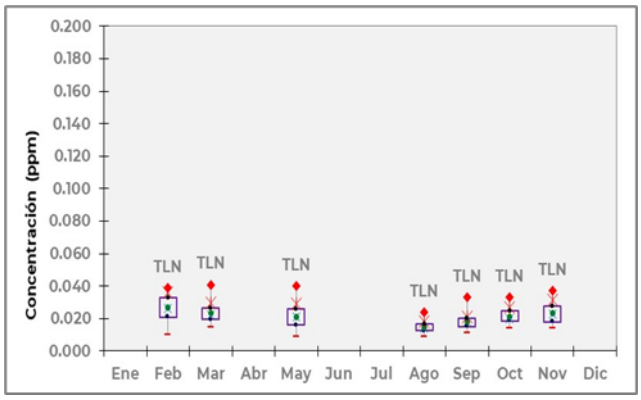
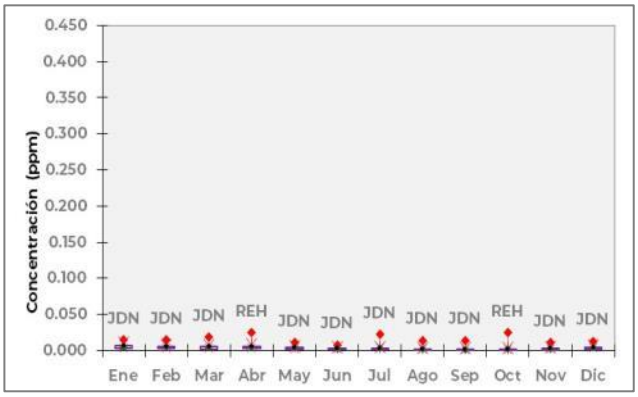


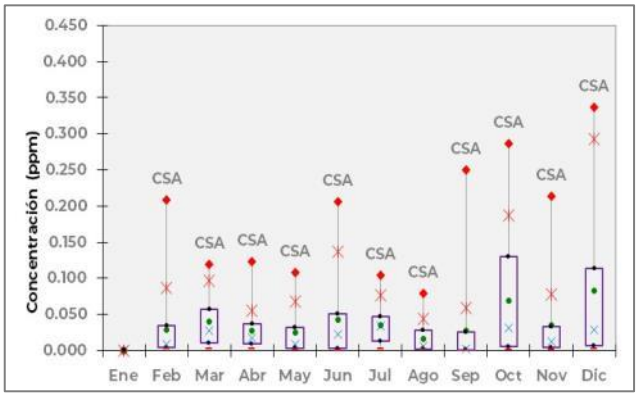
Figura 9.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Máximo diario de 1 hora

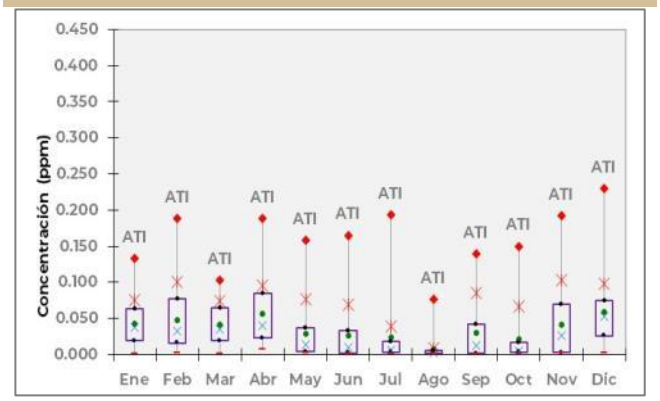
Pachuca



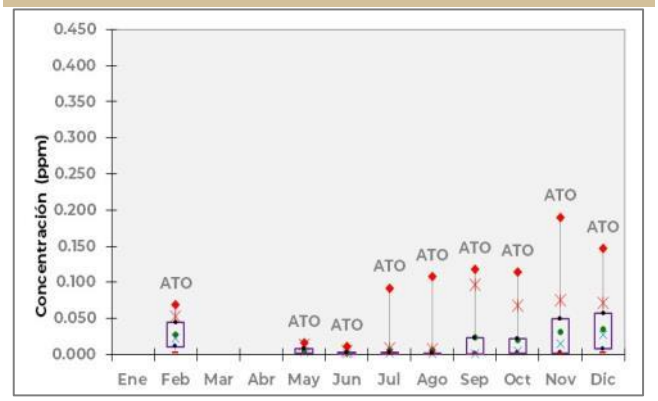
Tula de Allende



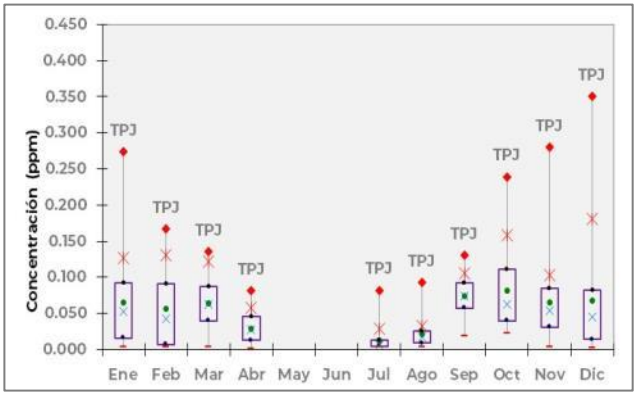
Atitalaquia



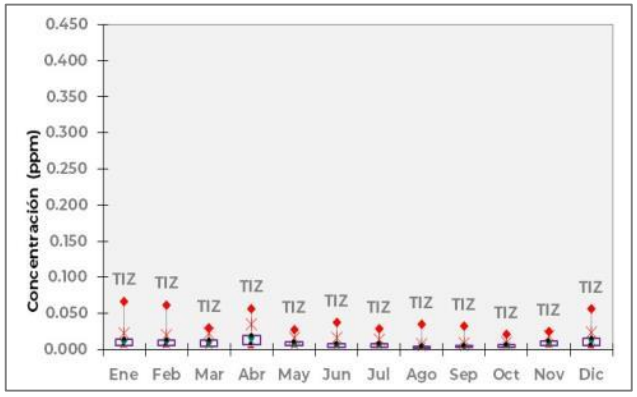
Atotonilco



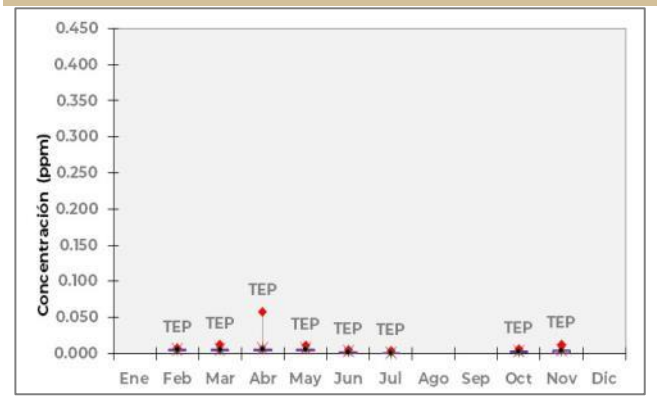
Tepeji del Río



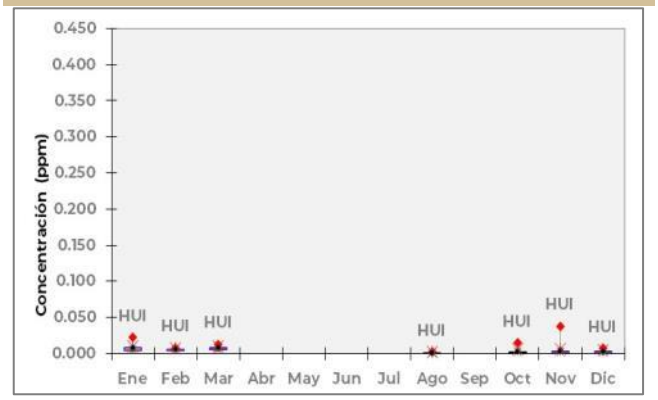
Tizayuca



Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo

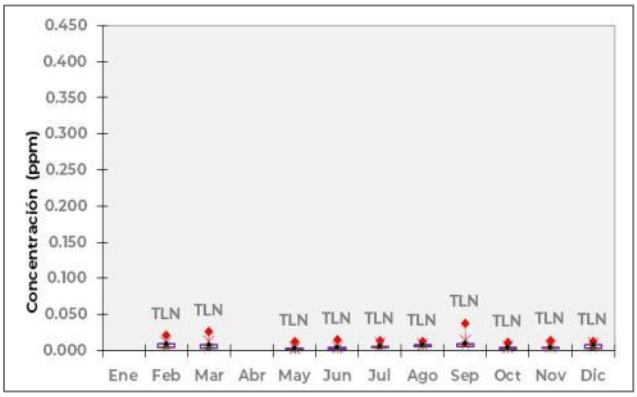
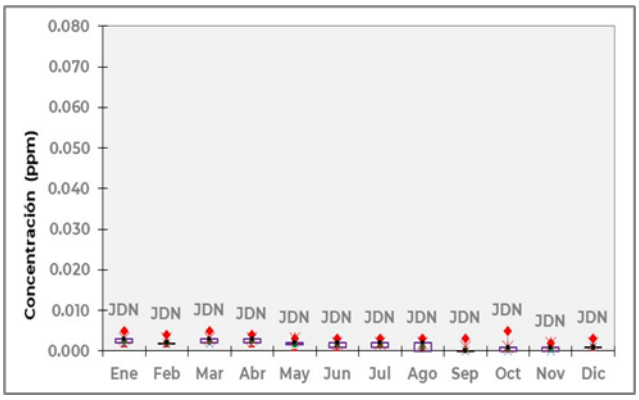


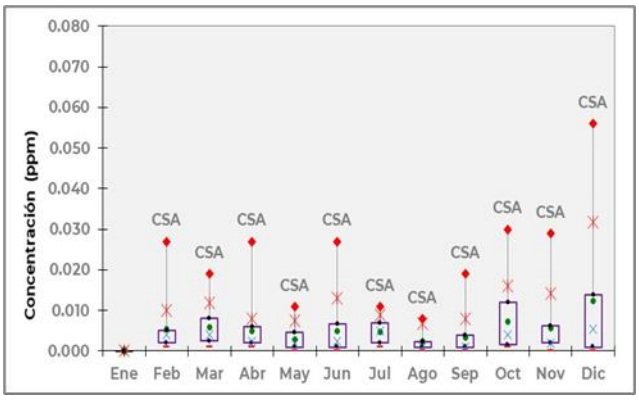
Figura 9.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Hidalgo.

Promedio de 24 horas

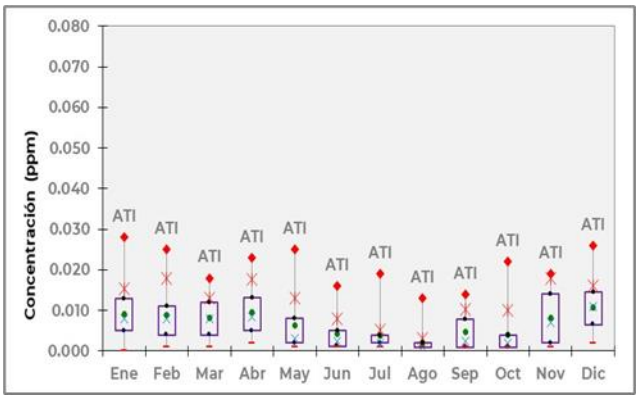
Pachuca



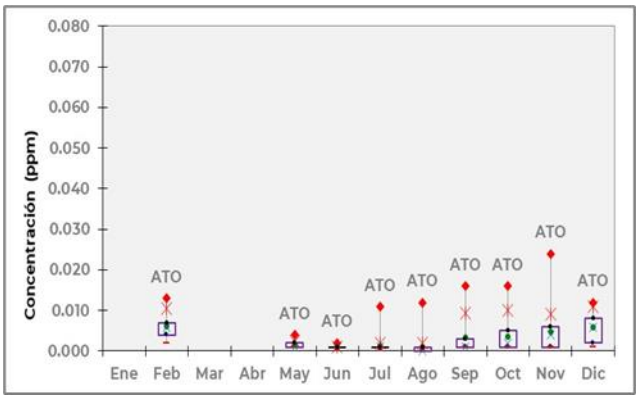
Tula de Allende



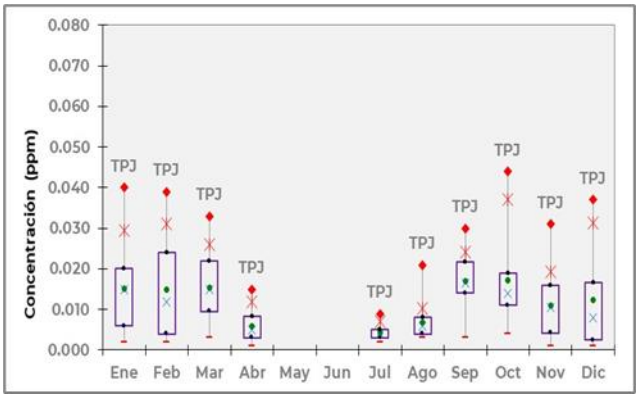
Atitalaquia



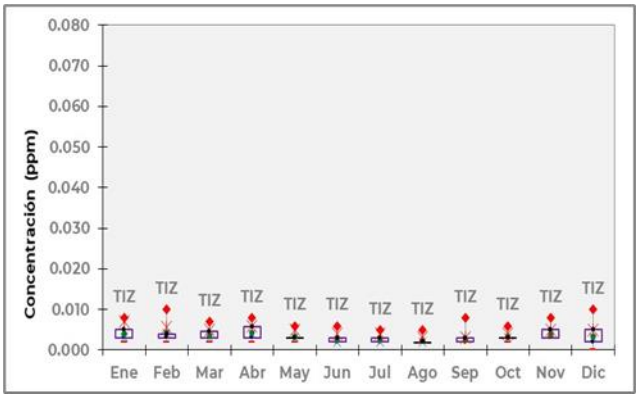
Atotonilco



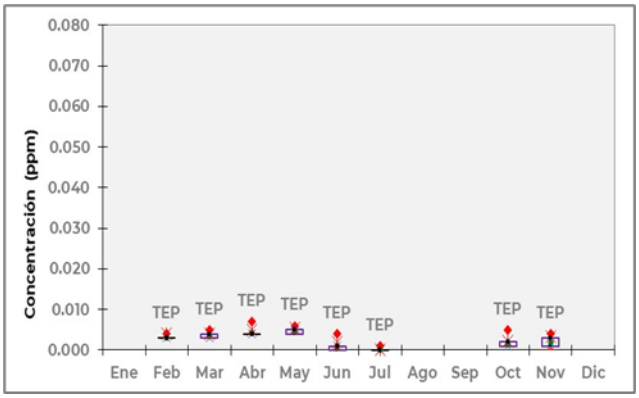
Tepeji del Río



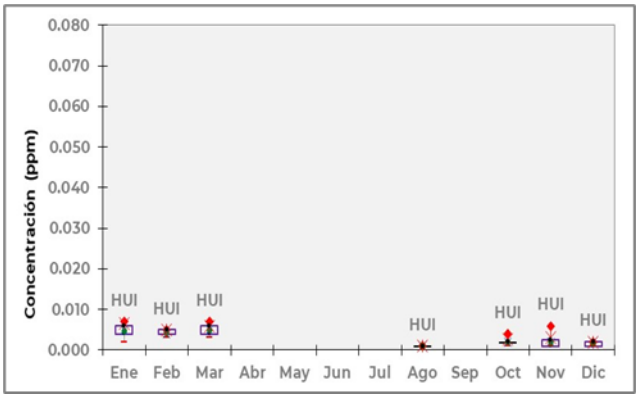
Tizayuca



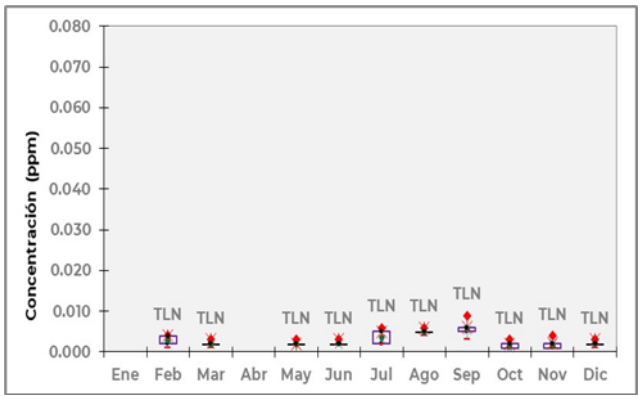
Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo



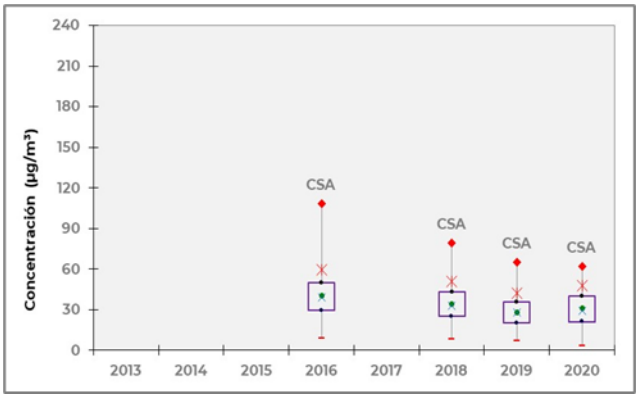
9.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN HIDALGO EN EL PERIODO 2013 – 2020.

Figura 9.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

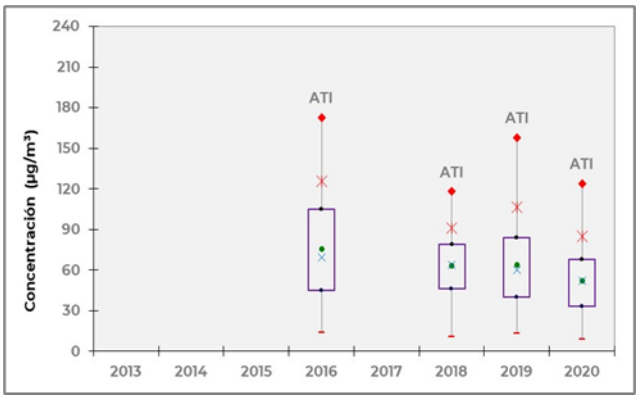
Pachuca
(2013 – 2020)



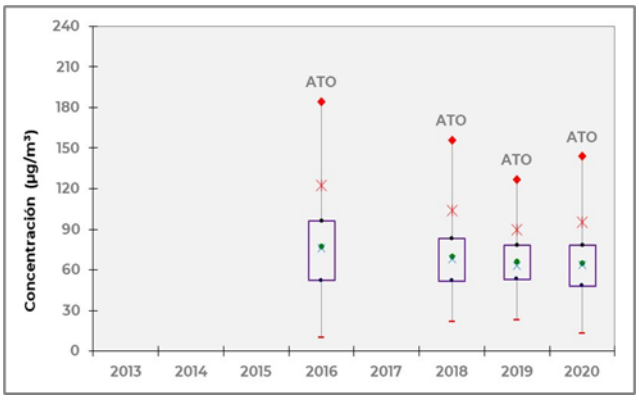
Tula de Allende
(2013 – 2020)



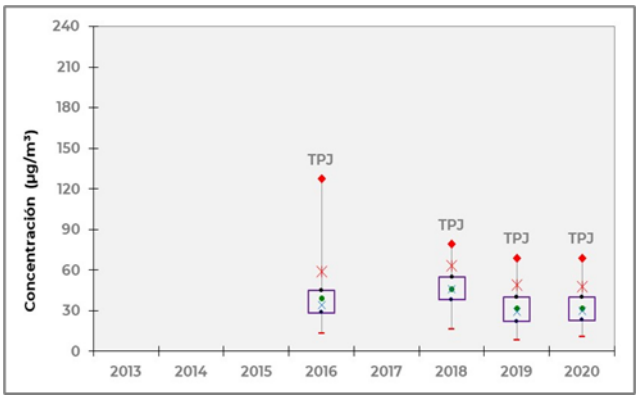
Atitalaquia
(2013 – 2020)



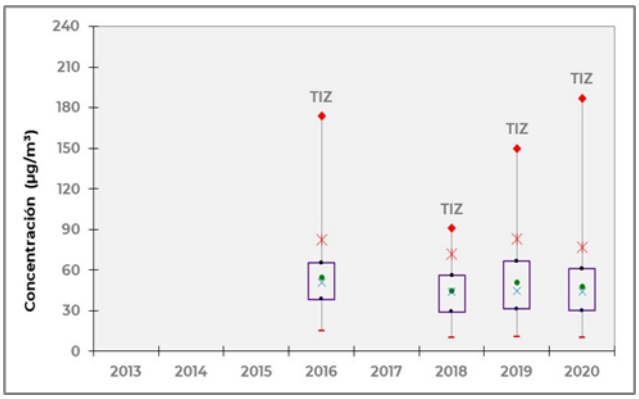
Atotonilco
(2013 – 2020)



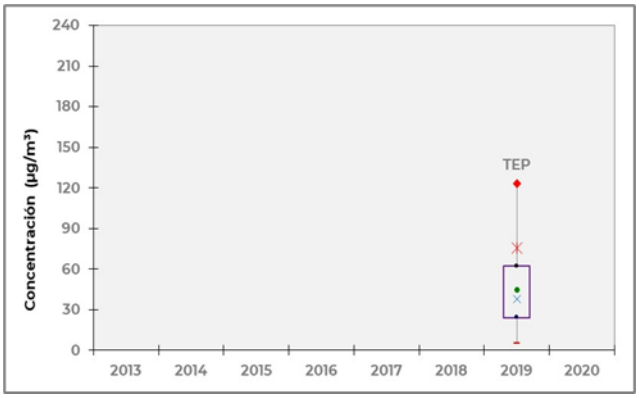
Tepeji del Río
(2013 – 2020)



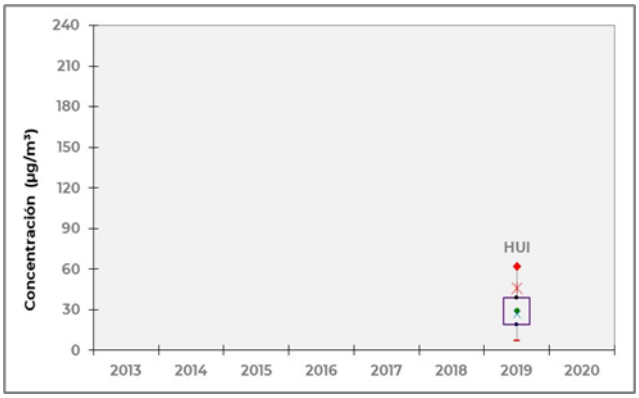
Tizayuca
(2013 – 2020)



Tepeapulco
(2013 – 2020)



Huichapan
(2013 – 2020)



Tulancingo
(2016 – 2020)

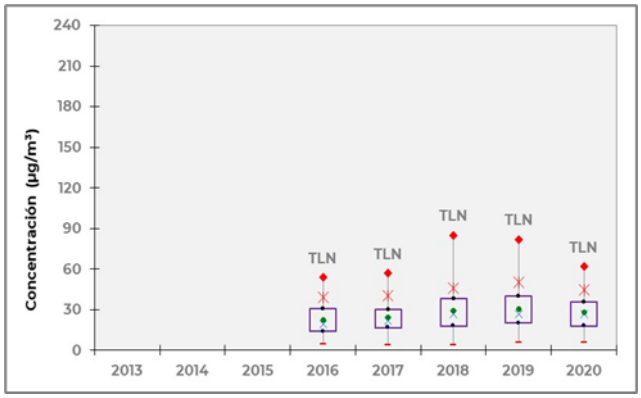
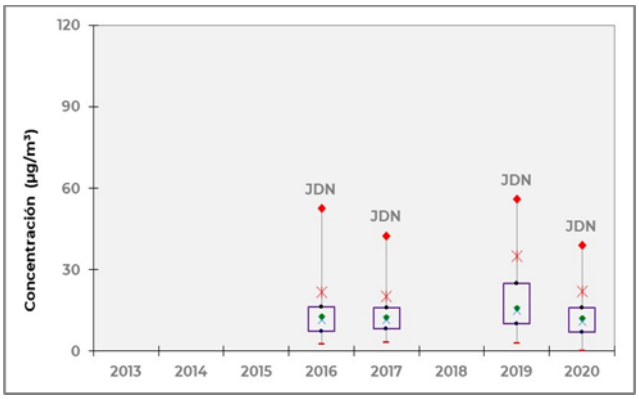
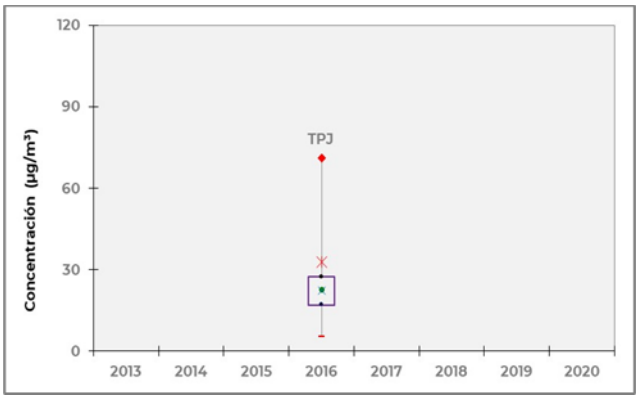


Figura 9.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

Pachuca
(2013 – 2020)



Tepeji del Río
(2013 – 2020)



Tulancingo
(2013 – 2020)

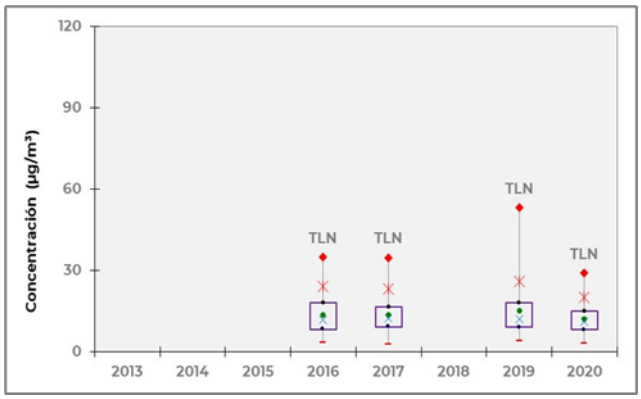
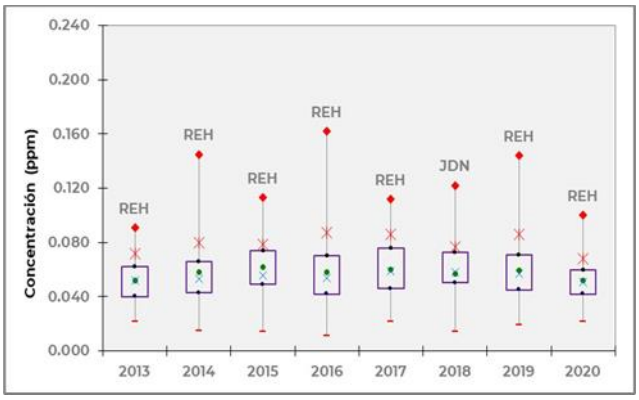
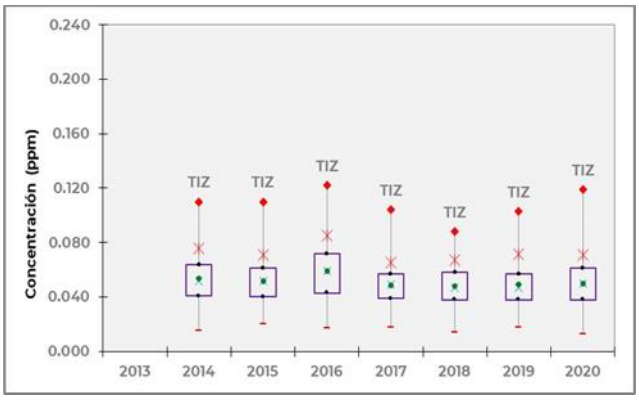


Figura 9.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

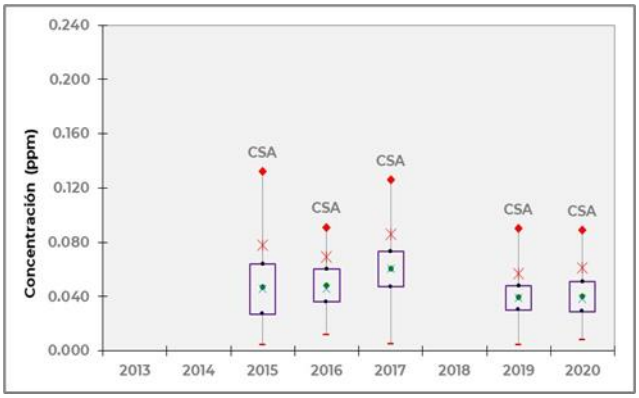
Pachuca
(2013– 2020)



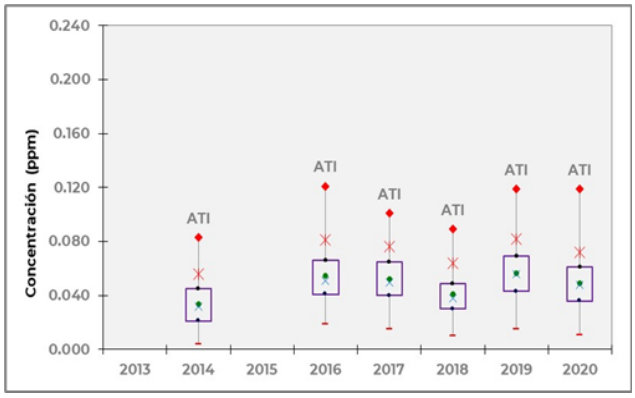
Tizayuca
(2013 – 2020)



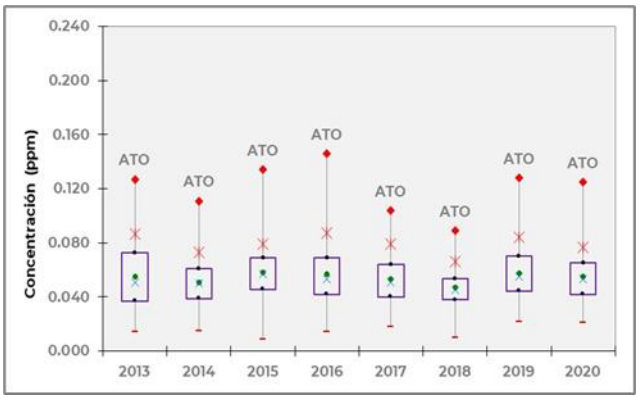
Tula de Allende
(2013 – 2020)



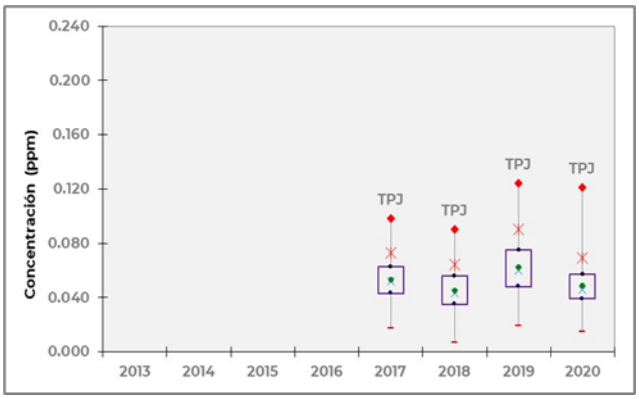
Atitalaquia
(2013 – 2020)



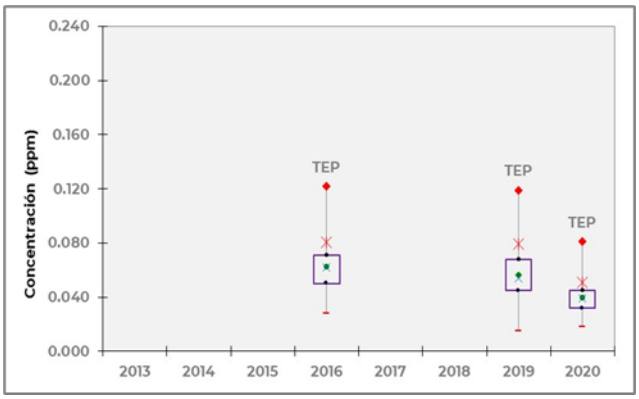
Atotonilco
(2013 – 2020)



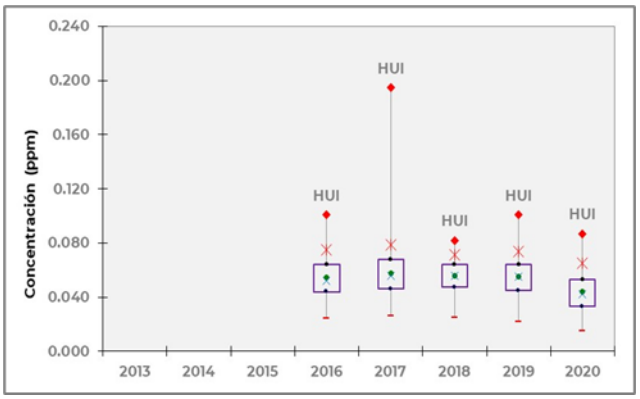
Tepeji del Río
(2013 – 2020)



Tepeapulco
(2013 – 2020)



Huichapan
(2014 – 2020)



Tulancingo
(2013 – 2020)

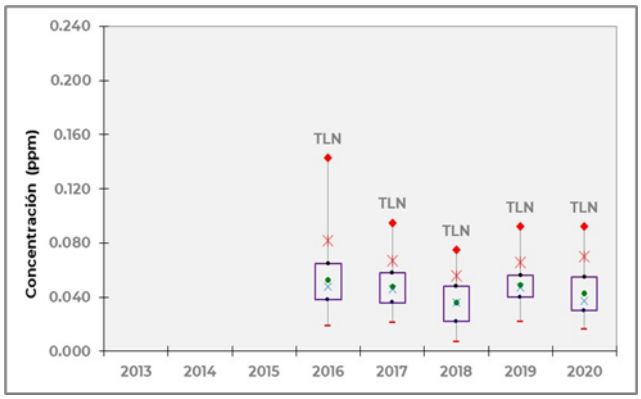
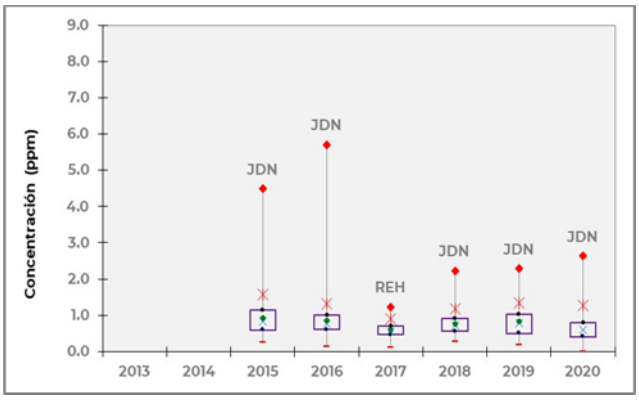
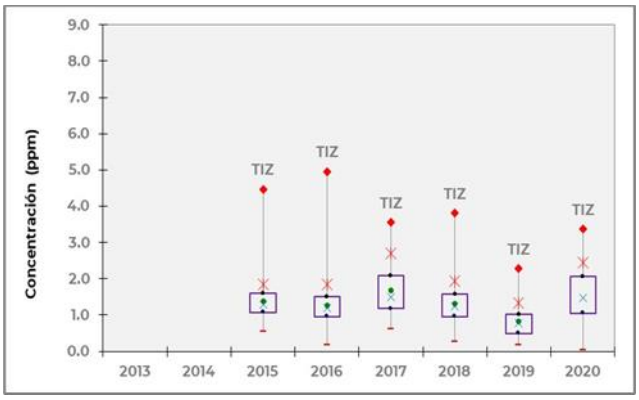


Figura 9.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

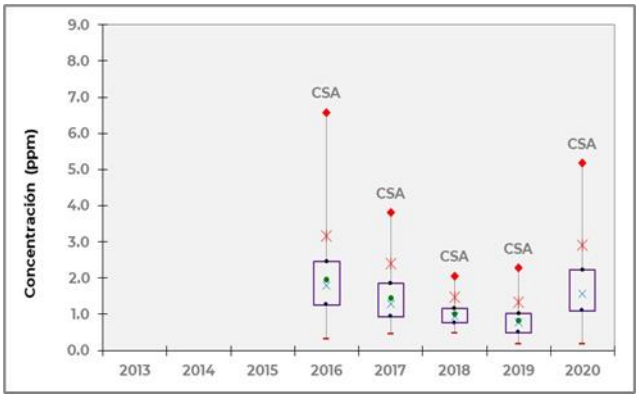
Pachuca
(2013 – 2020)



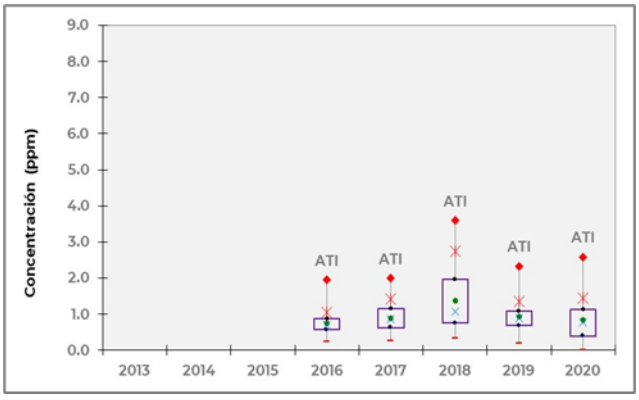
Tizayuca
(2013 – 2020)



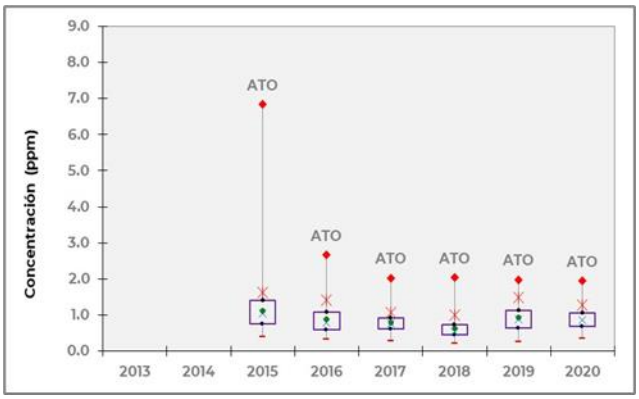
Tula de Allende
(2013 – 2020)



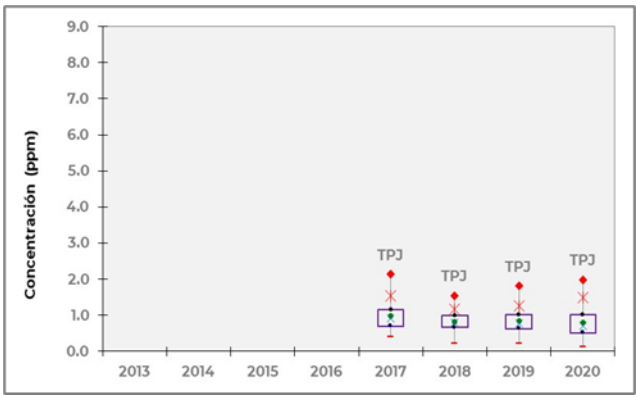
Atitalaquia
(2013 – 2020)



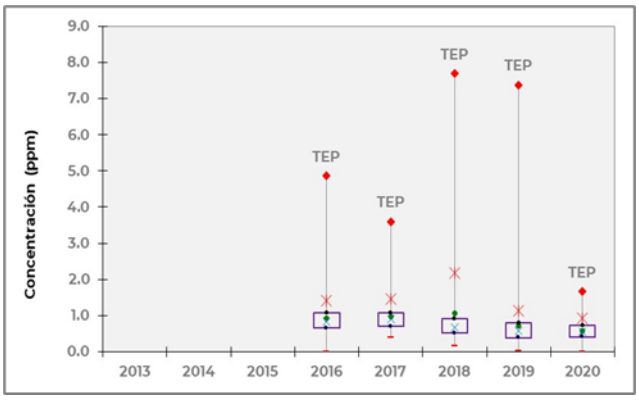
Atotonilco
(2013 – 2020)



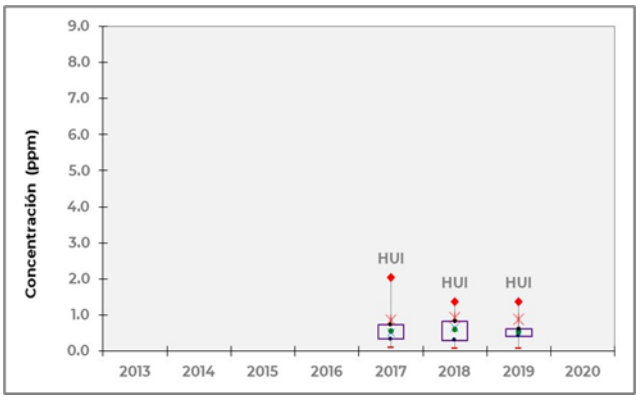
Tepeji del Río
(2013– 2020)



Tepeapulco
(2013 – 2020)



Huichapan
(2013 – 2020)



Tulancingo
(2013 – 2020)

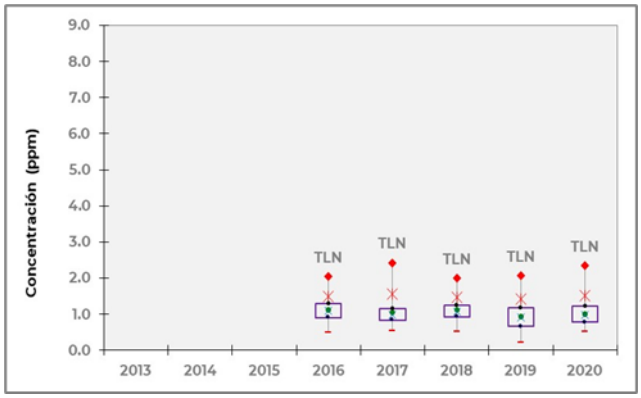
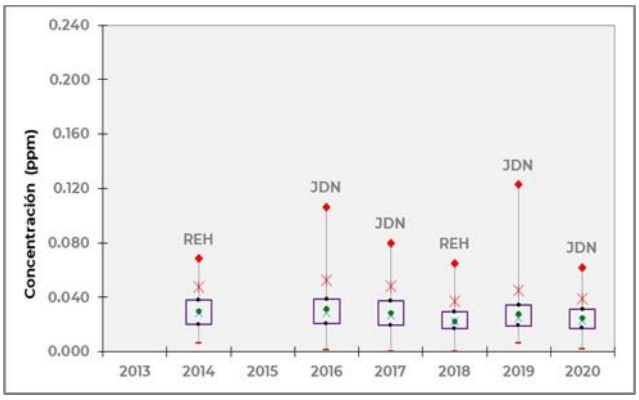
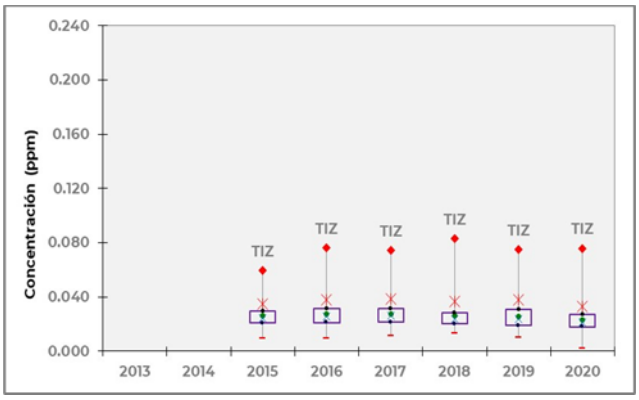


Figura 9.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

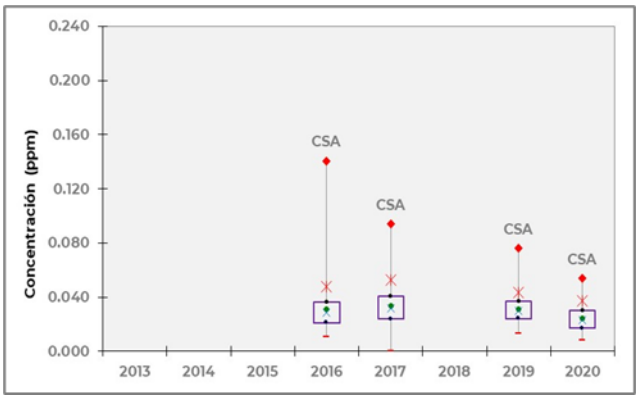
Pachuca
(2013 – 2020)



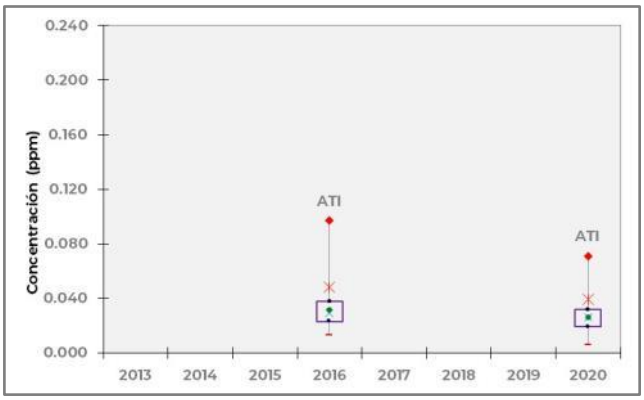
Tizayuca
(2013 – 2020)



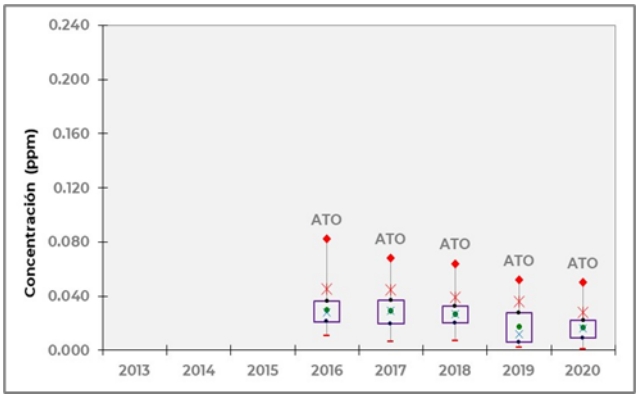
Tula de Allende
(2013 – 2020)



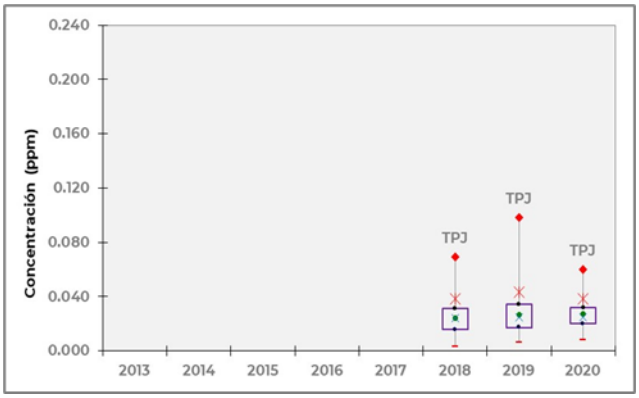
Atitalaquia
(2013 – 2020)



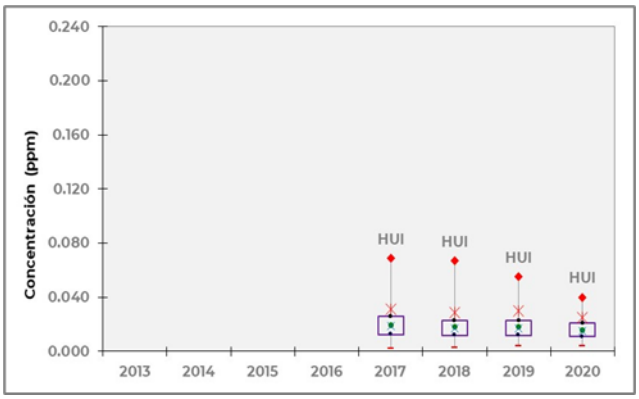
Atotonilco
(2013 – 2020)



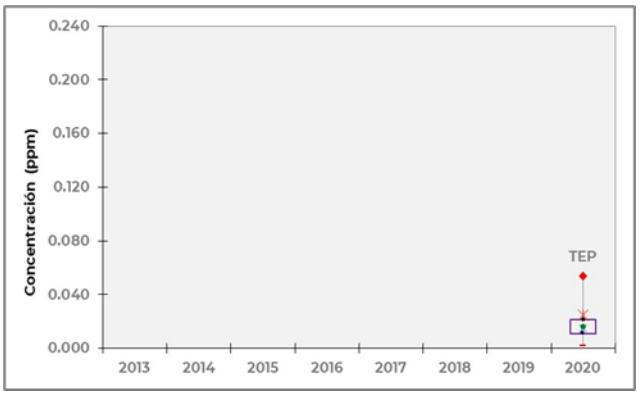
Tepeji del Río
(2013 – 2020)



Huichapan
(2013 – 2020)



Tepeapulco
(2013 – 2020)



Tulancingo
(2013 – 2020)

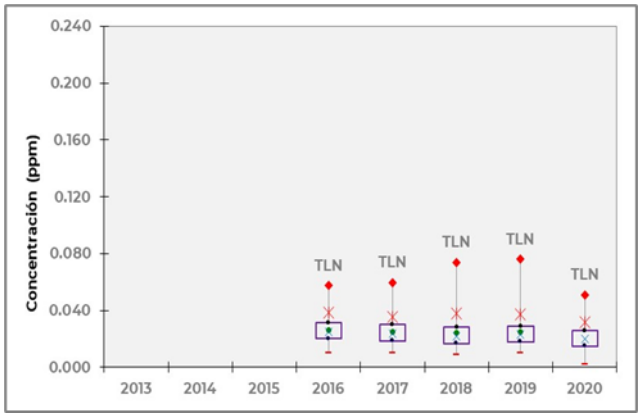
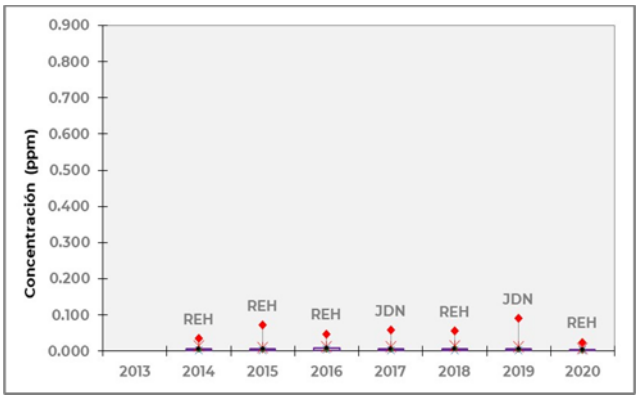
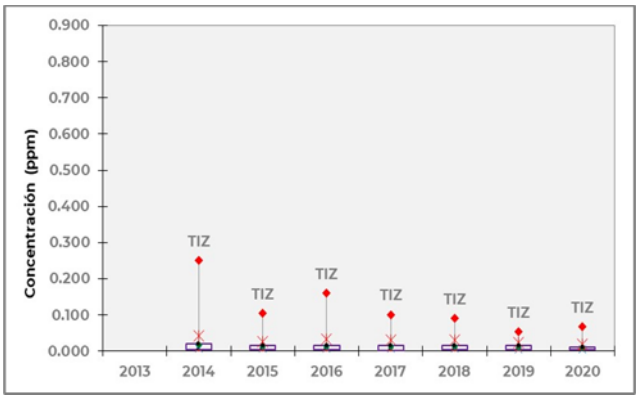


Figura 9.16. Tendencias de las concentraciones diarias (máximos horarios) de SO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

Pachuca
(2013 – 2020)



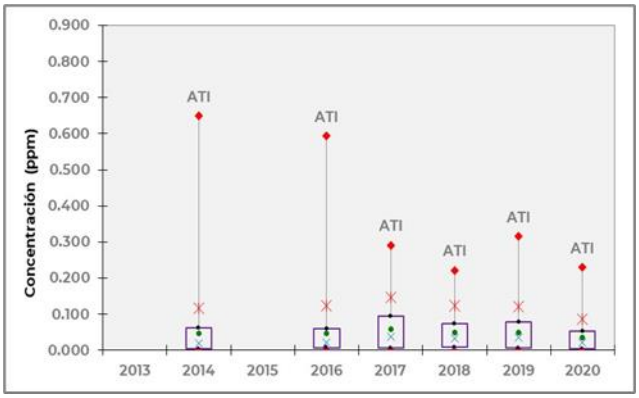
Tizayuca
(2013 – 2020)



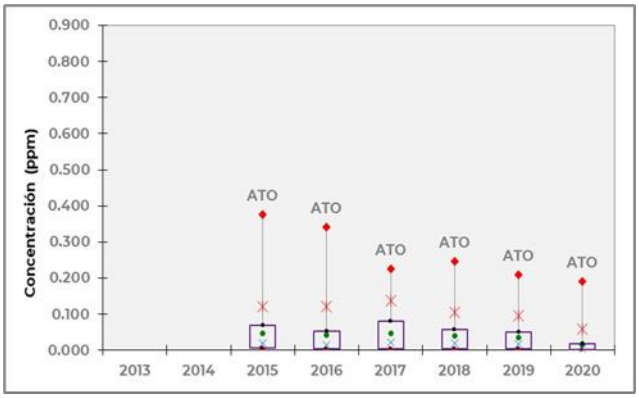
Tula de Allende
(2013 – 2020)



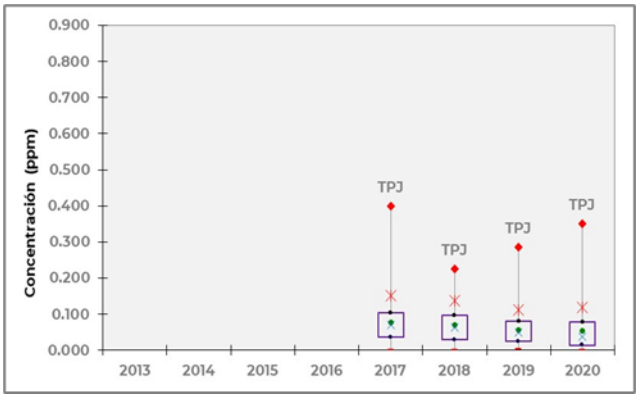
Atitalaquia
(2013 – 2020)



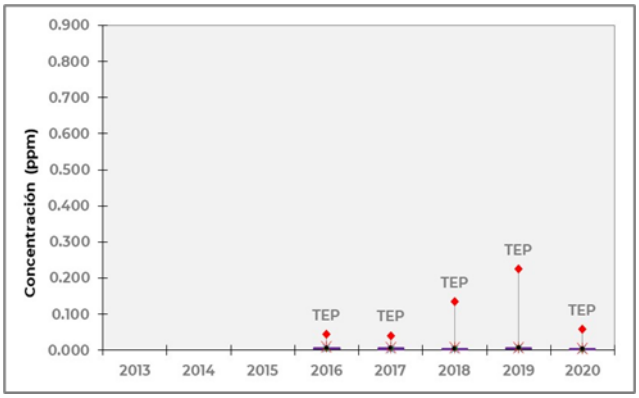
Atotonilco
(2013 – 2020)



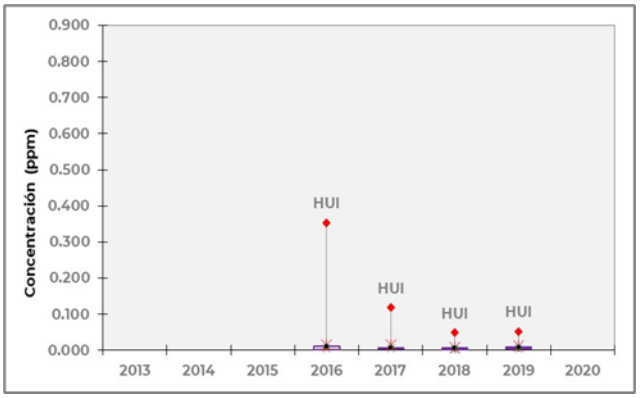
Tepeji del Río
(2013 – 2020)



Tepeapulco
(2013 – 2020)



Huichapan
(2013 – 2020)



Tulancingo
(2013 – 2020)

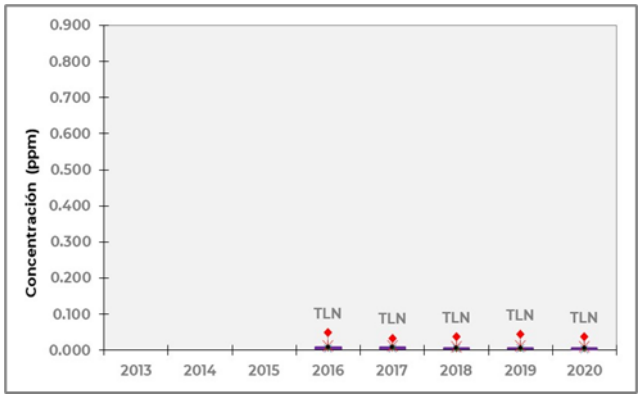
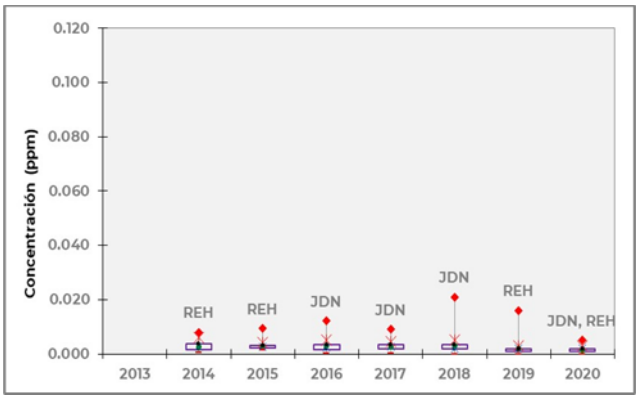
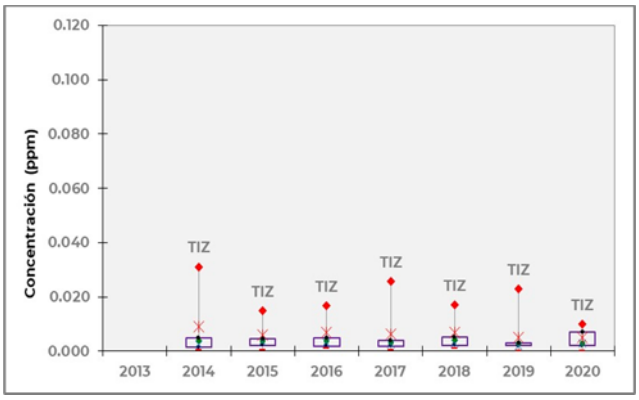


Figura 9.17. Tendencias de las concentraciones diarias (promedio de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Hidalgo, en el periodo 2013 – 2020.

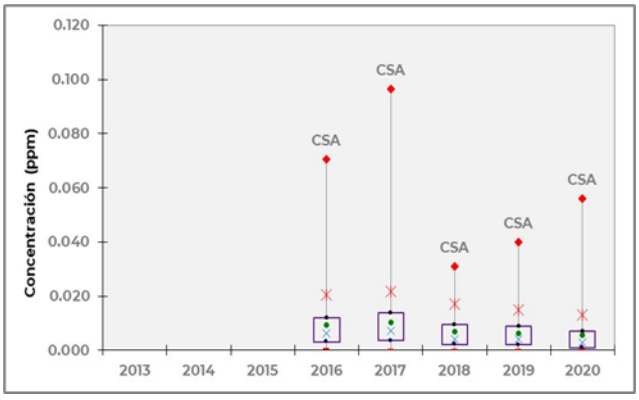
Pachuca
(2013 – 2020)



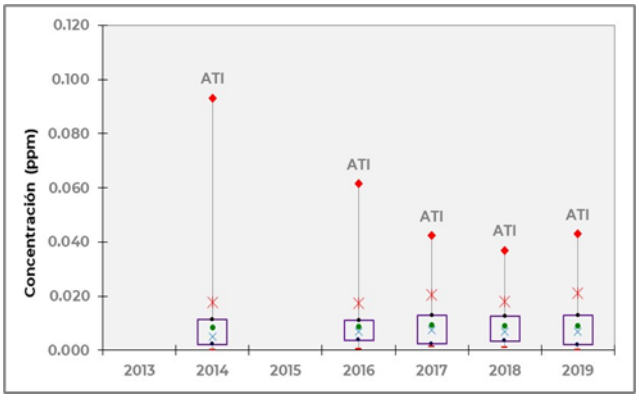
Tizayuca
(2013 – 2020)



Tula de Allende
(2013 – 2020)



Atitalaquia
(2013 – 2020)



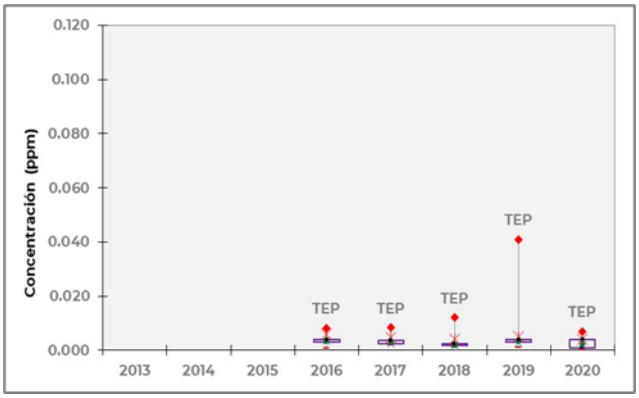
Atotonilco
(2013 – 2020)



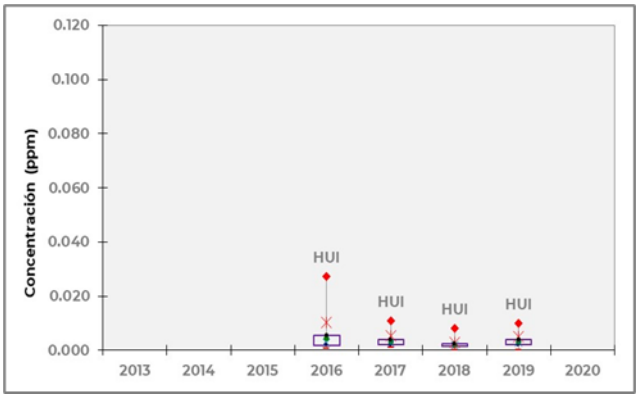
Tepeji del Río
(2013 – 2020)



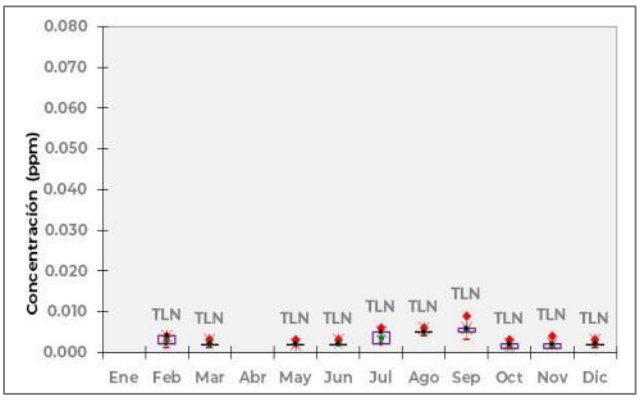
Tepeapulco
(2013 – 2020)



Huichapan
(2013 – 2020)



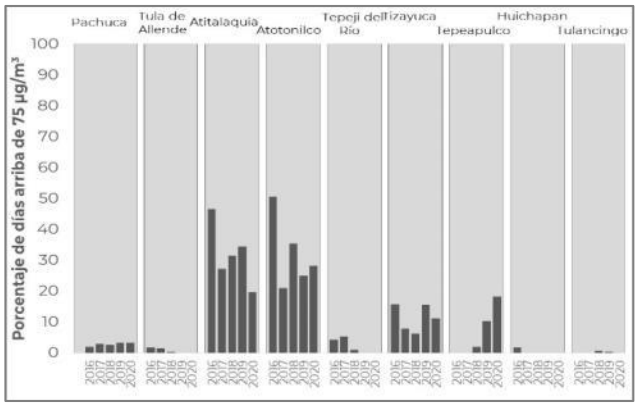
Tulancingo
(2013 – 2020)



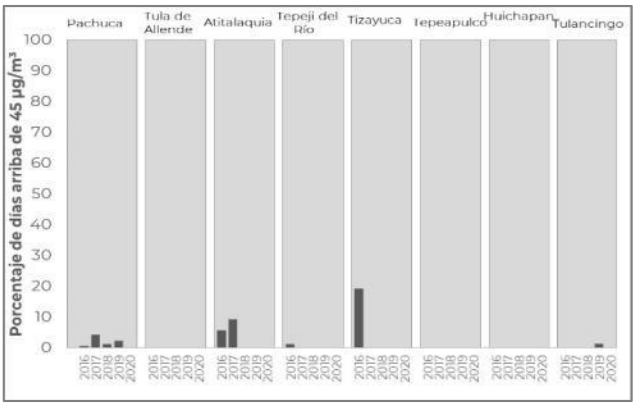
9.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 9.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2020.

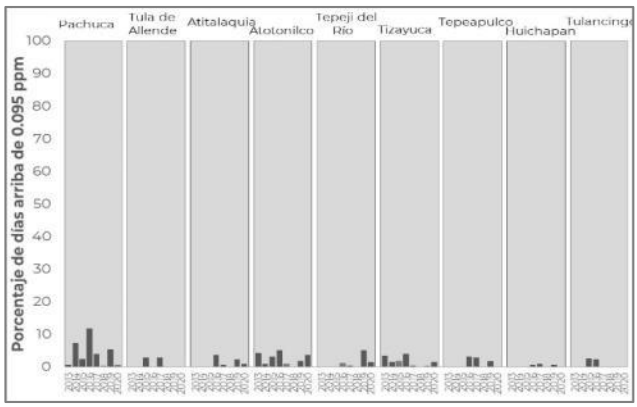
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2016 – 2020)



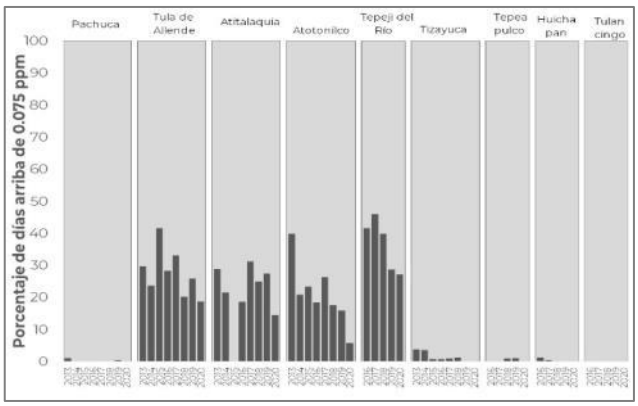
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2016 – 2020)



O_3 – Límite de 1 hora
(2013 – 2020)

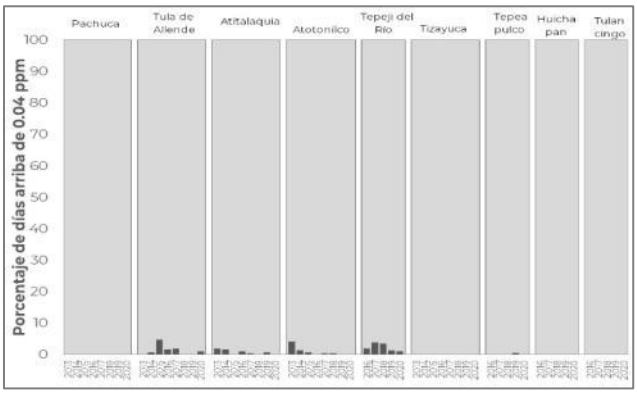


SO_2 – Límite de 1 hora
(2013 – 2020)



SO_2 – Límite de 24 horas
(2013 – 2020)

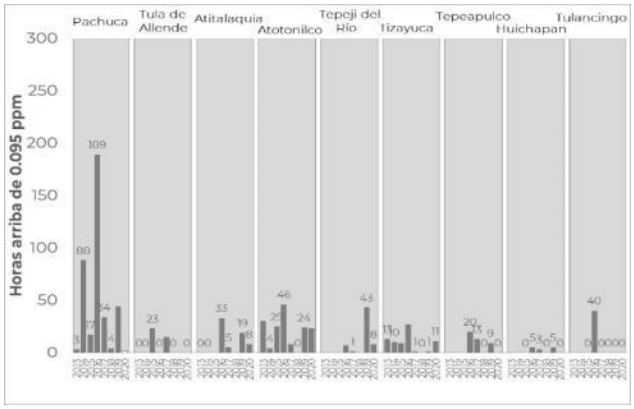
Cambiada

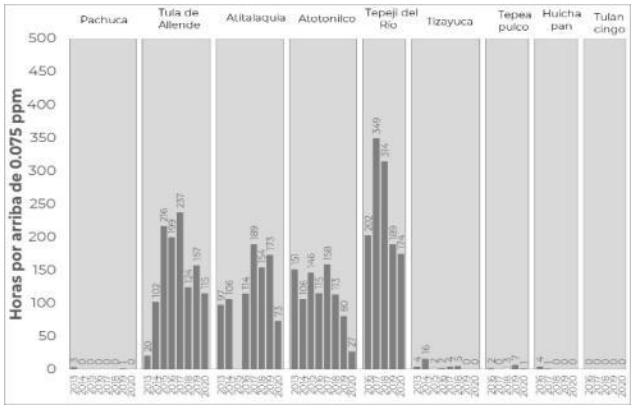


9.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 9.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2013 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora (2014 – 2020)	SO_2 – Límite de 1 hora (2013 – 2020)





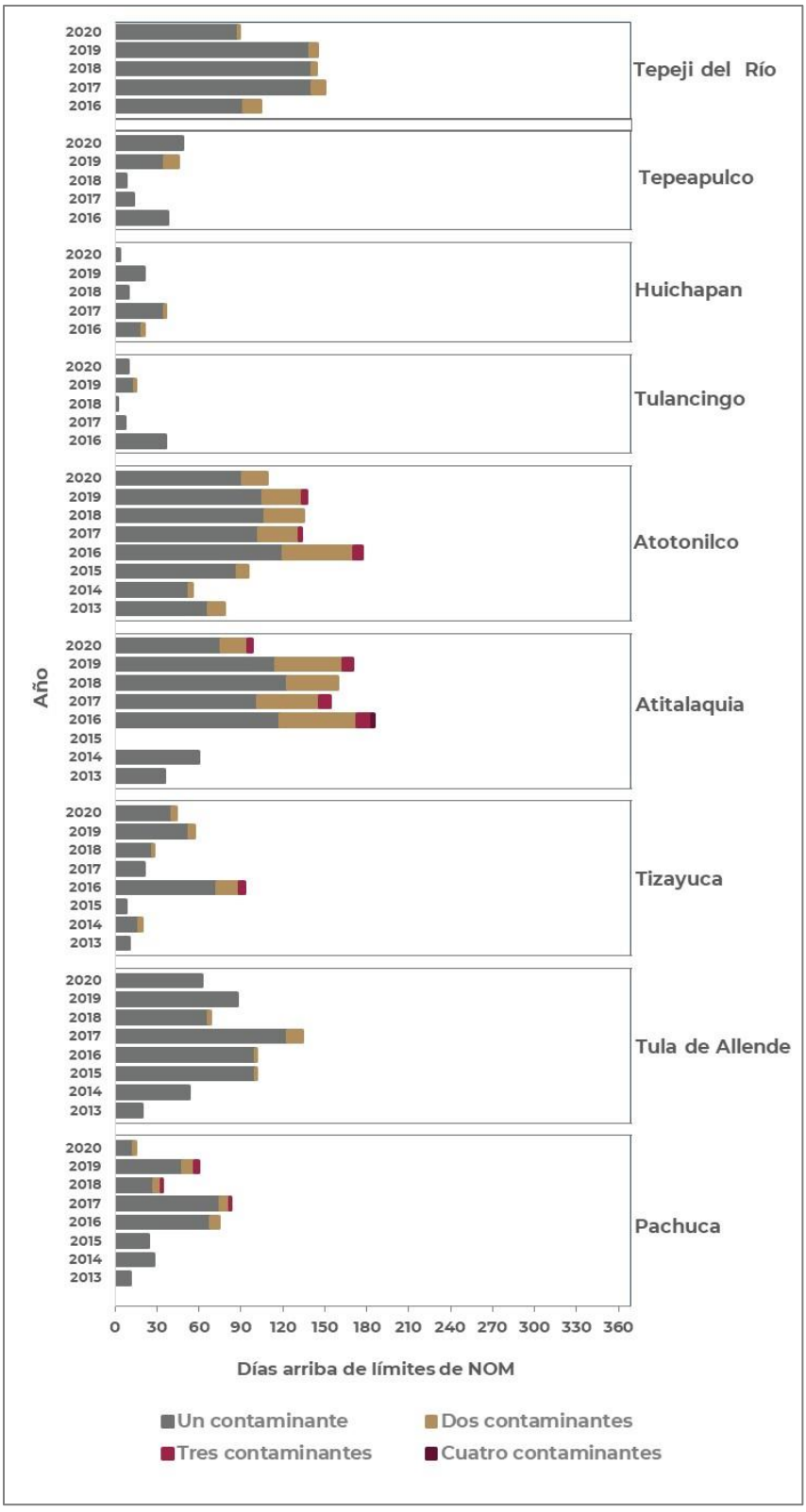
9.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 9.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2020.

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	11	11	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	9	3	0
	2020	366	15	13	2	0	0
Tula de Allende	2013	333	19	19	0	0	0
	2014	306	53	53	0	0	0
	2015	347	101	100	1	0	0
	2016	354	101	100	1	0	0
	2017	361	134	123	11	0	0
	2018	353	68	67	1	0	0
	2019	362	87	87	0	0	0
	2020	364	62	62	0	0	0
Tizayuca	2013	134	10	10	0	0	0
	2014	324	19	17	2	0	0
	2015	332	8	8	0	0	0
	2016	357	93	73	16	4	0
	2017	363	21	21	0	0	0
	2018	358	28	27	1	0	0
	2019	364	57	53	4	0	0
	2020	354	44	41	3	0	0
Atitalaquia	2013	208	35	35	0	0	0
	2014	350	60	60	0	0	0
	2015						
	2016	363	185	118	55	11	1
	2017	365	154	102	44	8	0
	2018	365	159	123	36	0	0
	2019	355	170	115	48	7	0
	2020	357	98	76	19	3	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
Atotonilco	2013	287	78	67	11	0	0
	2014	312	55	53	2	0	0
	2015	361	95	87	8	0	0
	2016	340	177	120	51	6	0
	2017	362	133	103	29	1	0
	2018	351	135	107	28	0	0
	2019	332	137	106	28	3	0
	2020	348	109	91	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
	2020	339	9	9	0	0	0
Huichapan	2016	311	21	19	2	0	0
	2017	342	36	35	1	0	0
	2018	353	9	9	0	0	0
	2019	360	21	21	0	0	0
	2020	331	3	3	0	0	0
Tepeapulco	2016	323	38	38	0	0	0
	2017	324	13	13	0	0	0
	2018	350	8	8	0	0	0
	2019	338	45	35	10	0	0
	2020	341	48	48	0	0	0
Tepeji del Río	2016	364	104	92	12	0	0
	2017	342	150	141	9	0	0
	2018	358	144	141	3	0	0
	2019	345	145	139	6	0	0
	2020	333	89	88	1	0	0

Figura 9.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2020.



Jalisco



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA – ZMG

En el año 2020, 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 7 de las 10 estaciones. Los hallazgos más relevantes, derivados del análisis de la información disponible se ilustran en las Figuras 10.1 a 10.8 y en las Tablas 10.1 a 10.4. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En el año 2020 la evaluación de cumplimiento de NOM sólo se pudo realizar en las estaciones de monitoreo Miravalle (en Guadalajara) y Vallarta (en Zapopan). En la primera de ellas se rebasaron los dos límites normados para la protección de la salud de la población y en la segunda no se superó ninguno de ellos. En las estaciones de monitoreo Centro, Oblatos, Las Pintas y Santa Fe, aunque no fue posible la evaluación de cumplimiento de la NOM por insuficiencia de datos, la información disponible reveló la ocurrencia de días con concentraciones promedio de 24 horas superiores al límite normado, siendo este hecho más evidente en Las Pintas, donde se registraron 64 días en esta condición. En general, a nivel de toda la Zona Metropolitana, el número total de días con concentraciones superiores al límite normado de PM_{10} fue de 90.

Las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre 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 2020. 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 25% en 2020.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Sólo en una de las siete estaciones que miden este contaminante (Tlaquepaque), fue posible evaluar el cumplimiento de la norma respectiva, encontrándose que los dos límites normados de protección a la salud (promedio de 24 horas y anual) fueron rebasados en el año 2020. En las estaciones de monitoreo Miravalle (en Guadalajara), Las Pintas (en El Salto) y Santa Fe (en Tlajomulco), no hubo información suficiente para la evaluación de cumplimiento de NOM, sin embargo, los datos disponibles indican la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas. Situación que fue más frecuente en El Salto con un total de 31 días en esta condición.

A lo largo del año, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y mayo. En tanto que la tendencia a lo largo de los años muestra que el promedio, el percentil 90 y el máximo muestran una tendencia relativamente estable en el periodo analizado. 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. Para el año 2020 se observa un incremento en este indicador.

Ozono (O_3)

En 2020, la norma de salud ambiental para ozono también se incumplió en toda la ZMG como resultado de que en todas las estaciones de monitoreo se rebasó al menos uno de los dos límites normados (promedios de 1 y 8 horas). Las concentraciones más altas, tanto como promedio horario y como promedio móvil de 8 horas, se registraron en la estación de monitoreo Las Pintas (en el municipio de Tonalá), seguidos de los registros en la estación Centro (en el municipio de Guadalajara). Estas dos estaciones son también los sitios en los que con mayor frecuencia se rebasó al menos uno de los límites normados de este contaminante con un total de 37 días. En total, en toda la ZMG se registraron 82 días en esta condición a lo largo del año 2020.

En general, las concentraciones más elevadas de este contaminante se registraron entre junio y julio, así como entre octubre y noviembre. 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 cuatro años más recientes se observa un comportamiento

estable. 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 del 2017 al 2020.

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.

En lo que concierne al dióxido de azufre, no se han registrado concentraciones superiores al límite normado vigente desde 2019. Este dato difiere del reportado en el Informe del año 2019, en el que se reporta que no se habían registrado concentraciones superiores al límite normado desde el año 2003; sin embargo, es oportuno aclarar en el Informe 2019 la evaluación se hizo con respecto a la NOM-022- SSA1-2010 (vigente en ese momento), en tanto que en este Informe la evaluación se hace con respecto a la NOM-022-SSA1-2019 (vigente actualmente), que considera límites más estrictos.

A destacar

Problemas operativos en los equipos de medición de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en la mayoría estaciones de monitoreo se ve reflejado en insuficiencia de datos para evaluar cumplimiento de NOM. A pesar de ello, la información disponible indica que en varias de ellas se registran concentraciones superiores a los límites normados de protección a la salud, lo que indica que el problema de contaminación por partículas es más amplio territorialmente que lo que revela la evaluación de cumplimiento de NOM. Esta situación hace patente la necesidad de fortalecer y recuperar la capacidad de medición de este contaminante en tantas estaciones como los recursos lo permitan a efecto de contar con un diagnóstico más robusto.

En 2020 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 159, lo que significa una reducción importante respecto a los 267 registrados en el año 2019. El Contaminante que con mayor frecuencia registró concentraciones por arriba del límite diario normado fueron las partículas suspendidas PM_{10}, seguidas del ozono.

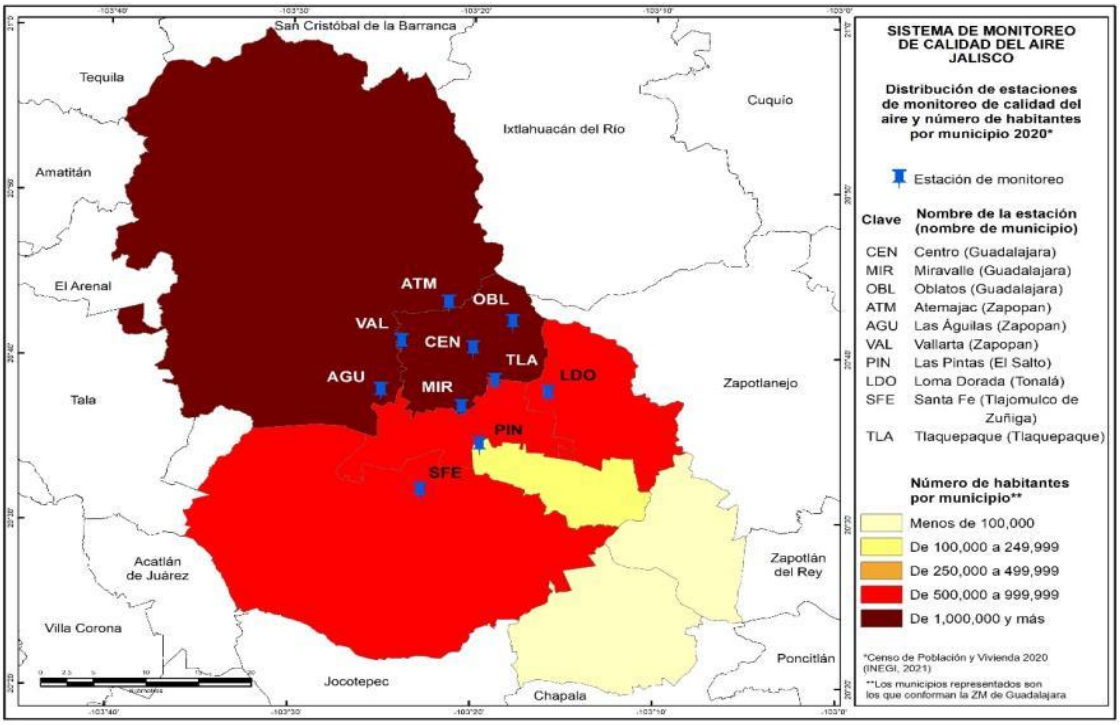
10.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 10.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2020 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 (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tonalá	Loma Dorada	LDO	Automático (1993)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
Tlajomulco de Zúñiga	Santa Fe	SFE	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
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 10.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2020.

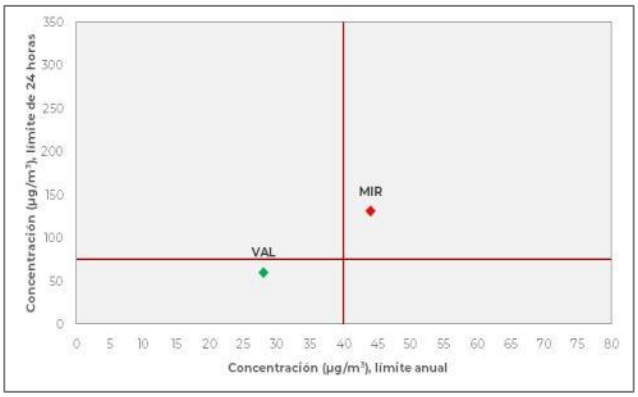


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco.

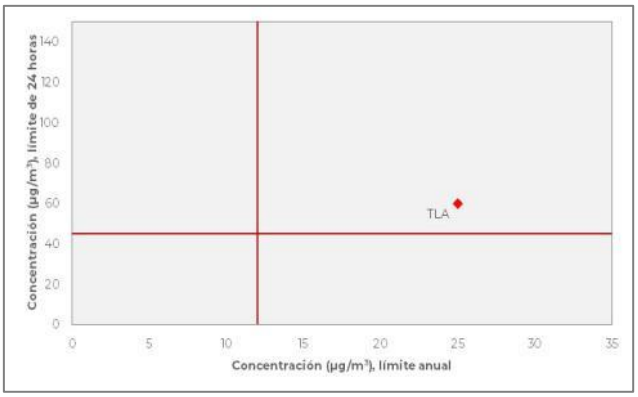
10.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 10.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2020.

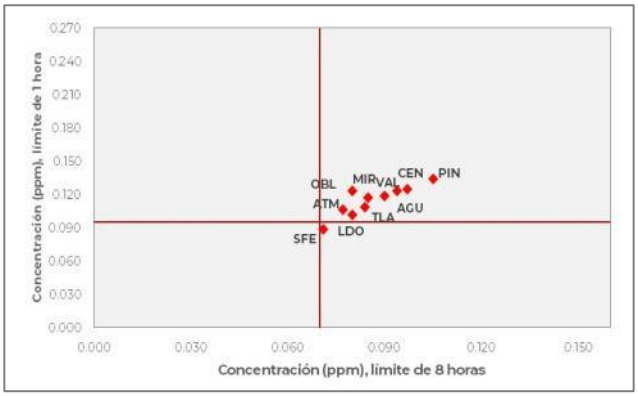
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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)

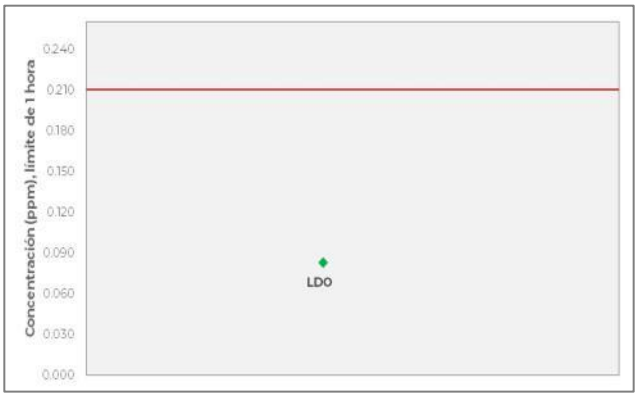


Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2

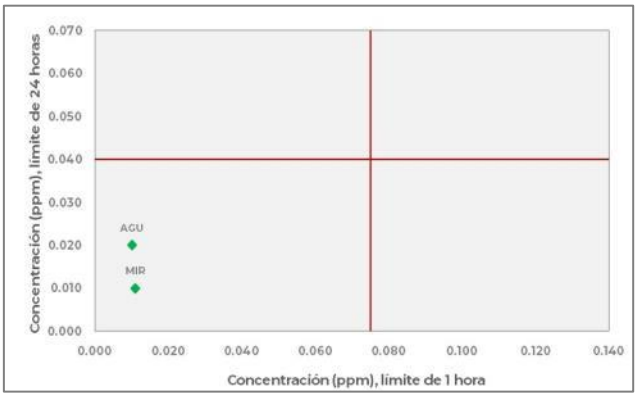
Límite de 1 hora (0.210 ppm–línea horizontal)



CEN – Centro, Guadalajara
OBL – Oblatos, Guadalajara
ATM – Atemajac, Zapopan
AGU – Las Águilas, Zapopan
VAL – Vallarta, Zapopan

Dióxido de azufre – SO_2

Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)



PIN – Las Pintas, El Salto
LDO – Loma Dorada, Tonalá
SFE – Santa Fe, Tlajomulco
TLA – Tlaquepaque, Tlaquepaque
MIR – Miravalle, Guadalajara

Tabla 10.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana de Guadalajara (2020).

Contaminante	Límite normado		Estación									
			Guadalajara			Zapopan			El Salto	Tonalá	Tlajomulco	Tlaquepaque
			CEN	MIR	OBL	AGU	ATM	VAL	PIN	LDO	SFE	TLA
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	131	DI	FO	DI	60	DI	FO	DI	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	44	DI	FO	DI	28	DI	FO	DI	FO
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	DI	¤	FO	¤	DI	DI	¤	DI	60
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	DI	¤	FO	¤	DI	DI	¤	DI	25
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.125	0.117	0.123	0.123	0.106	0.119	0.134	0.102	DI	0.109
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.097	0.085	0.080	0.094	0.077	0.090	0.105	0.080	0.071	0.084
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI	3.1	3.5	1.9	DI	3.3	3.6	DI	DI	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.083	DI	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	0.011	DI	0.010	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	DI	DI	0.01	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo para el contaminante;
INV = Datos invalidados por SMCA
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

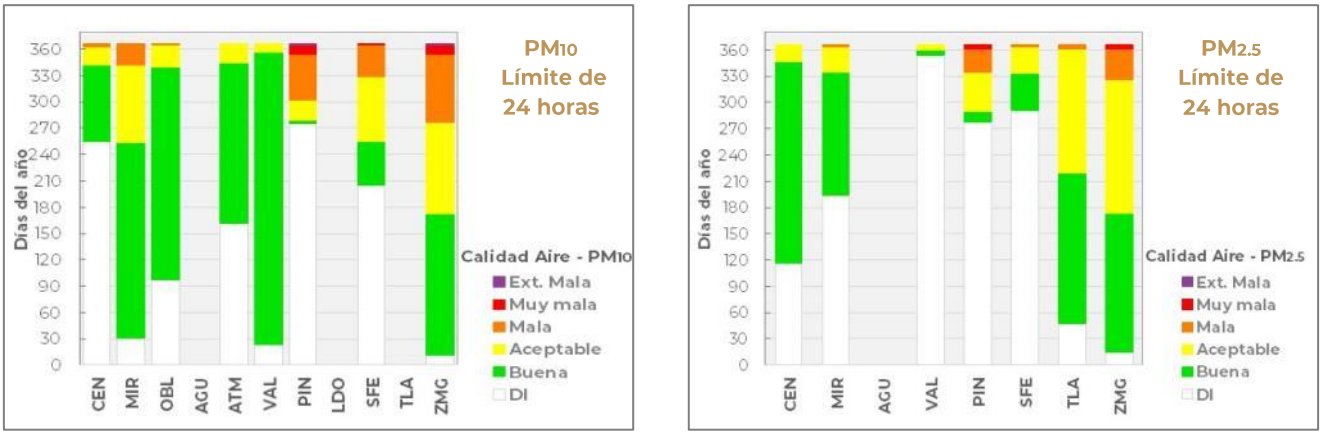
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen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

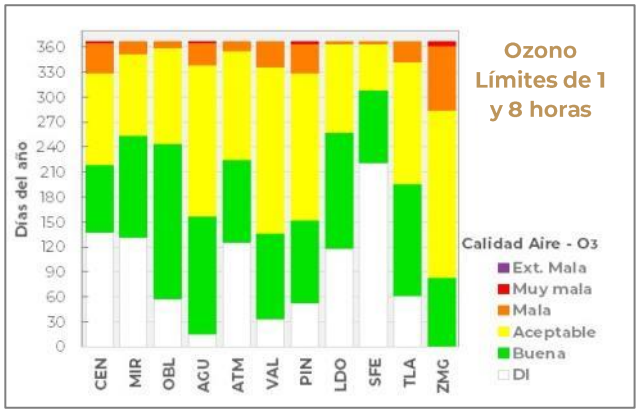
Tabla 10.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la ZMG.

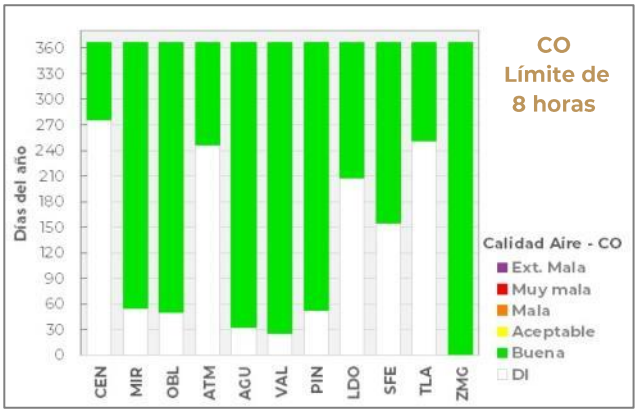
PM_{10}	No. días con datos válidos	355
	No. días > 75 µg/m³	90
	% días > 75 µg/m³	25
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	351
	No. días > 45 µg/m³	40
	% días > 45 µg/m³	11
O_3	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	82
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	22
CO	No. días con datos válidos	366
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0

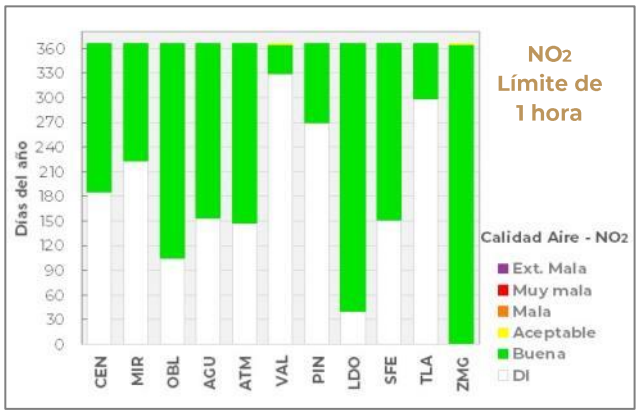
10.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

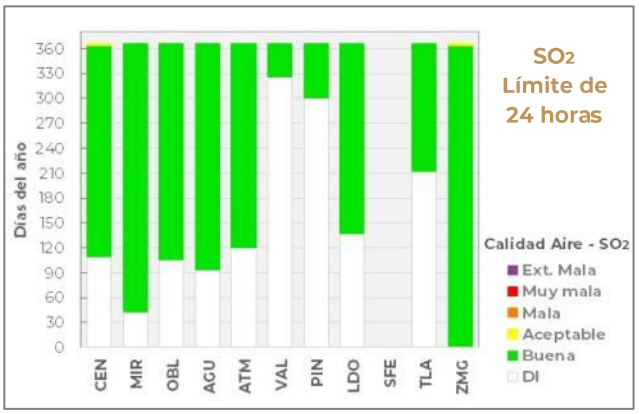
Figura 10.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2020.











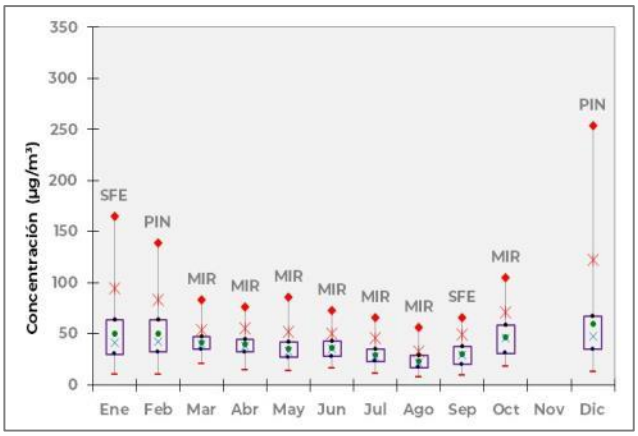
CEN – Centro, Guadalajara
OBL – Oblatos, Guadalajara
ATM – Atemajac, Zapopan
AGU – Las Águilas, Zapopan
VAL – Vallarta, Zapopan

PIN – Las Pintas, El Salto
LDO – Loma Dorada, Tonalá
SFE – Santa Fe, Tlajomulco
TLA – Tlaquepaque, Tlaquepaque
MIR – Miravalle, Guadalajara
ZMG – Zona Metropolitana de Guadalajara

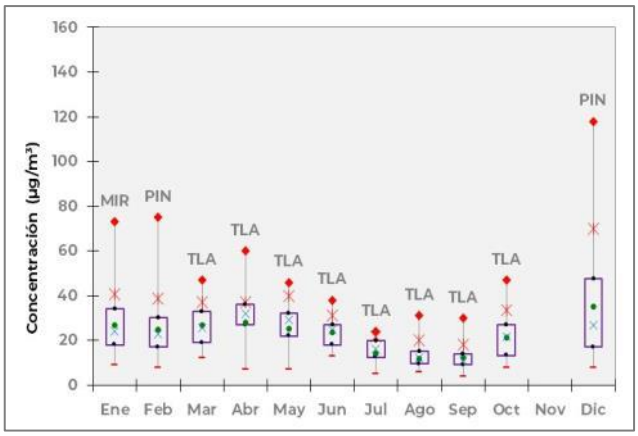
10.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 10.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2020.

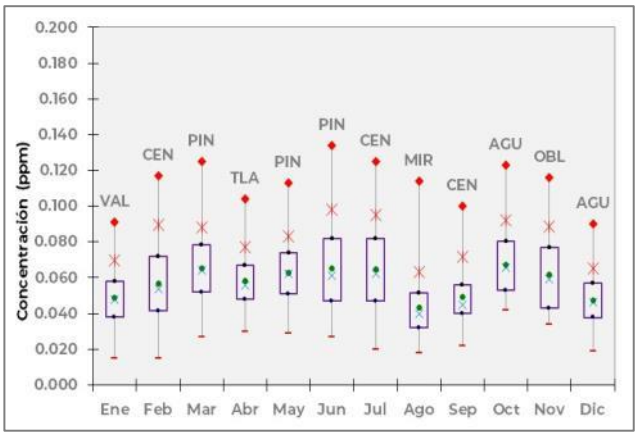
PM_{10} – Promedio de 24 horas



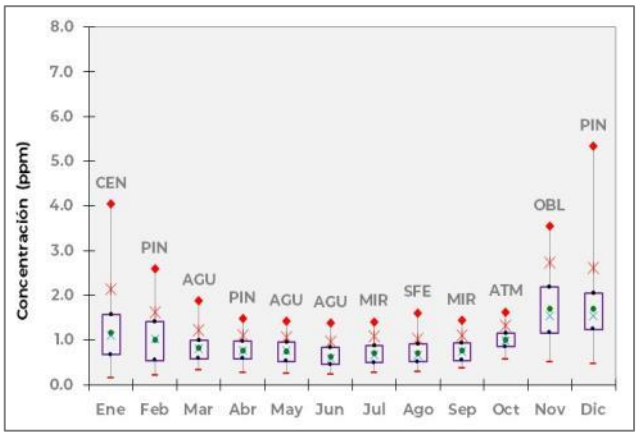
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



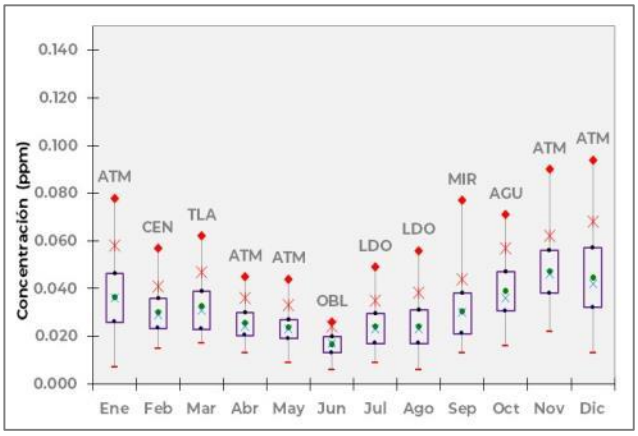
Ozono – Máximo diario de 1 hora



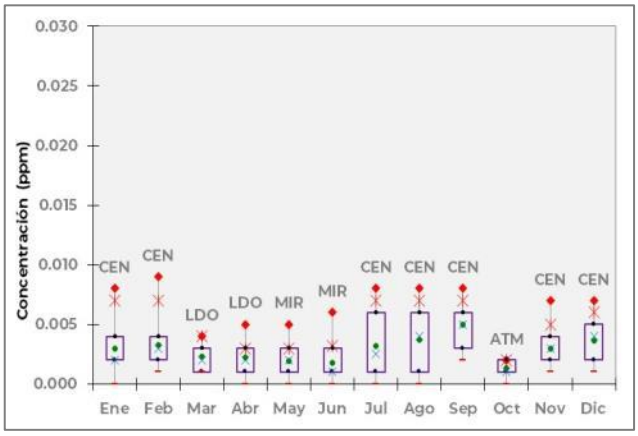
CO – Máximo diario de 8 horas



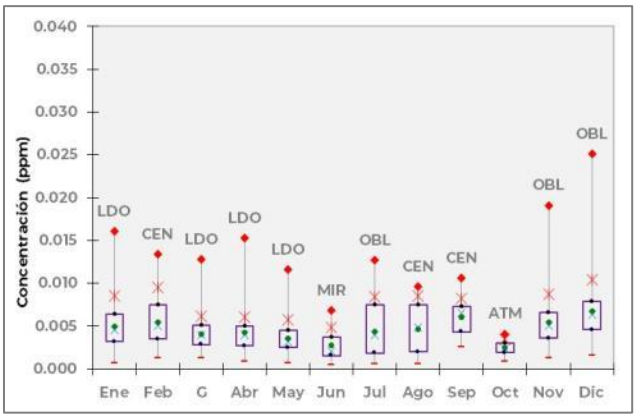
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



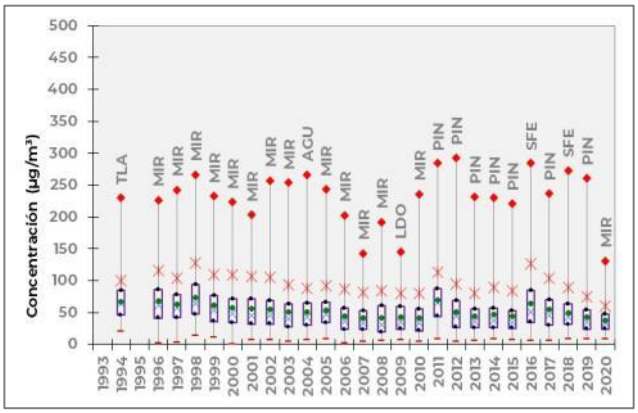
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



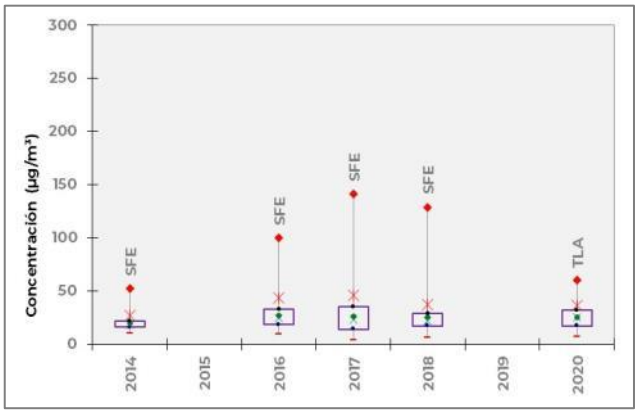
10.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA ZMG EN EL PERIODO 1993 – 2020.

Figura 10.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el periodo 1993–2020.

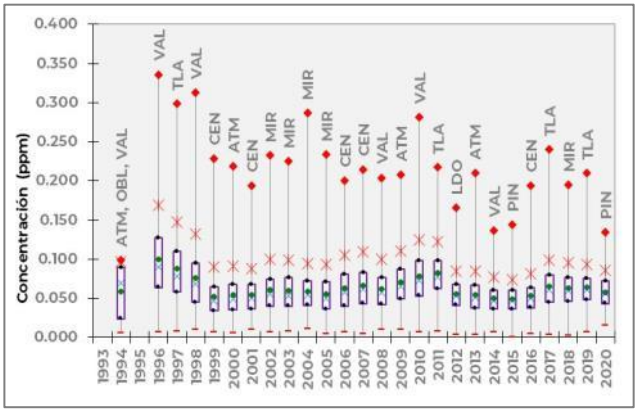
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1993-2020)



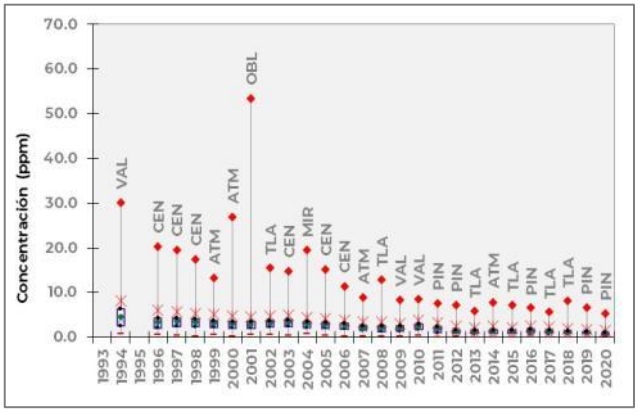
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2011-2020)



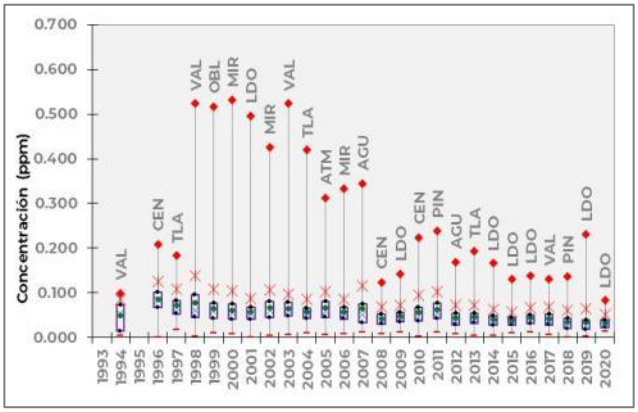
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1994-2020)



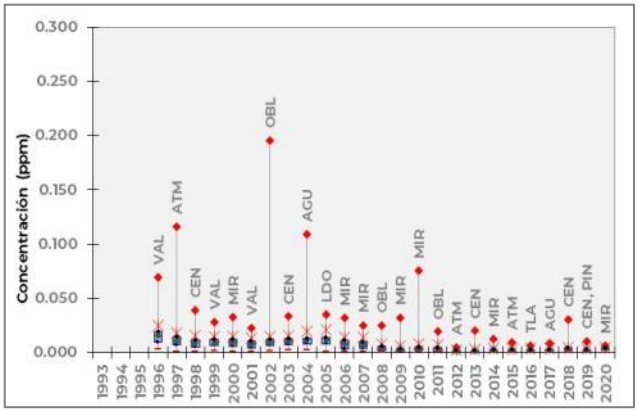
CO – Máximo diario de 8 horas
(1994-2020)



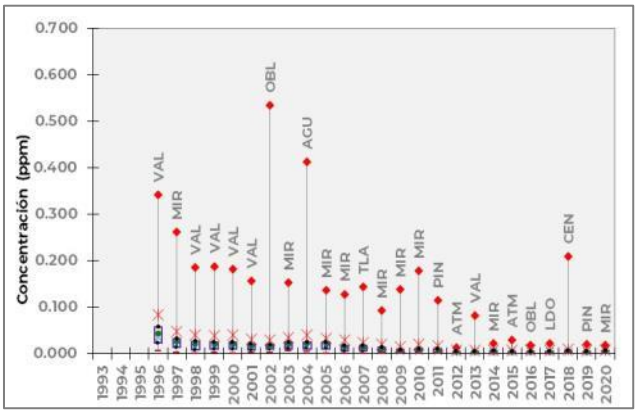
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(1994-2020)



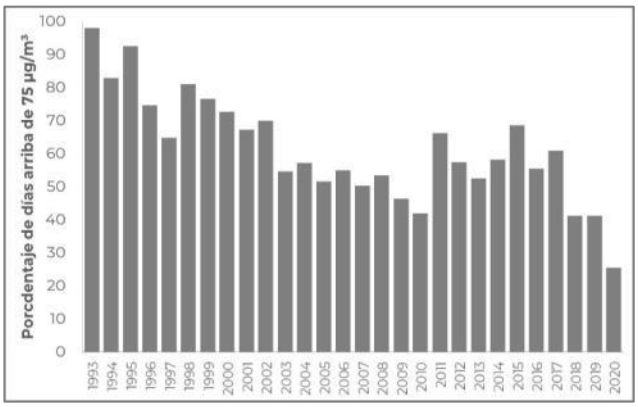
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1993-2020)



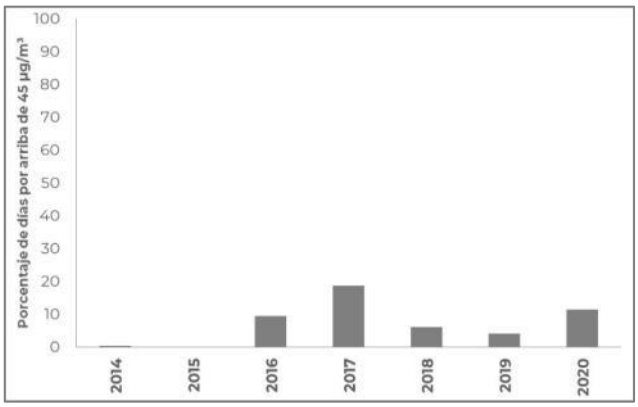
10.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 10.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 1993 – 2020.

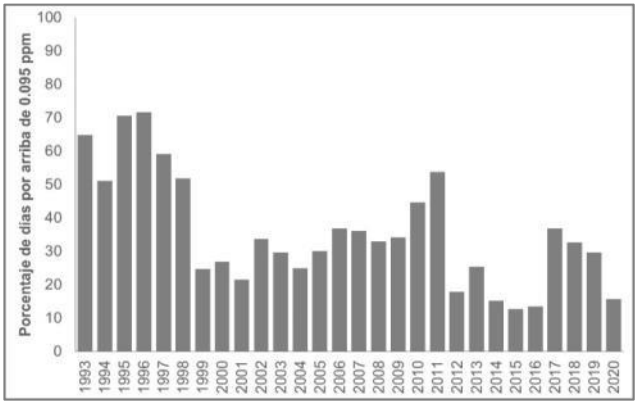
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1993 – 2020)



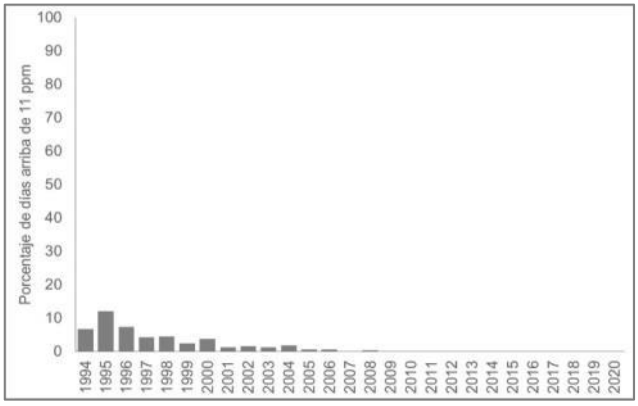
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



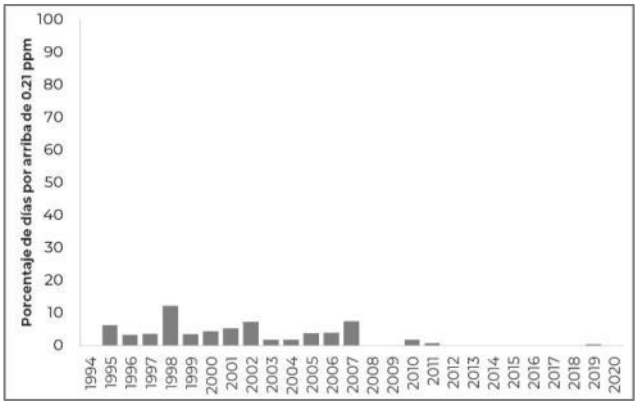
O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



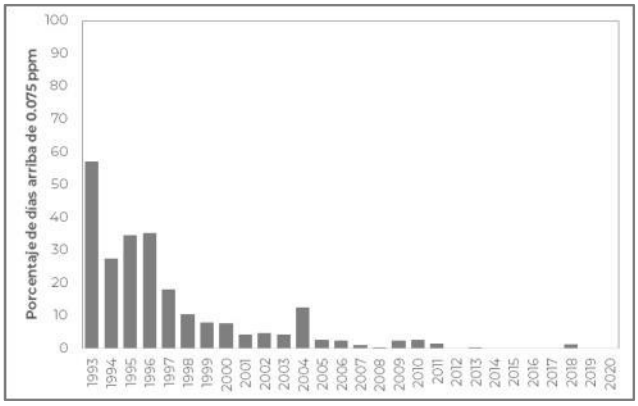
CO – Límite de 8 horas
(1994 – 2020)



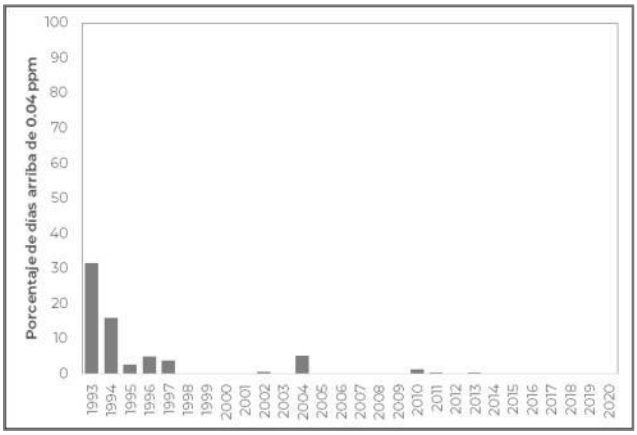
NO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



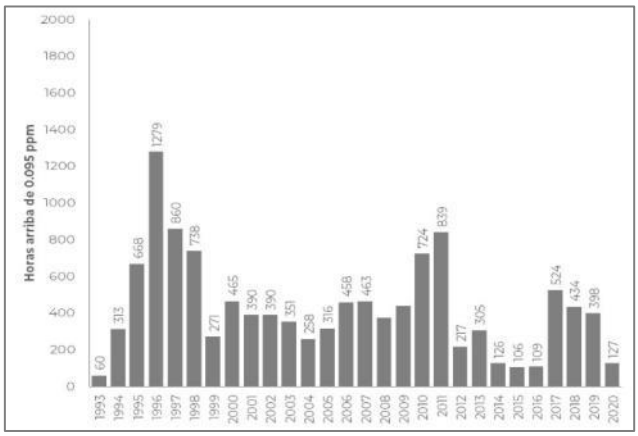
SO_2 – Límite de 24 horas
(1993 – 2020)



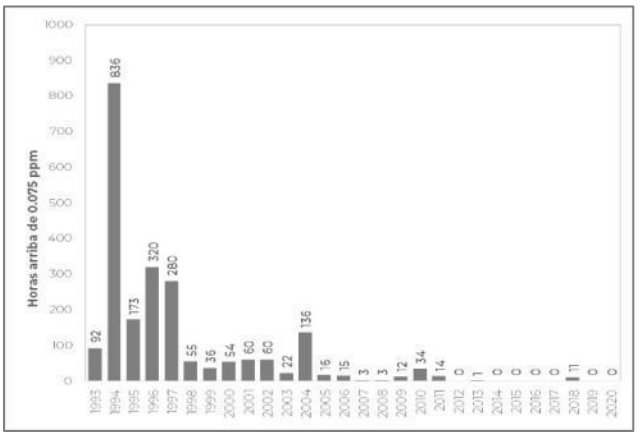
10.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 10.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1993 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)

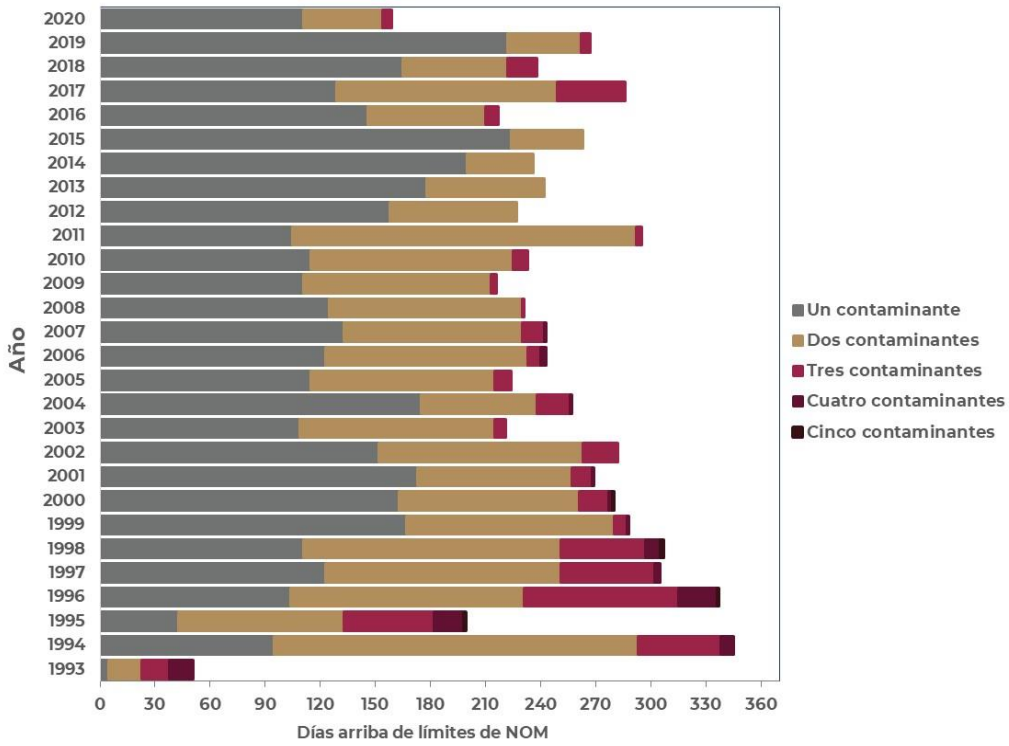


10.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 10.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2020.

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	5 contaminantes
1993	51	51	5	18	15	13	0
1994	365	345	95	198	45	7	0
1995	208	199	43	90	49	16	1
1996	361	337	104	127	84	21	1
1997	361	305	123	128	51	3	0
1998	356	307	111	140	46	8	2
1999	360	288	167	113	7	1	0
2000	361	280	163	98	16	2	1
2001	365	269	173	84	11	1	0
2002	363	282	152	111	19	0	0
2003	365	221	109	106	6	0	0
2004	359	257	175	63	18	1	0
2005	363	224	115	100	9	0	0
2006	365	243	123	110	7	3	0
2007	365	243	133	97	12	1	0
2008	366	231	125	105	1	0	0
2009	365	216	111	102	3	0	0
2010	365	233	115	110	8	0	0
2011	365	295	105	187	3	0	0
2012	366	227	158	69	0	0	0
2013	365	242	178	64	0	0	0
2014	365	236	200	36	0	0	0
2015	365	263	224	39	0	0	0
2016	366	217	146	64	7	0	0
2017	365	286	129	120	37	0	0
2018	365	238	165	57	16	0	0
2019	365	267	222	40	5	0	0
2020	366	159	111	43	5	0	0

Figura 10.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1993 – 2020.



Michoacán



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
MICHOACÁN

En el año 2020, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Michoacán estuvo integrado por tres estaciones de monitoreo que se ubican en la ciudad de Morelia. Una en el centro histórico (ECH), gestionada por la Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Morelia, otra en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU), administrada por la propia Universidad, y una más en el Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB), administrada por la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS). En todas ellas se realiza monitoreo con equipo automático. Las Figuras 11.1 a 11.8 y las Tablas 11.1 a 11.4, resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2020 sólo la estación de monitoreo ECH ubicada en el centro de la ciudad de Morelia, generó información sobre las concentraciones ambientales de PM_{10}. La misma, sin embargo, no fue suficiente para poder evaluar formalmente, como lo establece la propia normatividad, el cumplimiento de los límites normados de protección a la salud. La información disponible para 259 días de este año indica, en cualquier caso, que en ninguno de ellos se presentaron concentraciones que superaran el límite normado de 24 horas. De hecho, en prácticamente todos estos días la calidad de aire se calificó como buena, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

Las concentraciones más altas de PM_{10}, se presentaron entre marzo y abril, aunque como se indicó antes, los niveles de concentración alcanzados no representaron un riesgo a la salud de la población.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Con respecto a las $PM_{2.5}$, destaca el hecho de que se registró incumplimiento de la NOM correspondiente como consecuencia de haber superado el límite normado de protección a la salud como promedio anual, ello a pesar de que en ningún día del año se registró un promedio de 24 horas que superara el límite correspondiente. Es decir, la exposición aguda, o de corto plazo, a este contaminante no representó un riesgo a la salud, pero si la exposición crónica o de largo plazo.

Como tendencia, se puede destacar que las concentraciones promedio de 24 horas más altas de este contaminante se presentaron entre abril y mayo. En tanto que a lo largo de los años no es posible definir alguna tendencia dado que sólo se dispone de información para los años 2016 y 2020 y en la

distribución de las concentraciones promedio de 24 horas, en ambos años, lucen muy similares.

Ozono (O_3)

Las concentraciones de ozono en la ciudad de Morelia, superaron al menos uno de los límites normados de protección a la salud (1 y 8 horas) en cuatro días a lo largo del año, lo que llevó al incumplimiento de la NOM correspondiente. En estos cuatro días, la calidad del aire fue calificada como mala, de acuerdo con los criterios definidos para este contaminante en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019). Las concentraciones más altas de ozono se registraron entre marzo y julio, en tanto que a lo largo de los años ello ha ocurrido en los años 2009 y 2018. A pesar de ello, los años con la mayor cantidad de días con concentraciones por arriba del límite normado de 1 hora son 2008, 2010 y 2011.

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

No fue posible evaluar el cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a monóxido de carbono por escasez de información y de dióxido de azufre por reportarse los equipos de medición fuera de operación en 2020. Con respecto a dióxido de nitrógeno esto si fue posible, identificándose que las concentraciones de este contaminante permanentemente se ubicaron por debajo de su límite normado y permitieron definir la calidad del aire como buena en todo momento.

A destacar

Destaca el hecho de que, aunque para los tres años más recientes no se ha recibido información con respecto a las concentraciones de dióxido de azufre, la información histórica disponible indica la posibilidad de que este contaminante represente un problema de calidad del aire en la ciudad a partir de la entrada en vigor de los nuevos límites normados de 1 y 24 horas a partir del año 2020. Usando como referencia dichos límites, se identificó que salvo en 2014, en todo el periodo 2008 a 2016, se registran días con concentraciones superiores al límite de 1 hora y, en la mayoría de ellos, también del límite de 24 horas. Esto es particularmente evidente en el año 2012.

De lo anterior se desprende la necesidad de regularizar la medición de este contaminante, tan pronto como sea posible, a efecto de poder valorar la importancia de este contaminante en la calidad del aire y en la salud de la población en esta ciudad.

11.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 11.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Michoacán en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

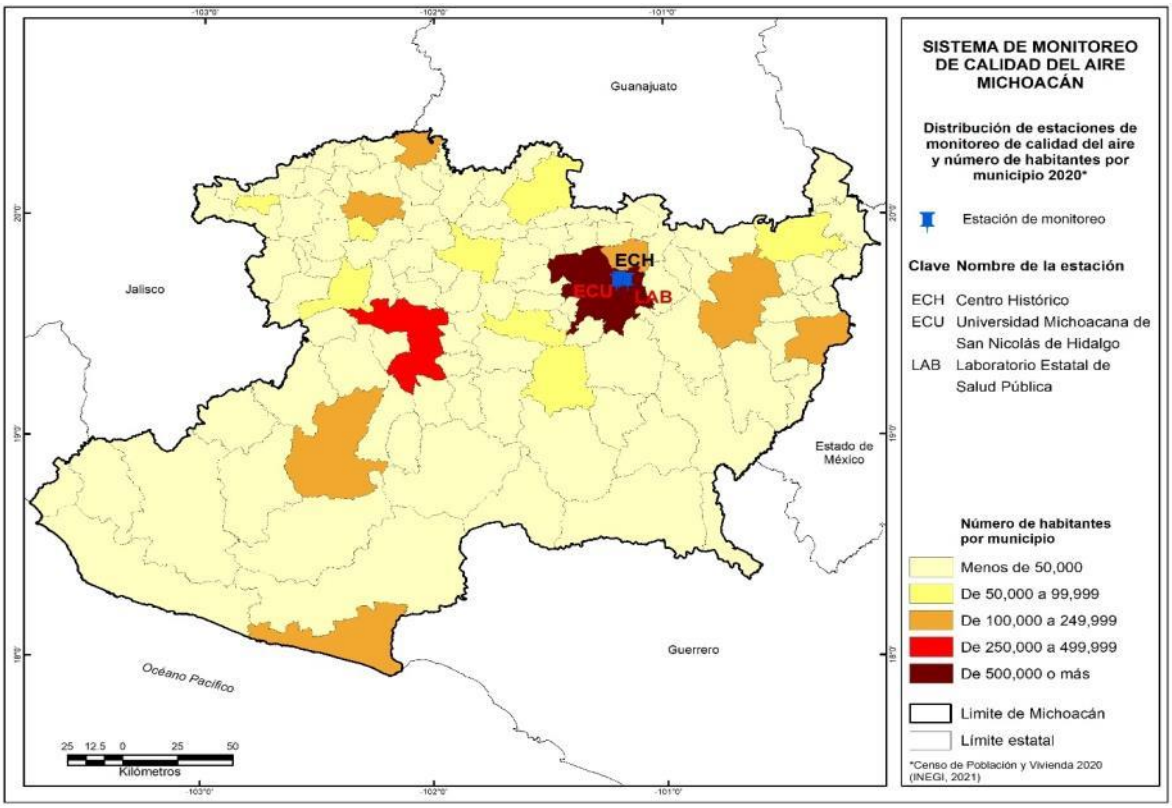
Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Palacio Municipal	ECH	Automático (2005)	✓	✓	✓	¤	✓	✓
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	ECU	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Laboratorio Estatal de Salud Pública	LAB	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

¤ = 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 Rural y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Morelia, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS).

Figura 11.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la ciudad de Morelia, Michoacán (2020).

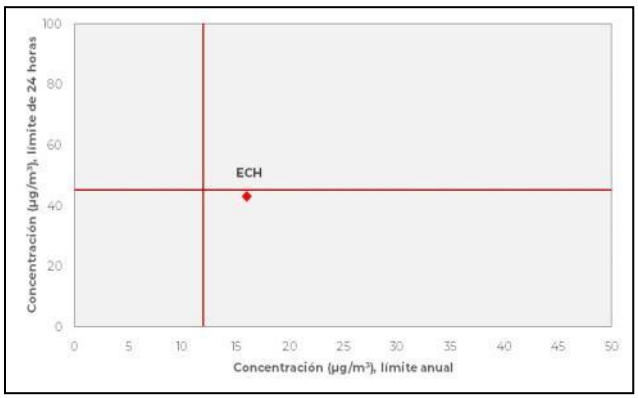


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Morelia, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS).

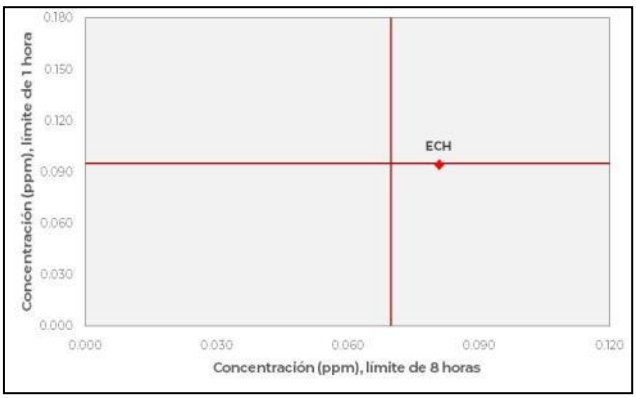
11.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 11.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la ciudad de Morelia, en el año 2020.

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)



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



ECH – Palacio Municipal
ECU – Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
LAB – Laboratorio Estatal de Salud Pública

Tabla 11.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelia, Michoacán (2020).

Contaminante	Límite normado		ECH	ECU	LAB
(1) PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	FO	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	FO	FO
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	43	DI	FO
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	16	DI	FO

Contaminante	Límite normado		ECH	ECU	LAB
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	DI	FO	FO
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.081	FO	FO
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI	FO	FO
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	0.047	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	¤	FO	FO
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	¤	FO	FO

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

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

Notas:

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

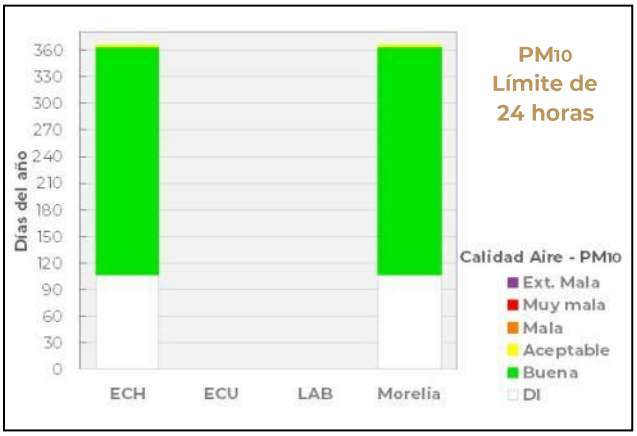
Tabla 11.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en la ciudad de Morelia, Michoacán.

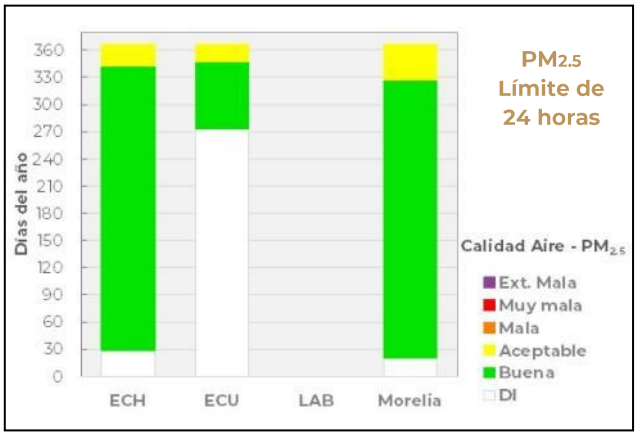
PM_{10}	No. días con datos válidos	259
	No. días > 75 µg/m³	0
	% días > 75 µg/m³	0
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	346
	No. días > 45 µg/m³	0
	% días > 45 µg/m³	0
O_3	No. días con datos válidos	259
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	4
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	2
CO	No. días con datos válidos	122
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	313
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	FO
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	FO
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	FO

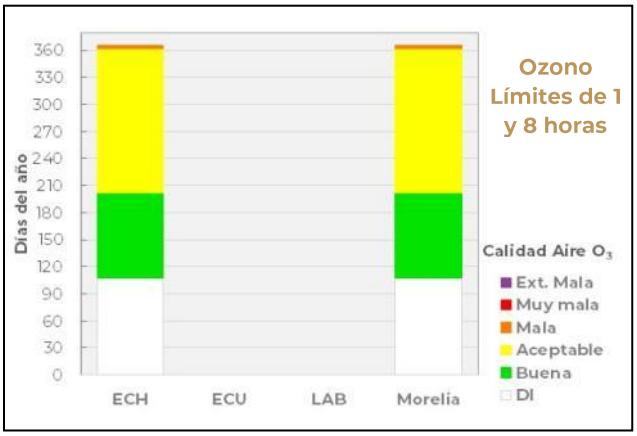
FO = Fuera de operación

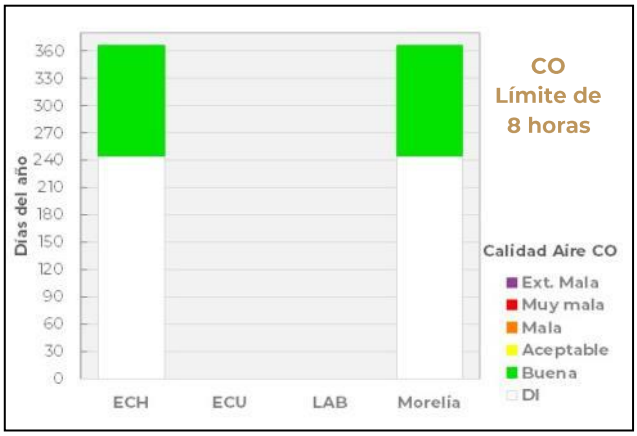
11.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

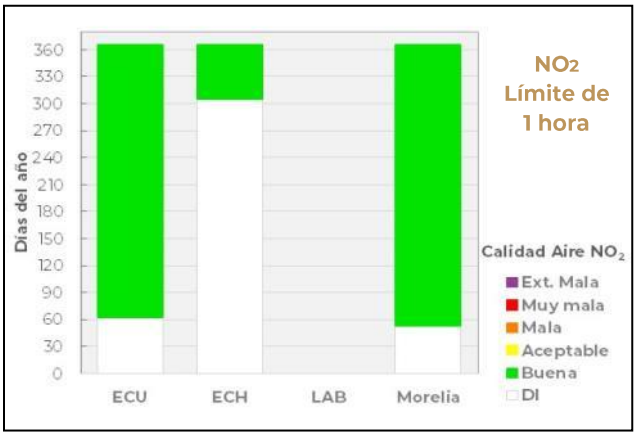
Figura 11.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2020.









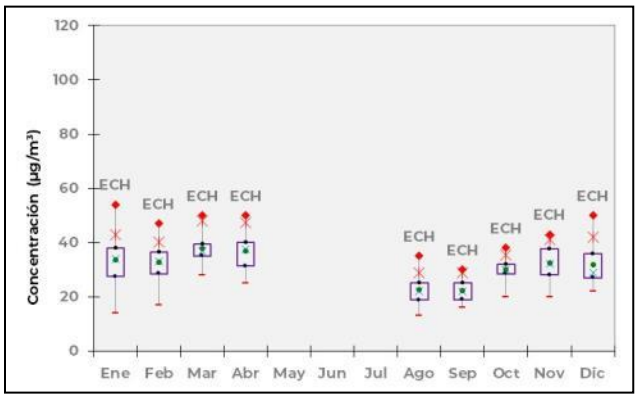


ECH – Palacio Municipal
ECU – Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
LAB – Laboratorio Estatal de Salud Pública

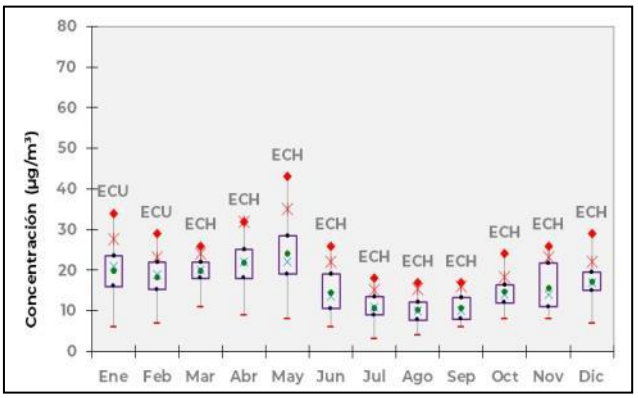
11.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 11.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en la ciudad de Morelia, Michoacán, en el año 2020.

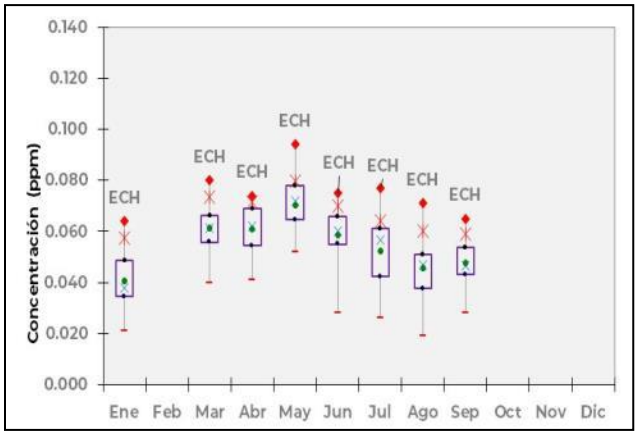
PM_{10} – Promedio de 24 horas



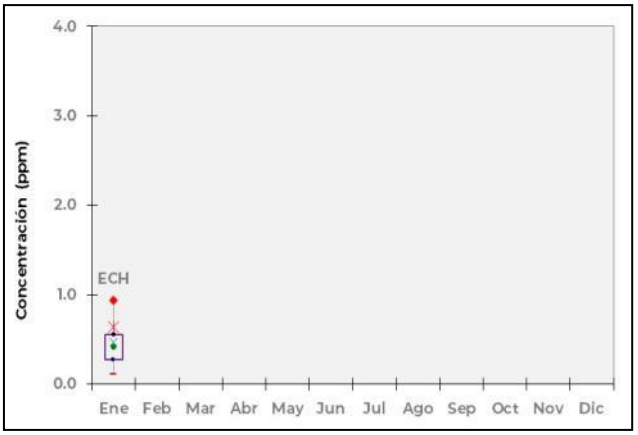
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



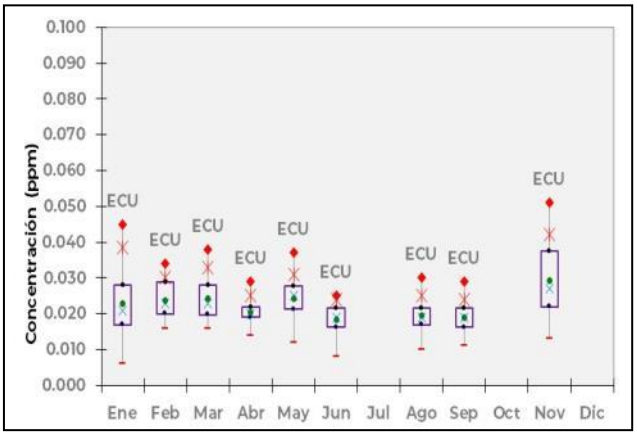
Ozono – Máximo diario de 1 hora



CO – Máximo diario de 8 horas



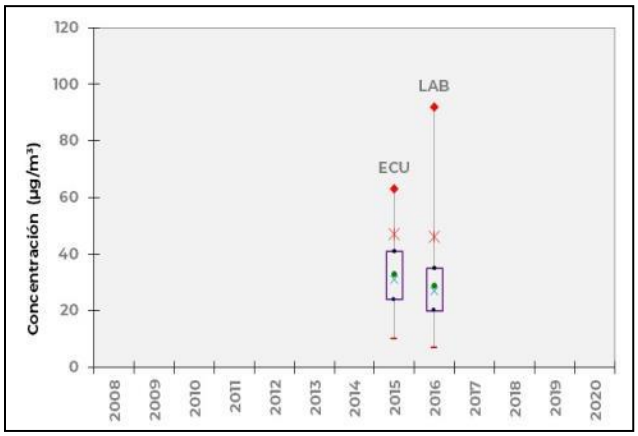
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



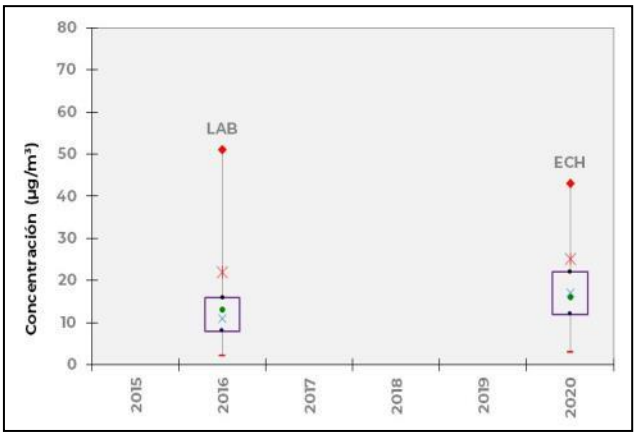
11.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN MICHOACÁN EN EL PERIODO 2008 – 2020.

Figura 11.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la ciudad de Morelia, Michoacán, en periodo 2008–2020.

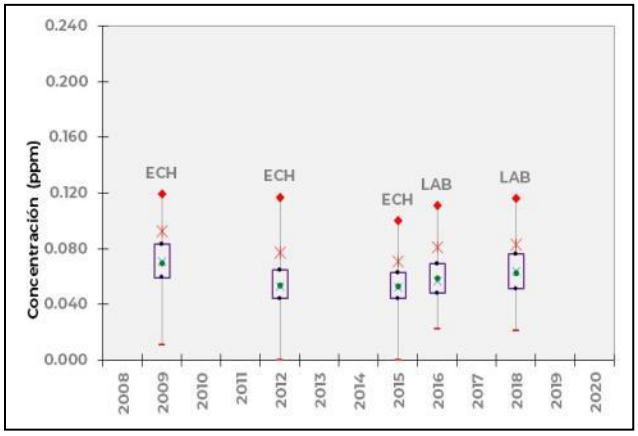
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2008-2020)



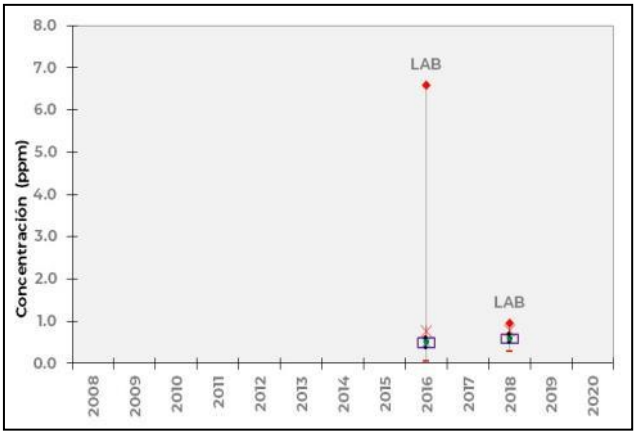
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2015-2020)



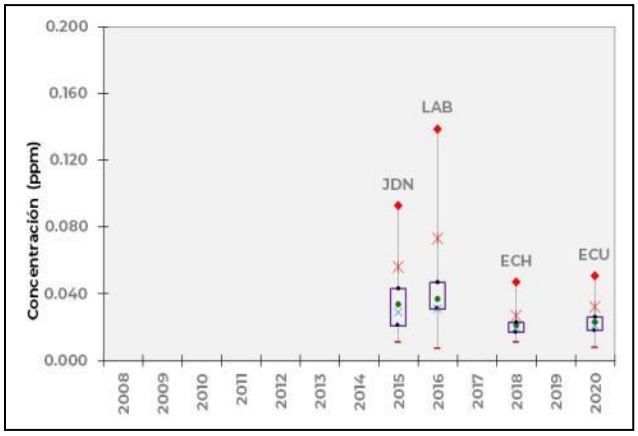
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2008-2020)



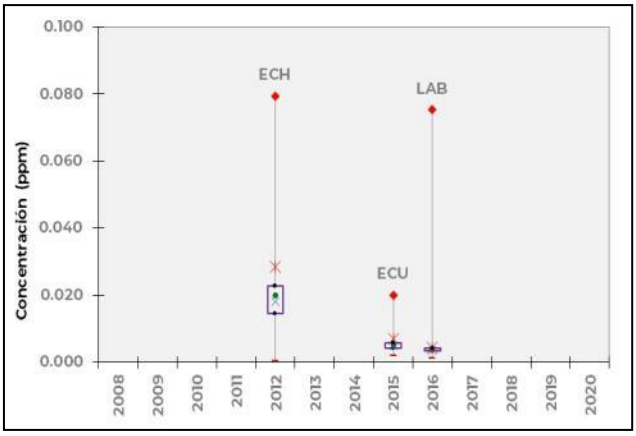
CO – Máximo diario de 8 horas
(2008-2020)



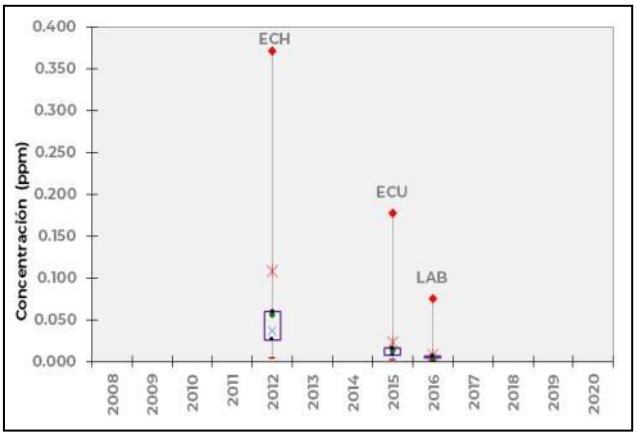
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2008-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(2008-2020)



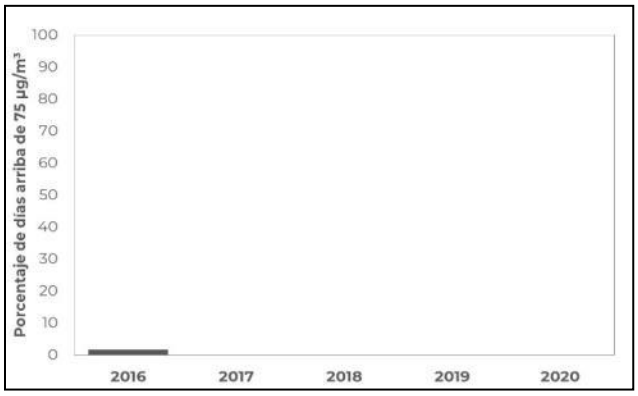
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2008-2020)



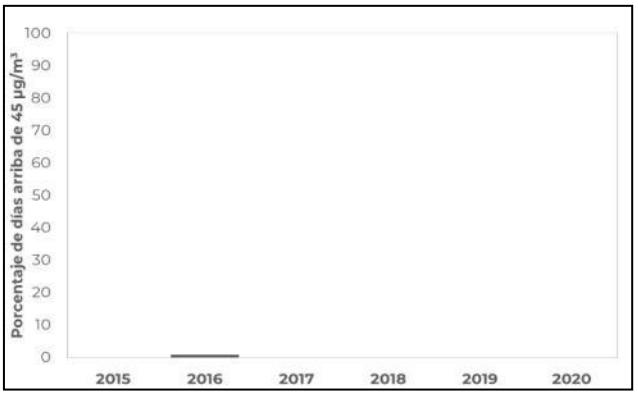
11.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 11.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2008 – 2020.

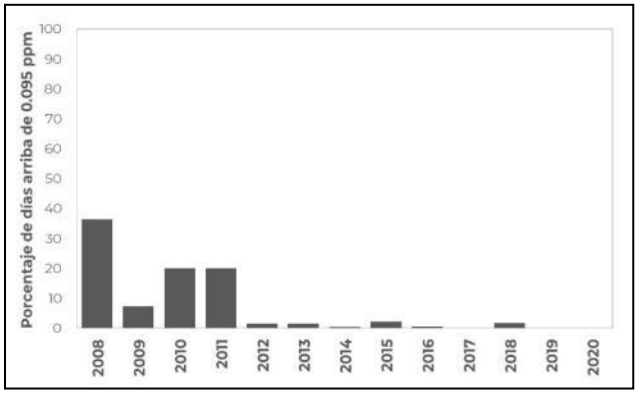
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2015 – 2020)



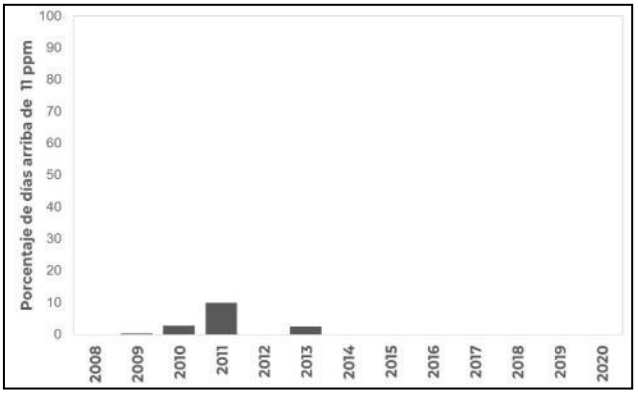
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2015 – 2020)



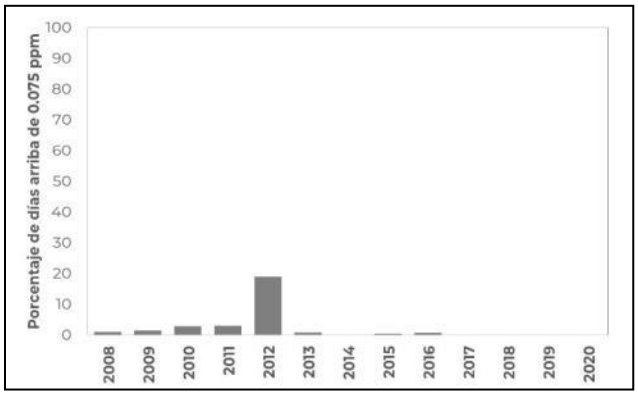
O_3 – Límite de 1 hora
(2008 – 2020)



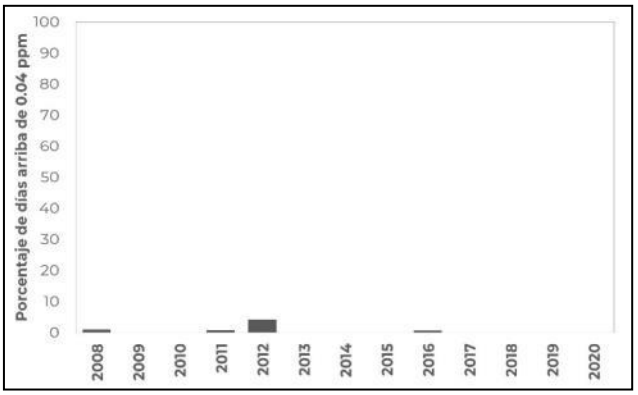
CO – Límite de 8 horas
(2008 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2008 – 2020)



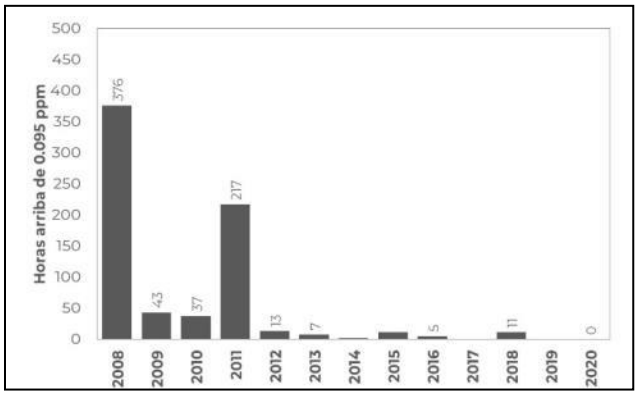
SO_2 – Límite de 24 horas
(2008 – 2020)



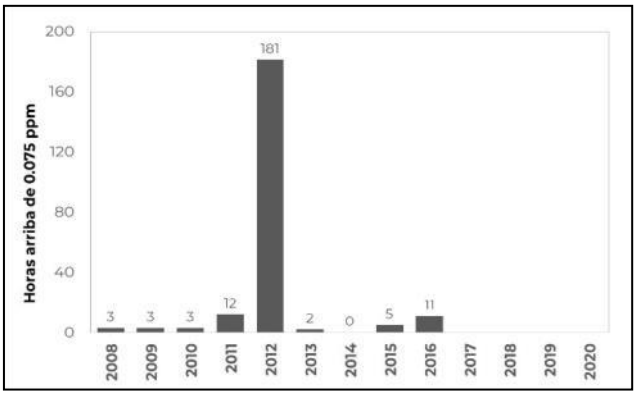
11.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 11.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2008 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2008 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2008 – 2020)



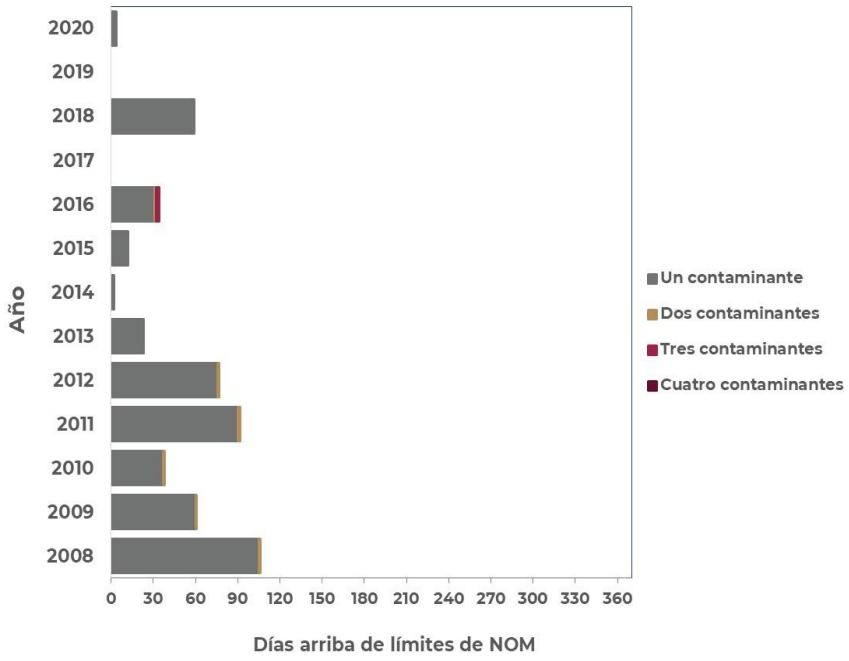
11.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 11.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la en la ciudad de Morelia, Michoacán, 2008 – 2020.

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	199	106	105	1	0	0
2009	303	61	60	1	0	0
2010	100	38	37	1	0	0
2011	111	92	90	2	0	0
2012	155	77	76	1	0	0
2013	81	23	23	0	0	0
2014	254	2	2	0	0	0
2015	353	12	12	0	0	0
2016	363	34	31	1	2	0
2017	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2018	365	59	59	0	0	0
2019	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2020	365	4	4	0	0	0

IND = Información no disponible

Figura 11.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de Morelia, Michoacán, 2008 – 2020.



Morelos



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
MORELOS

En el año 2020, 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). Las Figuras 12.1 a 12.19 y las Tablas 12.1 a 12.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En Cuernavaca se rebasó el límite normado de protección a la salud como promedio de 24 horas para partículas suspendidas PM_{10}, en tanto que en Ocuituco se superaron tanto el límite de 24 horas como el anual. La concentración máxima registrada en estas estaciones, como promedio de 24 horas, fue de 106 y 108 $\mu g/m^3$, respectivamente. Ambas concentraciones son superiores en poco más del 40% respecto del valor límite normado. En Cuautla y Zacatepec, los equipos de medición de este contaminante se reportaron fuera de operación. El número de días con registros de concentración de PM_{10} superiores al límite normado de 24 horas fue de 12 en Cuernavaca y 21 en Ocuituco. En ambas ciudades, en todos los días en los que se superó el límite normado de 24 horas, la calidad del aire fue catalogada como mala de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud.

En ambas ciudades, las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron entre marzo 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, aunque en el año 2020, esta tendencia se estabilizó. En Ocuituco, no es posible establecer tendencias dado que sólo se cuenta con información para los dos años más recientes.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Los dos límites normados de $PM_{2.5}$ para protección de la salud (24 horas y anual), fueron superados en Cuernavaca, Ocuituco y Zacatepec, siendo Cuernavaca la ciudad en donde se alcanzaron las concentraciones promedio más altas, tanto como promedio de 24 horas como anual. El número de días del año 2020 en que se superó el límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ fue de 12 en Cuernavaca, 6 en Zacatepec y 2 en Ocuituco. En todos estos días el estado de la calidad del aire en estas ciudades fue catalogada como mala, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud. En Cuautla, el equipo de medición de este contaminante se reportó fuera de operación.

En general, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ en 2020, tanto en Cuernavaca como en Ocuituco y Zacatepec, se registraron en los meses de marzo a 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 2016-2020. 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. En 2020, este porcentaje bajó a 3.5%. En el caso de Zacatepec y Ocuituco no es posible establecer alguna tendencia sobre estos indicadores dado que sólo se dispone de información para los años 2019 y 2020.

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 Cuernavaca, en tanto que como promedio de 8 horas ello ocurrió en Zacatepec. Dichas concentraciones fueron de 0.119 y 0.100 ppm, respectivamente, las cuales son 25 y 33% superiores el límite normado respectivo. En general, los días con concentraciones superiores a alguno de los límites normados de este contaminante fueron más frecuentes en Ocuituco (59), seguido de Zacatepec (56) y Cuernavaca (42). De estos días, sólo en uno en cada ciudad se alcanzó el calificativo de muy mala calidad del aire, de acuerdo con el índice Aire y Salud, el resto de los días correspondió a una condición de mala calidad del aire. En las tres ciudades, las concentraciones más altas de ozono en 2020 ocurrieron con mayor frecuencia en los meses de marzo a junio, con un segundo pico, de menor

intensidad, en el periodo octubre a diciembre. 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, así como en el máximo en el periodo 2016 a 2020. 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 2020, los datos disponibles sobre concentración de CO, NO_2 y SO_2, muestran que en Cuernavaca, Ocuituco y Zacatepec hubo cumplimiento de los límites normados correspondientes, hecho que se refleja en que, en prácticamente todos los días con información disponible, la calidad del aire fue calificada como buena, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud.

A destacar

En 2020, tanto en Cuernavaca como en Ocuituco se mantuvo la tendencia creciente observada desde 2018 respecto al número de días por año en que se superó al menos un límite normado de calidad del aire. En Cuernavaca, por ejemplo, de 2018 a 2020 se pasó de 15 a 49 días en esta condición, en tanto que, en Ocuituco, en el mismo periodo, se pasó de 19 a 72 días. En Zacatepec, este indicador se ha mantenido relativamente estable en el periodo 2016 a 2020, en el cual los días en esta condición han oscilado entre 64 y 57.

12.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

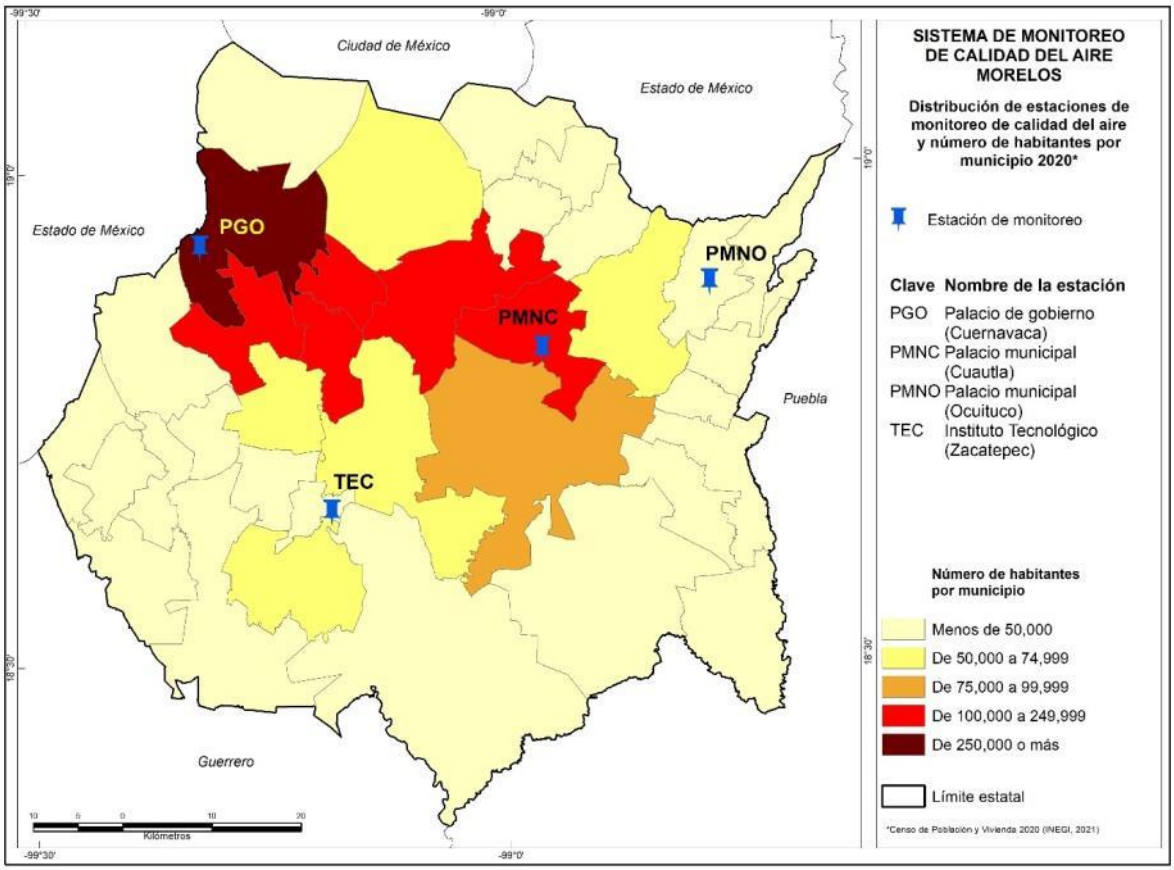
Tabla 12.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

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 12.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Morelos, 2020.

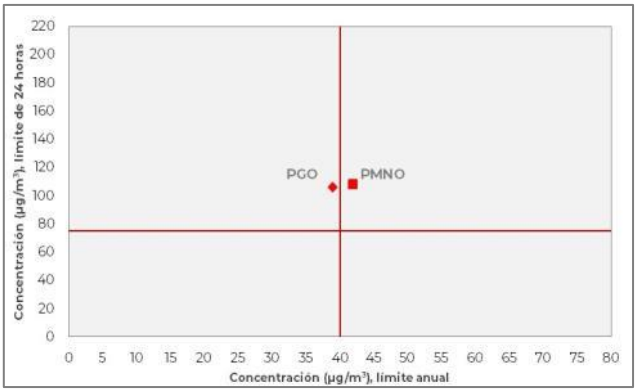


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

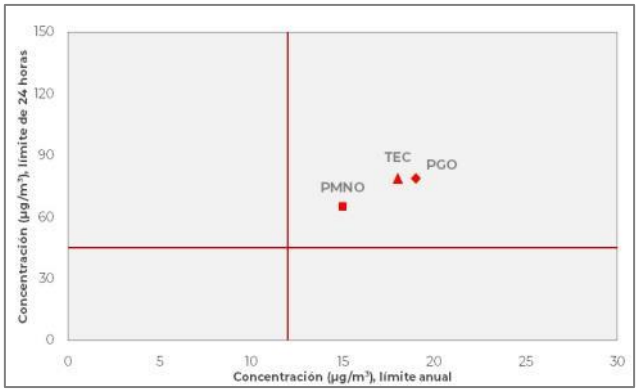
12.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 12.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo y contaminante en Morelos, en el año 2020.

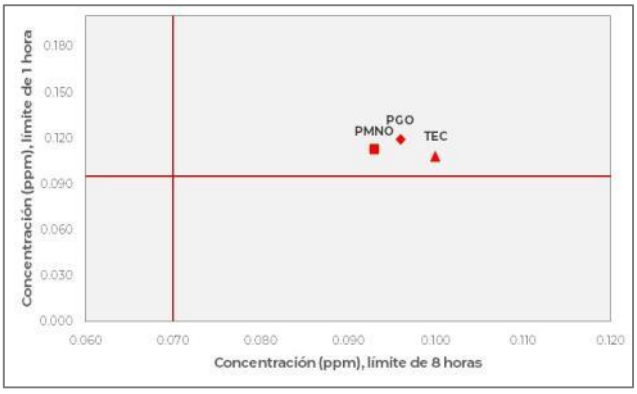
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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)



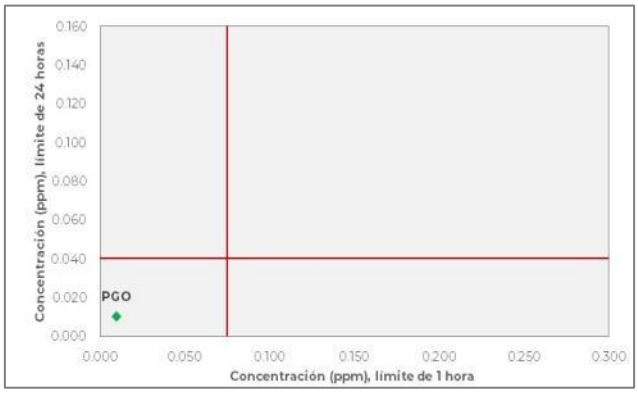
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



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



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.04 ppm–línea horizontal)



◆ Cuernavaca
PGO – Palacio de gobierno

Cuautla
PMNC – Palacio municipal

■ Ocuituco
PMNO – Palacio municipal

▲ Zacatepec
TEC – Instituto Tecnológico

Tabla 12.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelos (2020).

Contaminante	Límite normado		Cuernavaca	Cuautla	Ocuituco	Zacatepec
			PGO	PMNC	PMNO	TEC
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	106	FO	108	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	39	FO	42	FO
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	79	FO	65	79
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	19	FO	15	18
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.119	FO	0.112	0.108
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.096	FO	0.093	0.100
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	9.94	FO	DI	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.044	FO	0.045	0.037
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.001	FO	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	FO	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación;
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

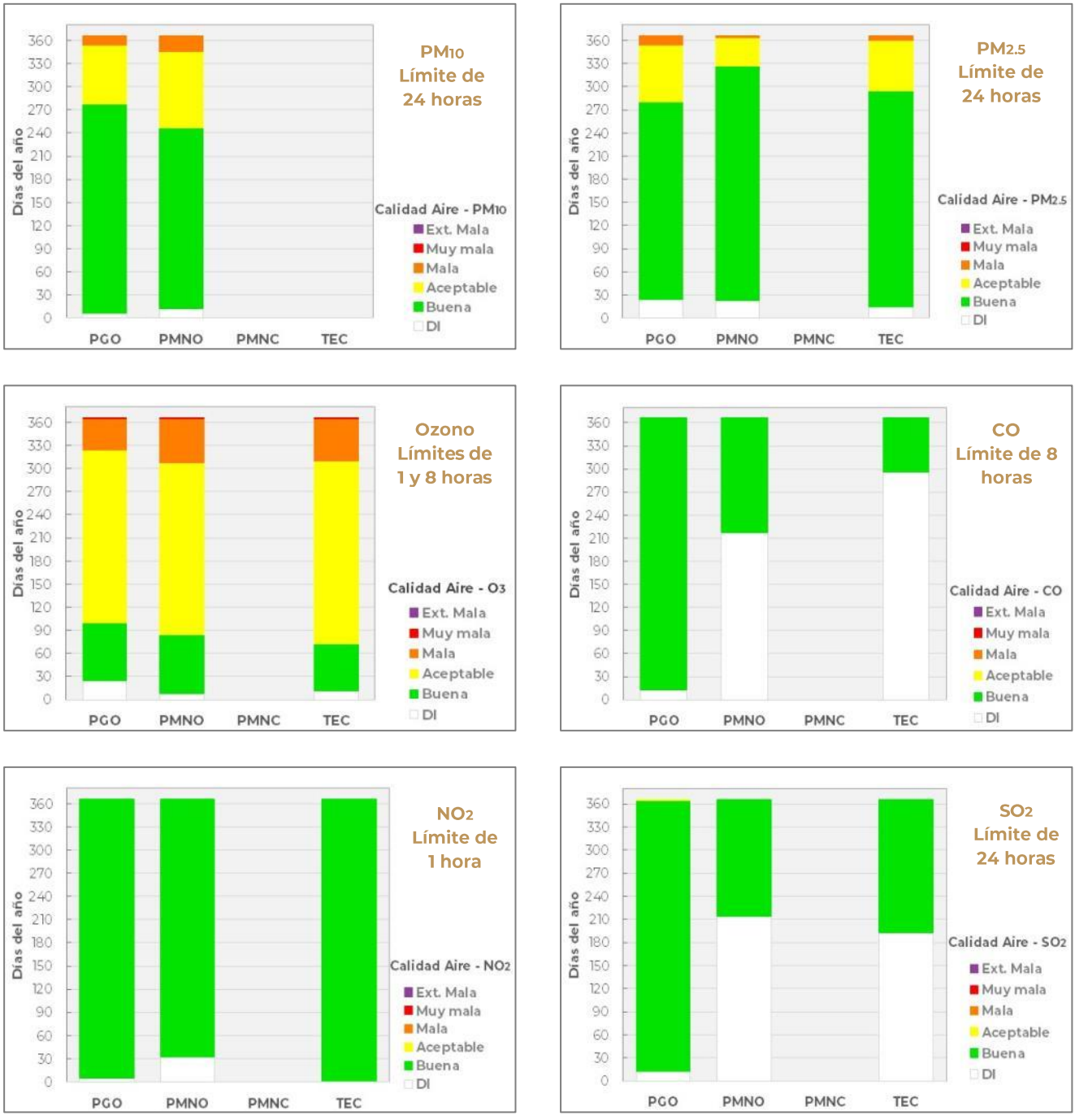
Tabla 12.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Morelos.

Ciudad		Cuernavaca	Cuautla	Ocuituco	Zacatepec
PM_{10}	No. días con datos válidos	360	FO	354	FO
	No. días > 75 µg/m³	12	FO	21	FO
	% días > 75 µg/m³	3	FO	6	FO
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	342	FO	343	353
	No. días > 45 µg/m³	12	FO	2	6
	% días > 45 µg/m³	4	FO	1	2
O_3	No. días con datos válidos	342	FO	358	355
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	42	FO	59	56
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	12	FO	17	16
CO	No. días con datos válidos	353	FO	149	70
	No. días > 11 ppm	0	FO	0	0
	% días > 11 ppm	0	FO	0	0
NO_2	No. días con datos válidos	361	FO	334	365
	No. días > 0.210 ppm	0	FO	0	0
	% días > 0.210 ppm	0	FO	0	0
SO_2	No. días con datos válidos	354	FO	152	173
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0	FO	0	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0	FO	0	0

FO = Fuera de operación

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 Morelos, en el año 2020.



Cuernavaca
PGO – Palacio de gobierno

Cuautla
PMNC – Palacio municipal

Ocuituco
PMNO – Palacio municipal

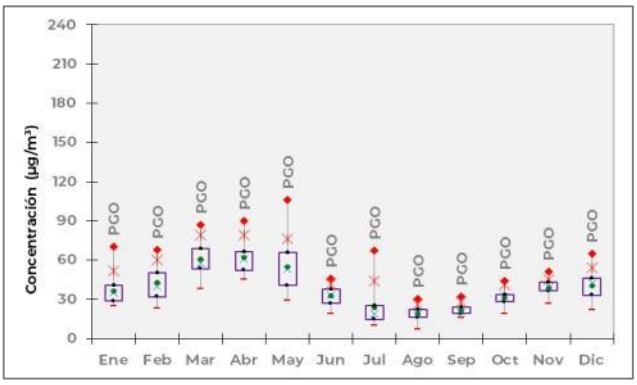
Zacatepec
TEC – Instituto Tecnológico

12.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

Figura 12.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Promedio de 24 horas

Cuernavaca



Ocuituco

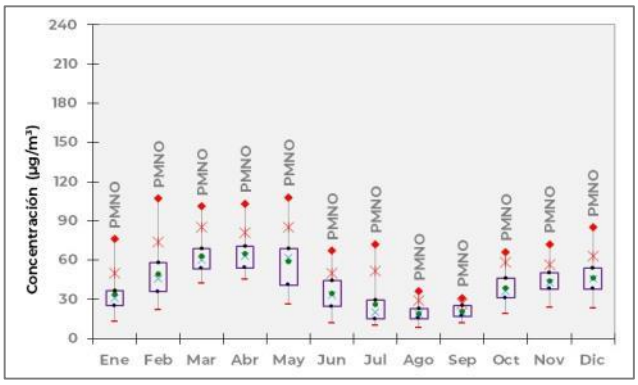
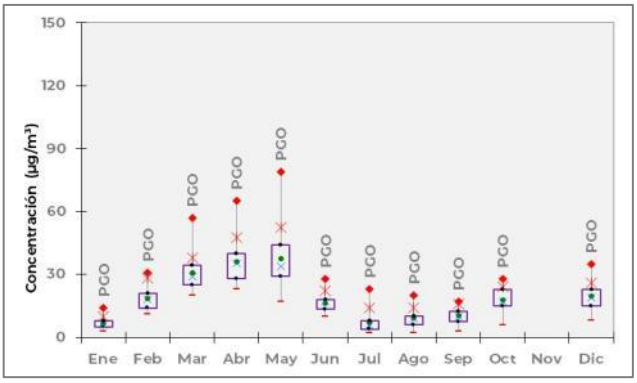


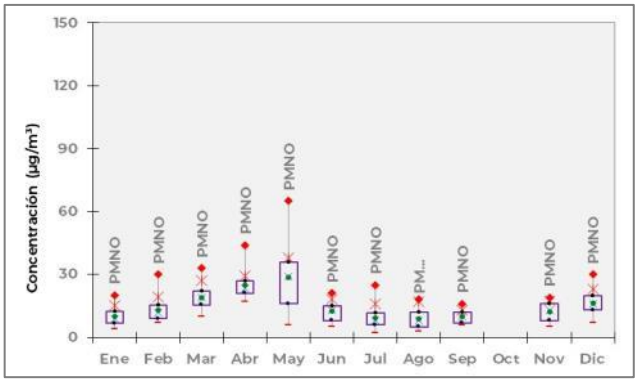
Figura 12.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Promedio de 24 horas

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

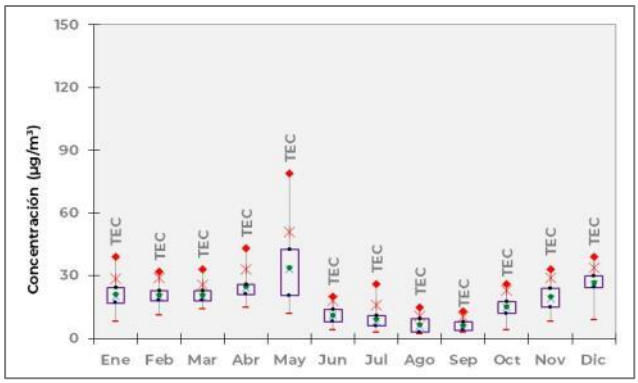
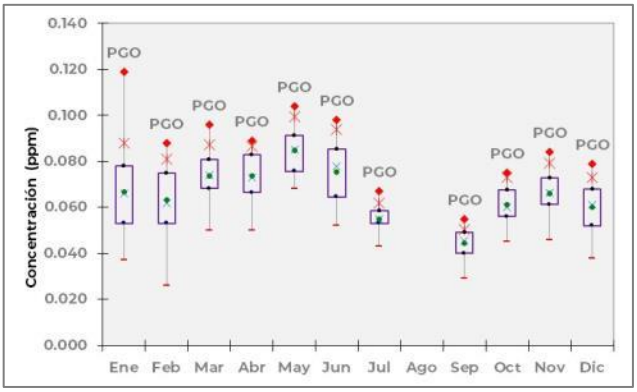


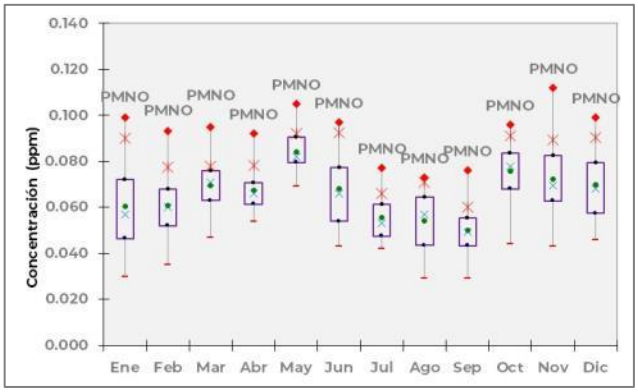
Figura 12.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Máximo diario de 1 hora

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

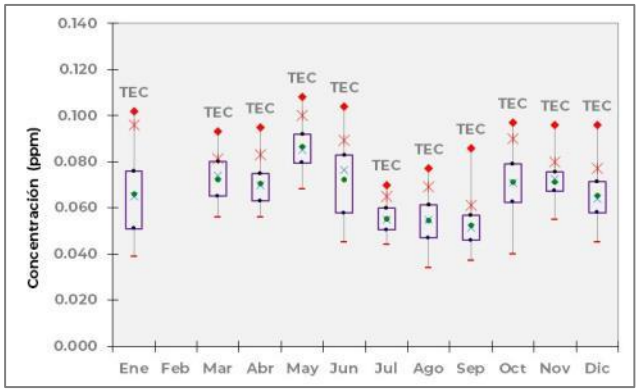
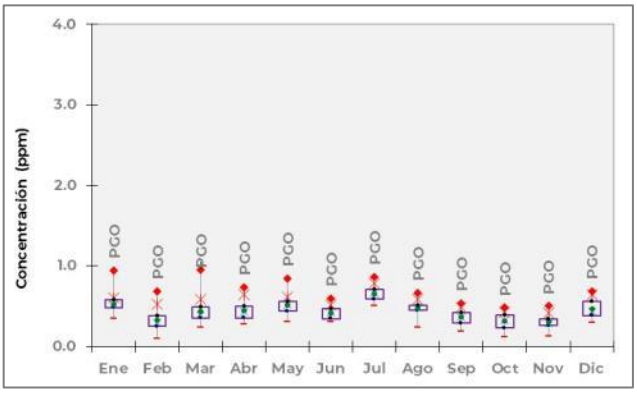


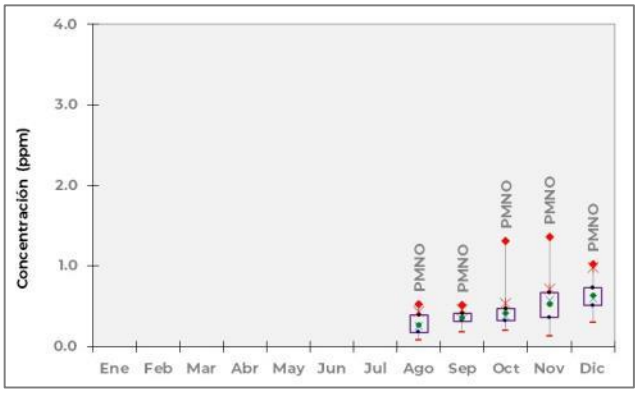
Figura 12.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Máximo diario de 8 horas

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

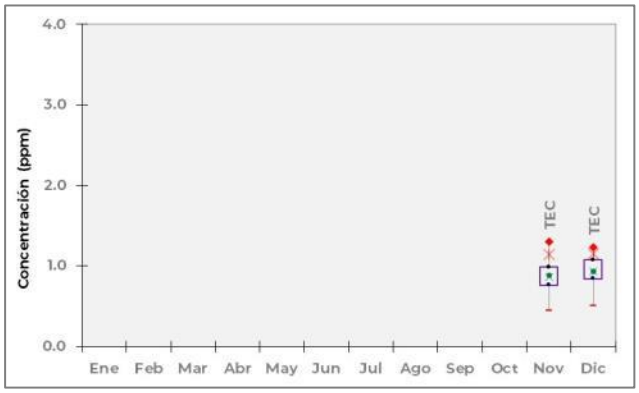
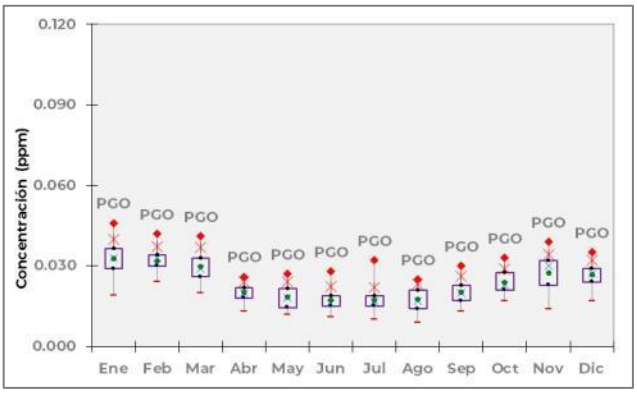


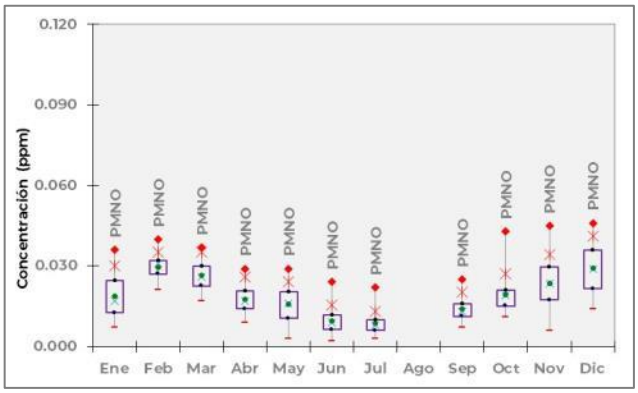
Figura 12.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Máximo diario de 1 hora

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

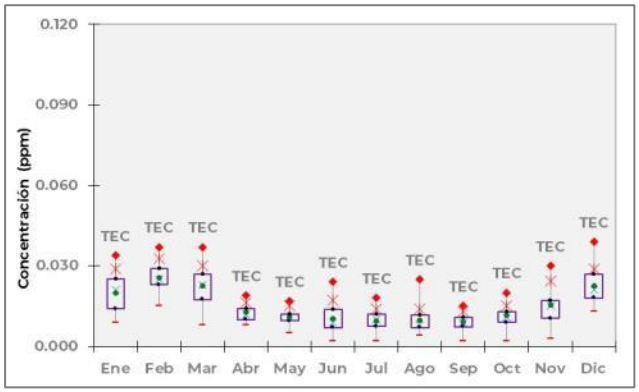
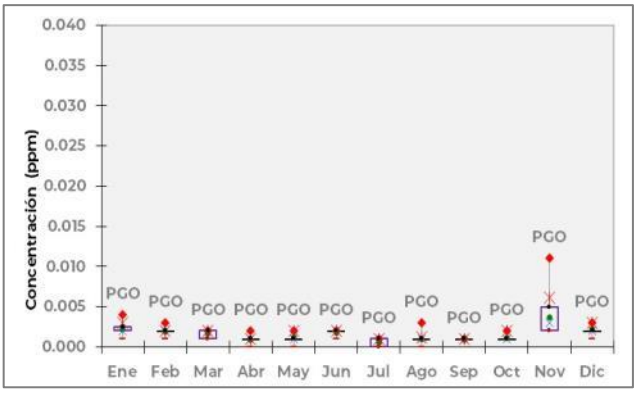


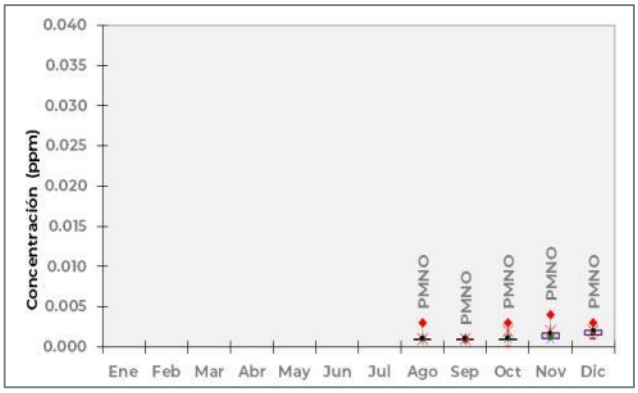
Figura 12.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Promedio de 24 horas

Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec

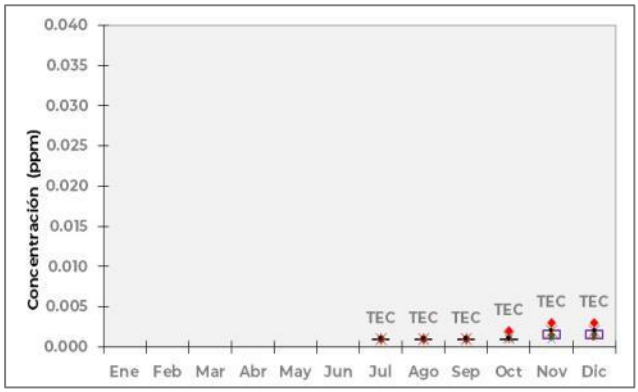
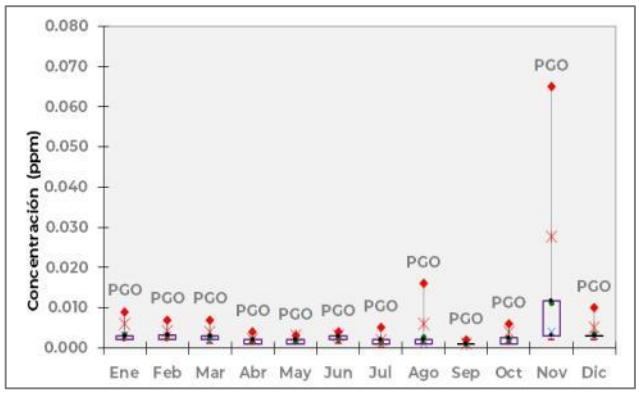


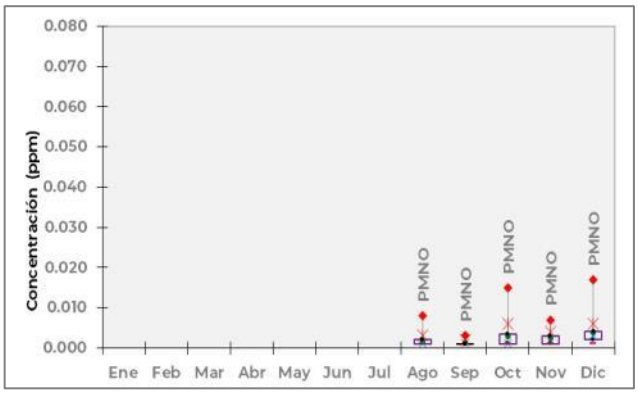
Figura 12.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Morelos.

Máximo de 1 hora

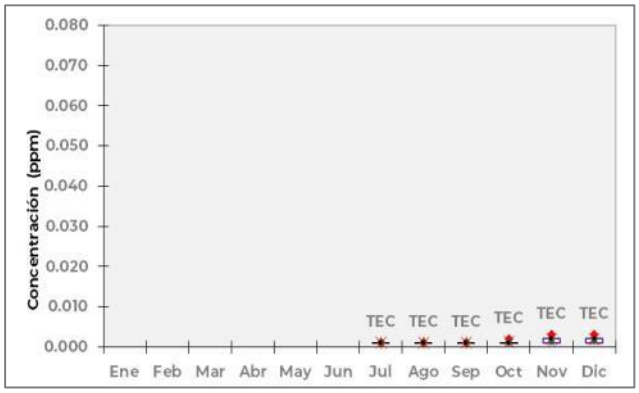
Cuernavaca



Ocuituco



Zacatepec



12.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN MORELOS EN EL PERIODO 2014 – 2020.

Figura 12.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.

Cuernavaca
(2014 – 2020)



Ocuituco
(2014 – 2020)

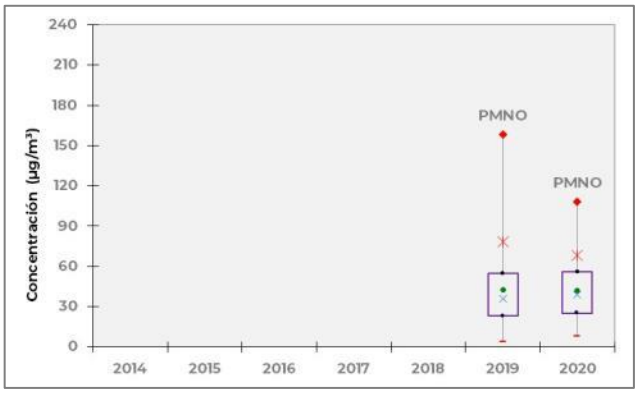
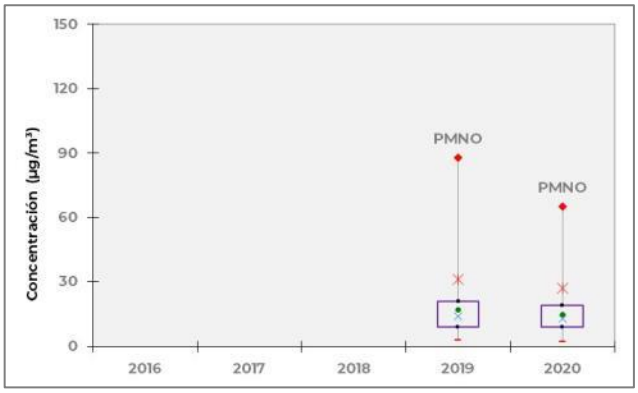


Figura 12.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2016 – 2020.

Cuernavaca
(2016 – 2020)



Ocuituco
(2016 – 2020)



Zacatepec
(2016 – 2020)

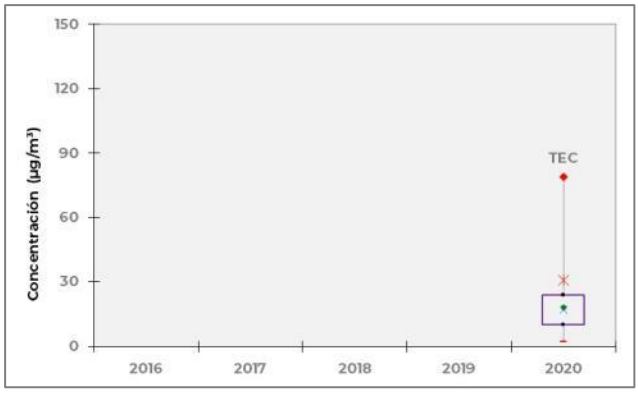
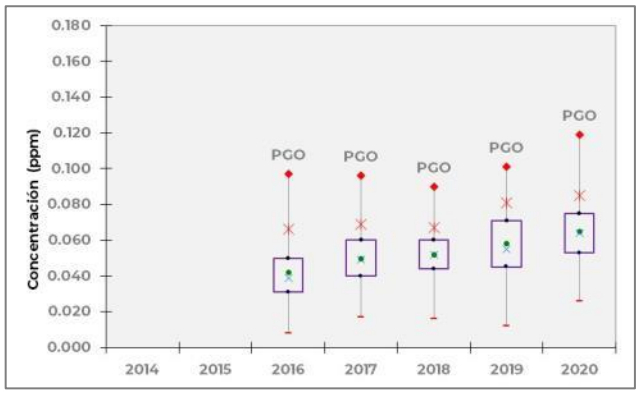
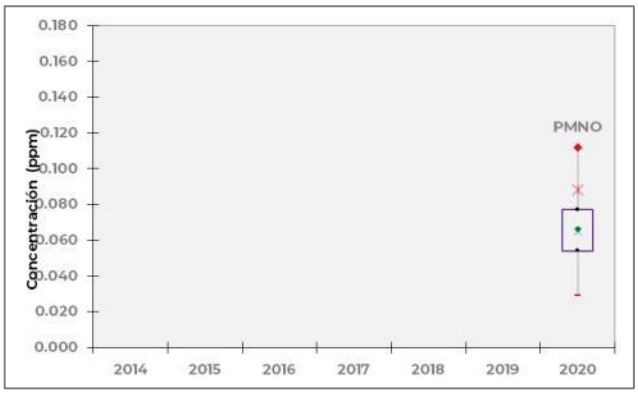


Figura 12.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.

Cuernavaca
(2014 – 2020)



Ocuituco
(2014 – 2020)



Zacatepec
(2014 – 2020)

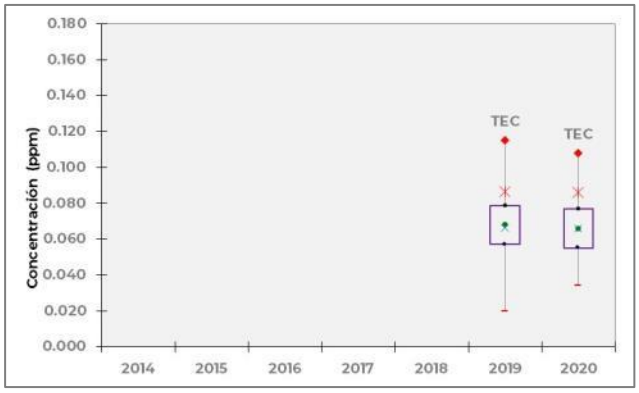


Figura 12.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.

Cuernavaca
(2014 – 2020)

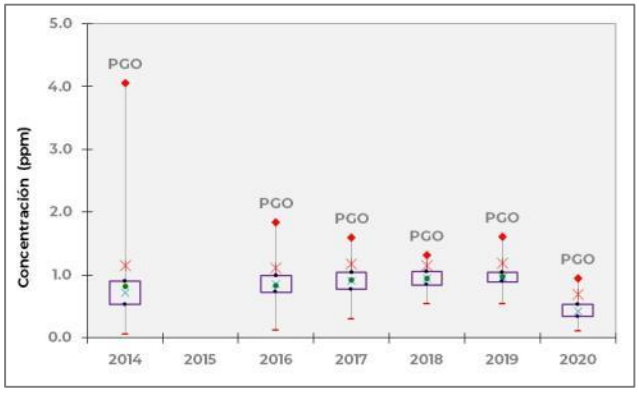
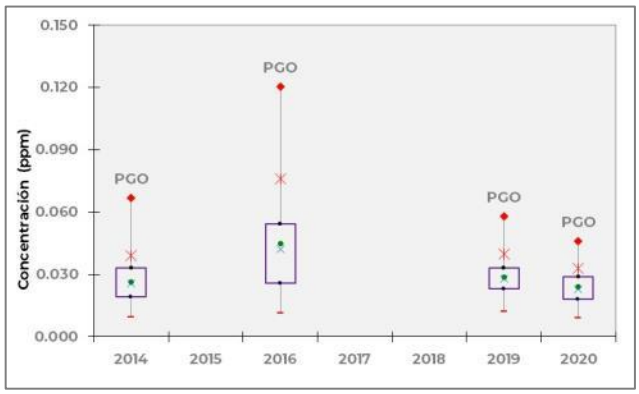
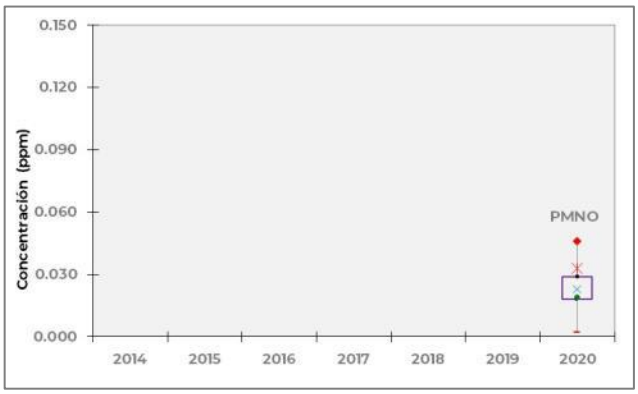


Figura 12.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Morelos, en el periodo 2014 – 2020.

Cuernavaca
(2014 – 2020)



Ocuituco
(2014 – 2020)



Zacatepec
(2014 – 2020)

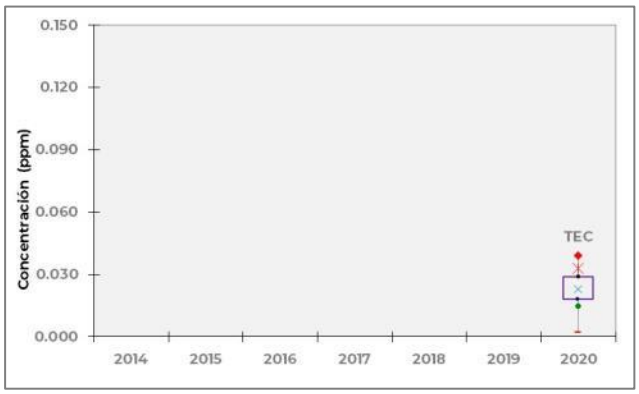
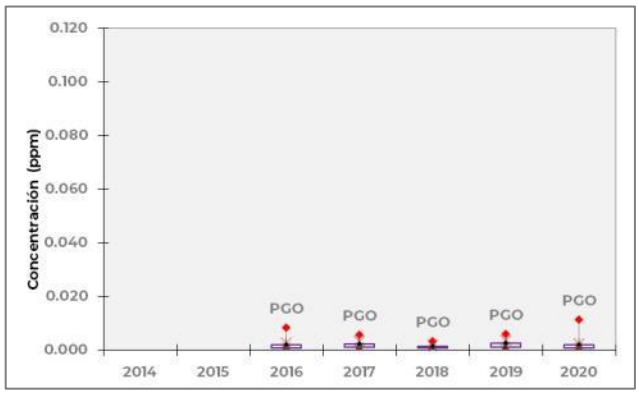
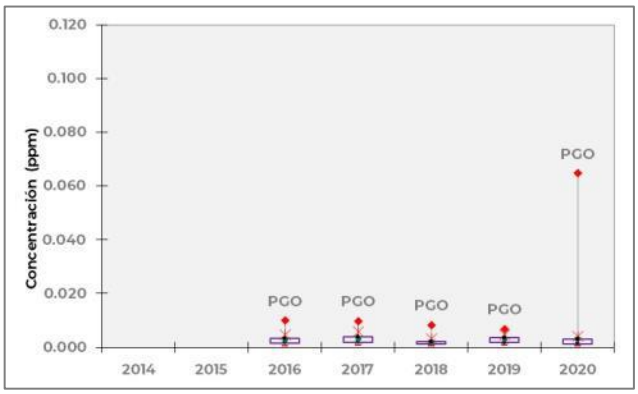


Figura 12.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos en el periodo 2014 – 2020.

Cuernavaca
Promedio de 24 horas
(2014 – 2020)



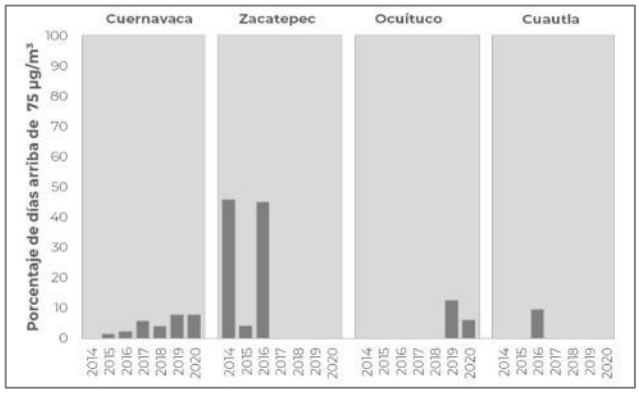
Cuernavaca
Máximo de 1 hora
(2014 – 2020)



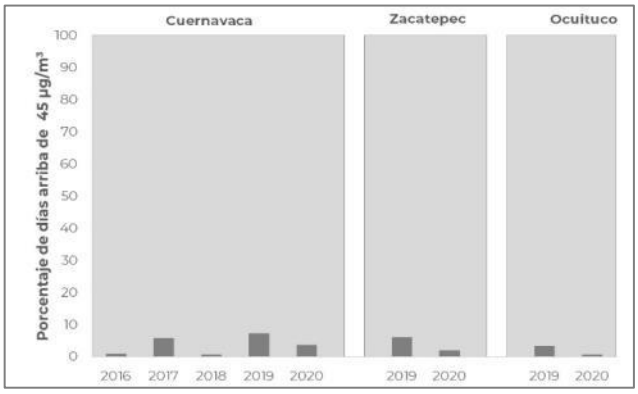
12.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 12.17. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2020.

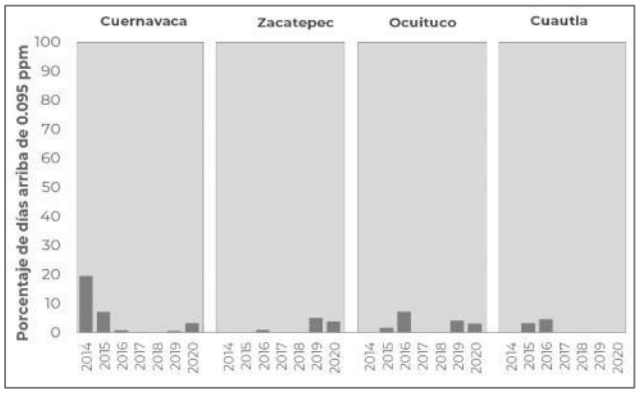
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2016 – 2020)

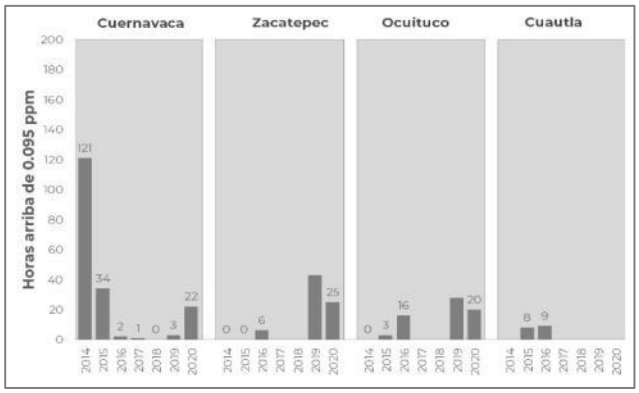


O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



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

Figura 12.18. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2014 – 2020.



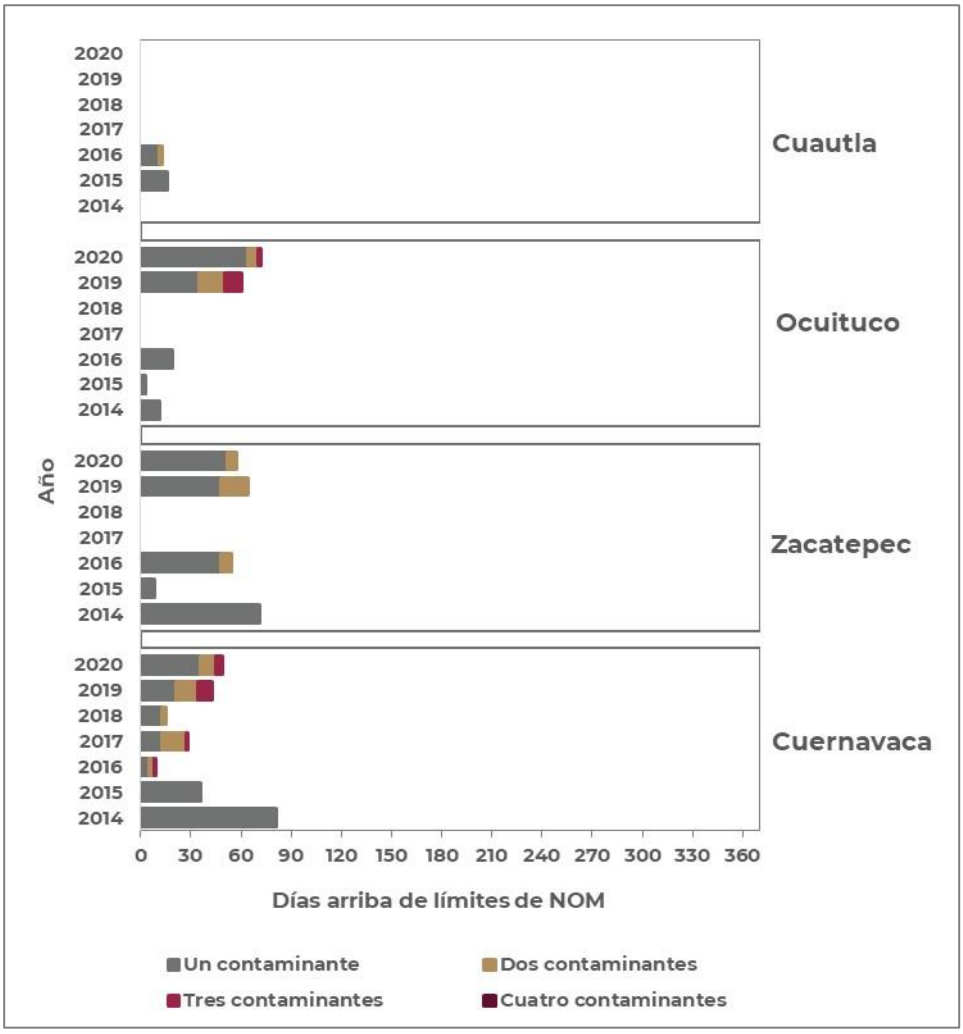
12.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 12.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2020.

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
	2020	364	49	36	9	4	0
Zacatepec	2014	326	71	71	0	0	0
	2015	195	8	8	0	0	0
	2016	142	54	48	6	0	0
	2019	339	64	48	16	0	0
	2020	366	57	52	5	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	320	60	35	15	10	0
	2020	366	72	64	6	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
Cuautla	2015	181	16	16	0	0	0
	2016	289	13	11	2	0	0

Figura 12.19. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2020.



NAYARIT



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
NAYARIT

En el año 2020, 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. Las Figuras 13.1 a 13.8 y las Tablas 13.1 a 13.4, resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2020, sólo en la estación Tecnológico (TEC) se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de NOM y los resultados muestran que en el sitio se superaron los dos límites normados de protección a la salud (promedio de 24 horas y promedio anual), llegando a registrarse concentraciones que son superiores a dichos limites hasta en un 26% y 15%, respectivamente. En general, se registraron concentraciones promedio de 24 horas superiores al límite normado de 24 horas en el 4% de los días del año. Cuando dicho límite fue superado, la calidad del aire se calificó como mala y nunca alcanzó el calificativo de muy mala o extremadamente mala de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019). Con respecto a sus tendencias temporales, destaca que las concentraciones más altas se presentaron en las temporadas seca fría y seca caliente, en tanto que a lo largo de los años se aprecia una tendencia bastante estable con una distribución de las concentraciones muy uniforme en el periodo 2015 a 2020. A pesar de ello, los años 2016 y 2017 son los que claramente han registrado la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado vigente, representando aproximadamente el 16% de los días de cada uno de estos años.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La estación Julián Gascón (PRIM), fue la única que registró incumplimiento de la NOM de $PM_{2.5}$ al registrar un promedio anual de 14 $\mu g/m^3$, que es superior en 2 $\mu g/m^3$ a dicho límite. En la estación Tecnológico, tanto las concentraciones promedio de 24 horas como el promedio anual se ubicaron por debajo de los límites normados de protección a la salud. Por otra parte, en términos de tendencias destaca que, 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 de 2017 a 2020 se observa una clara tendencia decreciente en estos indicadores. 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), mientras que en 2020 no se registró ni un día por arriba de este umbral.

Ozono (O_3)

En 2020 tanto en la estación PRIM como en TEC se registraron concentraciones promedio de 8 horas que superaron el límite normado de protección a la salud durante 1 día, lo que determinó incumplimiento de la norma correspondiente. A pesar de ello, en Tepic predominaron los días con calidad del aire buena (134 días) y aceptable (125 días). 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 2020, sólo en 2019 y 2020 no se registraron 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)

Con respecto a monóxido de carbono 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 y 2010, respectivamente.

Para dióxido de nitrógeno desafortunadamente no se contó con información suficiente para realizar la evaluación de cumplimiento de la NOM en ninguna de las dos estaciones de monitoreo.

A destacar

A pesar del incumplimiento de las normas de partículas (PM_{10}) y ozono (O_3), 2020 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 14 días en los que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire, en tanto que, en 2016, 2017, 2018 y 2019 se registraron 69, 66, 44 y 28 días, respectivamente.

13.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

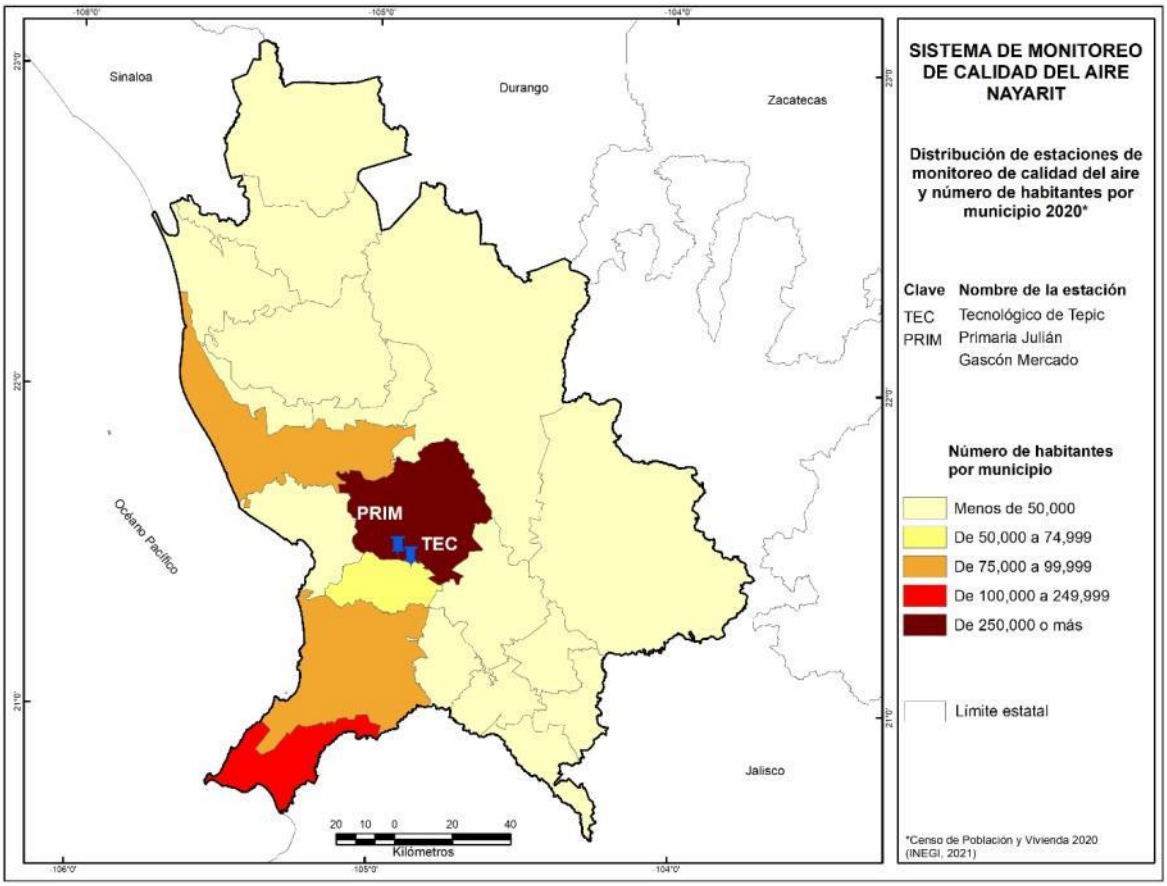
Tabla 13.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

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 13.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de Nayarit, 2020.

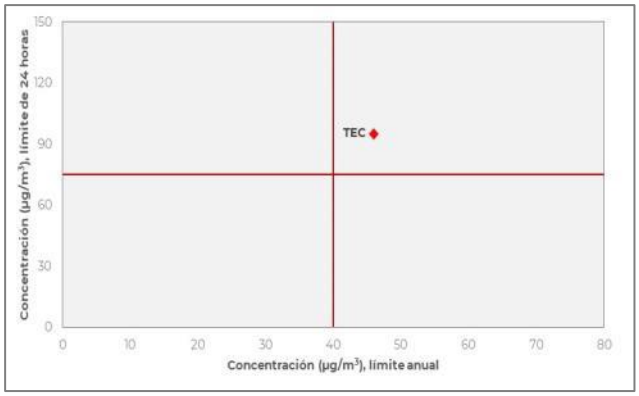


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.

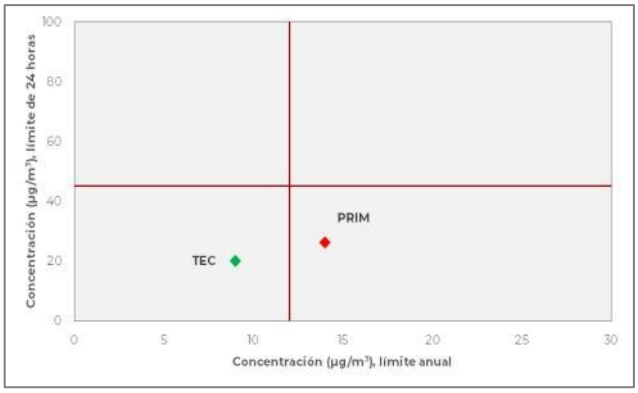
13.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 13.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Nayarit, en el año 2020.

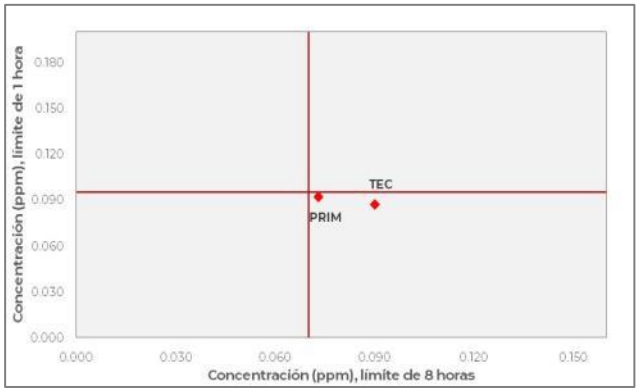
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



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



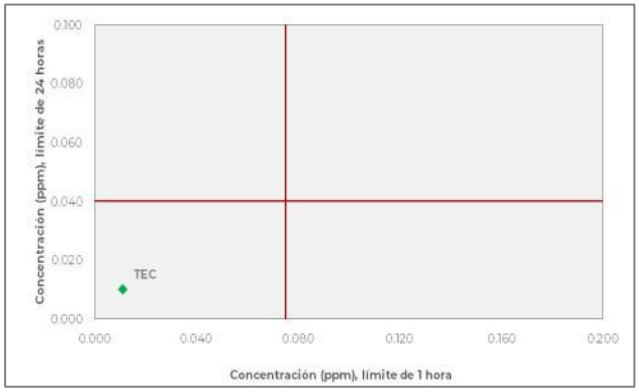
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.070 ppm–línea vertical)



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



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)



TEC – Tecnológico de Tepic;
PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado

Tabla 13.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Nayarit (2020).

Contaminante	Límite normado		Tepic PRIM	Tepic TEC
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	95
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	46
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	26	20
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	14	9
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	DI	DDII
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.073	0.090
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	1.6	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.011	0.01

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

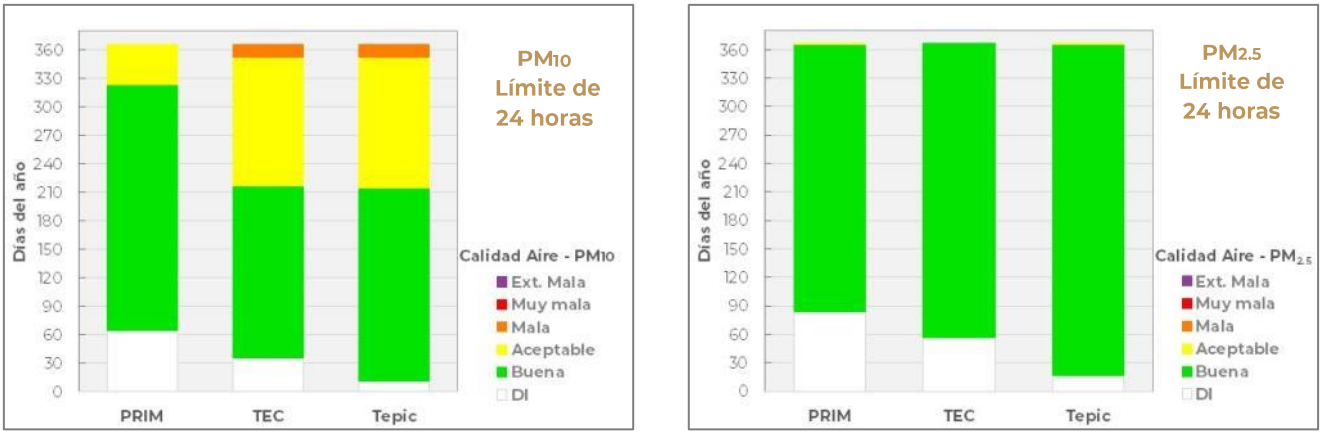
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas, anual o de tres años de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en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

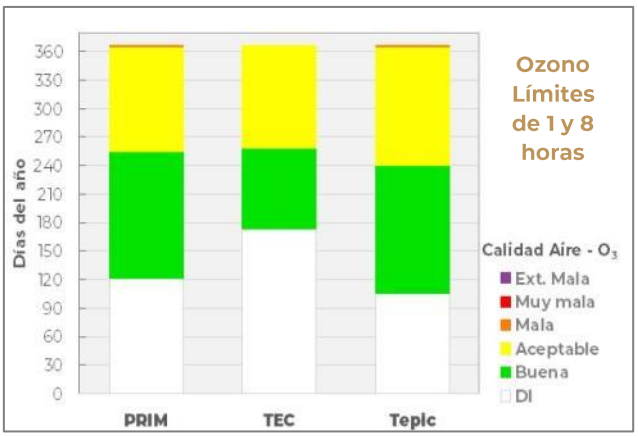
Tabla 13.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Tepic, Nayarit.

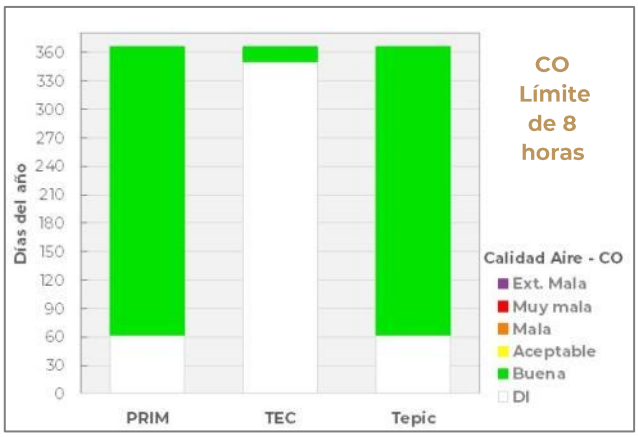
PM_{10}	No. días con datos válidos	355
	No. días > 75 µg/m³	13
	% días > 75 µg/m³	4
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	350
	No. días > 45 µg/m³	0
	% días > 45 µg/m³	0
O_3	No. días con datos válidos	260
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	1
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	0.4
CO	No. días con datos válidos	304
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	76
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	358
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0

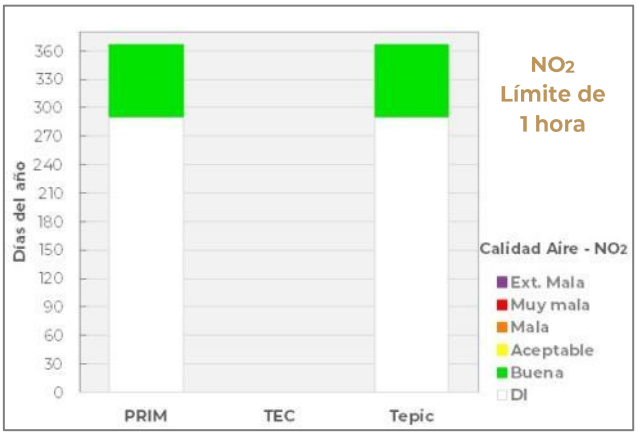
13.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

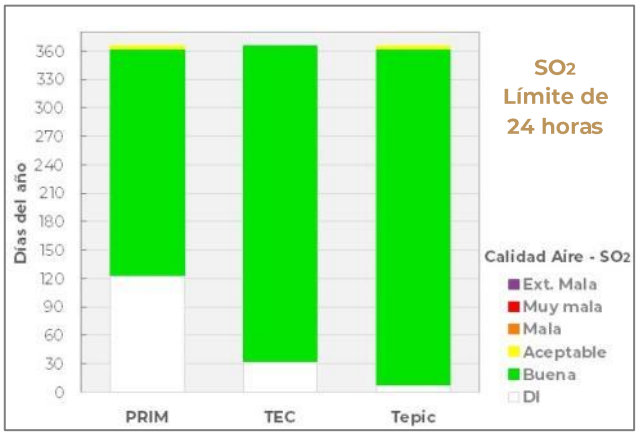
Figura 13.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en Nayarit, en el año 2020.











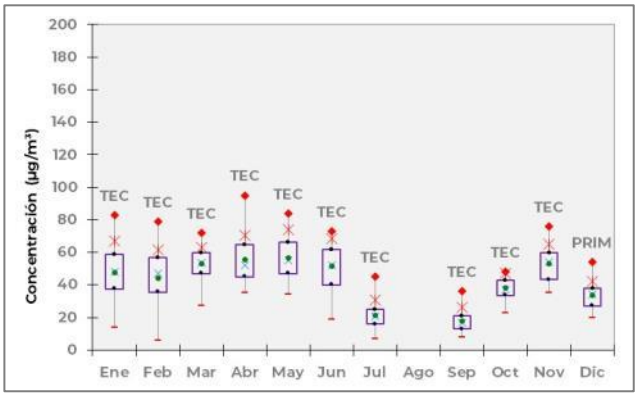
TEC – Tecnológico de Tepic;

PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado

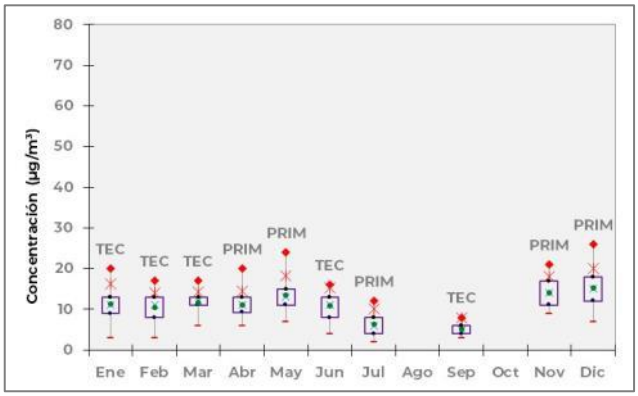
13.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 13.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Nayarit, en el año 2020.

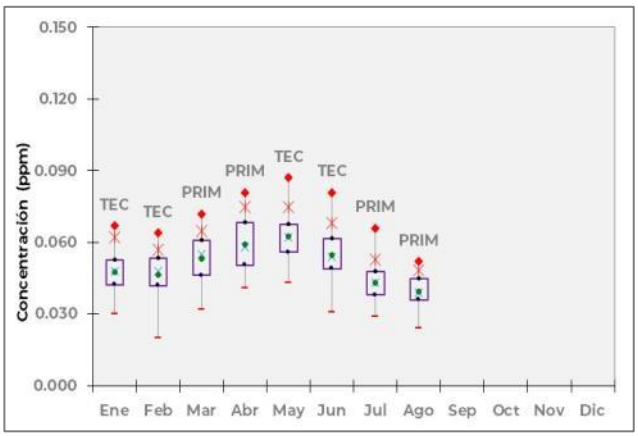
PM_{10} – Promedio de 24 horas



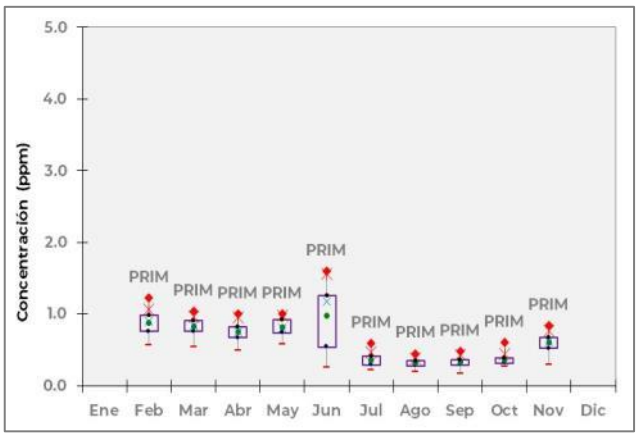
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



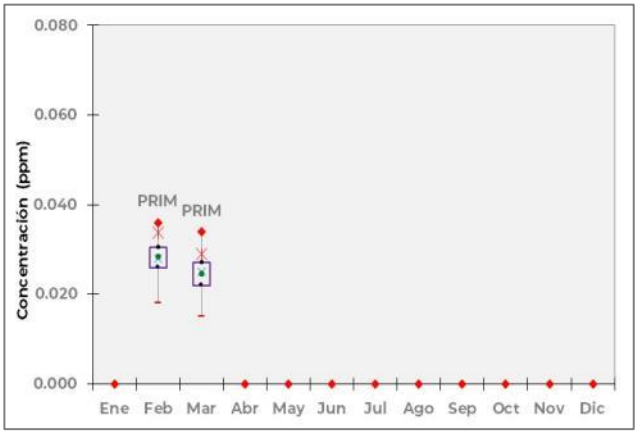
Ozono – Máximo diario de 1 hora



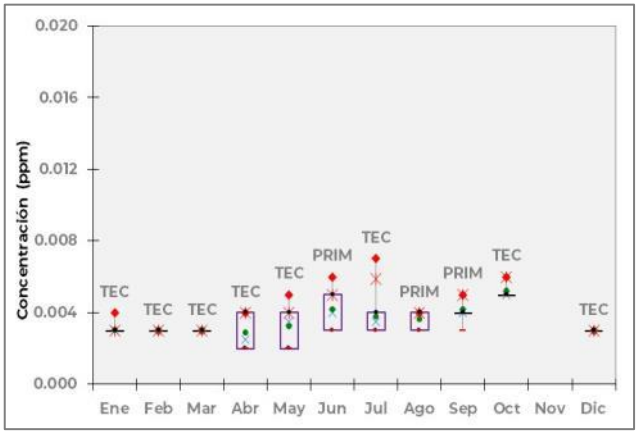
CO – Máximo diario de 8 horas



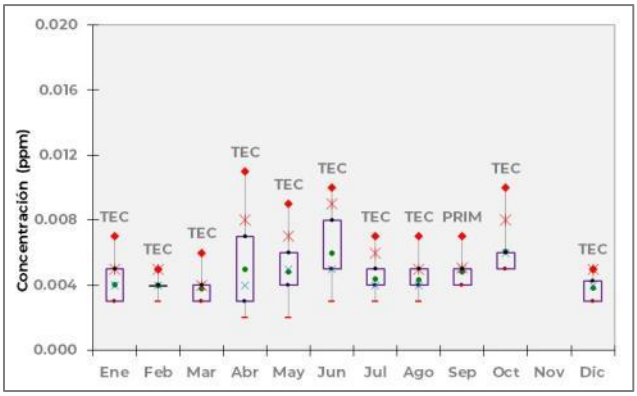
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



SO_2 – Máximo diario de 1 hora



13.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN NAYARIT EN EL PERIODO 2015 – 2020.

Figura 13.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Nayarit, en el periodo 2015–2020.

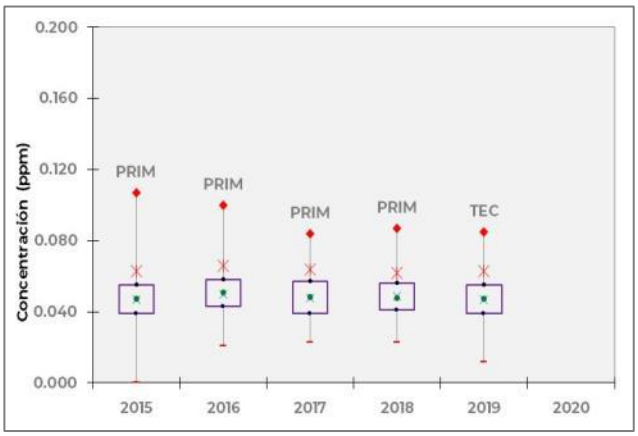
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2015-2020)



$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2015-2020)



Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2015-2020)



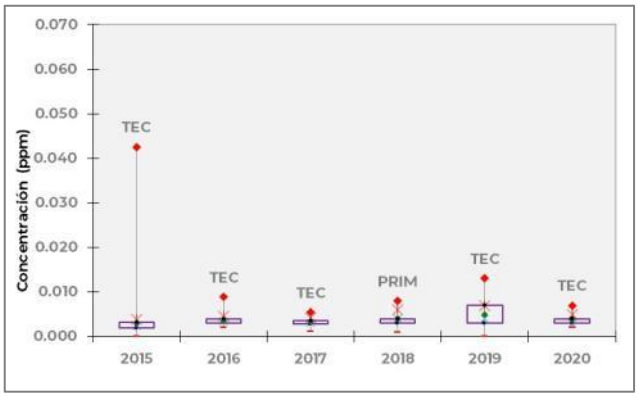
CO – Máximo diario de 8 horas
(2015-2020)



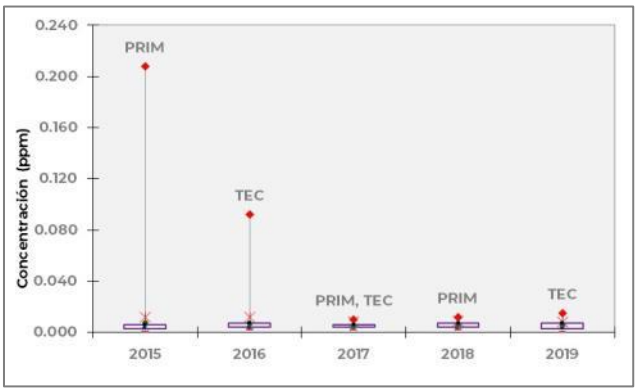
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2015-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(2015-2020)



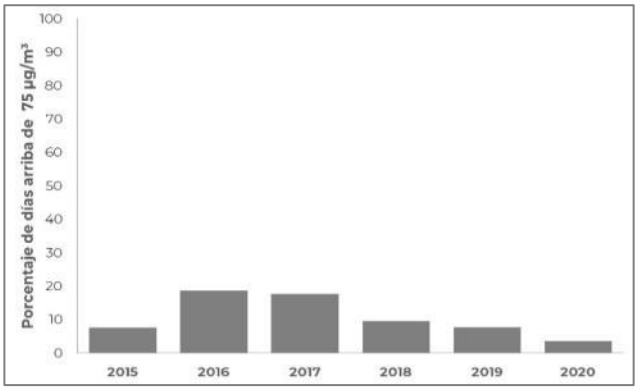
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2015-2020)



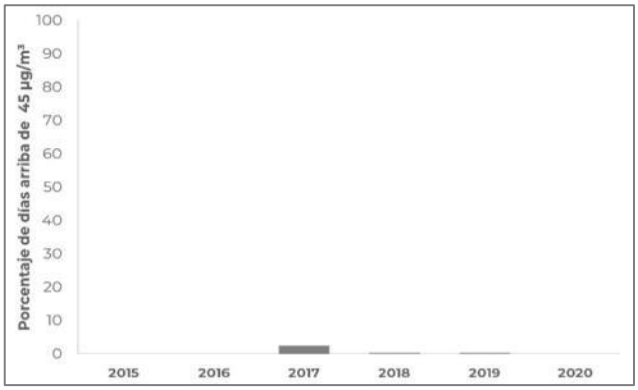
13.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 13.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2020.

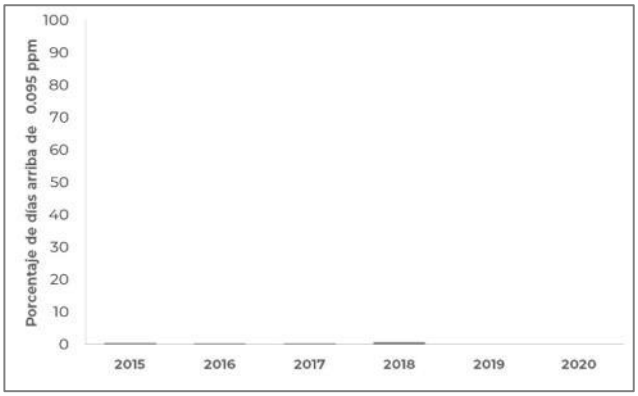
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2015 – 2020)



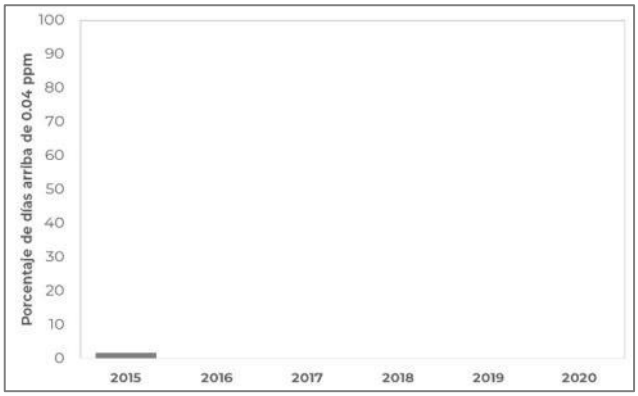
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2015 – 2020)



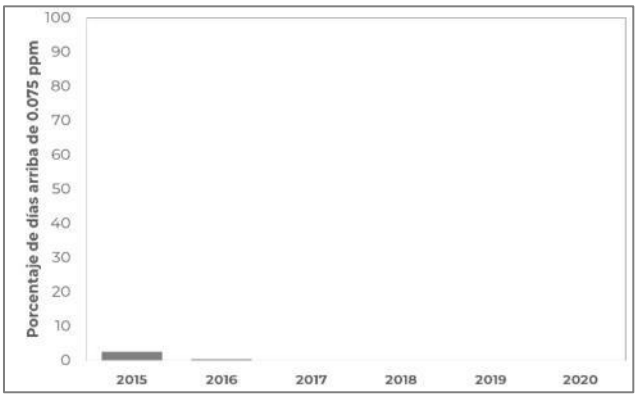
O_3 – Límite de 1 hora
(2015 – 2020)



SO_2 – Límite de 24 horas
(2015 – 2020)



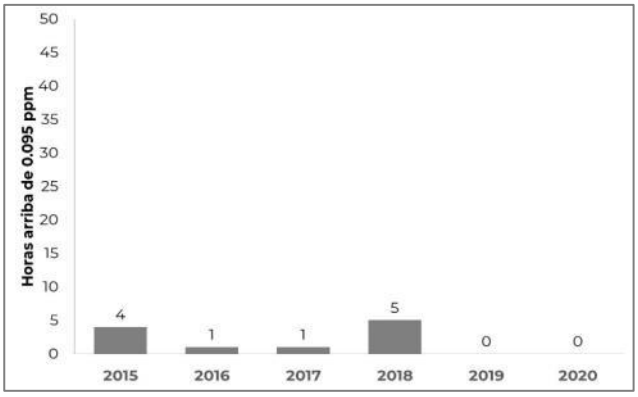
SO_2 – Límite de 1 hora
(2015 – 2020)



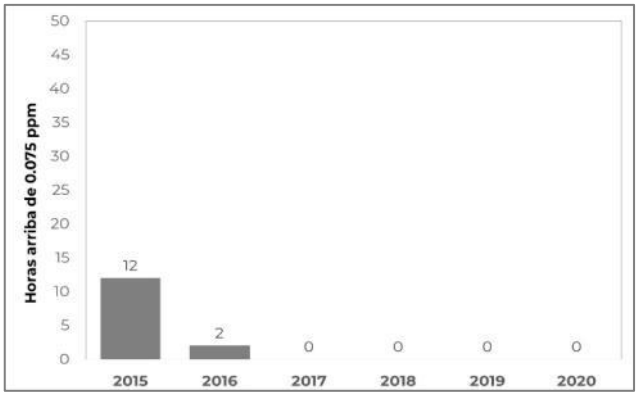
13.7 NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 13.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2015 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2015 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2015– 2020)

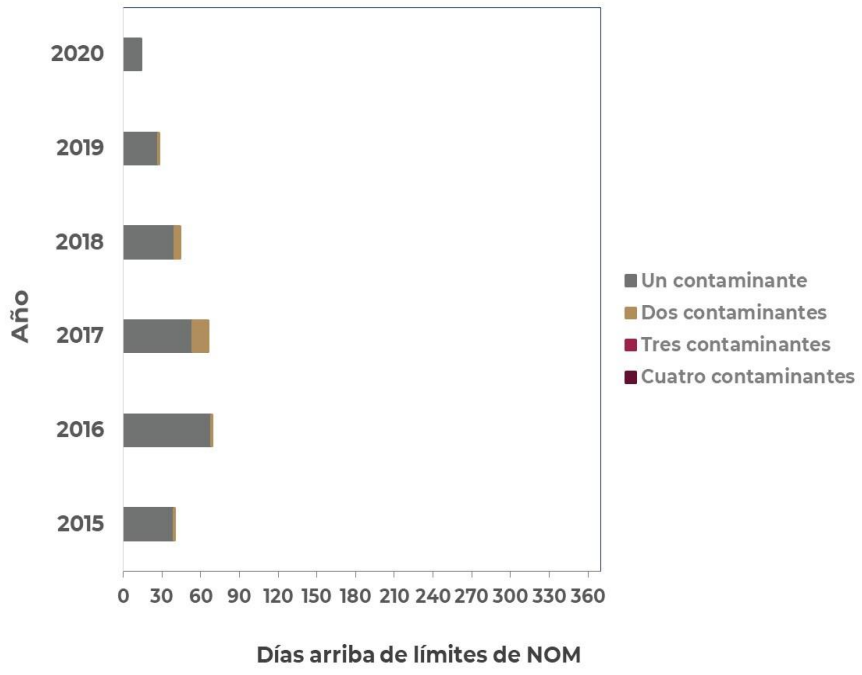


13.8 NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 13.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2020.

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	40	39	1	0	0
2016	366	69	68	1	0	0
2017	365	66	54	12	0	0
2018	363	44	40	4	0	0
2019	365	28	27	1	0	0
2020	366	14	14	0	0	0

Figura 13.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2020.



Nuevo León



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY – AMM

En el año 2020, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Nuevo León, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), la cual está constituida por 14 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), Santa Catarina (Santa Catarina) y Pesquería (Pesquería). Los hallazgos más relevantes sobre la calidad del aire en la entidad, tanto del año 2020 como de las tendencias históricas de los contaminantes medidos, se ilustran en las Figuras 14.1 a 14.8 y en las Tablas 14.1 a 14.4. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En todas las estaciones de monitoreo, donde se contó con información suficiente para su análisis, se incumplió la norma de salud ambiental para PM_{10} al superarse los dos límites normados. La concentración más alta, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registró en las estaciones Cadereyta (SE) y Santa Catarina (SO). A nivel de toda la zona metropolitana, se superó el límite normado de 24 horas en 166 días, lo que representa el 45% de todos los días del año. La estación Santa Catarina (SO), es el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia con un total de 102 días. 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 2020. 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 45% en 2020.

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 NOM, 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 las estaciones Cadereyta (SE3) y Santa Catarina (SO). A nivel de toda el área metropolitana, se superó el límite normado de 24 horas en 28 días, siendo la estación Santa Catarina (SO), el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia (10 días) a lo largo del año. Temporalmente, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y febrero, con un segundo pico en el mes de julio. 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%. Sin embargo, esta tendencia se vio interrumpida en 2020, año en el que el porcentaje de días en esta condición bajo a 8%

Ozono (O_3)

La norma de salud ambiental para ozono también se incumplió en 2020 en el AMM, como resultado de que en todas las estaciones donde fue posible la evaluación de cumplimiento, se rebasó al menos uno de los dos límites normados (1 u 8 horas). La concentración más alta, como promedio de una hora, se registró en la estación Universidad (N2), en el municipio de San Nicolás, en tanto que como promedio de 8 horas ello ocurrió en la estación Obispado (CE), en el municipio de San Nicolás. A nivel de toda la zona metropolitana, se superó alguno de los límites normados de ozono en 81 días, siendo la estación Obispado (CE), en el municipio de Monterrey, el sitio donde esto ocurrió con mayor frecuencia (55 días) a lo largo del año.

En general, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre marzo y mayo, con un segundo pico en octubre, en tanto que la tendencia histórica muestra, en todos los indicadores (promedio y percentiles 25, 75 y 90), poca variación 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. En 2019 y 2020 se registró un repunte en dichos indicadores. Por otra parte, el porcentaje de días por año, en el que se superó el límite normado de 1 hora muestran un incremento en 2019 y 2020 respecto a lo observado en 2018.

Monóxido de carbono (CO) y Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Con respecto a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno 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.

Dióxido de azufre (SO_2)

El cumplimiento de la NOM de SO_2 no pudo ser evaluado por insuficiencia de datos; sin embargo, los datos disponibles indican que ocasionalmente es posible observar concentraciones de este contaminante que superan el límite normado de 1 hora. A lo largo del año 2020, se registraron 20 días en esta condición, principalmente entre los meses de octubre y febrero.

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} (45% de los días del año), seguido del O_3 (22%) y $PM_{2.5}$ (8%). En 2020, el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental fue de 207, lo que significa un incremento importante respecto a lo observado en 2019, pero sin alcanzar los niveles de los 10 años previos.

Por primera vez, desde el año 1993, cuando se inició su medición, se registra concentraciones de SO_2 que son superiores a los límites normados vigentes. Esto, sin embargo, no es producto de un deterioro de la calidad del aire per se, sino de la actualización de la NOM-022-SSA1-2019. Dicha NOM establece los criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al SO_2 como medida de protección a la salud de la población y fue actualizada en agosto de 2019, estableciendo niveles de protección a la salud más estrictos, que los de las normas que le precedieron, lo que se ve reflejado en el diagnóstico de la calidad del aire del Área Metropolitana para el año 2020.

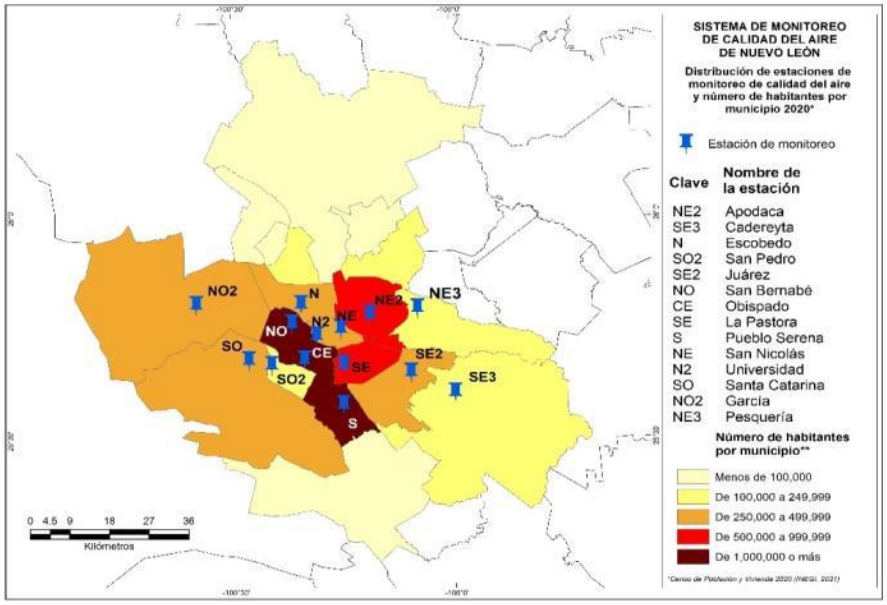
14.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 14.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nuevo León en el año 2020 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	SUR	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
Apodaca	Apodaca	NE2	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
General Escobedo	Escobedo	N	Automático (2009)	✓	✓	✓	✓	✓¤	✓
García	García	NO2	Automático (2009)	✓	✓	✓	✓	¤	✓
Cadereyta	Cadereyta	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)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pesquería	Pesquería	NE3	Automático (2020)	✓	¤	✓	✓	✓	✓

¤ = 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 de Ambiente del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Figura 14.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey, 2020.



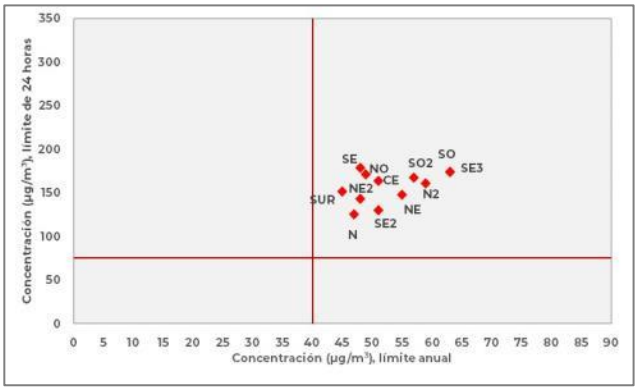
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nuevo León.

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 el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2020.

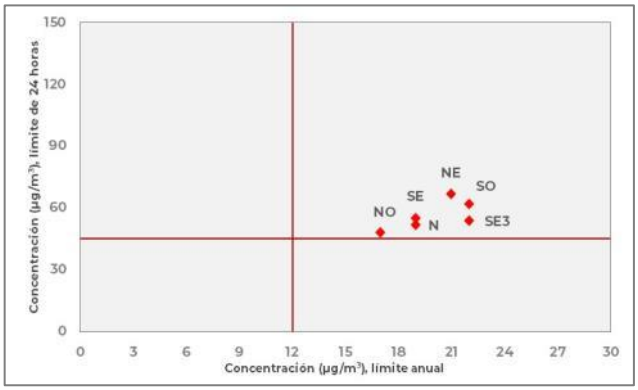
Partículas Suspendidas – PM_{10}

Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical



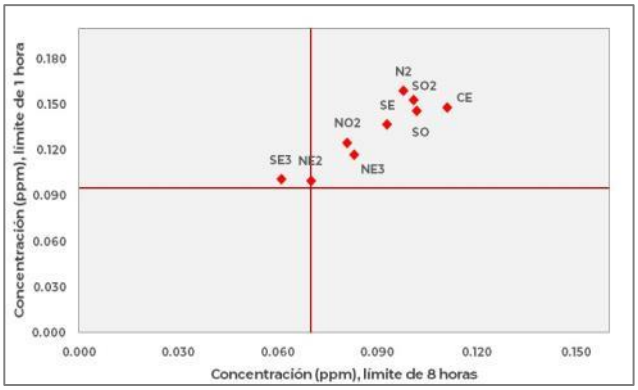
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$

Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



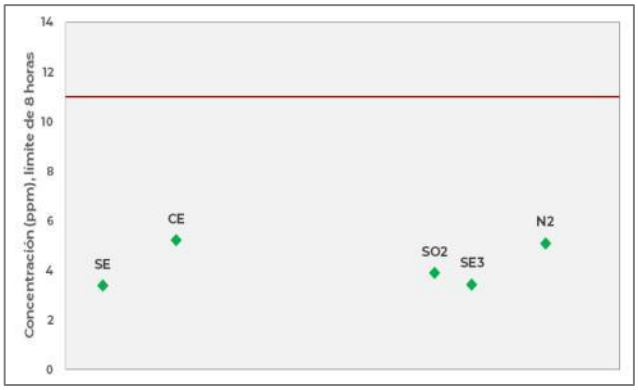
Ozono – O_3

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



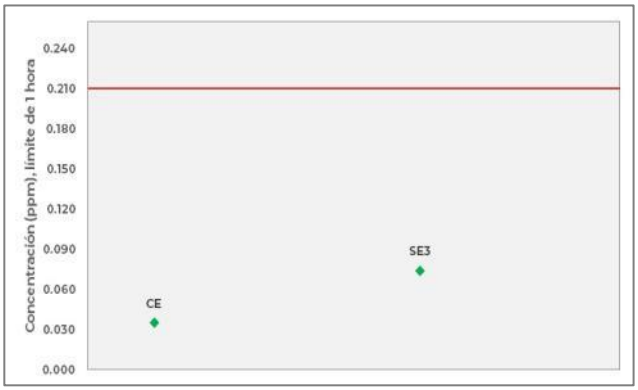
Monóxido de Carbono – CO

Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



Dióxido de nitrógeno – NO_2

Límite de 1 hora (0.210 ppm–línea horizontal)



CE–Obispado
NO – San Bernabé;
SUR – Pueblo Serena;
NE2 – Apodaca;
N – Escobedo;
NO2 – García;
SE3 – Cadereyta
SE2 – Juárez;
SE – La Pastora;
NE – San Nicolás
N2 – Universidad;
SO2- San Pedro;
SO – Santa Catarina
NE3 – Pesquería

Tabla 14.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en el Área Metropolitana de Monterrey (2020).

Contaminante	Límite normado		Estación													
			Monterrey			Apodaca	Escobedo	García	Cadereyta	Juárez	Guadalupe	San Nicolás		San Pedro	Santa Catarina	Pesquería
			CE	NO	SUR	NE2	N	NO2	SE3	SE2	SE	NE	N2	SO2	SO	NE3
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	164	171	151	143	125	DI	174	130	179	148	161	167	174	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	51	49	45	48	47	DI	63	51	48	55	59	57	63	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	48	DI	DI	52	DI	54	DI	55	67	DI	DI	62	¤
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	17	DI	DI	19	DI	22	DI	19	21	DI	DI	22	¤
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.148	FO	FO	0.100	FO	0.125	0.101	FO	0.137	FO	0.159	0.153	0.146	0.117
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.111	FO	FO	DI	FO	0.081	DI	FO	0.093	FO	0.98	0.101	0.102	0.083
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	5.2	DI	FO	DI	FO	DI	3.4	FO	3.4	DI	5.1	3.9	DI	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.035		FO	DI	FO	INV	0.074	DI	FO	FO	DI	DI	FO	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	FO	DI	FO	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	DI	FO	DI	FO	DI	DI	DI	0.01	0.02	DI	DI	0.01	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo para el contaminante;
INV = Datos invalidados por SMCA
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Nota:

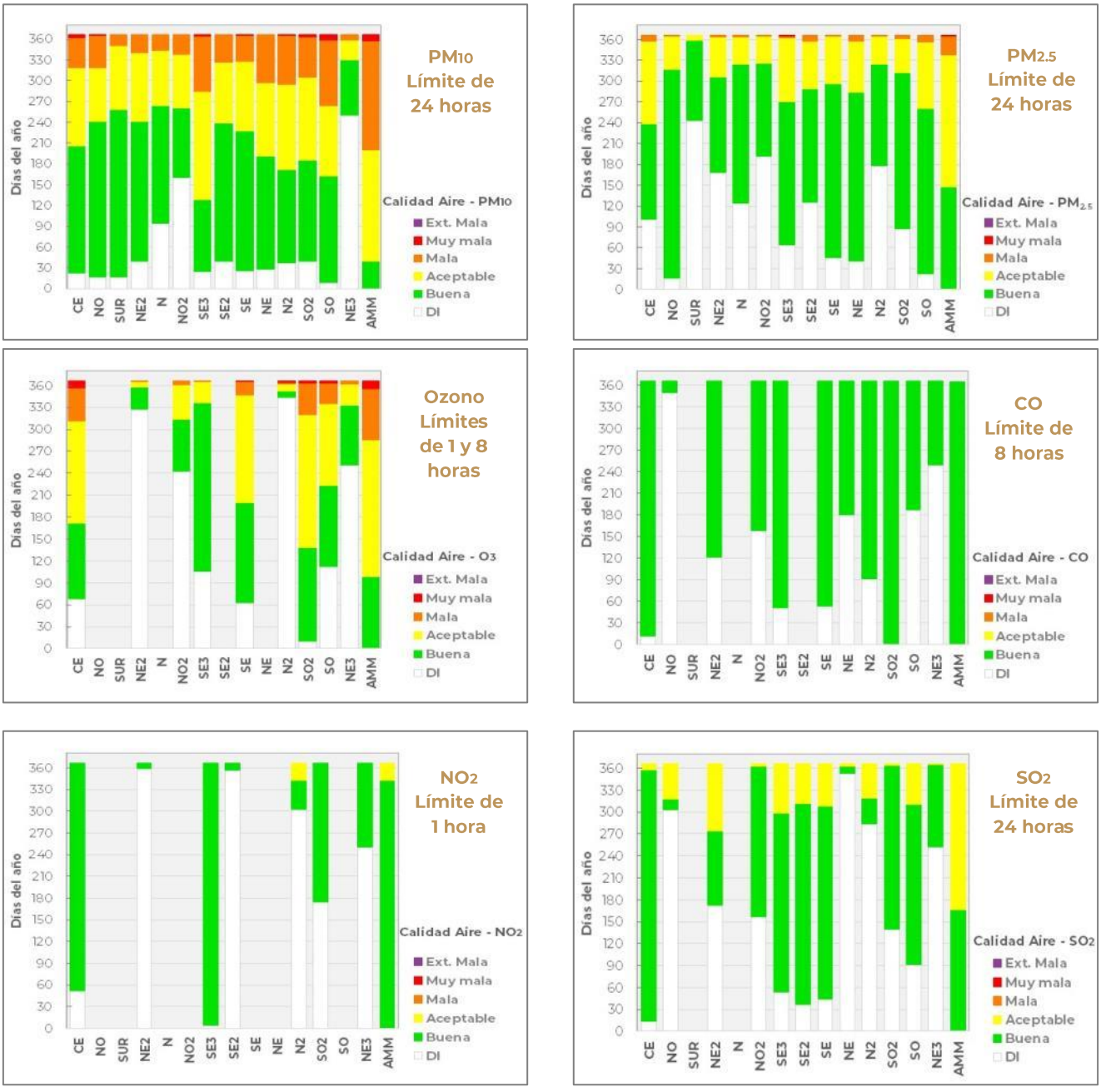
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen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

Tabla 14.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en el AMM.

PM_{10}	No. días con datos válidos	366
	No. días > 75 µg/m³	166
	% días > 75 µg/m³	45
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	366
	No. días > 45 µg/m³	28
	% días > 45 µg/m³	8
O_3	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	81
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	22
CO	No. días con datos válidos	366
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	22
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	6

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 el Área de Metropolitana de Monterrey, en el año 2020.

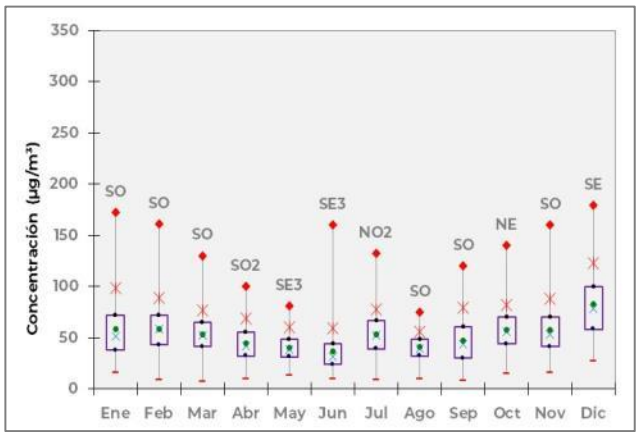


CE – Obispado;
NO – San Bernabé;
SUR – Pueblo Serena;
NE2 – Apodaca;
N – Escobedo;
NO2 – García;
SE3 – Cadereyta;
SE2 – Juárez;
SE – La Pastora;
NE – San Nicolás
N2 – Universidad;
SO2- San Pedro;
SO – Santa Catarina
NE3 – Pesquería
AMM –Área Metropolitana de Monterrey

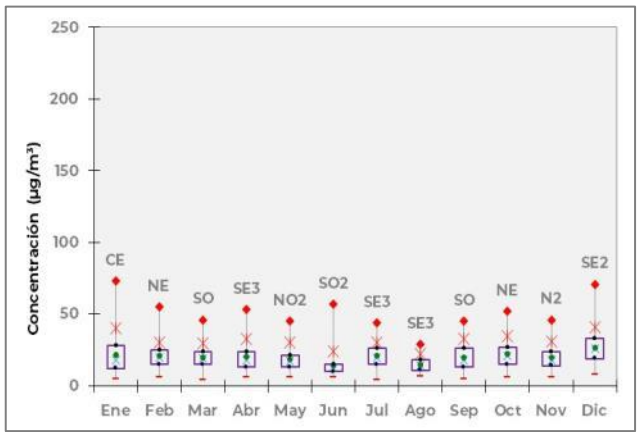
14.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 14.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2020.

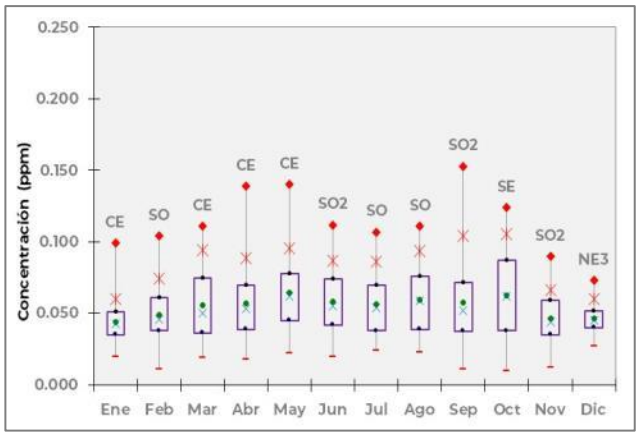
PM_{10} – Promedio de 24 horas



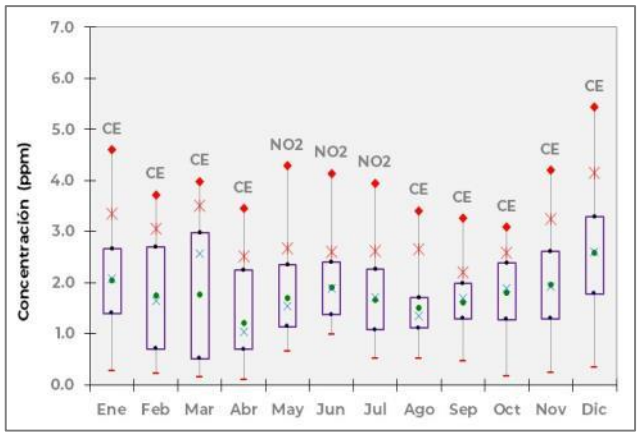
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



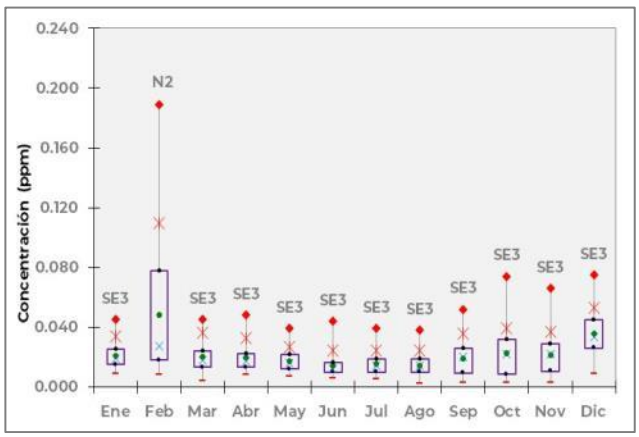
Ozono – Máximo diario de 1 hora



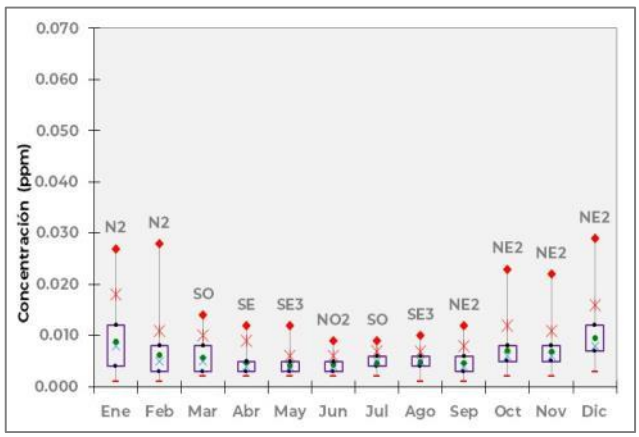
CO – Máximo diario de 8 horas



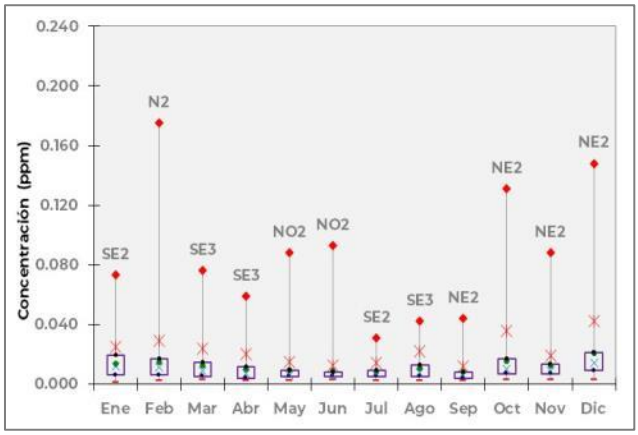
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



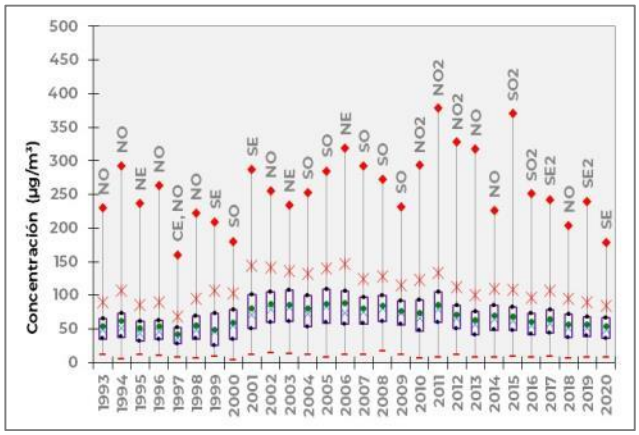
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



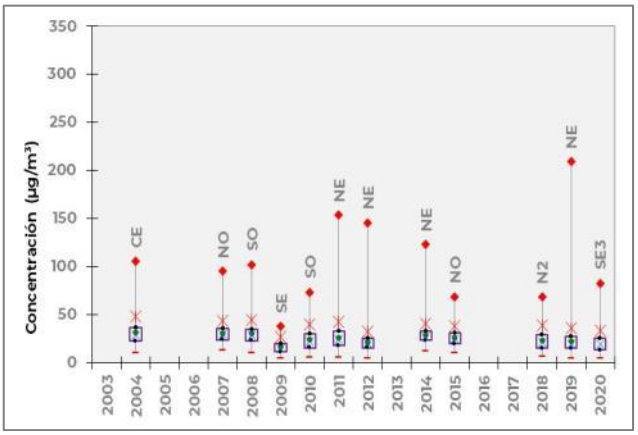
14.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN EL AMM EN EL PERIODO 1993 – 2020.

Figura 14.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en el Área Metropolitana de Monterrey, en el periodo 1993–2020.

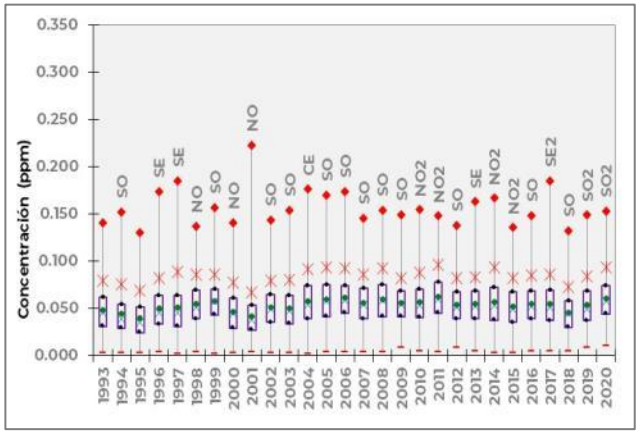
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1993-2020)



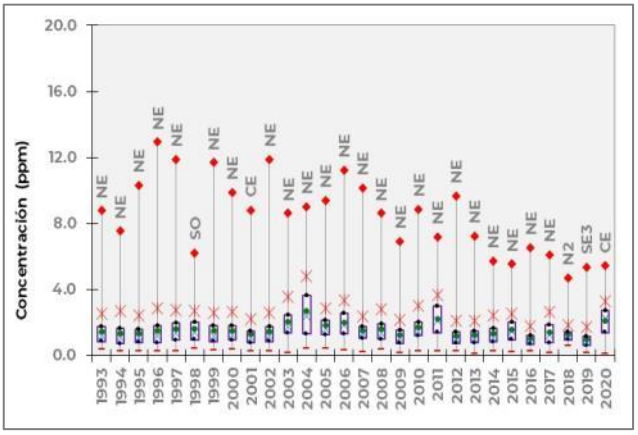
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2003-2020)



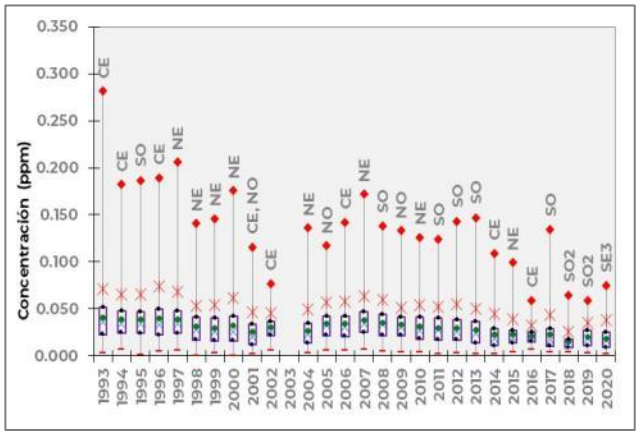
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(1993-2020)



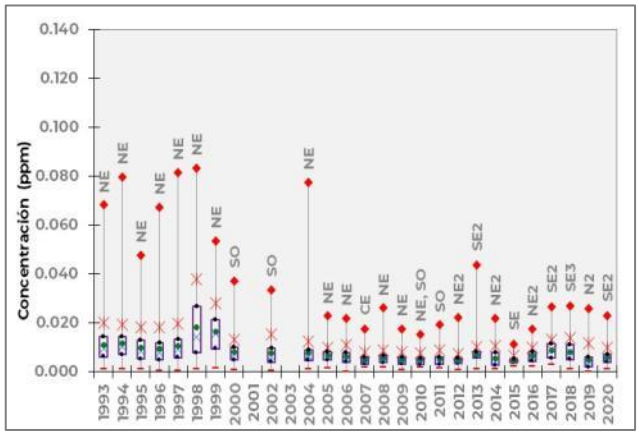
CO – Máximo diario de 8 horas
(1993-2020)



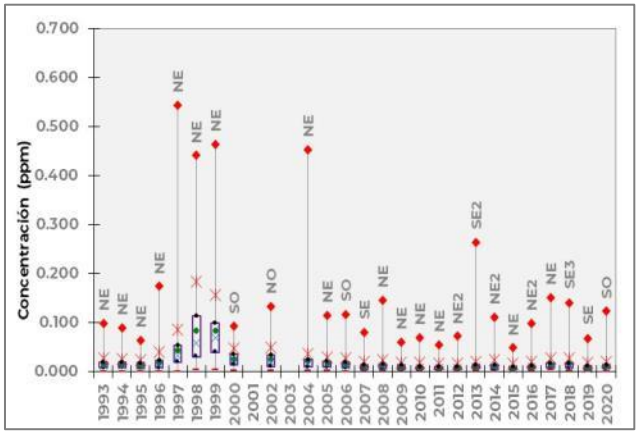
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1993-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(1993-2020)



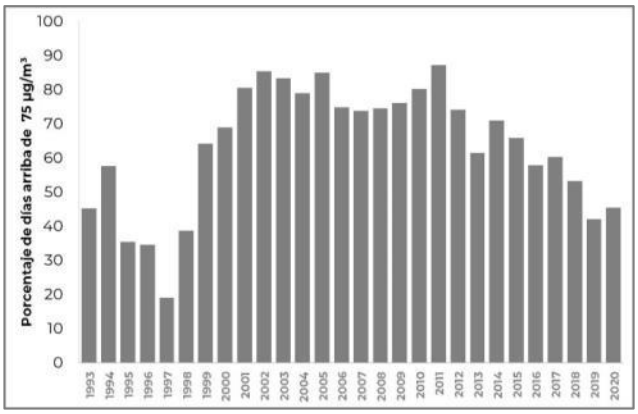
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1993-2020)



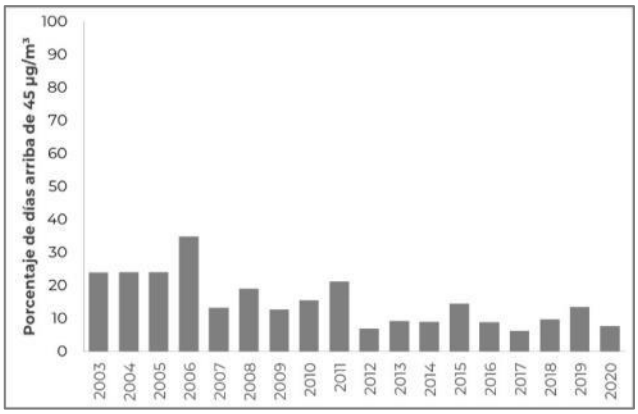
14.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 14.6. 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 – 2020.

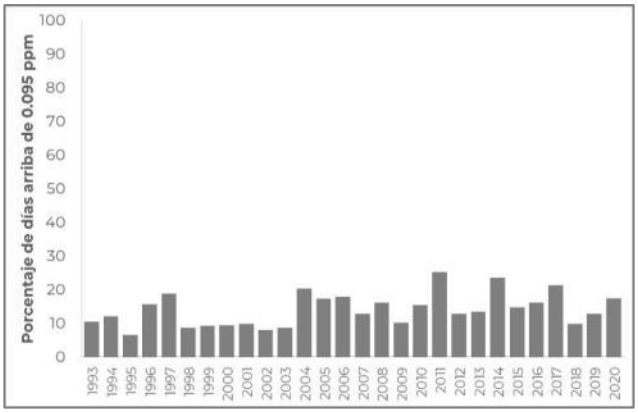
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1993 – 2020)



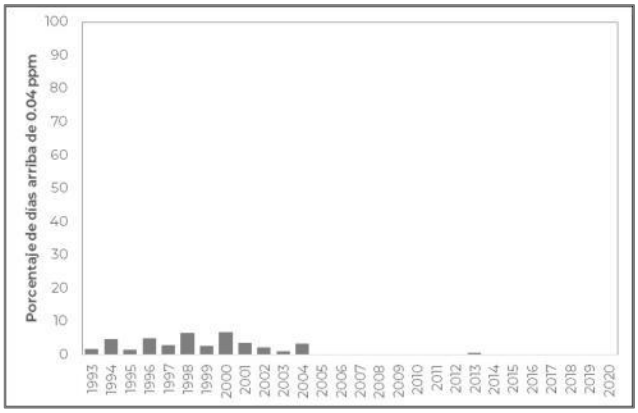
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2003 – 2020)



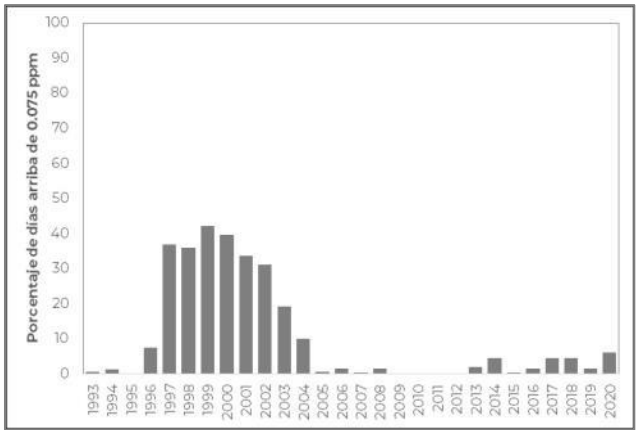
O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



SO_2 – Límite de 24 horas
(1993 – 2020)



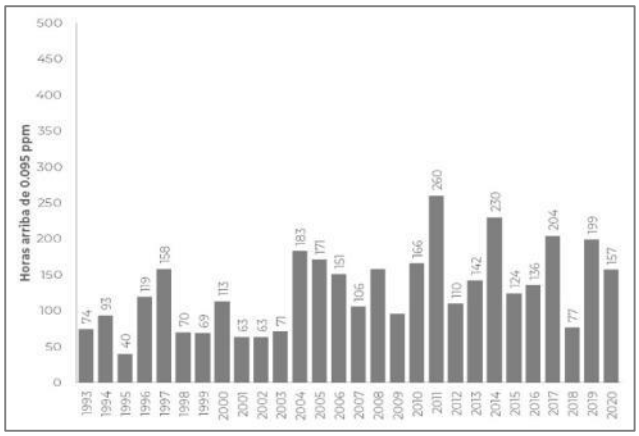
SO_2 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



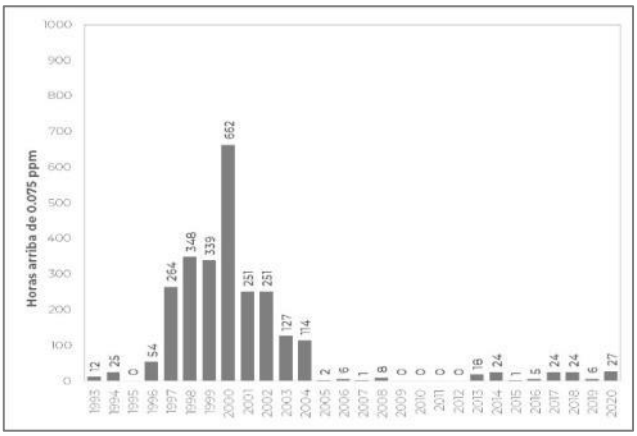
14.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 14.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1993 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1993 – 2020)



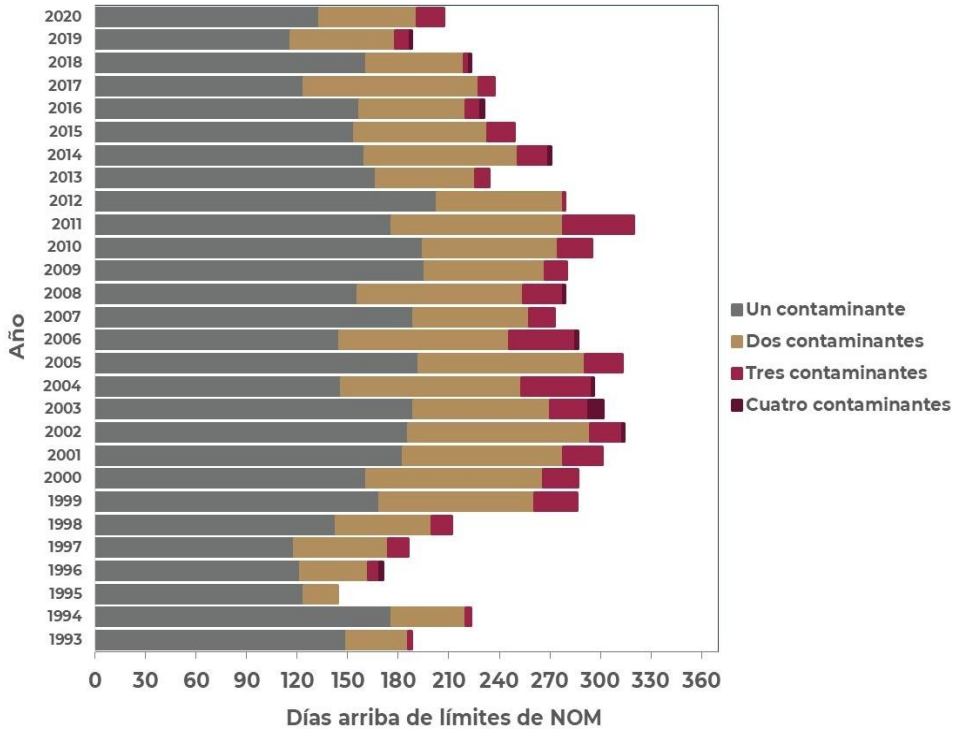
14.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 14.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2020.

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	188	149	37	2	0
1994	365	223	176	44	3	0
1995	365	144	124	20	0	0
1996	366	171	122	40	7	2
1997	362	186	118	56	12	0
1998	365	212	143	57	12	0
1999	364	286	169	92	25	0
2000	363	287	161	105	21	0
2001	365	301	183	95	23	0
2002	362	314	186	108	19	1
2003	359	302	189	81	23	9
2004	366	296	146	107	42	1
2005	365	313	192	99	22	0
2006	365	287	145	101	39	2
2007	365	273	189	69	15	0
2008	366	279	156	98	24	1
2009	365	280	196	71	13	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
2010	365	295	195	80	20	0
2011	365	320	176	102	42	0
2012	366	279	203	75	1	0
2013	365	234	167	59	8	0
2014	365	271	160	91	18	2
2015	365	249	154	79	16	0
2016	366	231	157	63	9	2
2017	365	237	124	104	9	0
2018	365	223	161	58	3	1
2019	365	188	116	62	9	1
2020	366	207	133	58	16	0

Figura 14.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2020.



Puebla



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
CIUDAD DE PUEBLA Y CORONANGO

En el año 2020, 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. Las Figuras 15.1 a 15.20 y las Tablas 15.1 a 15.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En 2020, la norma de calidad del aire para este contaminante no se cumplió ni en la ciudad de Puebla ni en Coronango. En ambas ciudades fueron superados tanto el límite normado de 24 horas como el anual. Como promedio de 24 horas, la concentración más alta se registró en Coronango en tanto que como promedio anual ello ocurrió en Puebla. A nivel de ciudad, el límite normado de 24 horas se rebasó en 38 días del año en la ciudad de Puebla, en tanto que, en Coronango, esto ocurrió en 23 días. La estación de monitoreo donde esta situación se registró con mayor frecuencia fue Ninfas (NIN) con un total de 30 días. En ambas ciudades, las concentraciones más altas de este contaminante durante el año 2020 se registraron entre noviembre y abril, en tanto que la tendencia histórica de las concentraciones diarias muestra un comportamiento muy estable entre 2014 y 2020 en Puebla y una pequeña reducción en el periodo 2014 a 2016 en Coronango.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

La NOM de salud ambiental para $PM_{2.5}$ sólo pudo ser evaluada en la ciudad de Puebla, específicamente en la estación de monitoreo Ninfas – NIN, y el resultado fue el incumplimiento de la misma al superarse tanto el límite normado de 24 horas como el anual. En general, en la ciudad se registraron sólo dos días concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, lo que representa menos del 1% de los días con información válida disponible.

En Puebla, se registraron 282 días con buena calidad del aire, 56 con calidad aceptable y 2 con 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 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%.

Ozono (O_3)

Tanto en Puebla como en Coronango se incumplió la norma de salud ambiental para ozono. 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 0.144 y 0.128 ppm, respectivamente.

En 2020, al menos uno de los límites normados de ozono fue rebasado en 96 días en la ciudad de Puebla y en 50 días en Coronango. Esto equivale al 26% y 15% de los días con información disponible, respectivamente. En general, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre marzo y junio, en Puebla, y entre marzo y mayo en el caso de Coronango.

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 2020. En el caso particular del año 2019 destaca una ligera reducción en las concentraciones respecto a lo observado en 2018, aunque en 2020 nuevamente hay incremento en las concentraciones registradas. En el caso de Coronango el comportamiento es más estable, destacando una ligera reducción en el periodo 2017 – 2018 y un nuevo incremento en el año 2020.

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 en donde fueron medidos.

A destacar

En 2020, en Puebla se registró el incumplimiento de al menos una norma de calidad del aire en el 33% de los días del año con información válida, en tanto que en Coronango ello ocurrió en 16% de los días con información válida. El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire tanto en Puebla como en Coronango es el ozono, seguido de las partículas PM_{10}.

En 2020 se observó una ligera disminución en las concentraciones de partículas PM_{10} y un ligero incremento en las concentraciones de ozono, respecto a lo observado en 2019. Esta situación se vio reflejada en indicadores como el porcentaje de días por año con concentraciones superiores a los límites diarios vigentes.

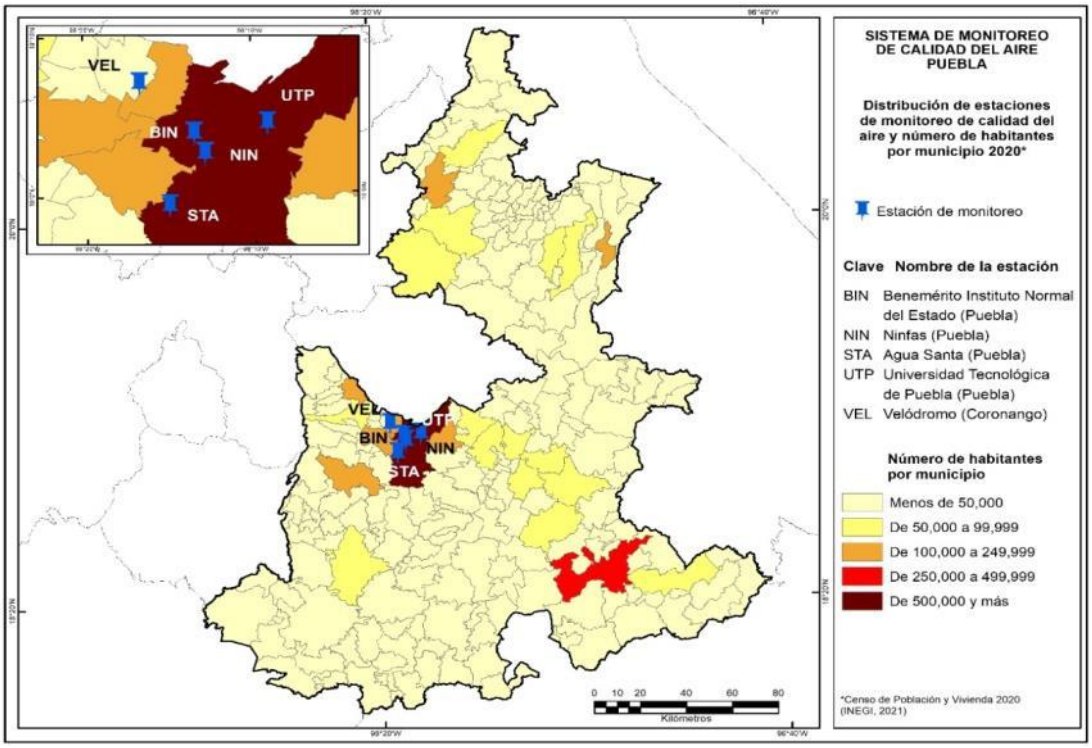
15.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 15.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2020 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 15.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Puebla, 2020.

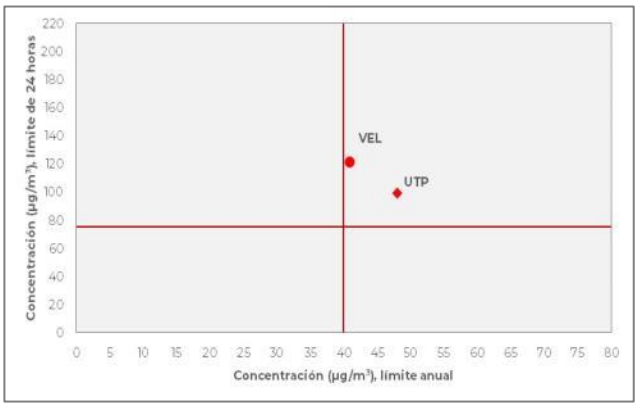


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado.

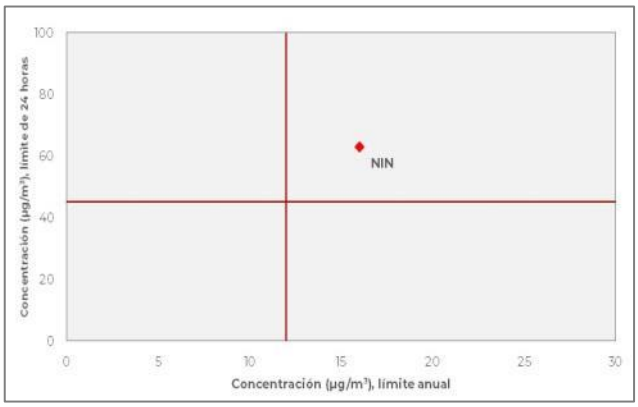
15.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 15.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Puebla, en el año 2020.

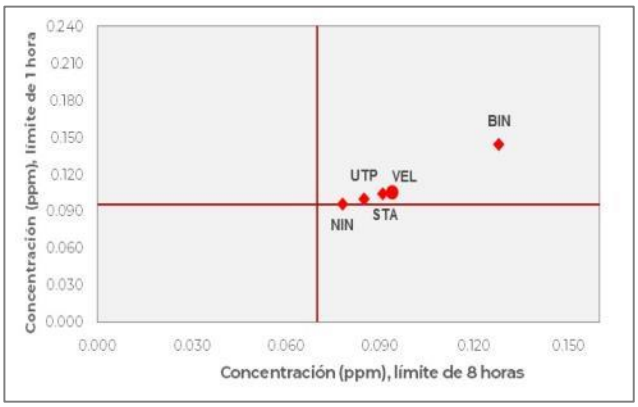
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



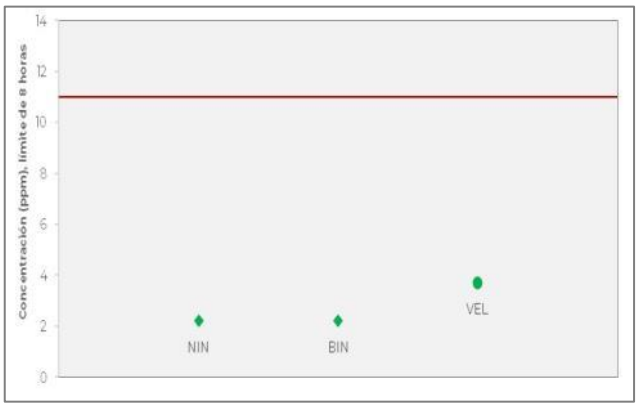
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



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)

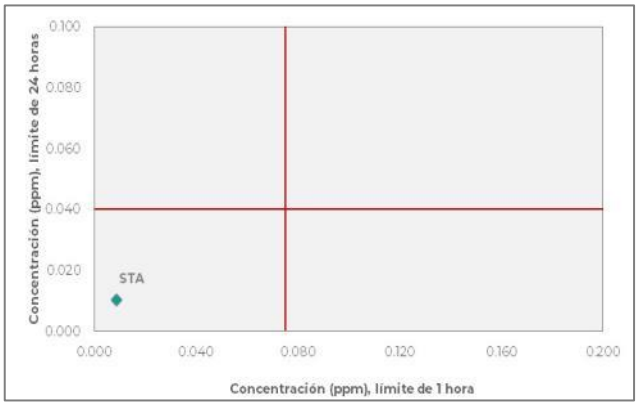


Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.210 ppm – línea horizontal)



◆ Puebla
BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado
NIN – Ninfas
STA – Agua Santa
UTP – Universidad Tecnológica de Puebla

Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)
Límite de 1 hora (0.075 ppm – línea horizontal)



● Coronango
VEL- Velódromo

Tabla 15.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Puebla (2020).

Contaminante	Límite normado		Puebla				Coronango
			BIN	NIN	STA	UTP	VEL
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	DI	DI	99	121
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	DI	DI	48	41
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	FO	63	DI	DI	FO
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	FO	16	DI	DI	FO
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.144	0.096	0.104	0.100	0.105
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.128	0.078	0.091	0.085	0.094
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	2.2	2.2	DI	DI	3.7
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	DI	0.053	0.069	DI	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	0.009	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	DI	0.01	0.00	0.00

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

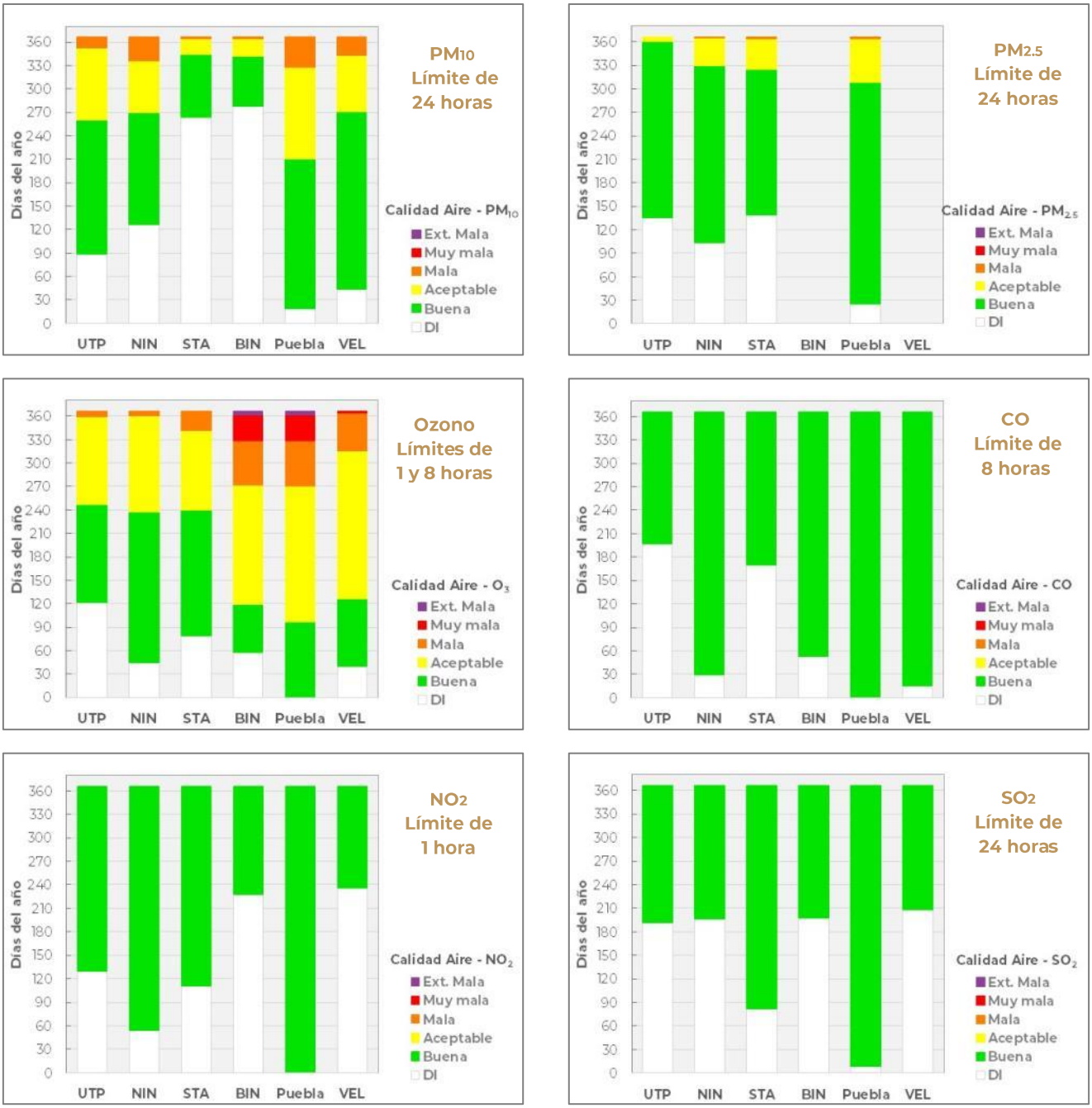
Tabla 15.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Puebla.

Ciudad		Puebla	Coronango
PM_{10}	No. días con datos válidos	347	323
	No. días > 75 µg/m³	38	23
	% días > 75 µg/m³	11	7
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	340	FO
	No. días > 45 µg/m³	2	FO
	% días > 45 µg/m³	0.59	FO
O_3	No. días con datos válidos	366	326
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	96	50
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	26	15
CO	No. días con datos válidos	365	351
	No. días > 11 ppm	0	0
	% días > 11 ppm	0	0
NO_2	No. días con datos válidos	365	130
	No. días > 0.210 ppm	0	0
	% días > 0.210 ppm	0	0
SO_2	No. días con datos válidos	358	158
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0	0

FO = Fuera de operación

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 Puebla, en el año 2020.



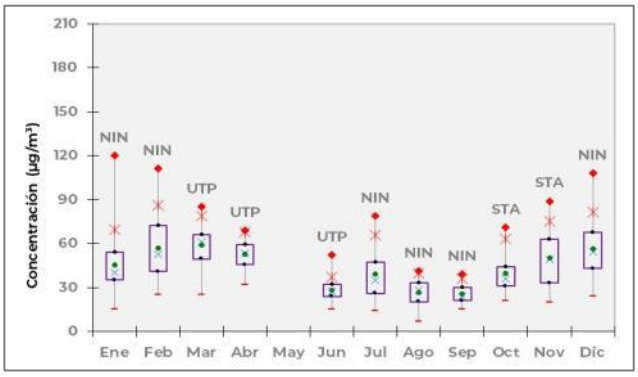
Puebla
BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado
NIN – Ninfas
STA – Agua Santa
UTP – Universidad Tecnológica de Puebla

Coronango
VEL- Velódromo

15.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

Figura 15.4. Tendencias de las concentraciones promedio de 24 horas de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla	Coronango



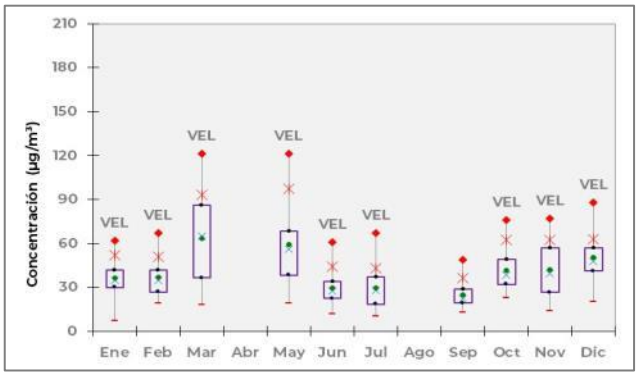


Figura 15.5. Tendencias de las concentraciones promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla

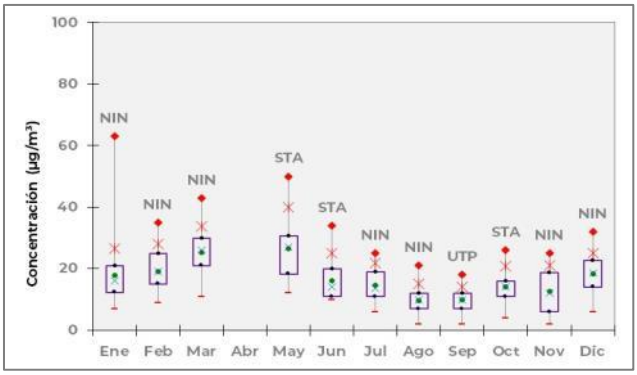
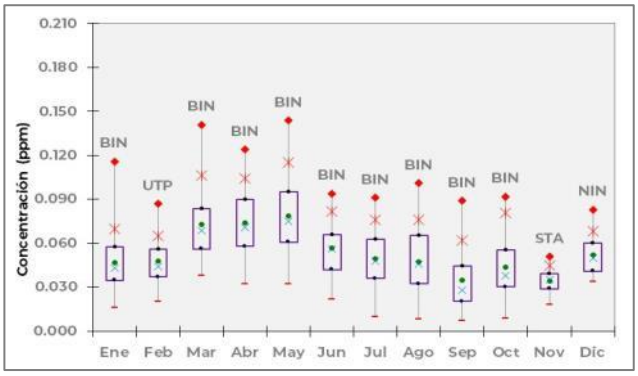


Figura 15.6. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla	Coronango



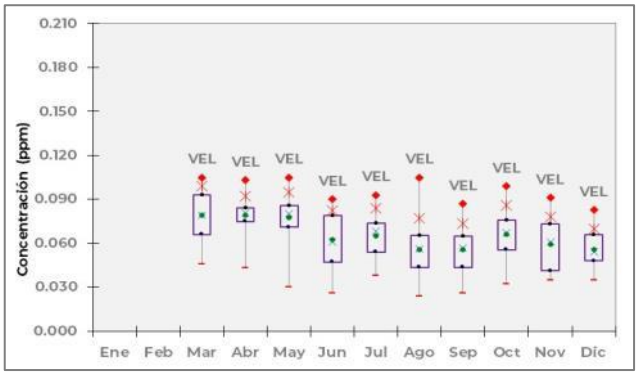


Figura 15.7. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla	Coronango

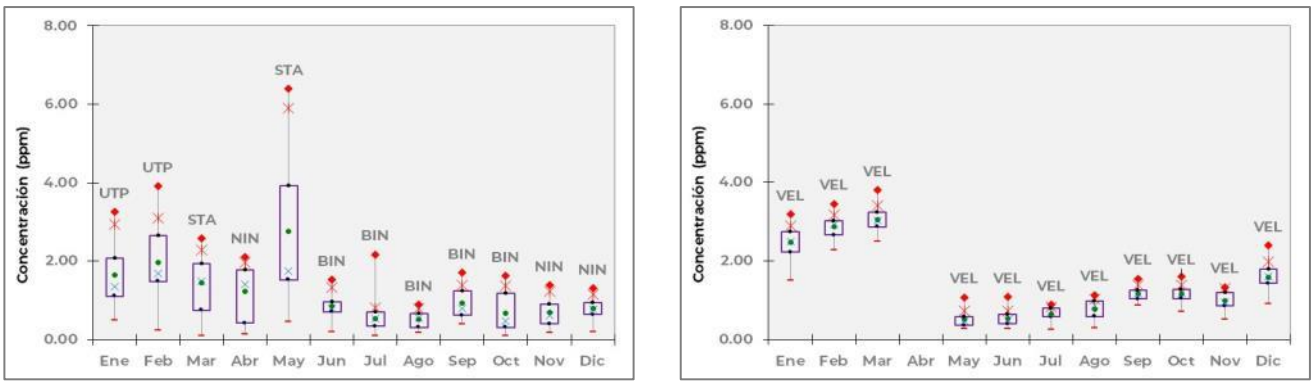


Figura 15.8. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla	Coronango

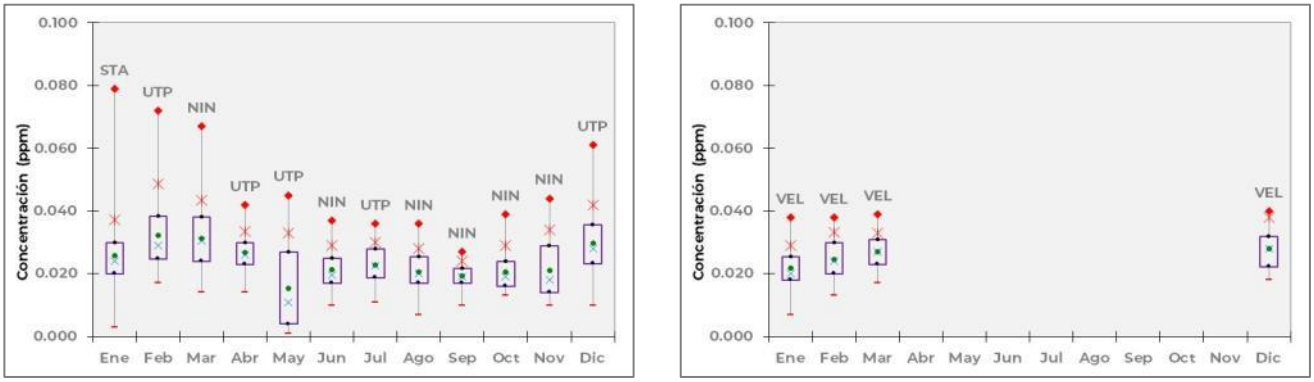


Figura 15.9. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla	Coronango

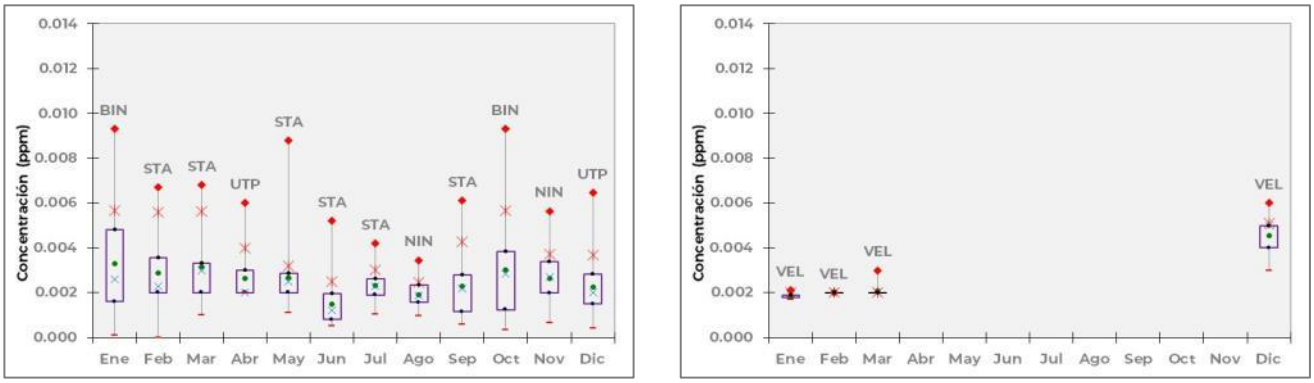
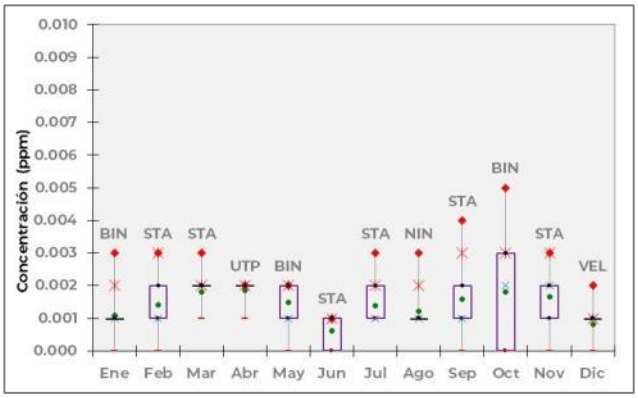
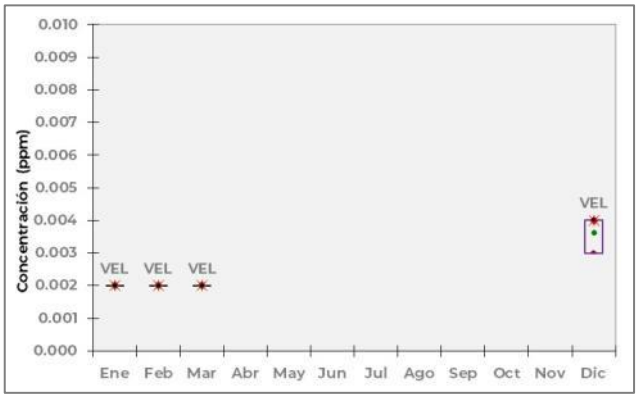


Figura 15.10. Tendencias de las concentraciones promedio de 24 horas de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Puebla.

Puebla	Coronango

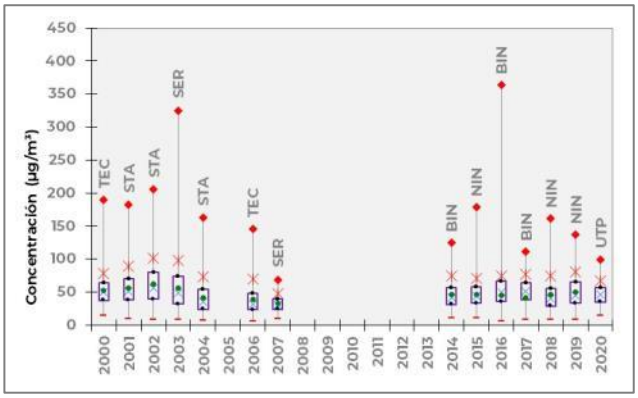




15.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN PUEBLA EN EL PERIODO 2000 – 2020.

Figura 15.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020.

Puebla (2000 – 2020)	Coronango (2012 – 2020)



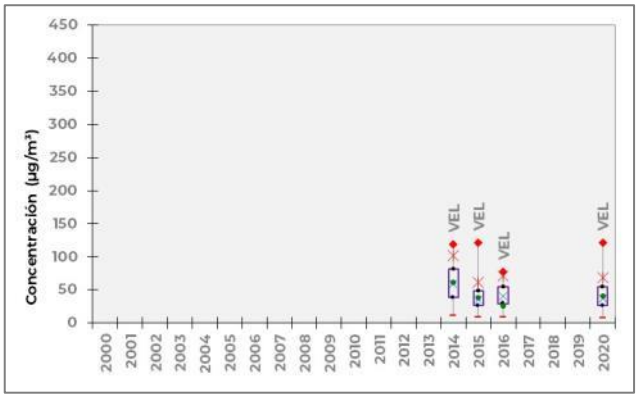


Figura 15.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2010 – 2020.

Puebla (2010 – 2019)	Coronango (2012 – 2019)

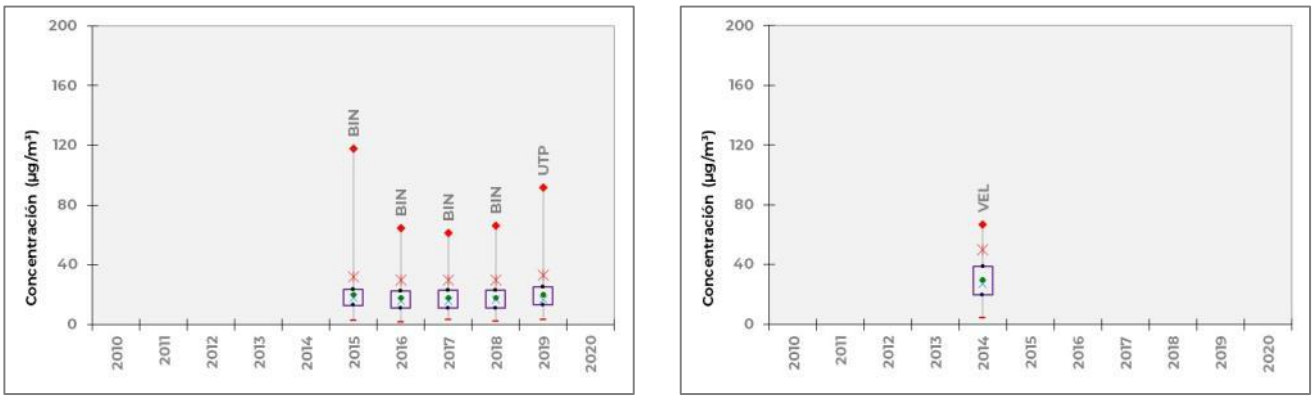


Figura 15.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020.

Puebla (2000 – 2020)	Coronango (2012 – 2020)

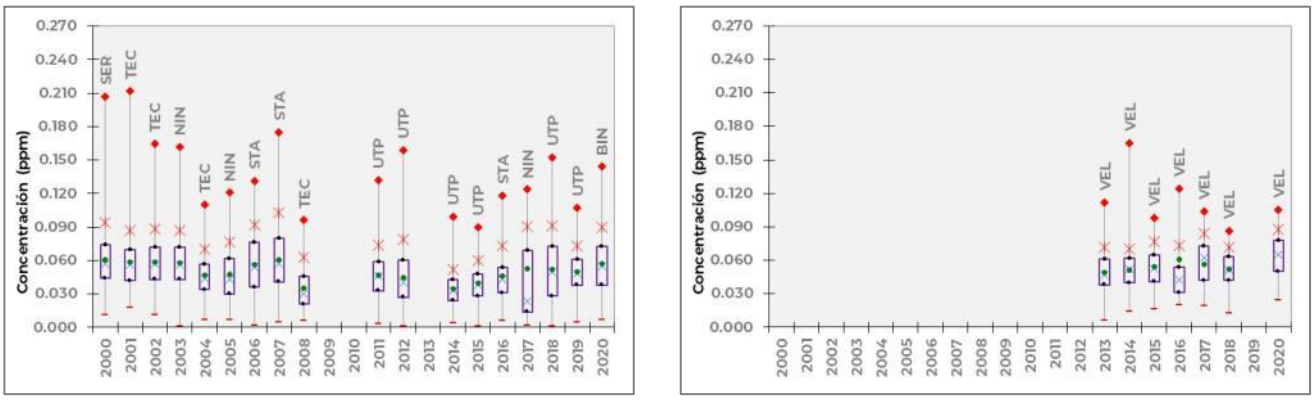


Figura 15.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020.

Puebla (2000 – 2020)	Coronango (2012 – 2020)

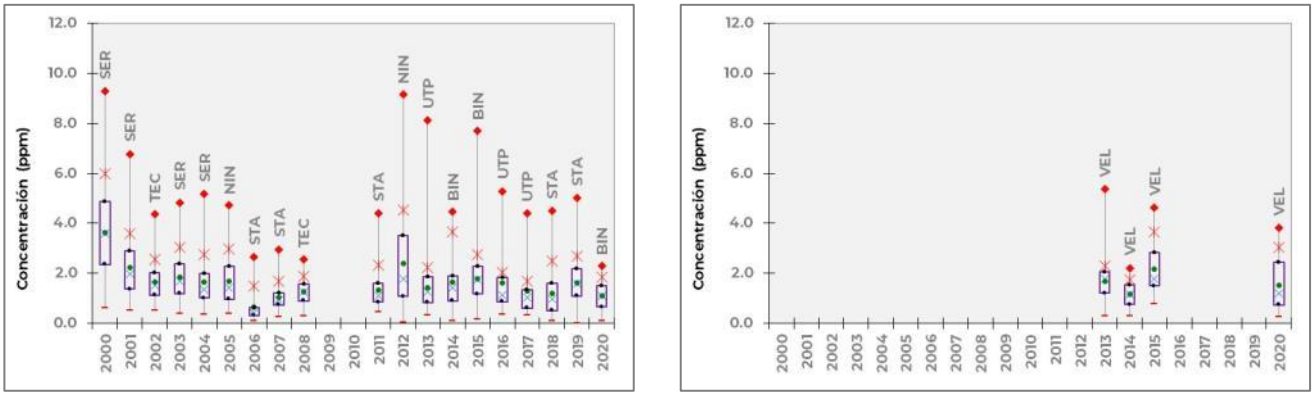


Figura 15.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020.

Puebla (2000 – 2020)	Coronango (2012 – 2020)

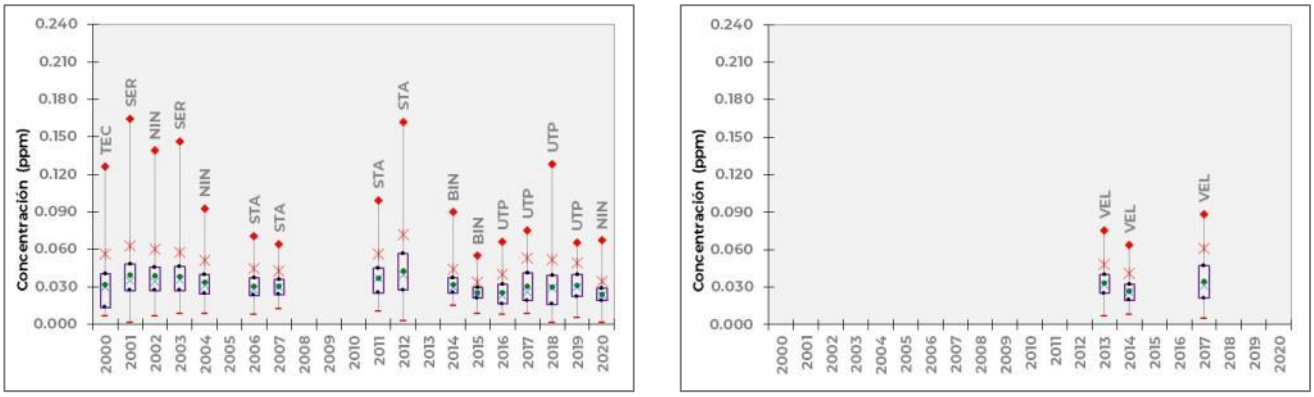


Figura 15.16. Tendencias de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020.

Puebla (2000 – 2020)	Coronango (2012 – 2020)

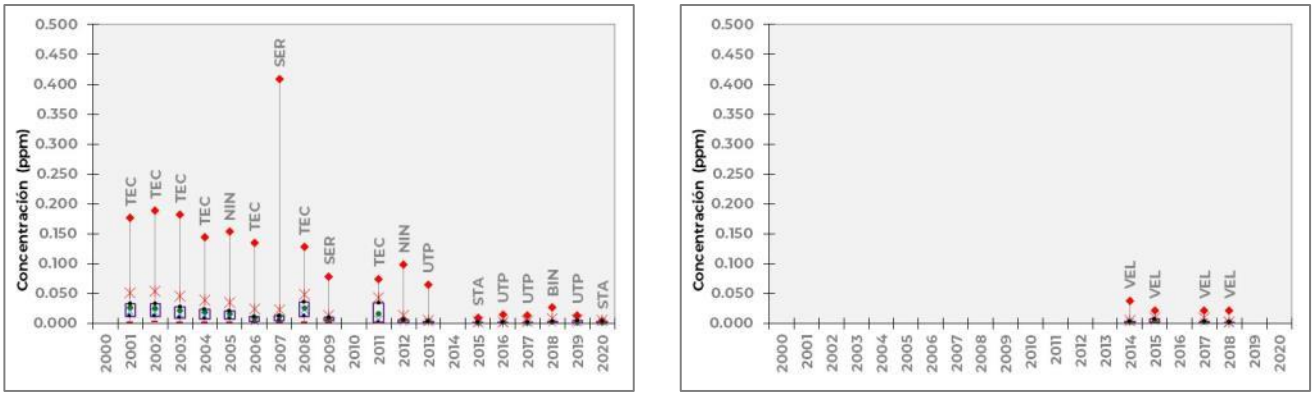
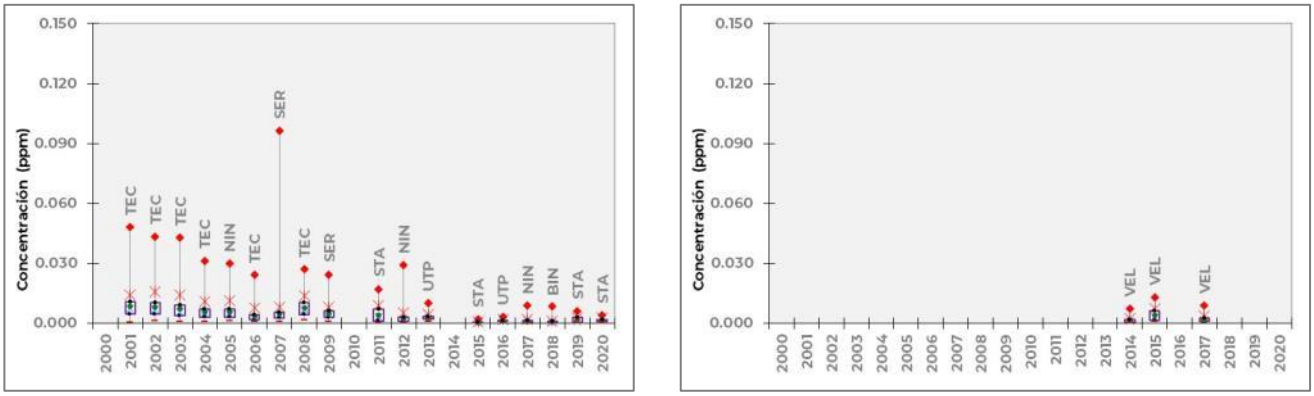


Figura 15.17. Tendencias de las concentraciones diarias (Promedios de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Puebla, en el periodo 2000 – 2020.

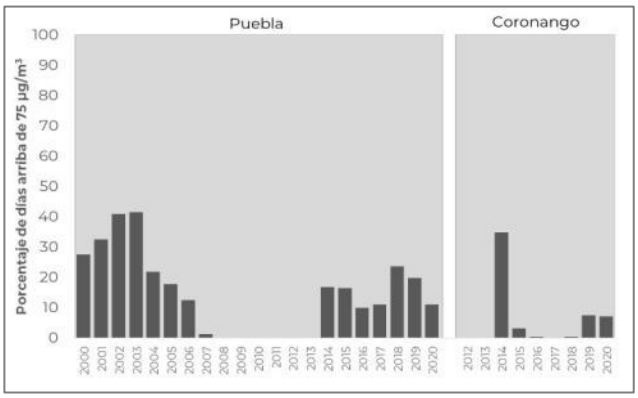
Puebla (2000 – 2020)	Coronango (2012 – 2020)



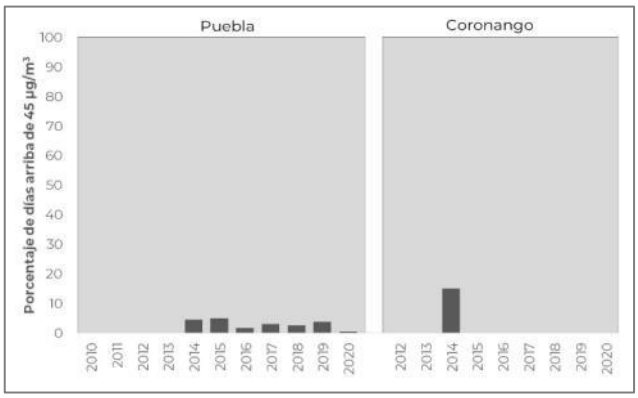
15.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 15.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2020.

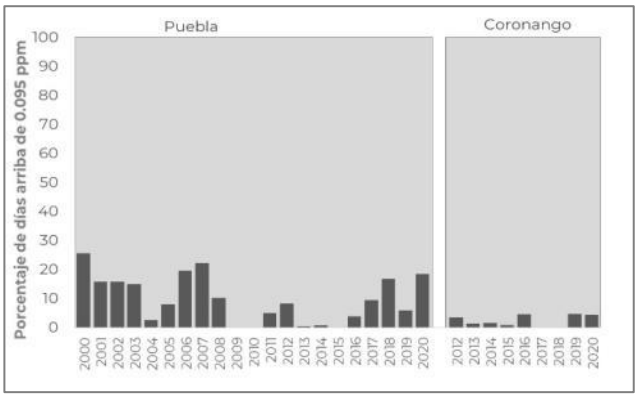
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2000 – 2020)



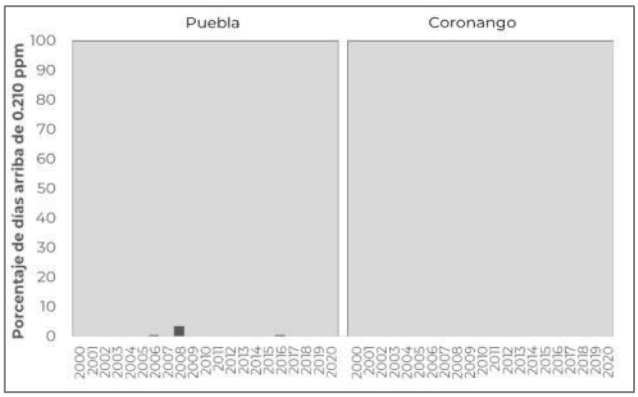
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2010 – 2020)



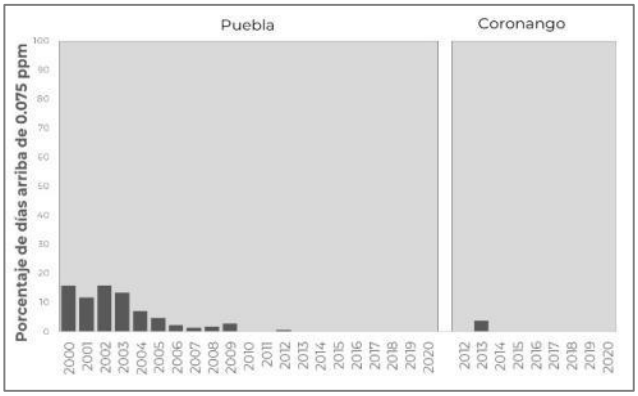
O_3 – Límite de 1 hora
(2000 – 2020)



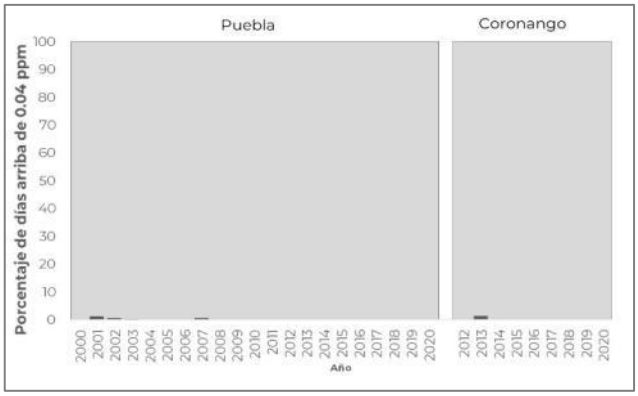
NO_2 – Límite de 1 hora
(2000– 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2000 – 2020)



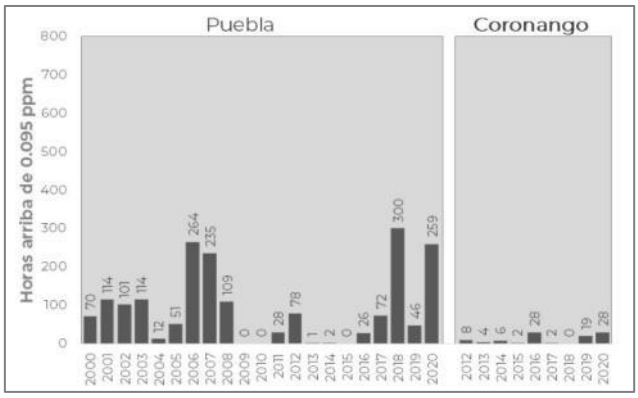
SO_2 – Límite de 24 horas
(2000– 2020)



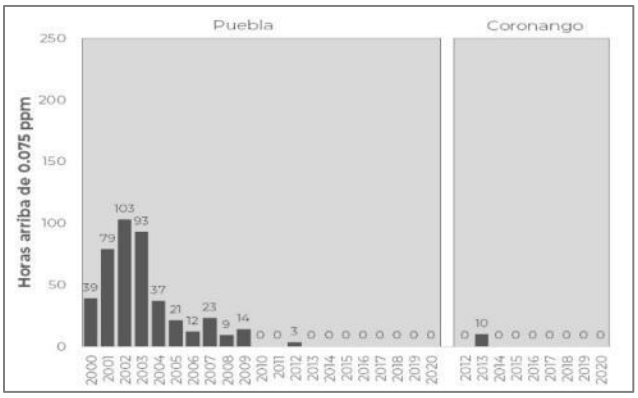
15.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 15.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2000 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2000 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2000 – 2020)



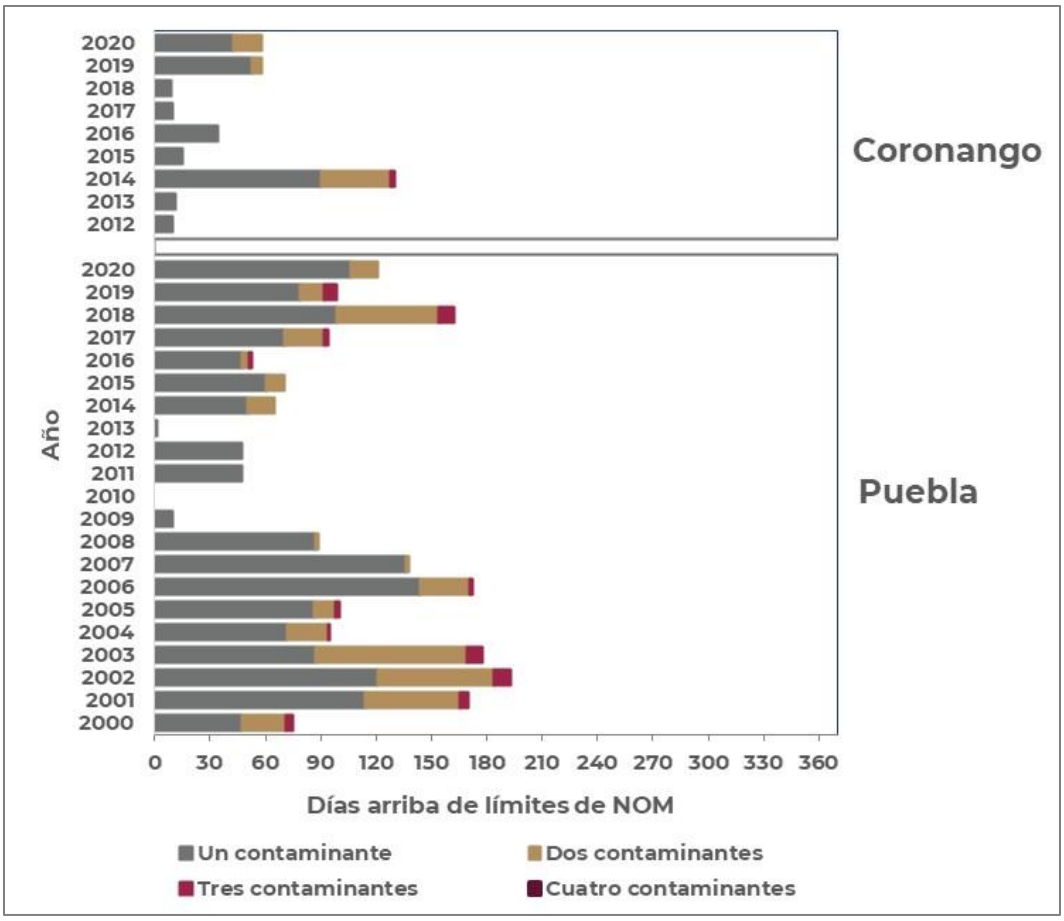
15.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 15.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2020.

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	75	47	24	4	0
	2001	365	170	114	51	5	0
	2002	365	193	121	63	9	0
	2003	365	178	87	82	9	0
	2004	366	95	72	22	1	0
	2005	365	100	86	12	2	0
	2006	365	172	144	27	1	0
	2007	365	138	136	2	0	0
	2008	361	89	87	2	0	0
	2009	358	10	10	0	0	0
	2010	365	0	0	0	0	0
	2011	365	47	47	0	0	0
	2012	366	47	47	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
	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
	2017	365	94	70	22	2	0
	2018	365	162	99	55	8	0
	2019	365	99	79	13	7	0
	2020	366	121	106	15	0	0
Coronango	2012	209	10	10	0	0	0
	2013	356	11	11	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
	2020	362	58	43	15	0	0

Figura 15.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Puebla, 2000 – 2020.



Querétaro



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
QUERÉTARO

En el año 2020, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Querétaro que fue operado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable a través del Centro de Monitoreo de Calidad del Aire, estuvo integrado por la red de monitoreo de la Zona Metropolitana de Querétaro y la estación de monitoreo ubicada en el municipio de San Juan del Río. Los hallazgos más relevantes sobre la calidad del aire en la entidad, tanto del año 2020 como de las tendencias históricas de los contaminantes medidos, se ilustran en las Figuras 16.1 a 16.20 y en las Tablas 16.1 a 16.4. A continuación, una breve descripción de los mismos

Partículas suspendidas PM_{10}

Los límites normados de protección a la salud para este contaminante se rebasaron en 2020 en la Zona Metropolitana de Querétaro, específicamente en la estación de monitoreo Carrillo Puerto Zona Industrial. La frecuencia con la que se presentaron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, que indican una mala calidad del aire, fue de 76 días a lo largo del año, equivalentes al 21% de los días con información válida disponible. Con respecto a la época del año con los registros más altos de concentración de este contaminante destaca que ello ocurre entre noviembre y marzo.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Por lo que refiere a las partículas $PM_{2.5}$, destaca el incumplimiento del límite normado anual en la estación de monitoreo CEN (antes identificada como BOM). Es importante destacar, sin embargo, que el límite de 24 horas no se superó en ningún día del año. Ello significa que la exposición aguda o de corto plazo no significó ningún problema para la población de la entidad, en tanto que la exposición crónica o de largo plazo si lo fue. En general, las concentraciones de $PM_{2.5}$ fueron más altas entre noviembre y febrero.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se incumplió en las estaciones CAP-O y EMA. En la primera por superar el límite normado de 8 horas y en la segunda por superar los dos límites normados (1 y 8 horas). De hecho, en ésta última estación, al menos uno de los límites normados se superó en 5 días a lo largo del año 2020. Las concentraciones más elevadas de ozono se

registraron entre marzo y mayo en la Zona Metropolitana de Querétaro, en tanto que en San Juan del Río ello ocurrió entre octubre y diciembre, aunque es importante destacar que en esta última ciudad sólo se dispuso de información para el periodo agosto a diciembre.

Monóxido de carbono (CO) y Dióxido de nitrógeno (NO_2)

En todas aquellas estaciones de monitoreo de la entidad donde hubo información suficiente para evaluar el cumplimiento de las normas correspondientes para CO y NO_2, estas se cumplieron.

Dióxido de azufre (SO_2)

Aunque no se contó con información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM respectiva, hubo algunas estaciones de monitoreo en las que se registró al menos un día en el cual se superó, ya sea el límite normado de 1 o de 24 horas, tanto en la Zona Metropolitana de Querétaro como en San Juan del Río.

A destacar

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la Zona Metropolitana de Querétaro son las partículas PM_{10}, seguidas del ozono y el dióxido de azufre.

Por otra parte, destaca el hecho de que en 2020 el número de días en que se incumplió al menos una norma de calidad del aire, a nivel de ciudad, se redujo notablemente en la Zona Metropolitana de Querétaro al pasar de 116 en 2019 a 84 en 2020. En San Juan del Río también se observó esta reducción al pasar de 16 días en esta condición a sólo 2 en 2020.

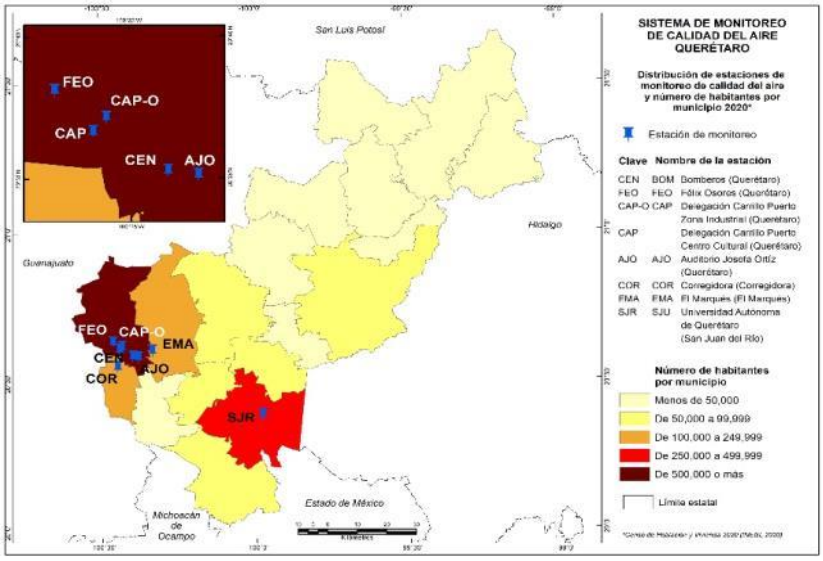
16.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 16.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

Red de Monitoreo	Estación	Clave 2020	Clave 2019	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
					PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Zona Metropolitana de Querétaro	Centro	CEN	BOM	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Félix Osores	FEO	FEO	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Delegación Carrillo Puerto Zona Industrial	CAP-O	CAP	Automático (2000)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Delegación Carrillo Puerto Centro Cultural	CAP	¤	Automático (2020)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Auditorio Josefa Ortiz	AJO	AJO	Automático (2013)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
	Corregidora	COR	COR	Automático (2010)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	El Marqués	EMA	EMA	Automático (2010)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
San Juan del Río	Universidad Autónoma de Querétaro	SJR	SJU	Automático (2015)	¤	¤	✓	✓	✓	✓

* A partir del año 2020 los nombres y las claves de las estaciones que conforman este SMCA cambiaron con respecto a las denominaciones del Informe 2019. Se incluye una columna con las claves en 2019 y las actuales.
✓ = 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 16.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Querétaro, 2020.

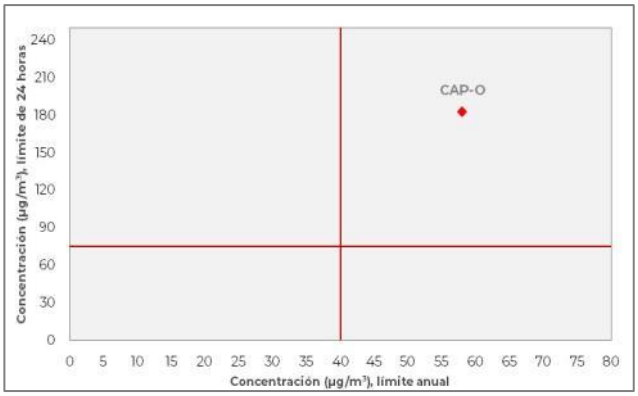


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

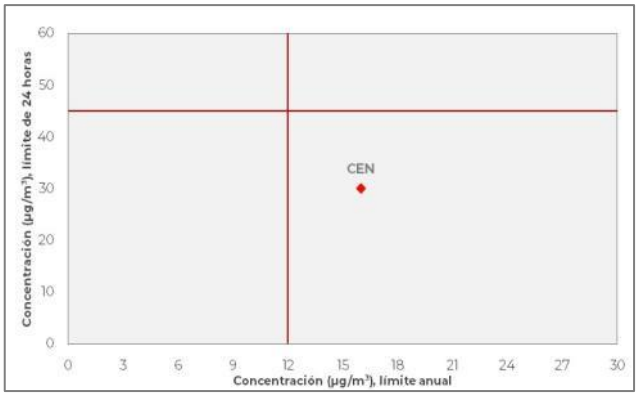
16.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 16.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Querétaro, en el año 2020.

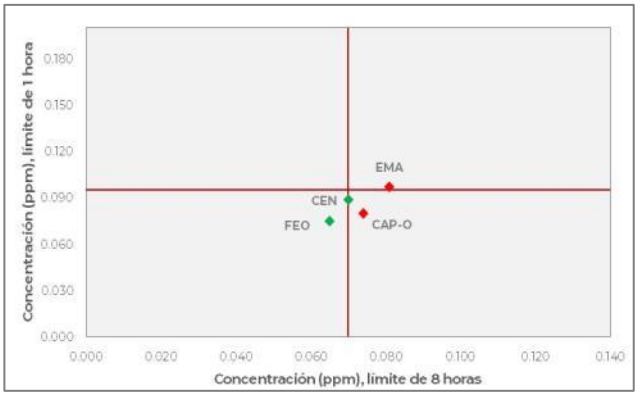
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



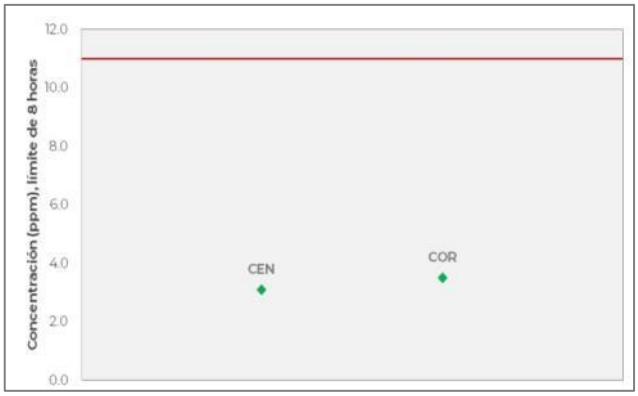
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



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)



◆ Zona Metropolitana de Querétaro

CEN – Centro
FEO – Félix Osores
CAP-O – Delegación Carrillo Puerto
CAP – Delegación Carrillo Puerto
AJO – Auditorio Josefa Ortiz
COR – Corregidora
EMA – El Marqués

● San Juan del Río

SJU – Universidad Autónoma de Querétaro

Tabla 16.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Querétaro (2020).

Contaminante	Límite normado	ZMQ							SJR
		CEN	FEO	CAP-O	CAP	AJO	COR	EMA	SJR
[1] PM_{10}	Máximo 24 h ≤ 75 µg/m³			183	DI			FO	
	Promedio anual ≤ 40 µg/m³			58	DI			FO	
[1] $PM_{2.5}$	Máximo 24 h ≤ 45 µg/m³	30	DI				DI		
	Promedio anual ≤ 12 µg/m³	16	DI				DI		
[2] O_3	Máximo 1h ≤ 0.095 ppm	0.089	0.075	0.080	DI	DI	DI	0.097	DI
	Máximo 8h ≤ 0.070 ppm	0.070	0.065	0.074	DI	DI	DI	0.081	DI
[3] CO	2°Máximo de 8h ≤ 11 ppm	3	DI	DI	DI	DI	4	FO	DI
[4] NO_2	2°Máximo de 1h ≤ 0.210 ppm	0.173	DI	0.068	DI	DI	0.078	FO	DI
[5] SO_2	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	Máximo 24h < 0.04 ppm	0.01	DI	0.01	DI	0.01	DI	DI	0.01

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

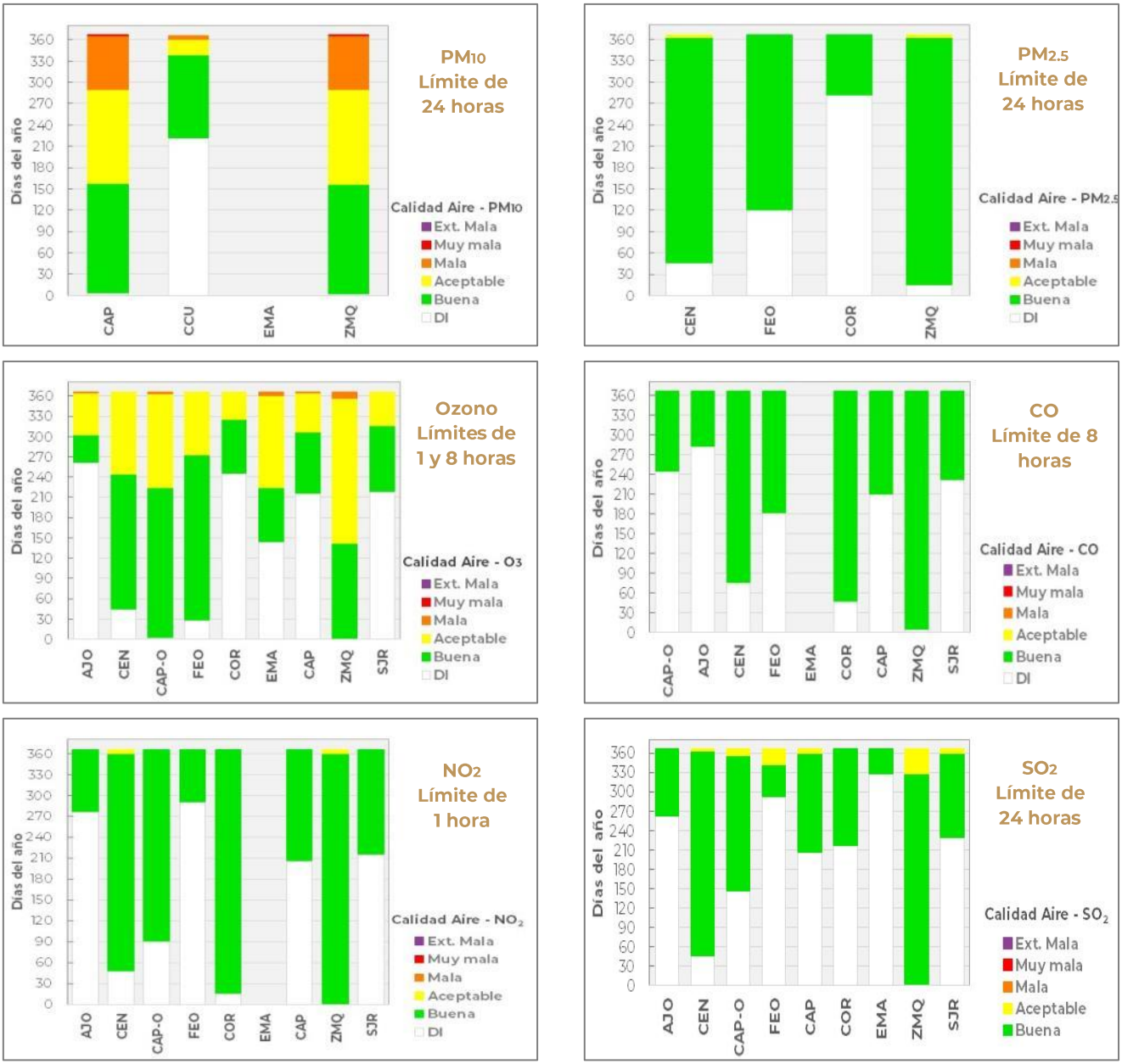
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas, anual o de tres años de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en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

Tabla 16.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Querétaro.

Ciudad		ZMQ	SJR
PM_{10}	No. días con datos válidos	363	
	No. días > 75 µg/m³	76	
	% días > 75 µg/m³	21	
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	351	
	No. días > 45 µg/m³	0	
	% días > 45 µg/m³	0	
O_3	No. días con datos válidos	366	147
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	10	0
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	3	0
CO	No. días con datos válidos	361	134
	No. días > 11 ppm	0	0
	% días > 11 ppm	0	0
NO_2	No. días con datos válidos	366	151
	No. días > 0.210 ppm	0	0
	% días > 0.210 ppm	0	0
SO_2	No. días con datos válidos	364	137
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	4	2
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	1	1

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 Querétaro, en el año 2020.



ZMQ– Zona Metropolitana de Querétaro
CEN – Centro
FEO – Félix Osores
CAP-O – Delegación Carrillo Puerto
CAP – Delegación Carrillo Puerto
AJO – Auditorio Josefa Ortiz
COR–Corregidora
EMA – El Marqués

San Juan del Río

SJU – Universidad Autónoma de Querétaro

16.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

Figura 16.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

Promedio de 24 horas

ZMQ

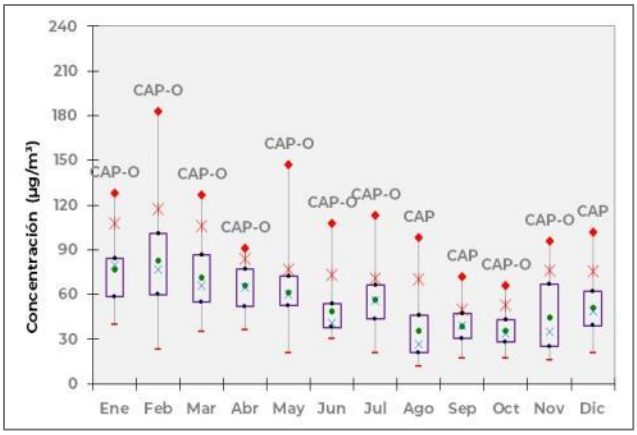


Figura 16.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

Promedio de 24 horas

ZMQ

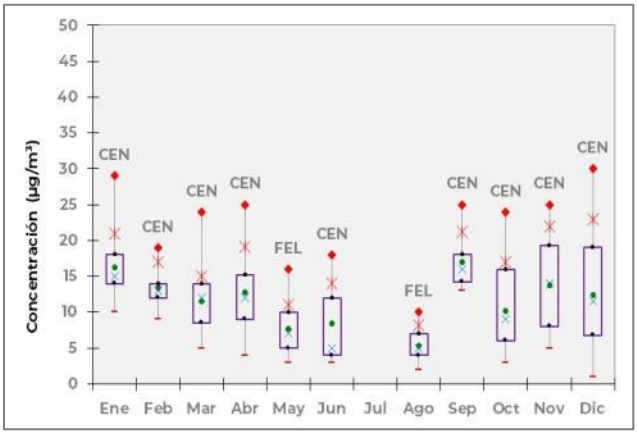


Figura 16.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

Máximo diario de 1 hora

ZMQ	San Juan del Río

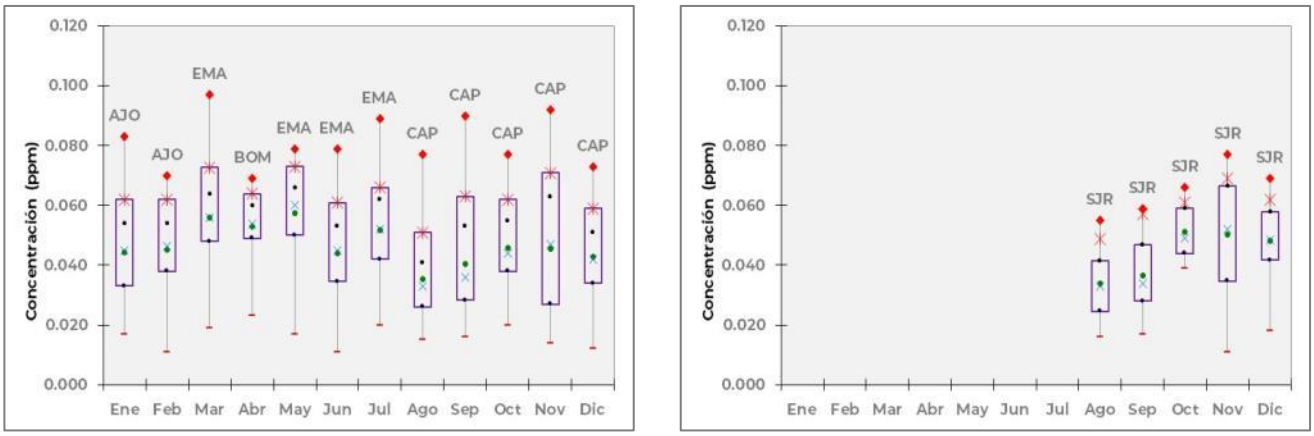


Figura 16.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

Máximo diario de 8 horas

ZMQ	San Juan del Río

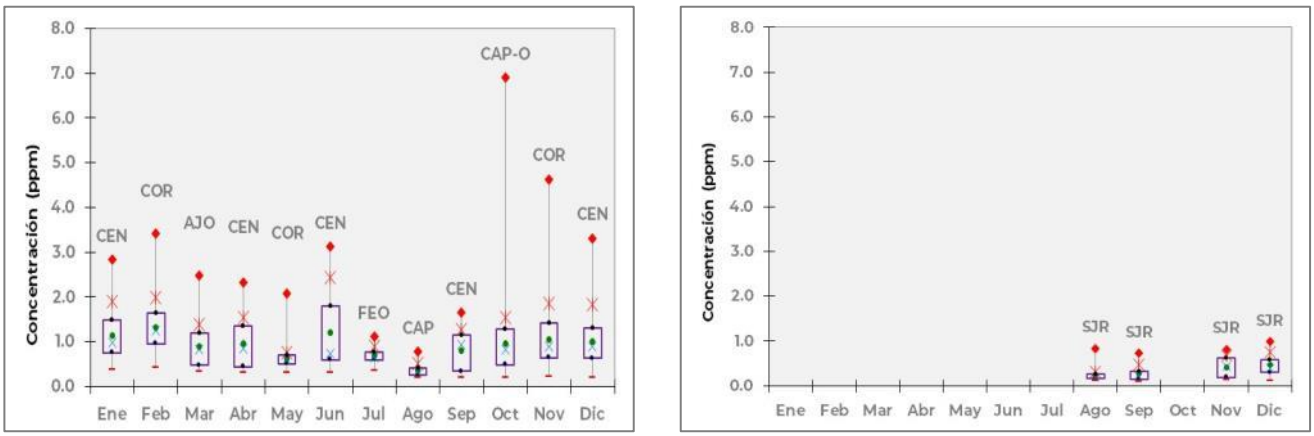
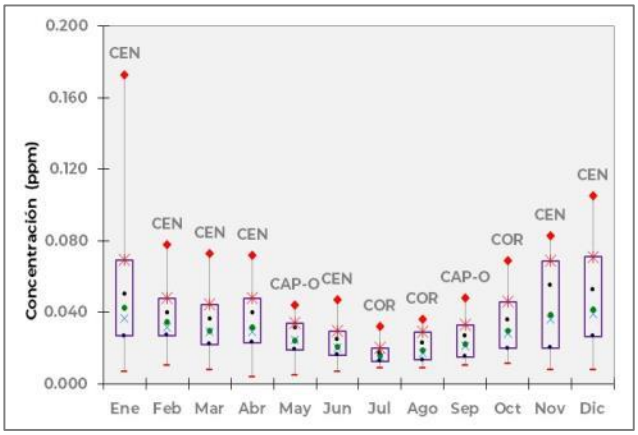


Figura 16.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

Máximo diario de 1 hora

ZMQ	San Juan del Río



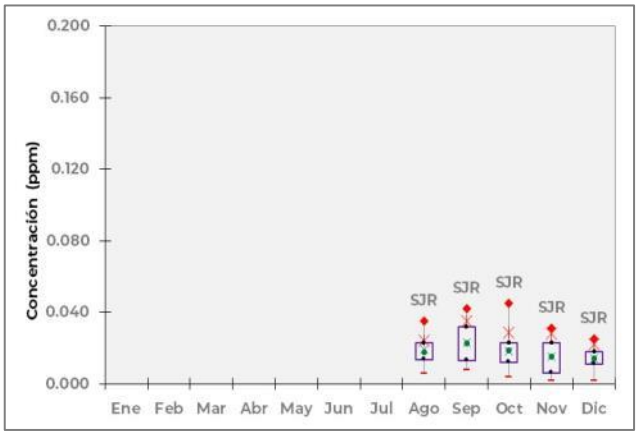
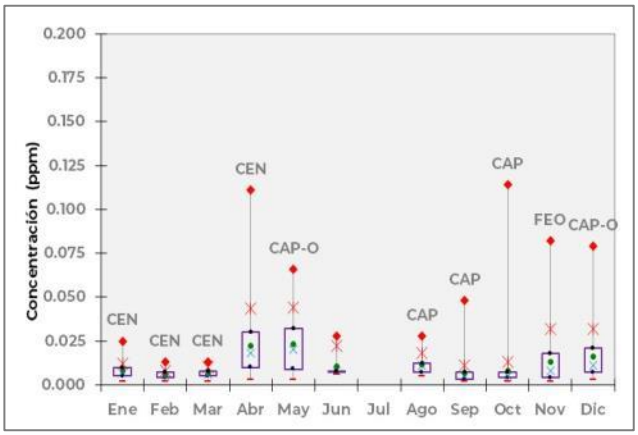


Figura 16.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

ZMQ	San Juan del Río



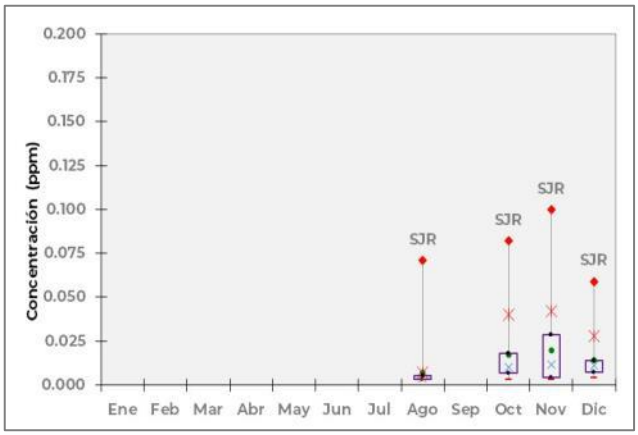
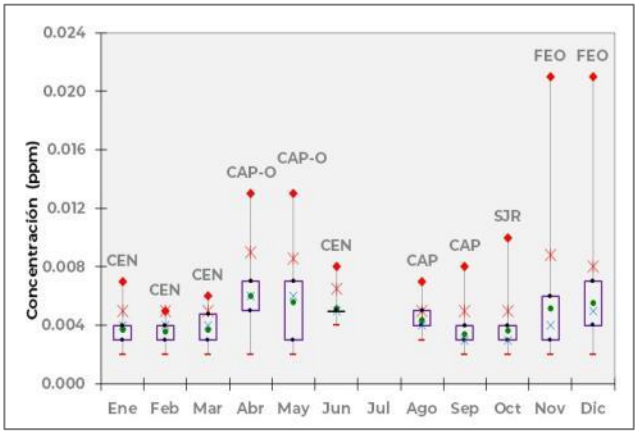
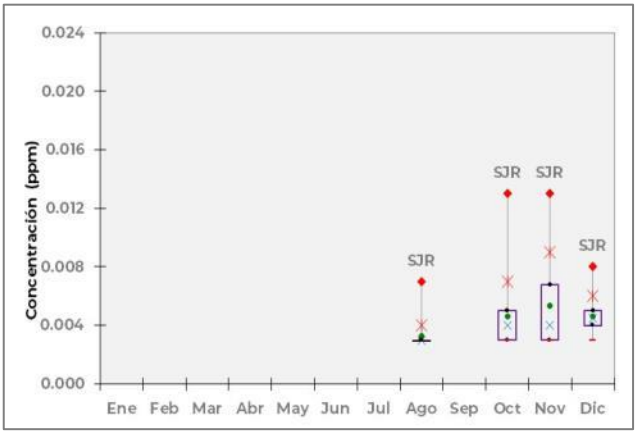


Figura 16.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Querétaro.

Promedio de 24 horas

ZMQ	San Juan del Río

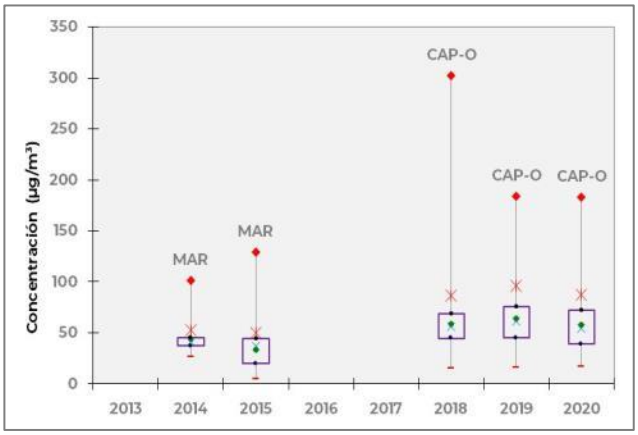




16.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN QUERÉTARO EN EL PERIODO 2011 – 2020.

Figura 16.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2020.

ZMQ (2013-2020)	San Juan del Río (2015-2020)



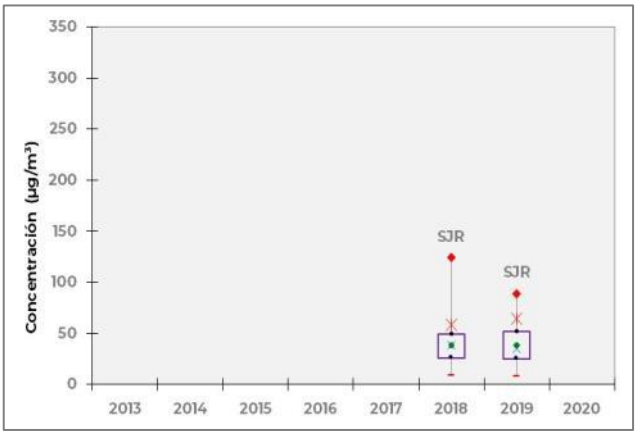
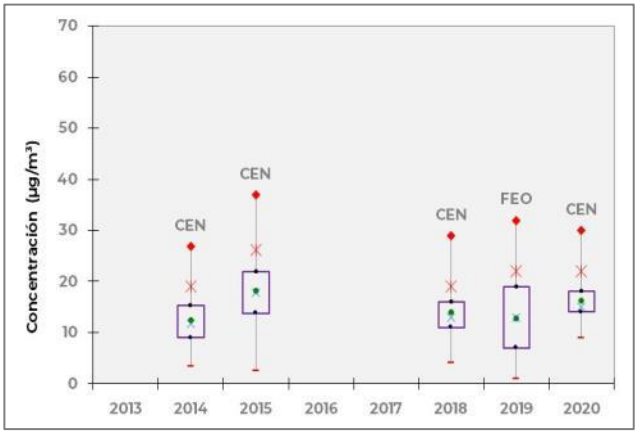


Figura 16.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2013 – 2020.

ZMQ (2013-2020)	San Juan del Río (2015-2020)



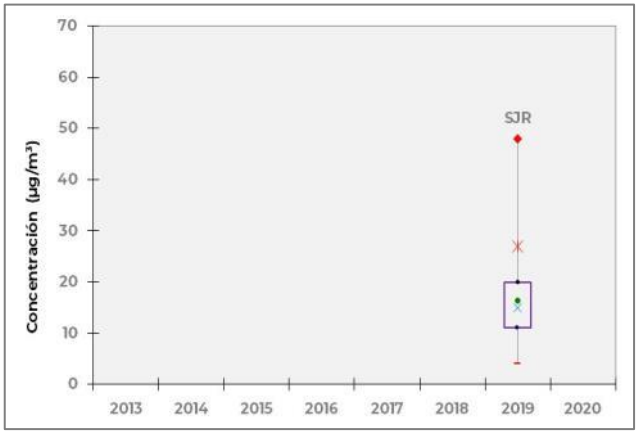
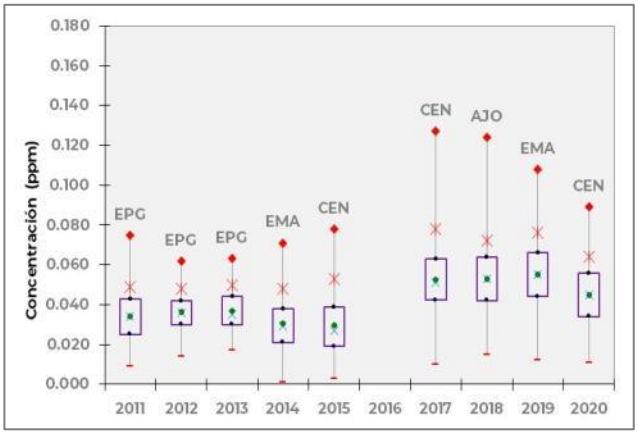


Figura 16.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020.

ZMQ (2011-2020)	San Juan del Río (2015-2020)



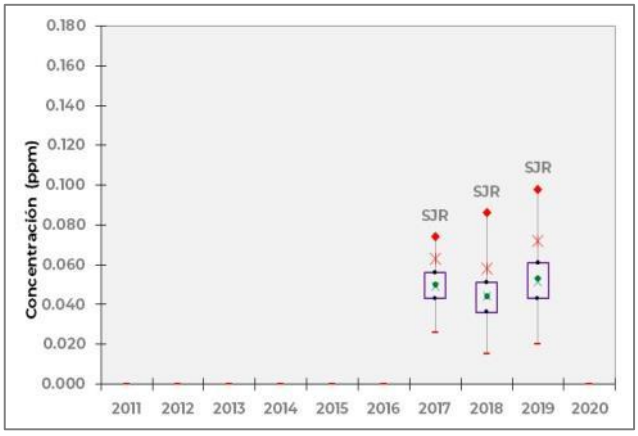


Figura 16.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020.

ZMQ (2011-2020)	San Juan del Río (2015-2020)

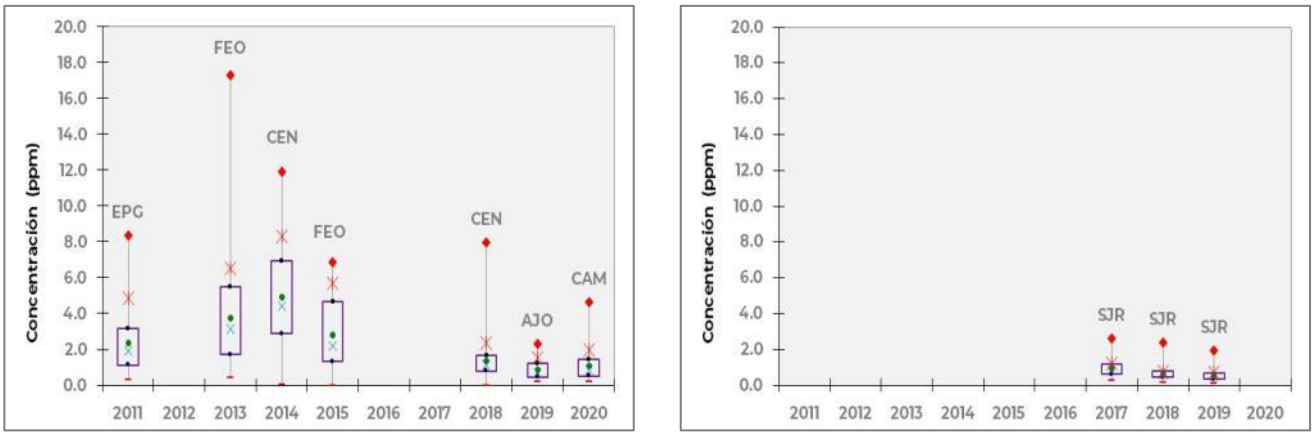


Figura 16.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020.

ZMQ (2011-2020)	San Juan del Río (2015-2020)

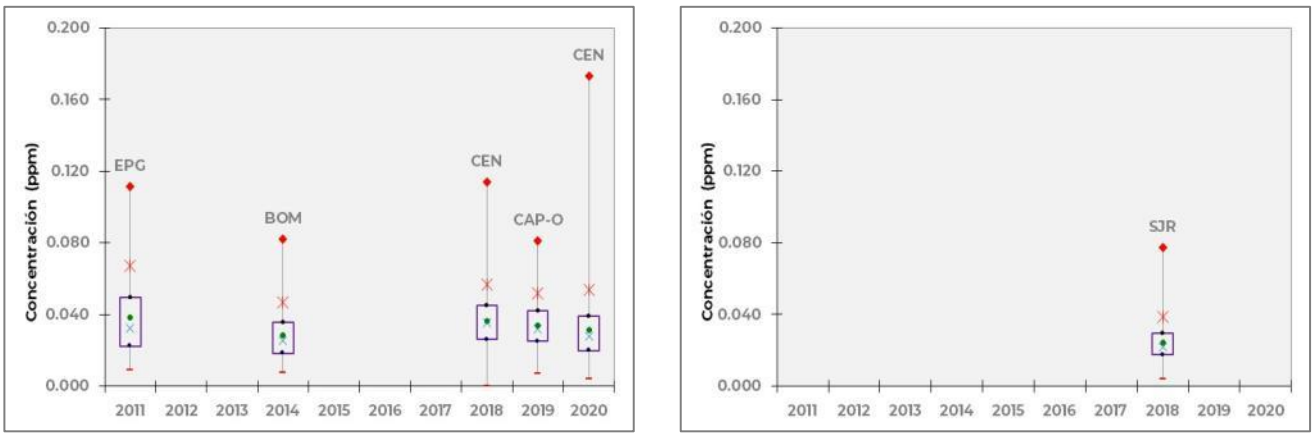
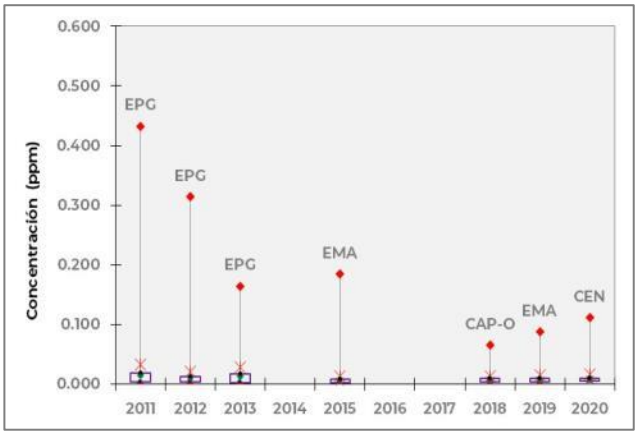


Figura 16.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020.

ZMQ
(2011-2020)



San Juan del Río
(2015-2020)

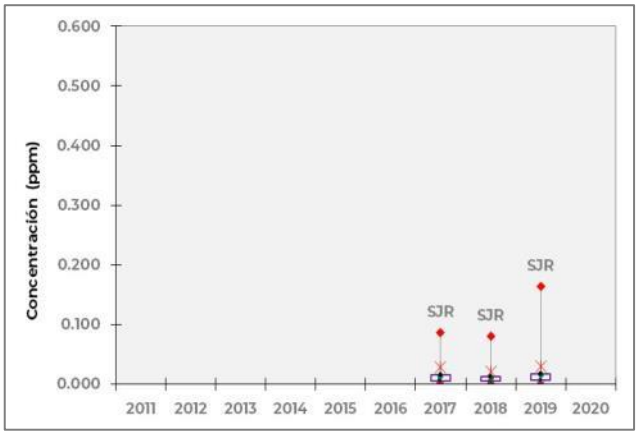
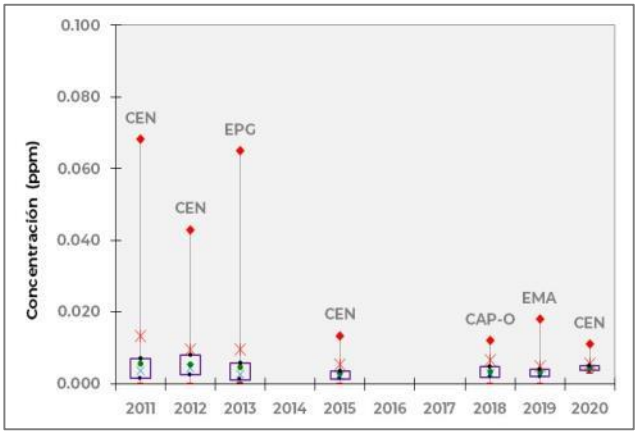
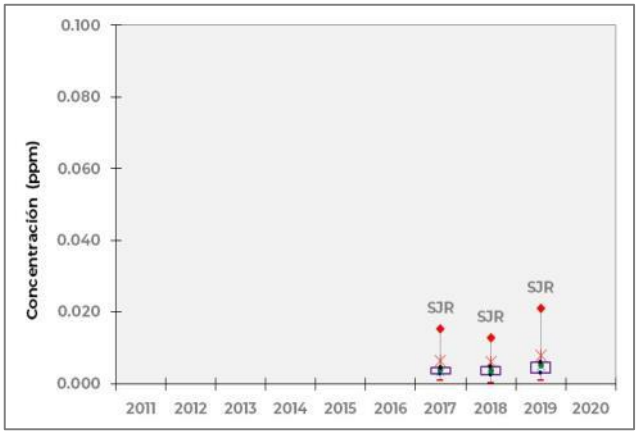


Figura 16.17. Tendencias de las concentraciones diarias (promedio de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Querétaro, en el periodo 2011 – 2020.

ZMQ
(2011-2020)



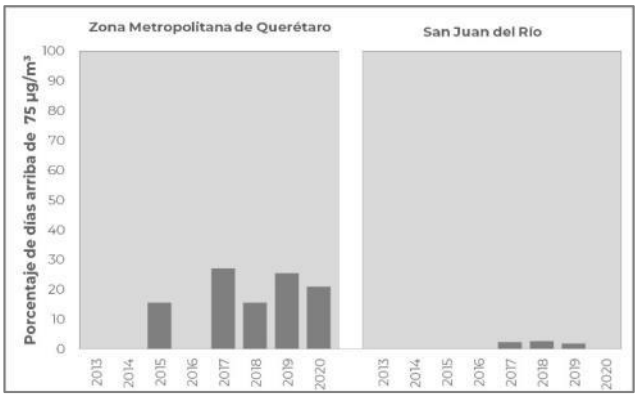
San Juan del Río
(2015-2020)



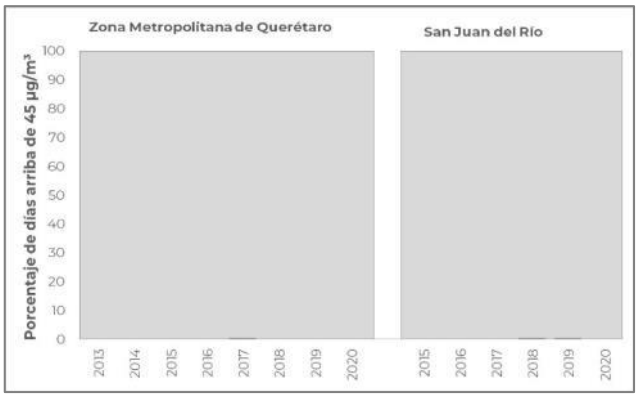
16.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 16.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2011 – 2020.

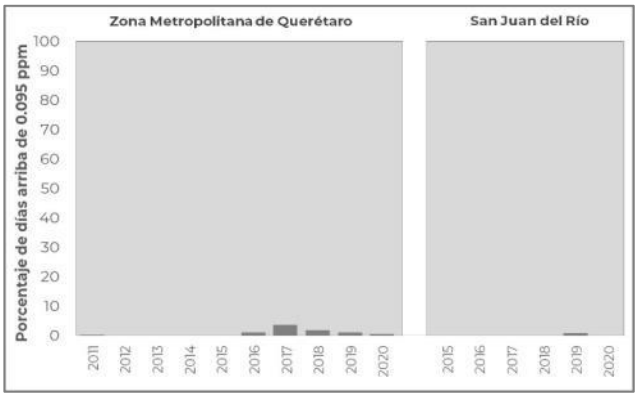
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2013 – 2020)



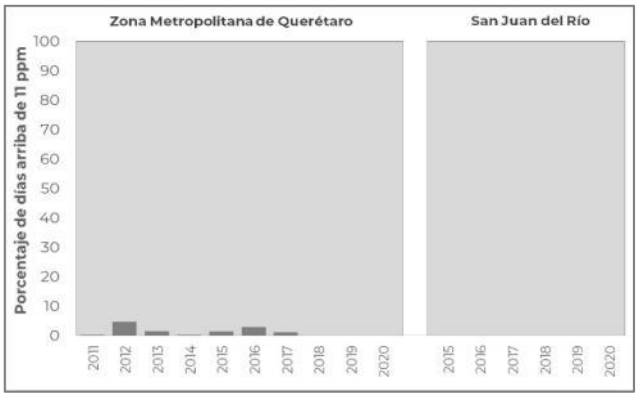
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2013 – 2020)



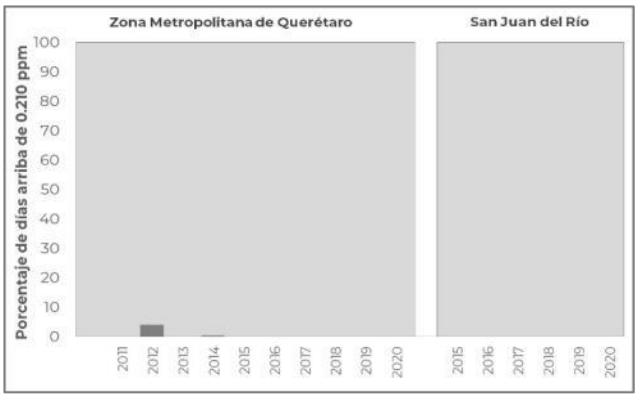
O_3 – Límite de 1 hora
(2011 – 2020)



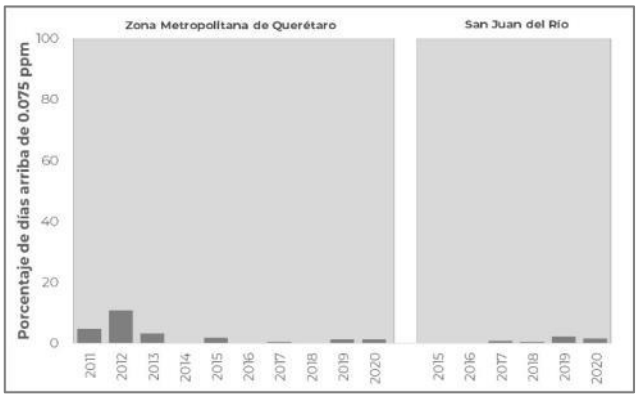
CO – Límite de 8 horas
(2011 – 2020)



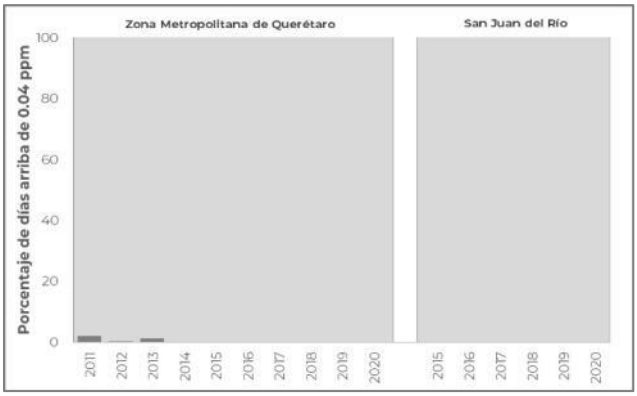
NO_2 – Límite de 1 hora
(2011 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2011 – 2020)



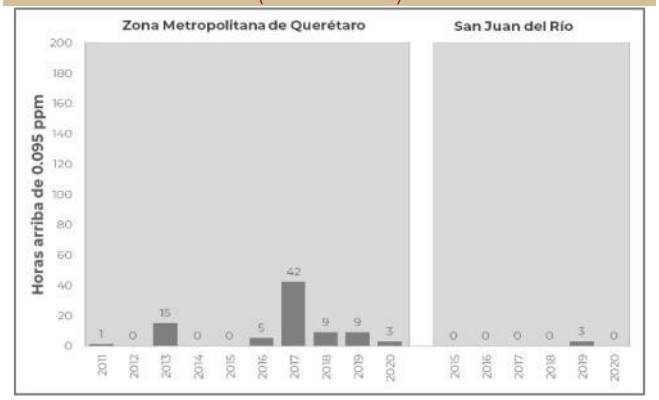
SO_2 – Límite de 24 horas
(2011 – 2020)



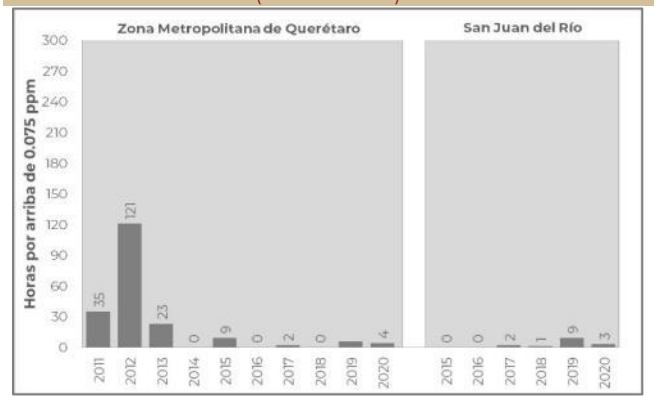
16.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 16.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2011 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2011 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2011 – 2020)

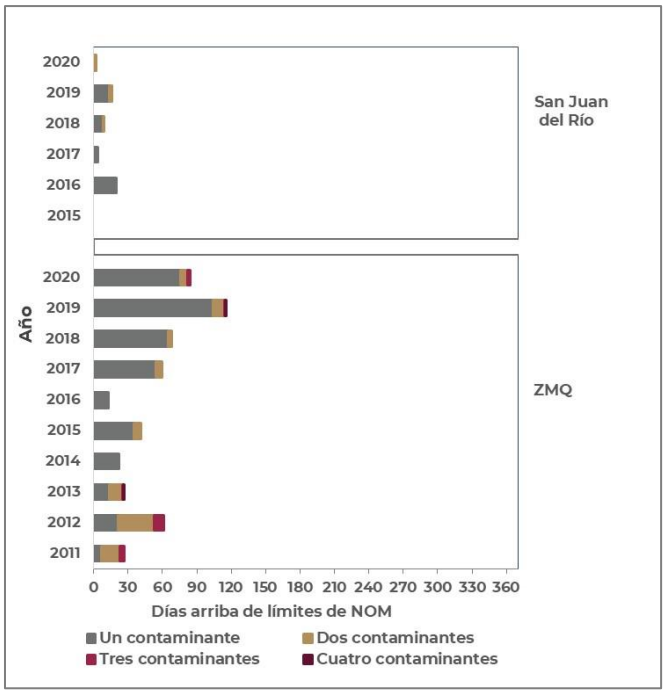


16.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

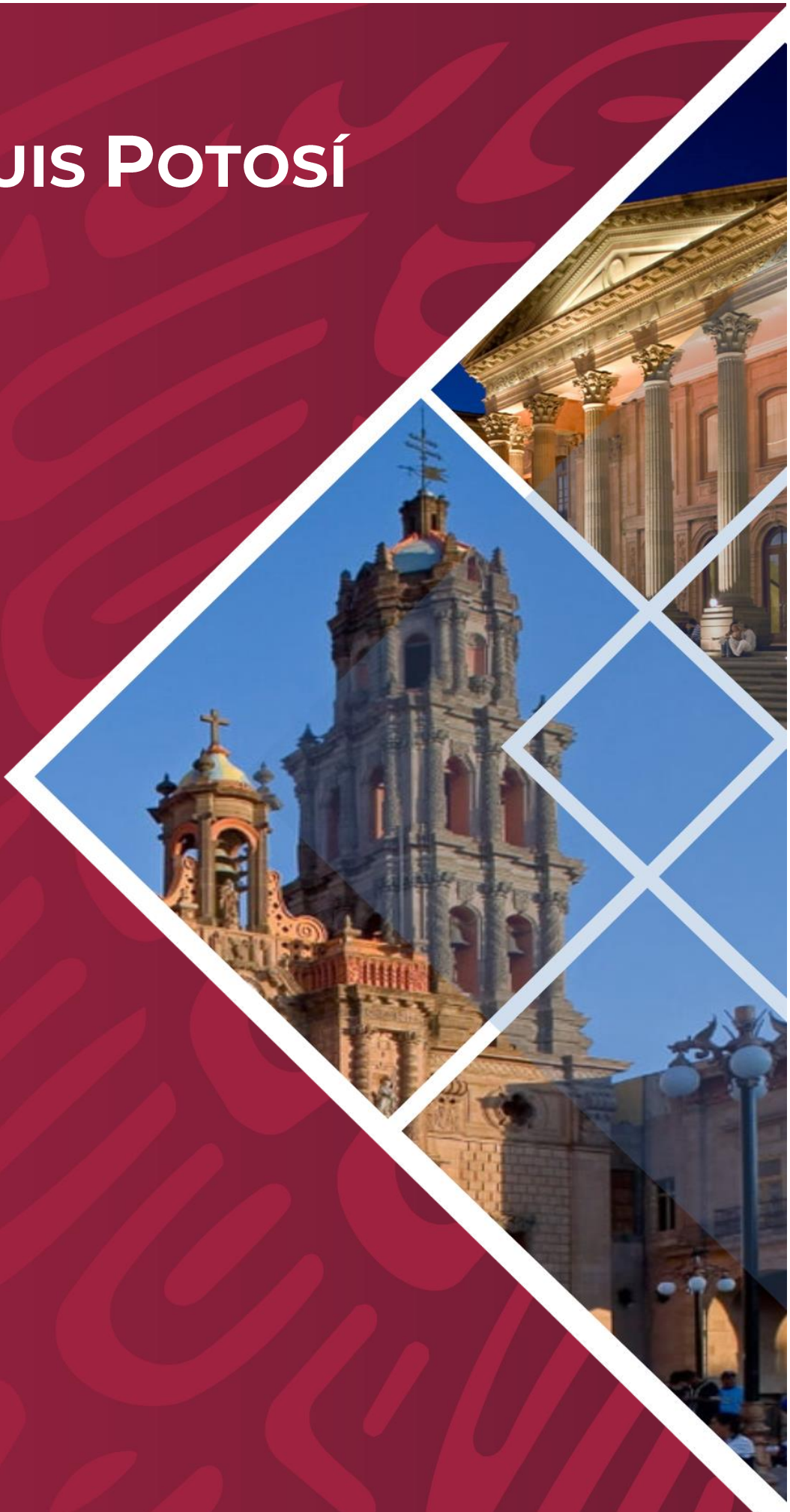
Tabla 16.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2020.

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
ZMQ	2011	365	27	7	16	4	0
	2012	366	61	21	32	8	0
	2013	365	27	14	11	1	1
	2014	365	22	22	0	0	0
	2015	365	41	35	6	0	0
	2016	365	13	13	0	0	0
	2017	344	60	54	6	0	0
	2018	365	68	65	3	0	0
	2019	365	116	104	10	1	1
	2020	366	84	76	6	2	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
	2020	153	2	0	2	0	0

Figura 16.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2020.



San Luis Potosí



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ Y SU ZONA CONURBADA

En el año 2020, 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. Las Figuras 17.1 a 17.8 y las Tablas 17.1 a 17.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

La estación Biblioteca (BIB), ubicada en la ciudad de San Luis Potosí, fue la única que generó información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la NOM de PM_{10}. Los resultados obtenidos muestran que se registraron concentraciones, tanto promedio de 24 horas, como promedio anual, que superaron los límites normados correspondientes. La concentración más alta, como promedio de 24 horas fue de 96 µg/m^3, en tanto que el promedio anual fue de 42 µg/m^3. En total se registraron 12 días a lo largo del año en los que se superó el límite normado de 24 horas (75 µg/m^3), lo que representó el 3% del total de días con información suficiente. En todos estos días se alcanzó el calificativo de mala calidad del aire, de acuerdo con los criterios definidos en el índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019).

A lo largo del año, las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre noviembre y febrero, en tanto que el comportamiento a lo largo de los años muestra que, tanto la concentración promedio, como los percentiles 25 y 90, así como el máximo, se han mantenido prácticamente sin cambio en los tres años para los que se tiene información (2018 a 2020). En este mismo periodo de tiempo se observa un comportamiento muy variable en cuanto al porcentaje de días por año en el que se rebasó el límite normado de 24 horas, mientras en 2018 el 10% de los días presentan esta condición, en 2019 aumento a 14% y en 2020 bajó a 3% de los días.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

No hubo información suficiente para realizar la evaluación de cumplimiento de la norma respectiva en ninguna de las estaciones de monitoreo que miden este contaminante; sin embargo, la información disponible de forma agregada, que corresponde a 294 días, indica que en ninguno de ellos se superó el límite normado de protección a la salud definido como promedio de 24 horas (45 $\mu g/m^3$). Por otra parte, esta misma información indica que las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ en la ciudad se presentaron entre noviembre y febrero.

Ozono (O_3)

En cuanto a ozono destaca que, como en los años 2018 y 2019, en 2020 tampoco se registraron concentraciones, ni horarias ni promedios móviles de 8 horas, que superaran los límites normados de protección de la salud correspondientes, así como el hecho de que predominaron notoriamente los días con buena calidad del aire tanto a nivel de ciudad 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 marzo a mayo y que en 2020, en general, las concentraciones fueron ligeramente más bajas que las registradas en 2018 y 2019, con lo que se empieza a definir una tendencia a la baja en las concentraciones de este contaminante.

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 concentraciones que se ubican muy por debajo de dichos límites, situación que ha permitido catalogar casi la totalidad de los días con una calidad del aire buena, de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019).

A destacar

En los tres años con información disponible en el INECC 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 de la población con respecto a 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 (24 más que en 2018 y 40 más que en 2020). Igualmente destaca la necesidad de mejorar el desempeño de la red de monitoreo en cuanto a la medición de $PM_{2.5}$, pues hasta ahora no se ha generado información suficiente para poder hacer un diagnóstico de la calidad del aire en la región con respecto a este contaminante.

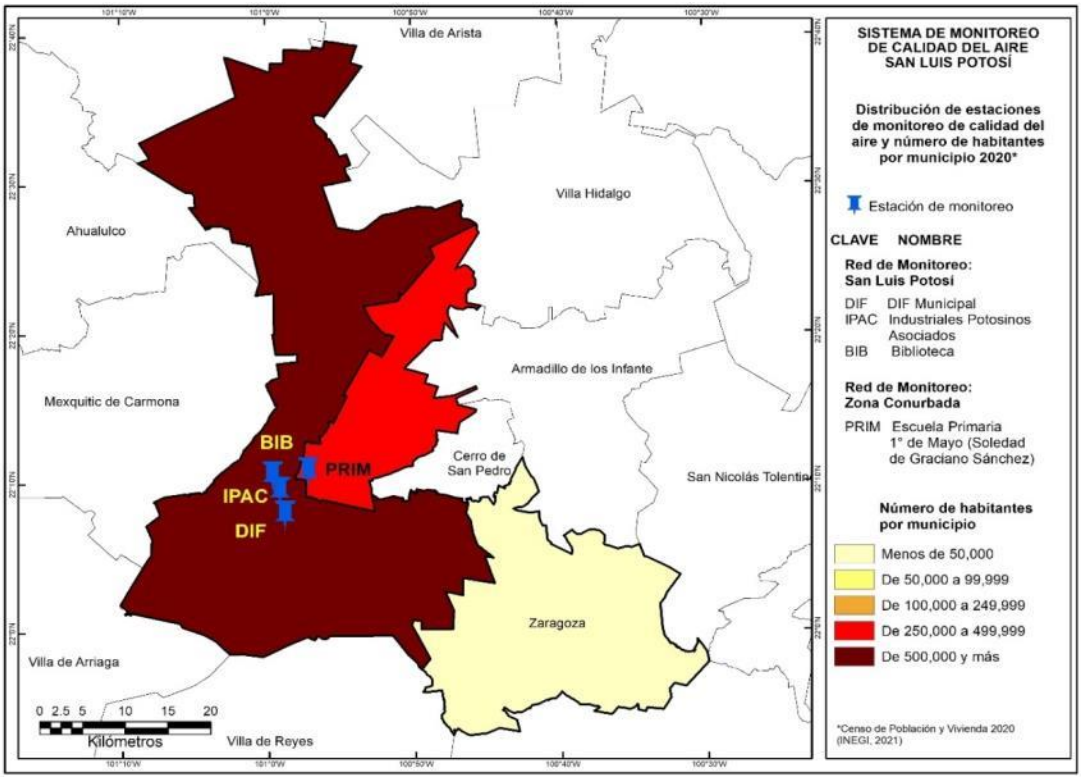
17.1 INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 17.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2020 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 17.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada 2020.

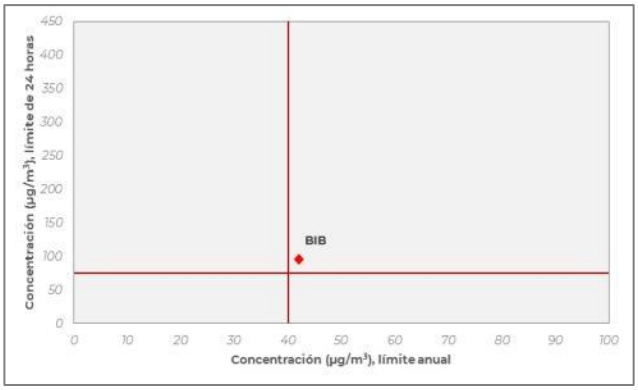


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

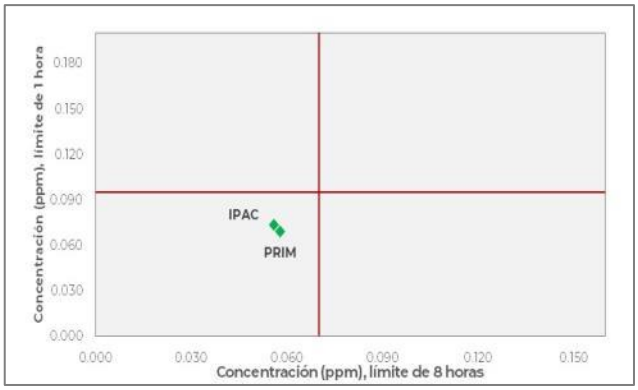
17.2 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 17.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2020.

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)



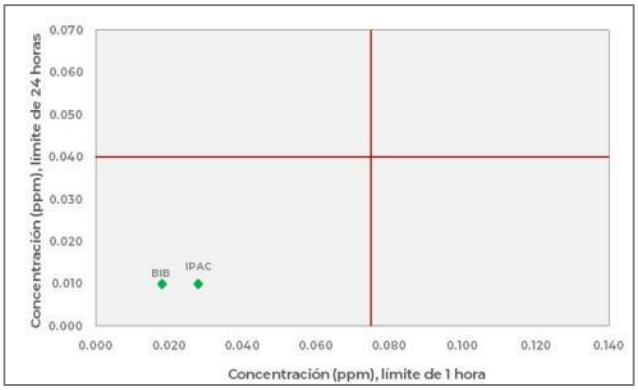
Monóxido de Carbono – CO
Límite de 8 horas (11 ppm–línea horizontal)



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



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.04 ppm–línea horizontal)



San Luis Potosí

IPAC–Industriales Potosinos Asociados;
DIF – DIF Municipal;
BIB – Biblioteca.

Soledad de Graciano Sánchez

PRIM – Escuela Primaria 1° de Mayo

Tabla 17.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en San Luis Potosí y su Zona Conurbada (2020).

Contaminante	Límite normado		Estación			
			IPAC	DIF	BIB	PRIM
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	¤	DI	96	¤
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	¤	DI	42	¤
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI	DI	¤	¤
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI	DI	¤	¤
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.073	¤	DI	0.069
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.056	¤	DI	0.058
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	2	¤	2	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.079	0.061	0.065	0.060
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.028	DI	0.018	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	DI	0.01	0.02

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
¤ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

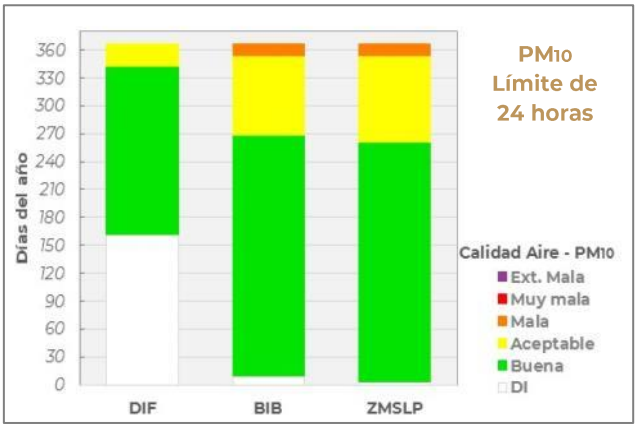
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas, anual o de tres años de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en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

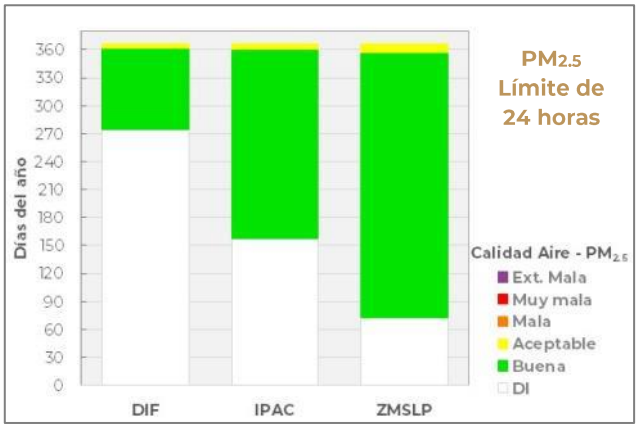
Tabla 17.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en San Luis Potosí y su Zona Conurbada.

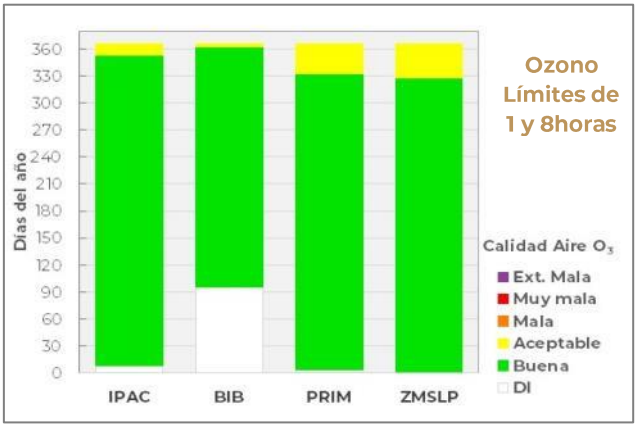
PM_{10}	No. días con datos válidos	363
	No. días > 75 µg/m³	12
	% días > 75 µg/m³	3
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	294
	No. días > 45	0
	% días > 45 µg/m³	0
O_3	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	0
CO	No. días con datos válidos	366
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0
SO_2	No. días con datos válidos	366
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 -o 24 horas)	1
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0.3

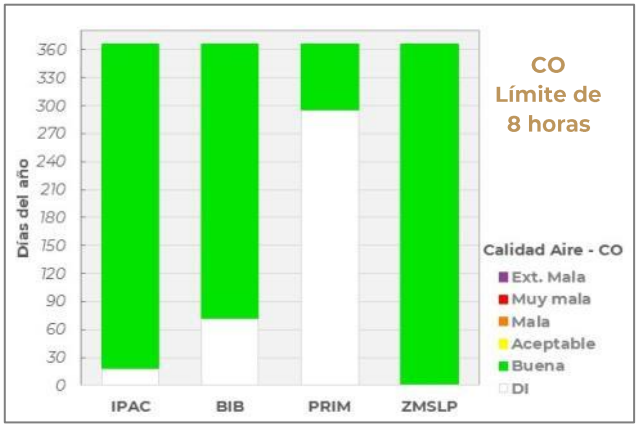
17.3 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, ACEPTABLE, MALA, MUY MALA Y EXTREMADAMENTE MALA.

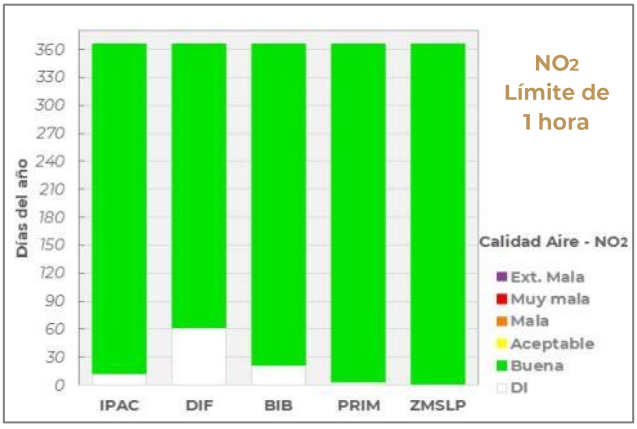
Figura 17.3. Distribución de los días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2020.

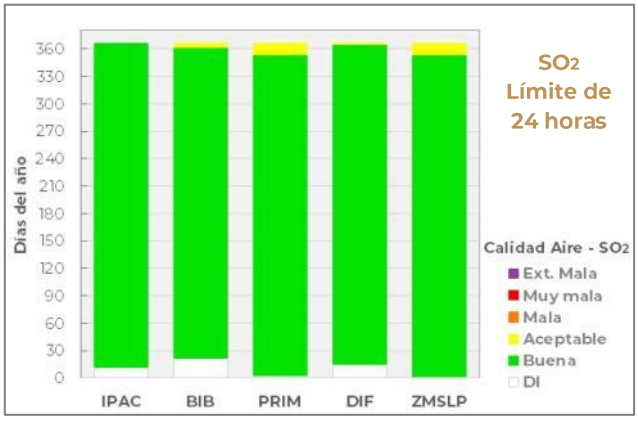












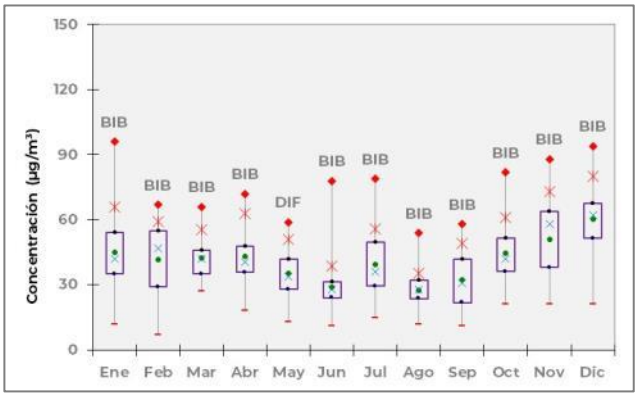
San Luis Potosí
IPAC–Industriales Potosinos Asociados;
DIF – DIF Municipal;
BIB – Biblioteca.

Soledad de Graciano Sánchez
PRIM – Escuela Primaria 1° de Mayo
ZMSLP – Zona Metropolitana de San Luis

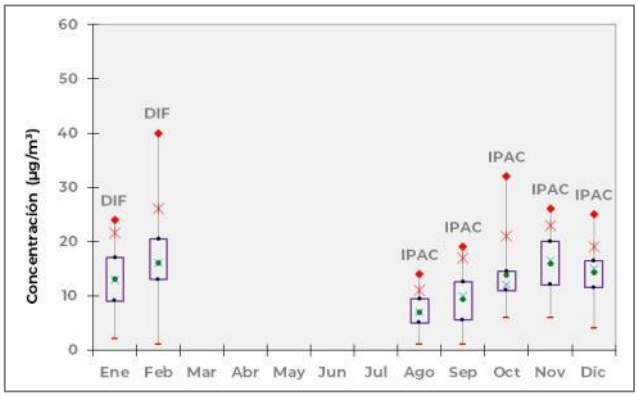
17.4 TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 17.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en el año 2020.

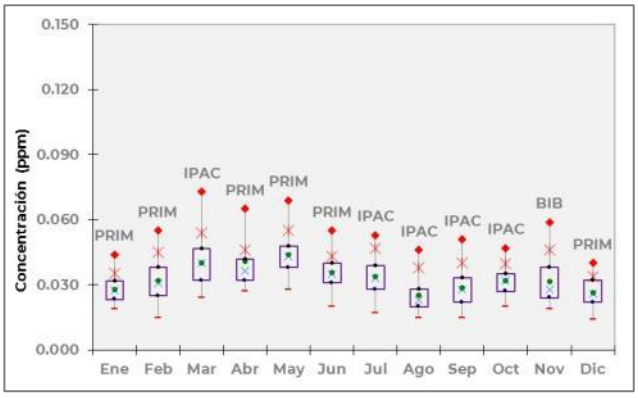
PM_{10} – Promedio de 24 horas



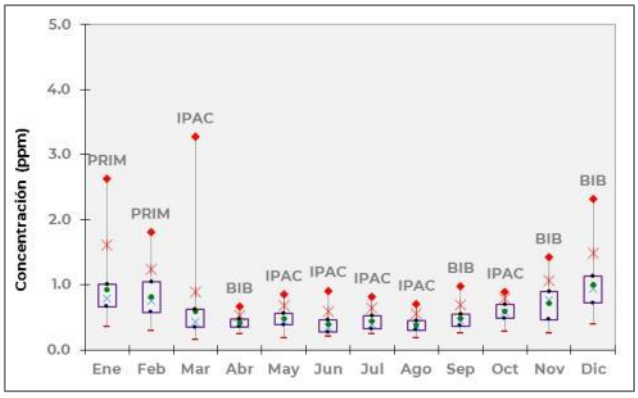
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



Ozono – Máximo diario de 1 hora

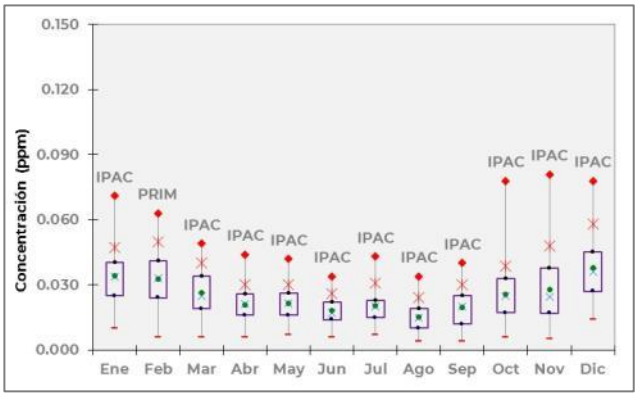


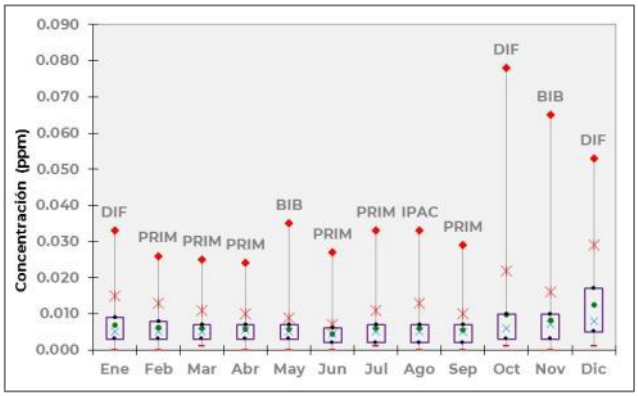
CO – Máximo diario de 8 horas



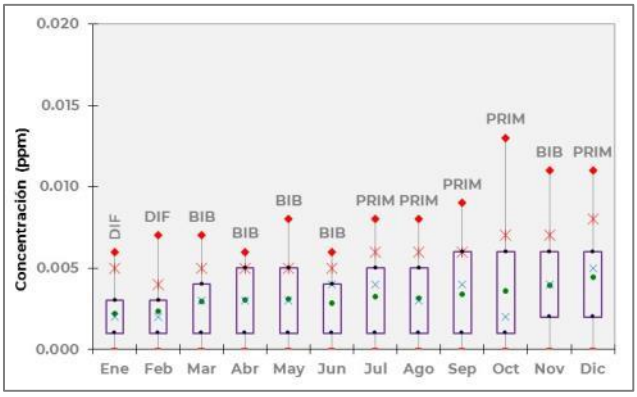
NO_2 – Máximo diario de 1 hora

SO_2 – Máximo diario de 1 hora





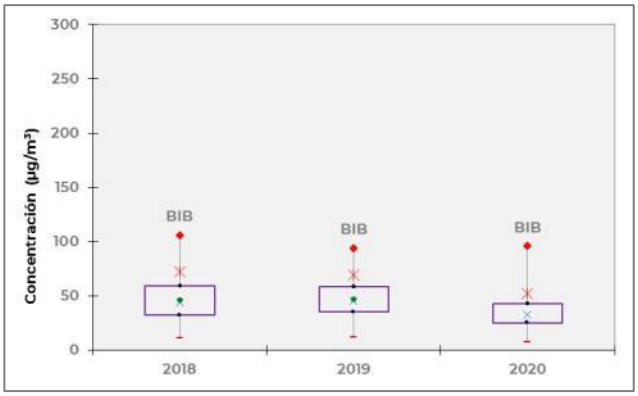
SO_2 – Promedio de 24 horas



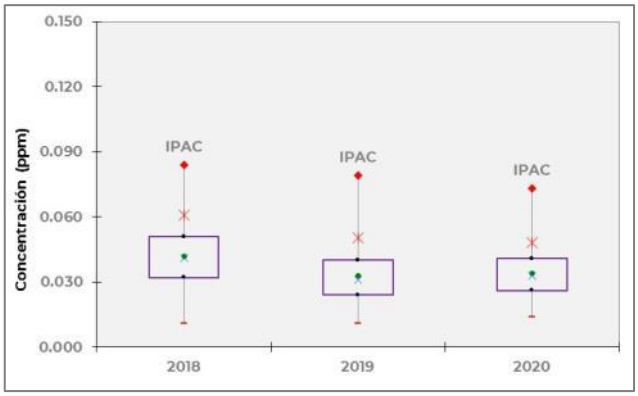
17.5 TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN LA ZMSLP EN EL PERIODO 2018 – 2020.

Figura 17.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, en periodo 2018–2020.

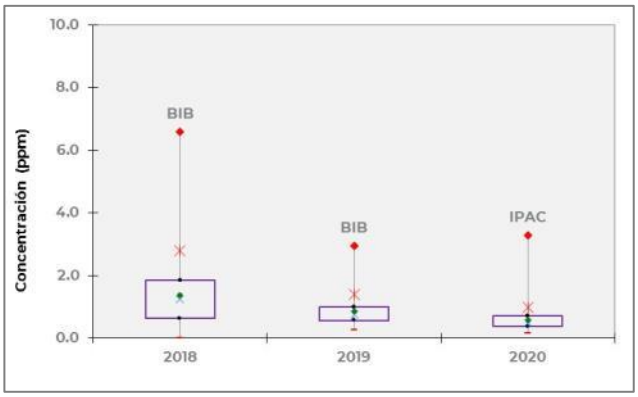
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2018-2020)



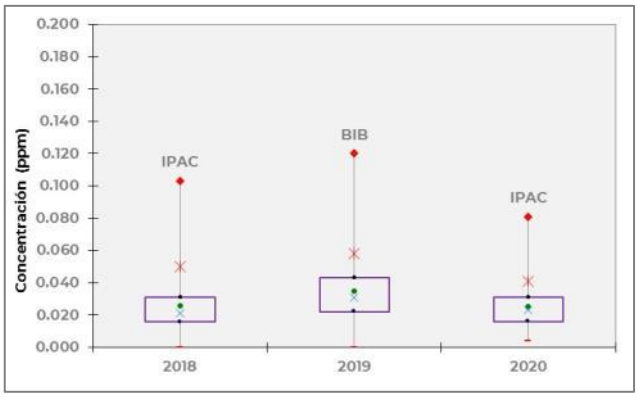
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2018-2020)



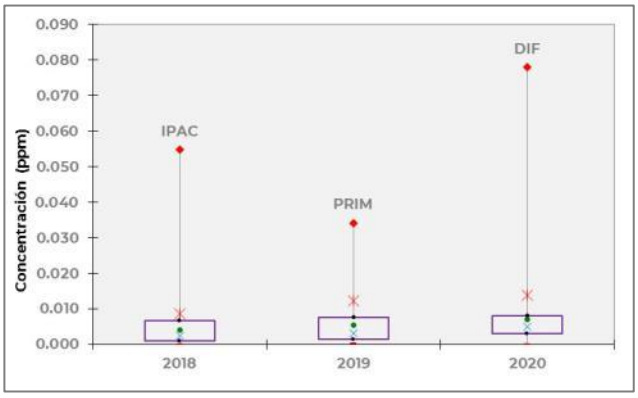
CO – Máximo diario de 8 horas
(2018-2020)



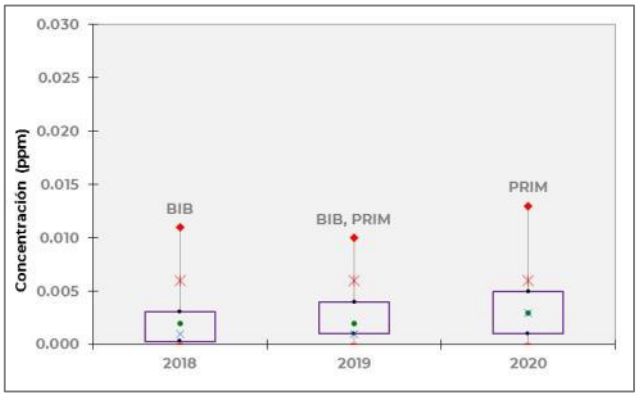
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018-2020)



SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018-2020)



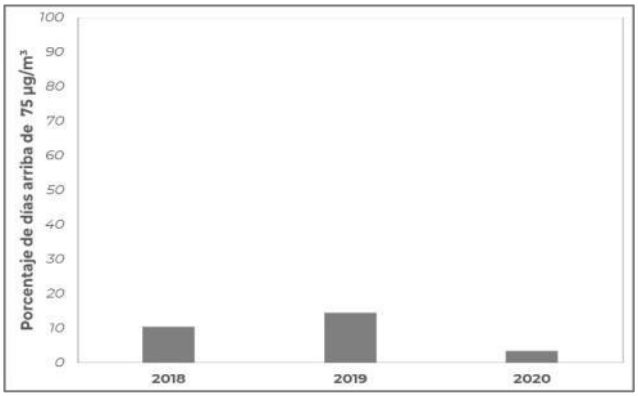
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2018-2020)



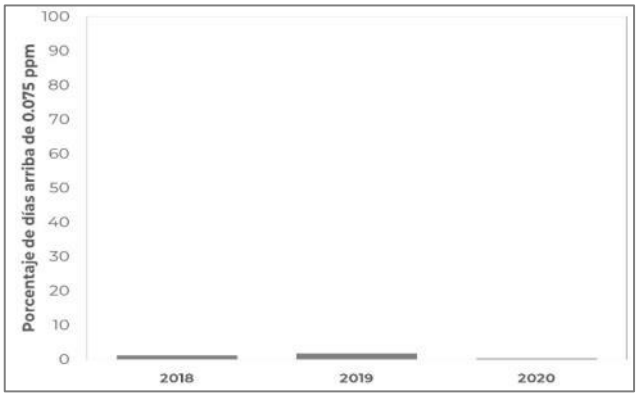
17.6 PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 17.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2020.

PM_{10} – Límite de 24 horas
(2018 – 2020)

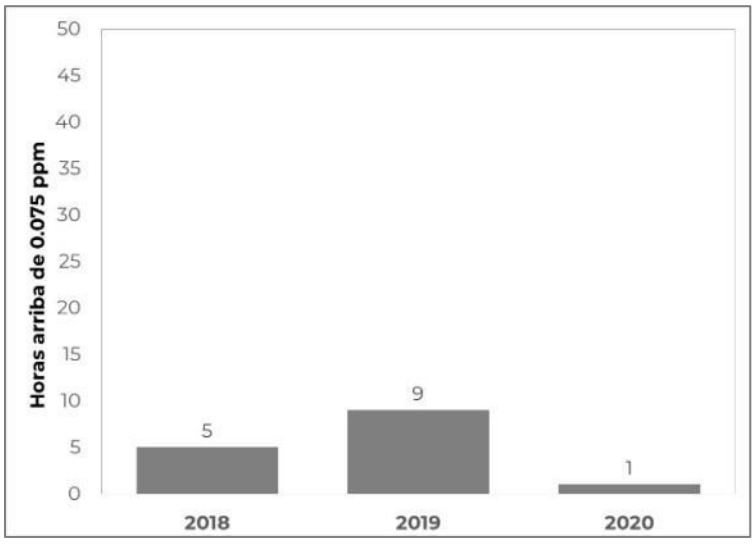


SO_2 – Límite de 1 hora
(2018 – 2020)



17.7 NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 17.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2018 – 2020.

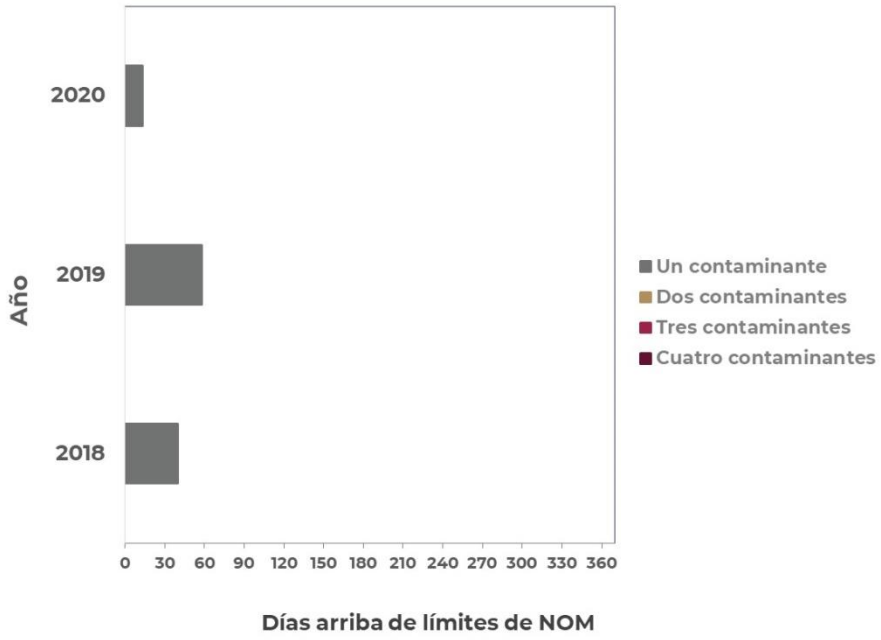


17.8 NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 17.4. 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 – 2020.

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	40	40	0	0	0
2019	365	58	58	0	0	0
2020	366	13	13	0	0	0

Figura 17.8. 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 – 2020.



Tabasco



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
TABASCO

En el año 2020, 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. Para el año 2020, sólo se recibió información de PM_{10}, O_3 y SO_2, generada por el monitoreo automático en el municipio Centro (estación ITVH – Instituto Tecnológico de Villahermosa), así como algunos registros de monitoreo manual de PM_{10} del municipio de Centla. Es importante destacar que la estación automática ITVH trabajó de manera intermitente debido tanto a variaciones de voltaje como a la irregularidad en la operación del aire acondicionado. Adicionalmente, el acceso a las instalaciones de la estación ITVH, se mantuvo restringido a partir del mes de marzo por disposición sanitaria. Las Figuras 18.1 a 18.9 y las Tablas 18.1 a 18.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

De las 11 estaciones que conforman este sistema de monitoreo, sólo las estaciones de monitoreo ubicadas en el Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH) y en el Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCE), generaron información con respecto a este contaminante; sin embargo, la misma no fue suficiente para poder evaluar el cumplimiento de la NOM correspondiente en ninguno de los dos sitios. En cualquier caso, la información disponible revela la ocurrencia de concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en el 3% de los días del año con información suficiente para generar el indicador en el caso de Villahermosa, en tanto que, en Centla, todos los días con información disponible indican buena calidad del aire.

En general, en Villahermosa, las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron fundamentalmente en el mes de abril, en tanto que a través de los años parece no haber diferencias significativas en los niveles de concentración registrados en esta ciudad, aunque es oportuno indicar que sólo se tiene información suficiente para evaluar la tendencia histórica para los años 2017, 2018 y 2019.

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 Villahermosa, sin embargo, la información recopilada para el año 2020 tuvo que ser invalidada al mostrar un comportamiento errático, que difería mucho de lo observado en años previos, lo que hizo suponer que se trataba de datos no confiables para incluirlos en el análisis mostrado en este Informe. Por ejemplo, se reportaron datos negativos, concentraciones idénticas por varias horas consecutivas, concentraciones nocturnas superiores a las registradas durante en día, etc.

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

El dióxido de nitrógeno 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 monóxido de carbono y el dióxido de azufre, sólo se vigilan en Villahermosa.

En cuanto al monóxido de carbono 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 dióxido de azufre lo destacable es el incumplimiento del límite normado de protección a la salud establecido como promedio anual. De los tres años con información disponible para este contaminante, 2019 es el año en el que se registra el mayor porcentaje de días con concentraciones superiores tanto al límite normado de 1 como de 24 horas (6% y 1%, respectivamente).

A destacar

Dos aspectos destacan en este Sistema Monitoreo, el primero es la escasa información generada como consecuencia de la irregularidad registrada en su operación, a pesar de que en la mayoría de los municipios de la entidad sólo se vigila el comportamiento de las partículas suspendidas PM_{10}. Sólo en Villahermosa se monitorea el comportamiento de gases contaminantes como ozono, dióxido de azufre y monóxido de carbono. El segundo aspecto que destaca, es que la poca información disponible revela, que en Villahermosa se registró incumplimiento de la NOM de dióxido de azufre y potencialmente hay problemas de calidad del aire por partículas suspendidas PM_{10}, aunque ello no se refleje en incumplimiento de NOM debido a la escasez de información.

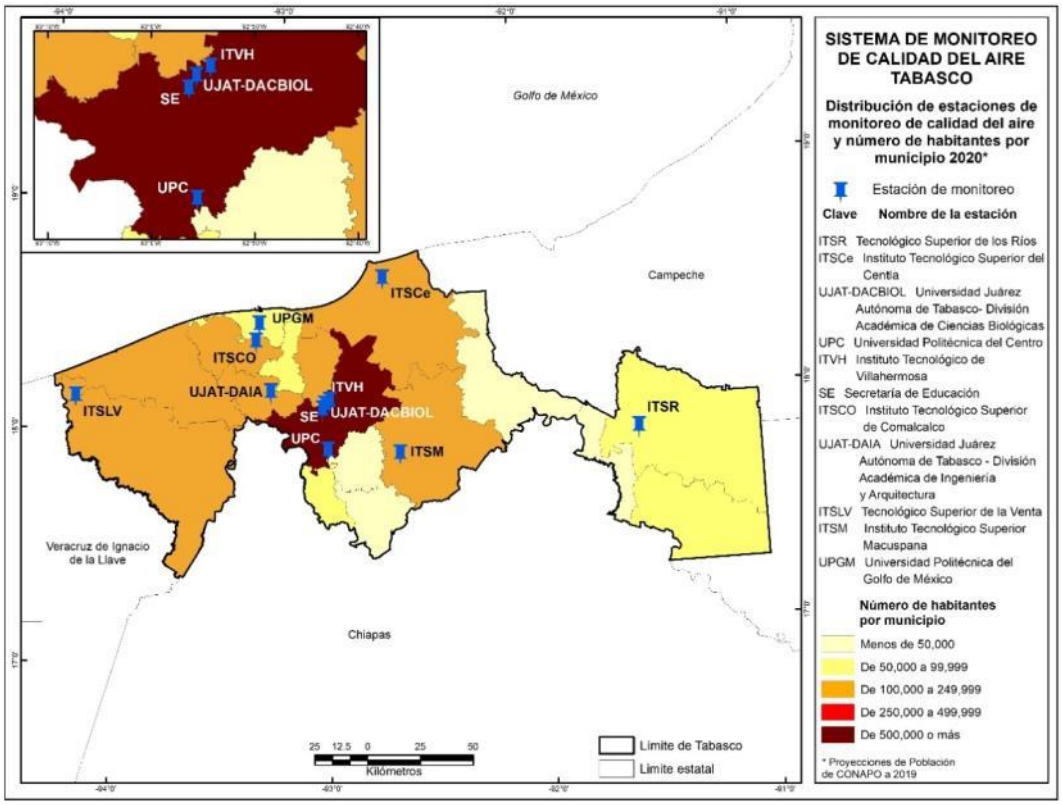
18.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2019.

Tabla 18.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2020 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 (Villahermosa)	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 18.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tabasco en 2020.

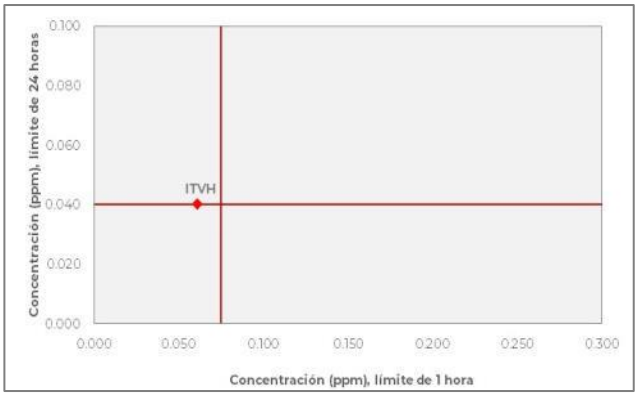


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.

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 Tabasco, en el año 2020.

Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.04 ppm–línea horizontal)



Centro
ITVH – Instituto Tecnológico de Villahermosa

Tabla 18.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Tabasco (2020).

Contaminante	Límite normado		Centro				Balancán	Huimanguillo	Centla	Paraíso	Macuspana	Comalcalco	Cunduacán
			ITVH	SE	UPC	UJAT-DACBIOL	ITSR	ITSLV	ITSCe	UPGM	ITSM	ITSCO	UJAT-DAIA
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	DI	FO	FO	FO	FO	FO	DI	FO	FO	FO	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	DI	F0	F0	F0	FO	FO	DI	FO	FO	FO	FO
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	INV	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	INV	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.061	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.04	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes
FO = Fuera de operación
INV = Datos invalidados
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante

= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

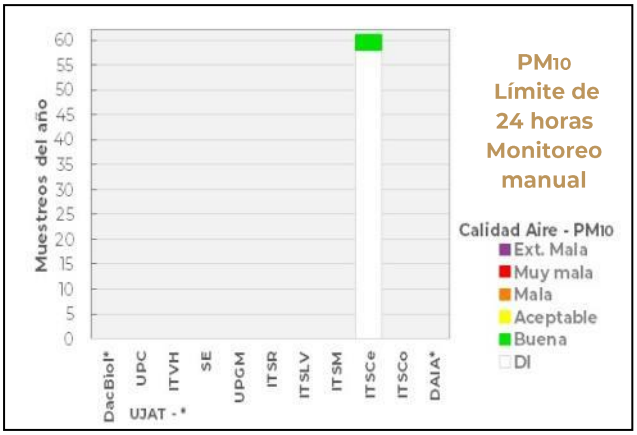
Tabla 18.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, O_3, CO, y SO_2 en el municipio Centro, Tabasco (Villahermosa).

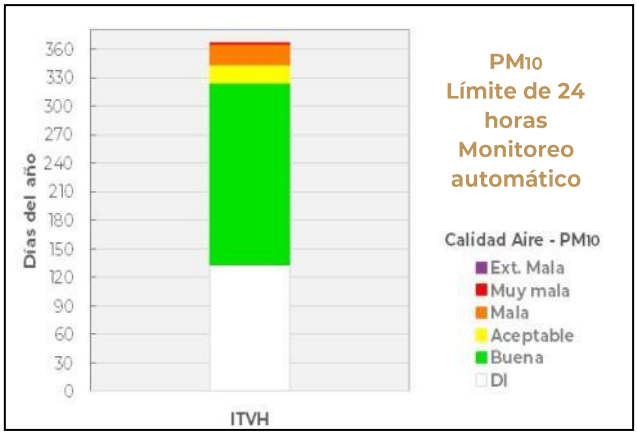
Ciudad		Centro (Villahermosa)
PM_{10}	No. días con datos válidos	233
	No. días > 75 µg/m³	22
	% días > 75 µg/m³	3
O_3	No. días con datos válidos	INV
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	INV
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	INV
CO	No. días con datos válidos	FO
	No. días > 11 ppm	FO
	% días > 11 ppm	FO
SO_2	No. días con datos válidos	356
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	1
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	0.3

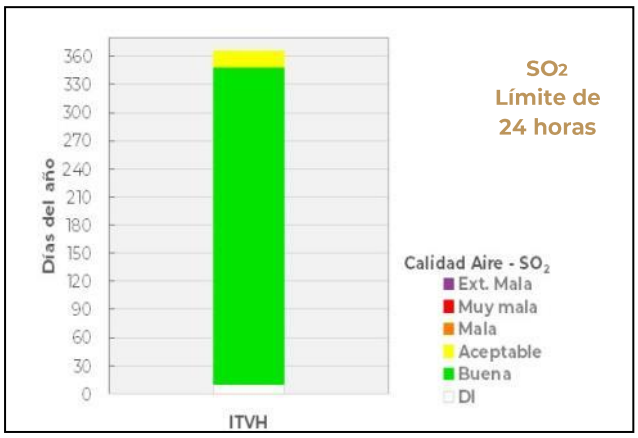
INV = Datos invalidados.
FO = Fuera de operación.

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 Tabasco, en el año 2020.







Centla
ITSCe – Instituto Tecnológico Superior de Centla

Paraíso
UPGM – Universidad Politécnica del Golfo de México

Macuspana
ITSM – Instituto Tecnológico Superior de Macuspana

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

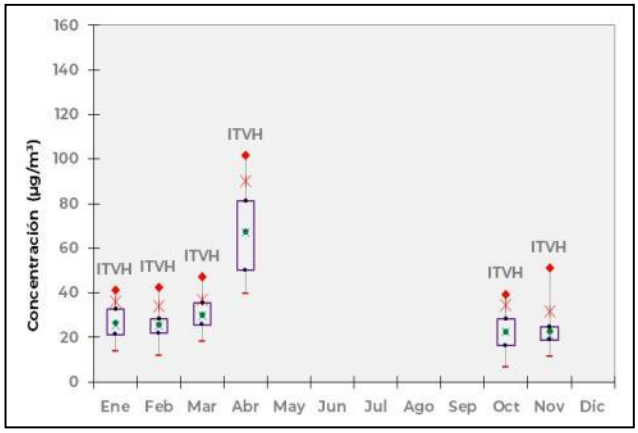
Comalcalco
ITSCO – Instituto Tecnológico superior de Comalcalco

Cunduacán
UJAT-DAIA – División Académica de Ingeniería y Arquitectura

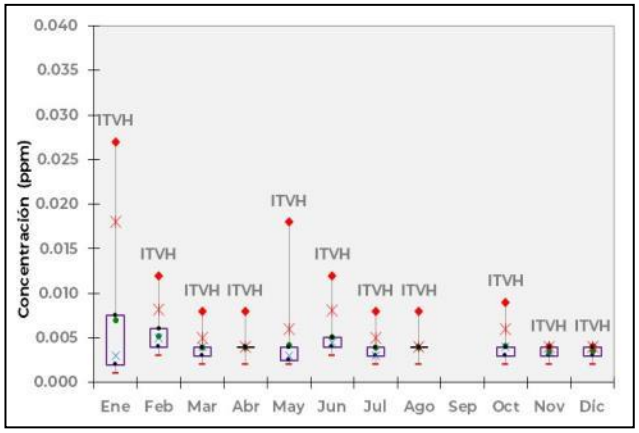
18.4 TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 18.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en el municipio Centro (Villahermosa), Tabasco, en el año 2020.

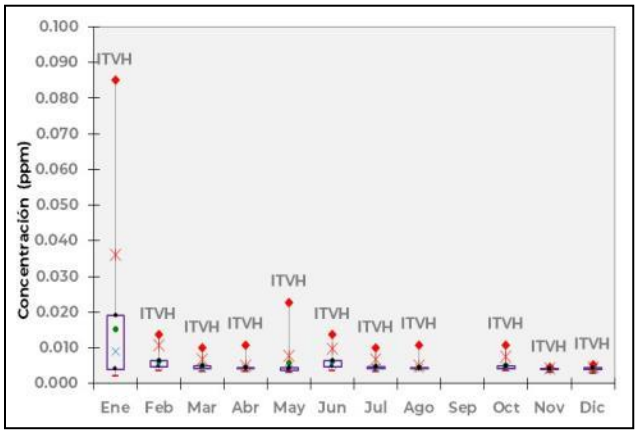
PM_{10} – Promedio de 24 horas



SO_2 – Promedio de 24 horas



SO_2 – Máximo diario de 1 hora



18.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN TABASCO EN EL PERIODO 2015 – 2020.

Figura 18.5. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Tabasco, en el periodo 2015 – 2020.

Centro
(2015 – 2020)

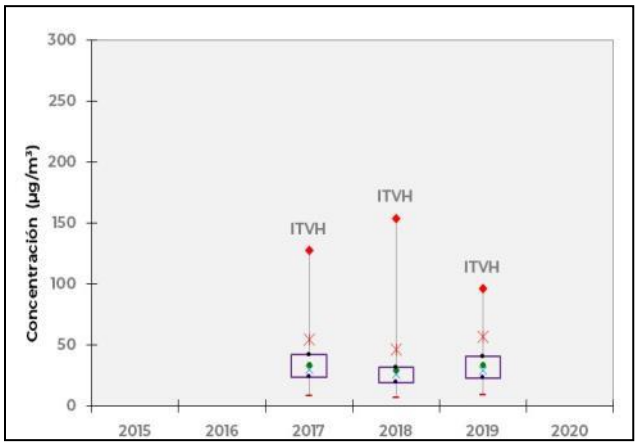
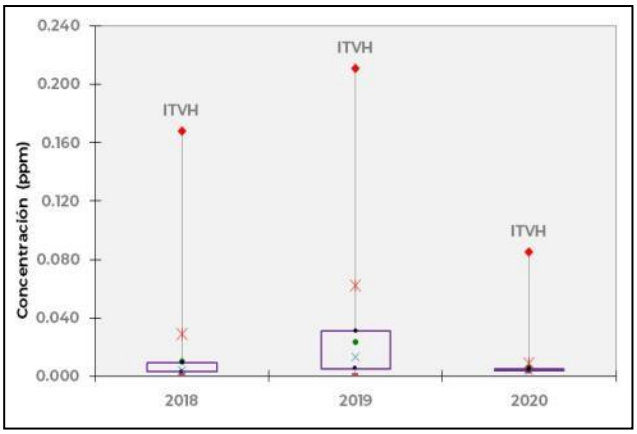
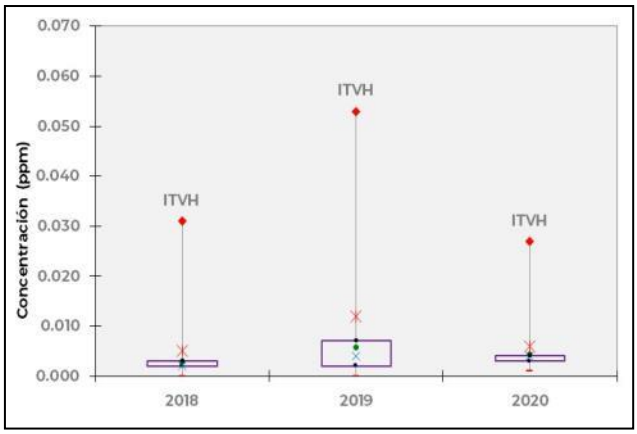


Figura 18.6. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 en el municipio Centro de Tabasco, en el periodo 2018 – 2020.

SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2018 – 2020)



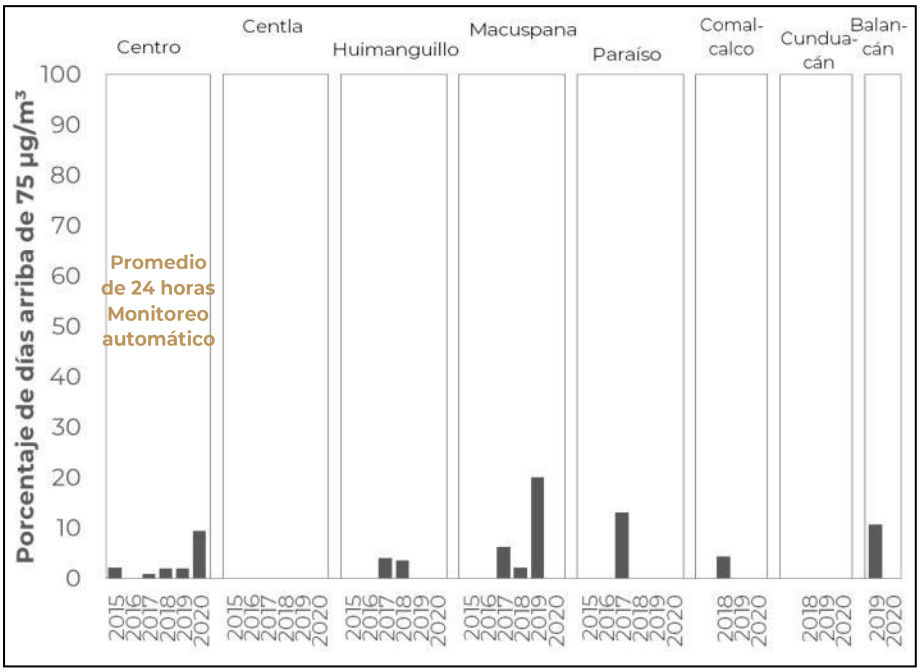
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2018 – 2020)



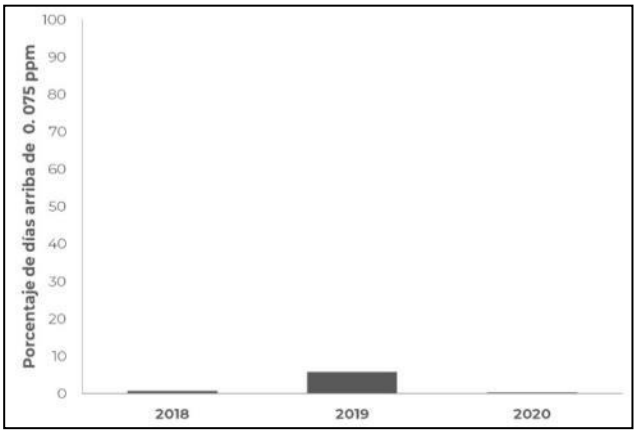
18.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 18.7. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites diarios normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2020.

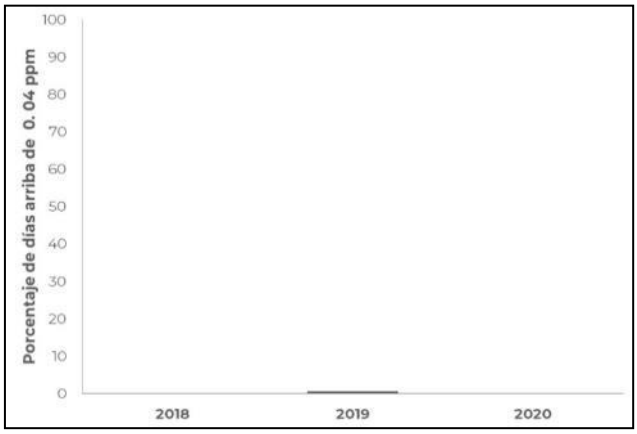
PM_{10} – Límite de 24 horas – muestreos
(2015 – 2020)



Centro
SO_2 – Límite de 1 hora
(2018 – 2020)



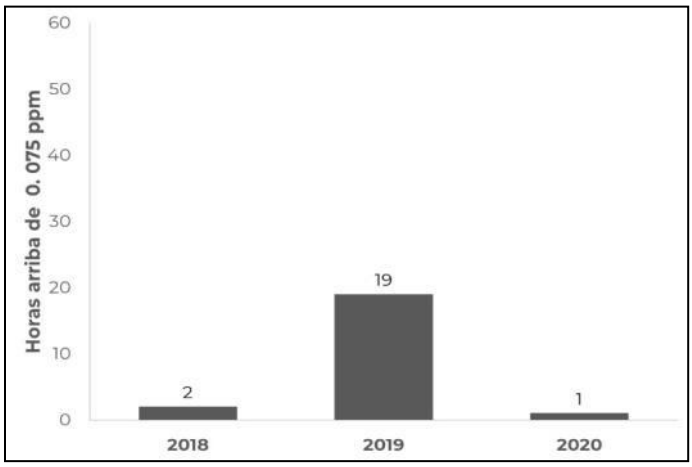
Centro
SO_2 – Límite de 24 horas
(2018 – 2020)



18.7 NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 18.8. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2018 – 2020.

SO_2 – Límite de 1 hora
(2018 – 2020)

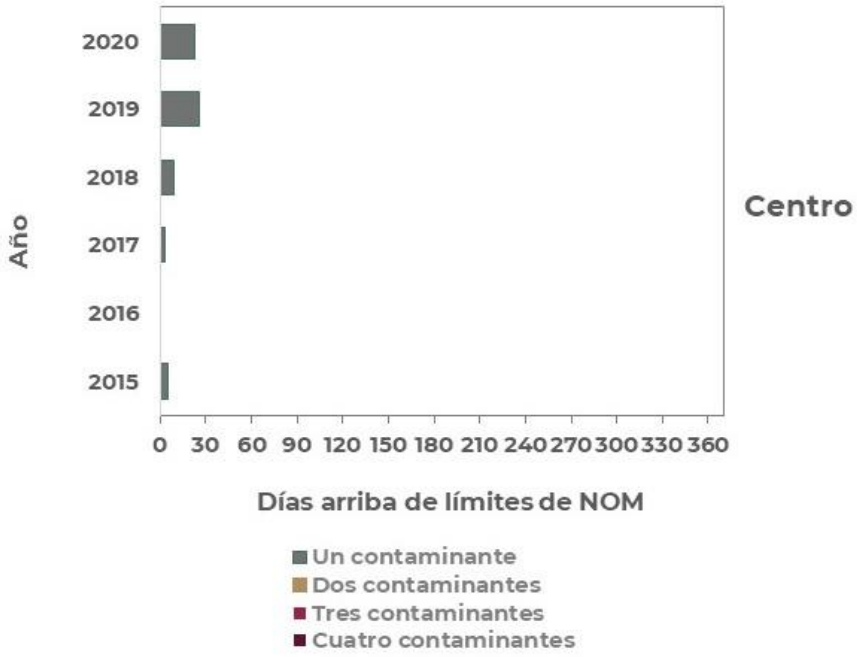


18.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 18.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Tabasco, 2015 – 2020.

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
Villahermosa	2015	236	5	5	0	0	0
	2016						
	2017	327	3	3	0	0	0
	2018	357	9	9	0	0	0
	2019	363	26	26	0	0	0
	2020	233	23	23	0	0	0

Figura 18.9. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Tabasco, 2015 – 2020.



Veracruz



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
VERACRUZ

En el año 2020, 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 4 estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Minatitlán (TEC), Xalapa (STP), Poza Rica (PR-03) y Veracruz (VER 04). Las Figuras 19.1 a 19.20 y las Tablas 19.1 a 19.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En Xalapa y Poza Rica nuevamente se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente al superarse el límite normado de 24 horas (75 $\mu g/m^3$), con concentraciones que alcanzaron los 108 $\mu g/m^3$ y 167 $\mu g/m^3$, respectivamente. En Minatitlán y Veracruz no fue posible la evaluación de cumplimiento de NOM, en la primera por estar el equipo de medición fuera de operación y en la segunda por insuficiencia de datos. La ciudad en la que con mayor frecuencia se superó el límite normado de 24 horas fue Xalapa con 4, seguida de Poza Rica con 3.

En Xalapa las concentraciones más elevadas de este contaminante se presentaron entre enero y marzo, en tanto que en Poza Rica ello ocurrió entre diciembre y marzo. A lo largo de los años, dada la escasa información disponible es difícil establecer alguna tendencia en Minatitlán y Poza Rica; sin embargo, en el caso de Xalapa destaca el hecho de que en el año 2020 se registró una ligera disminución en los niveles de concentración alcanzados por este contaminante a lo largo del año. Esta situación, se refleja también en el indicador sobre el porcentaje de días por año en que se rebasa el límite normado de 24 horas.

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 2020, tanto en Minatitlán como en Xalapa, en tanto que en Poza Rica y Veracruz no fue posible la evaluación de cumplimiento de NOM por insuficiencia de datos. El número de días de 2020 con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas fue de 3 en Xalapa, 15 en Minatitlán y 4 en Poza Rica.

A lo largo del año las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre marzo y mayo, tanto en Xalapa como en Minatitlán y en Poza Rica.

Por otra parte, a lo largo de los años no es posible establecer una tendencia clara debido a la escasez de información; sin embargo, se puede destacar que las concentraciones registradas en 2019, tanto en Xalapa como en Poza Rica, fueron 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. En el caso de Xalapa, en el 2020, se registró un ligero descenso en estos indicadores. Esta condición se ve reflejada en el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Ozono (O_3)

La NOM de salud ambiental para ozono se cumplió en Xalapa y se incumplió en Minatitlán, en tanto que en Poza Rica y Veracruz no fue posible evaluar su cumplimiento debido a la insuficiencia de datos. A lo largo del año, las concentraciones más altas de ozono se registraron entre marzo y mayo en la ciudad de Xalapa, en tanto que en Minatitlán y en Poza Rica no es posible identificar un patrón debido a la escasez de información para la mayoría de los meses del año. Por otra parte, es difícil establecer alguna tendencia a lo largo del tiempo debido a que sólo se cuenta con información para un reducido número de años consecutivos, y lo que se observa en ellos es una gran variabilidad en el comportamiento de los datos de un año a otro. 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 marcada tendencia a la baja de 2016 a 2020. En ese periodo se pasó de 30 a sólo 1 hora en esa condición.

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 tanto en Xalapa como en Poza Rica, en tanto que en Veracruz no fue posible la evaluación de cumplimiento por insuficiencia de datos. Misma situación que se presentó en todas las ciudades con respecto al dióxido de azufre.

A destacar

En 2020, el contaminante que con mayor frecuencia determinaron una condición de mala calidad del aire en Minatitlán y Poza Rica son las $PM_{2.5}$, en tanto que, en Xalapa fue el ozono.

En general, en el año 2020 el número de días en que se incumple al menos una norma de calidad del aire experimentó una disminución importante respecto a lo observado en 2019. En el caso de Xalapa pasó de 21 a 7 días, en Minatitlán de 54 a 28 días y en Poza Rica de 37 a 15 días.

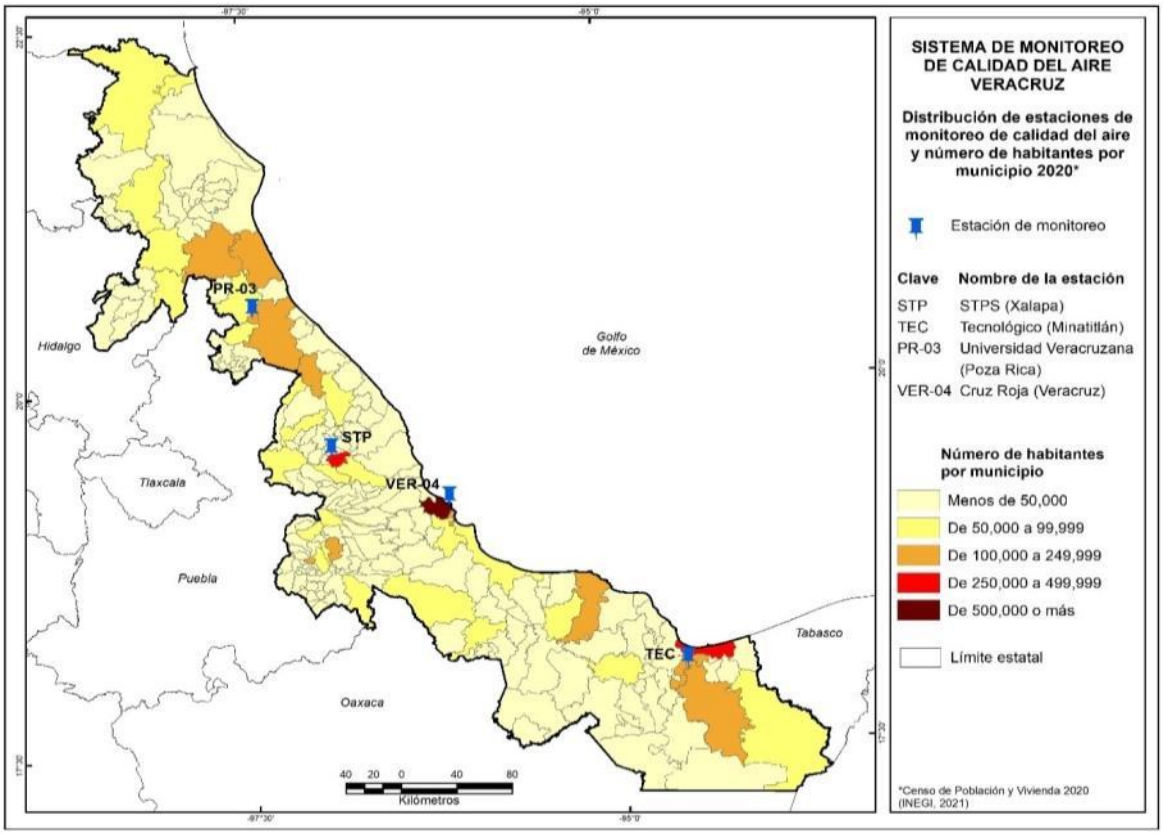
19.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 19.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2020 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)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Veracruz	Cruz Roja Mexicana	VER-04	Automático (2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

Figura 19.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Veracruz, 2020.

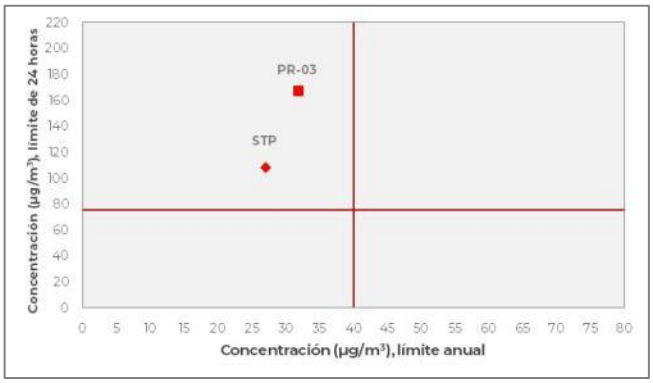


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

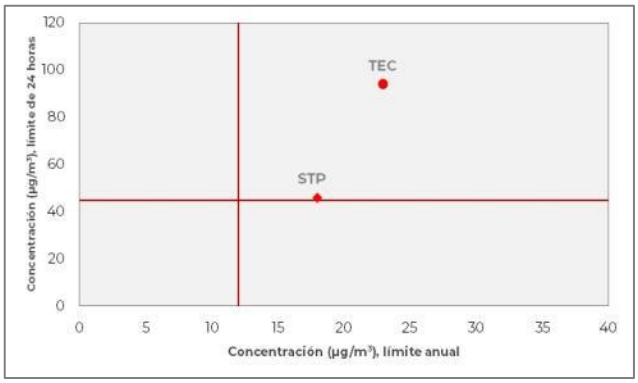
19.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 19.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Veracruz, en el año 2020.

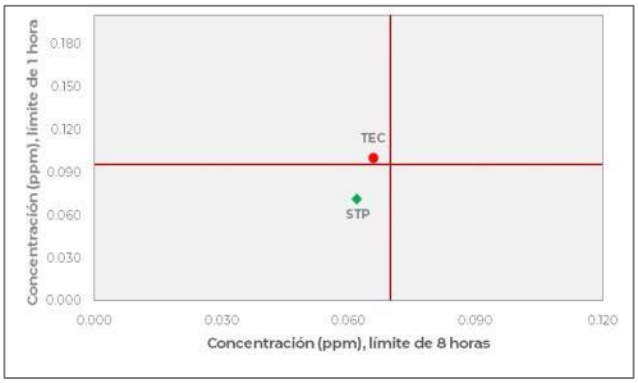
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (75 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (40 µg/m³- línea vertical)



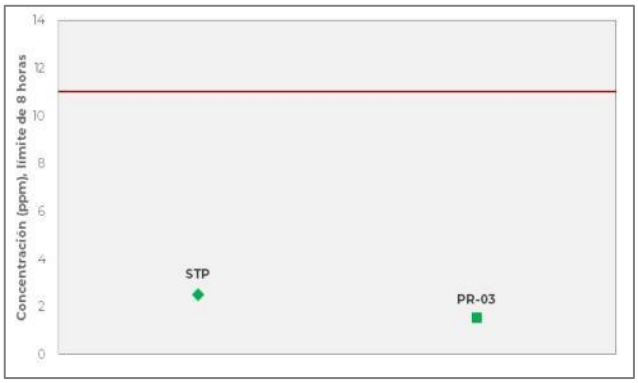
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (45 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (12 µg/m³- línea vertical)



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 1 hora (0.075 ppm- línea vertical)
Límite de 24 horas (0.04 ppm–línea horizontal)

- Minatitlán
  TEC – Tecnológico
- Xalapa
  STP – STPS
- Poza Rica
  PR-03 – Universidad Veracruzana

Tabla 19.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Veracruz (2020).

Contaminante	Límite normado		Minatitlán	Xalapa	Poza Rica	Veracruz
			TEC	STP	PR-03	VER-04
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m³	FO	108	167	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m³	FO	27	32	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	94	46	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	23	18	DI	DI
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.100	0.071	DI	DI
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	DI	0.062	DI	DI
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI	2	2	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.042	0.073	0.033	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	DI	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes
FO = Fuera de operación
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante

= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

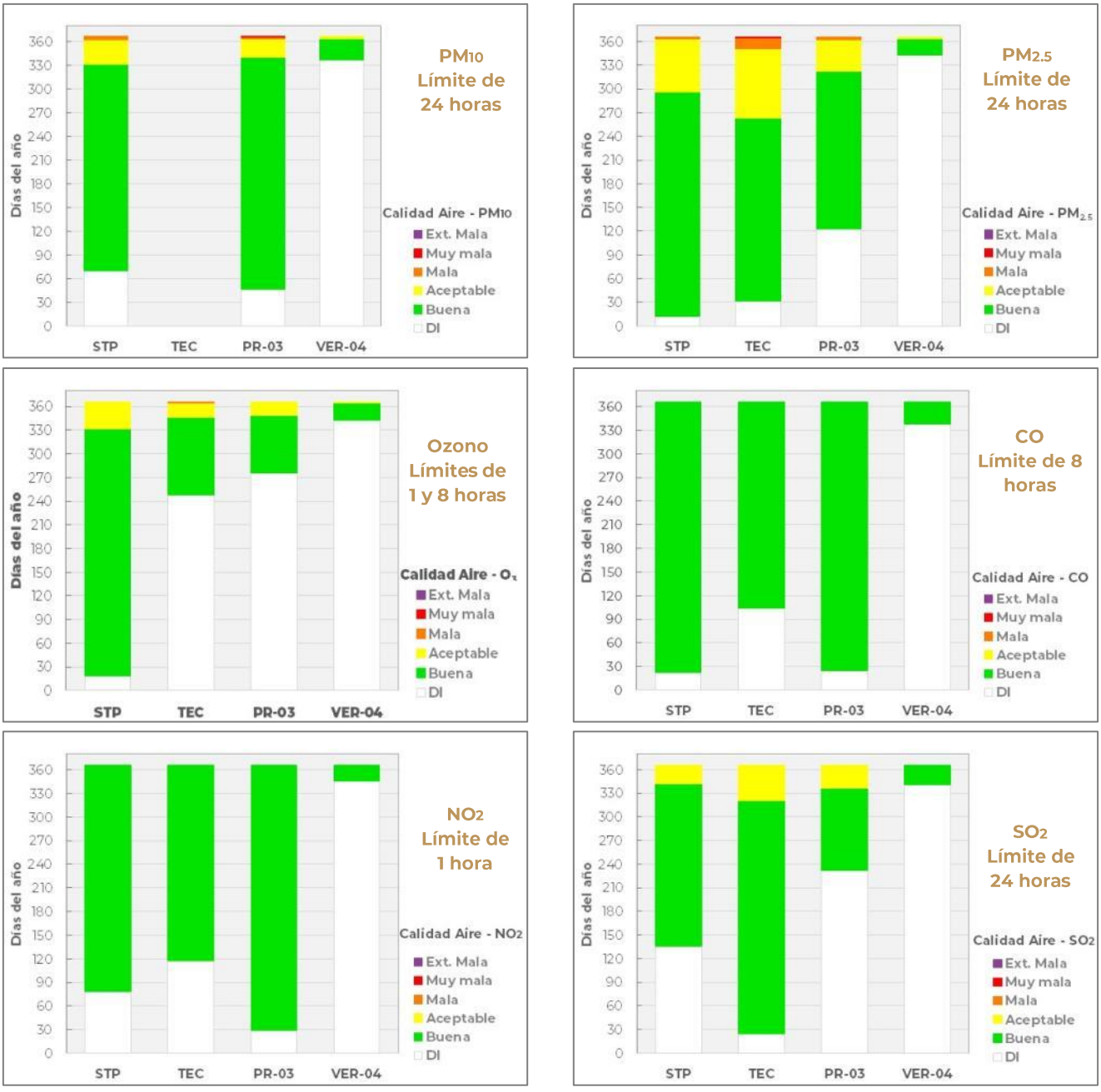
Tabla 19.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites diarios normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Veracruz.

Ciudad		Minatitlán	Xalapa	Poza Rica	Veracruz
PM_{10}	No. días con datos válidos	FO	296	319	29
	No. días > 75 µg/m³	FO	4	3	0
	% días > 75 µg/m³	FO	1	1	0
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	334	354	243	23
	No. días > 45 µg/m³	15	3	4	0
	% días > 45 µg/m³	5	1	2	0
O_3	No. días con datos válidos	119	347	90	23
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	1	0	0	0
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	1	0	0	0
CO	No. días con datos válidos	262	344	341	28
	No. días > 11 ppm	0	0	0	0
	% días > 11 ppm	0	0	0	0
NO_2	No. días con datos válidos	248	288	337	21
	No. días > 0.210 ppm	0	0	0	0
	% días > 0.210 ppm	0	0	0	0
SO_2	No. días con datos válidos	341	230	134	25
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	16	0	10	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	5	0	8	0

FO = Fuera de operación.

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 Veracruz, en el año 2020.



Minatitlán
TEC – Tecnológico

Xalapa
STP–STPS

Poza Rica
PR-03 – Universidad Veracruzana

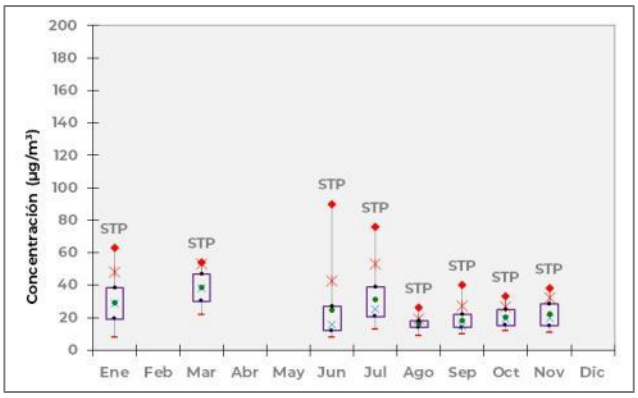
Veracruz
VER-04 – Cruz Roja Mexicana

19.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE Y CIUDAD, EN 2020.

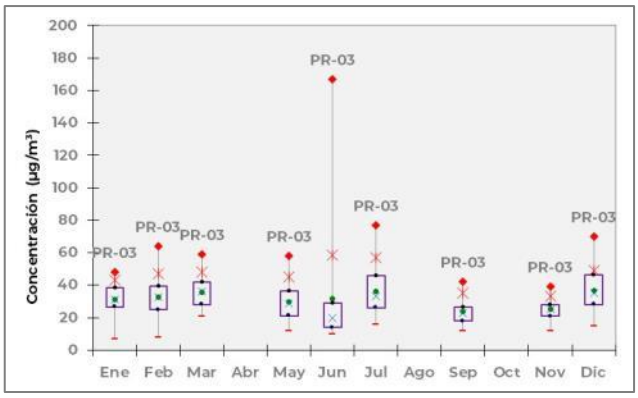
Figura 19.4. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Promedio de 24 horas

Xalapa



Poza Rica



Veracruz

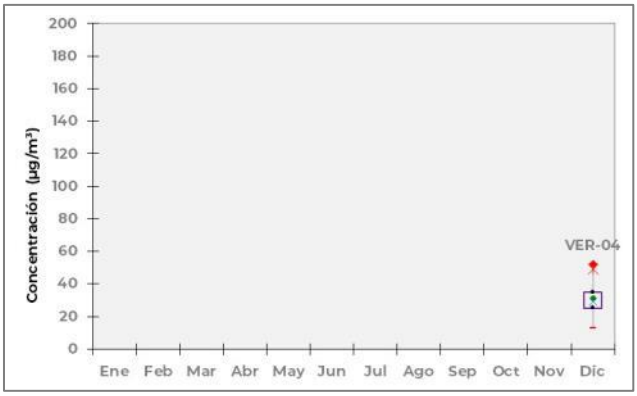
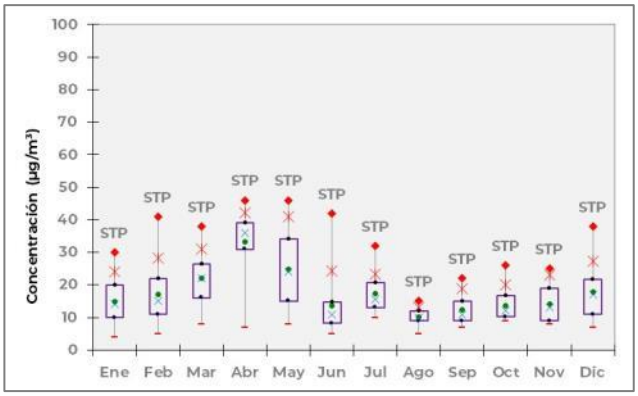


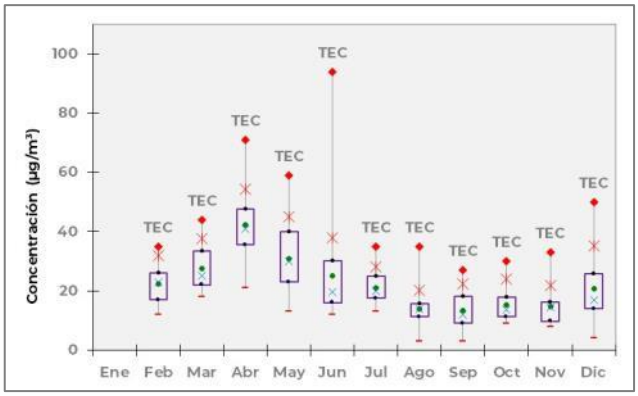
Figura 19.5. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Promedio de 24 horas

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

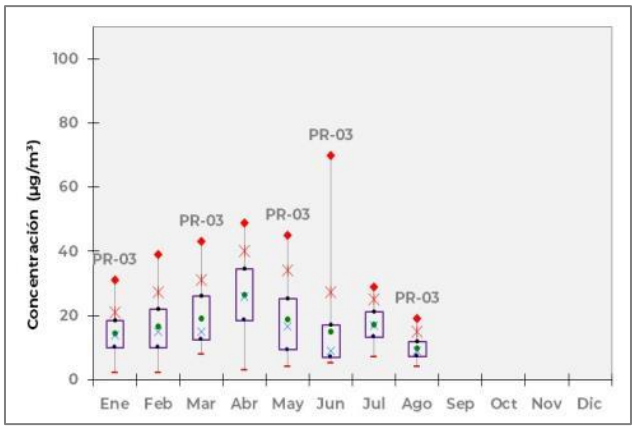
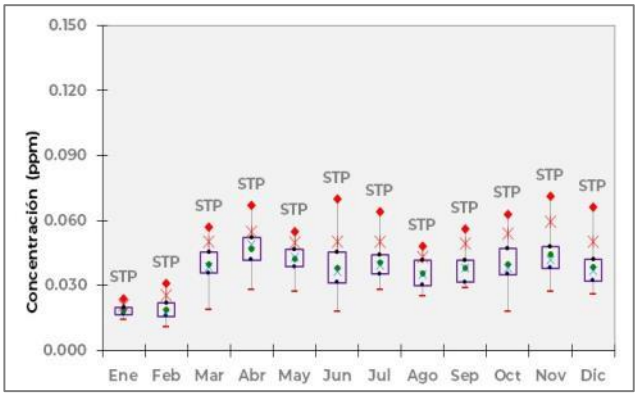


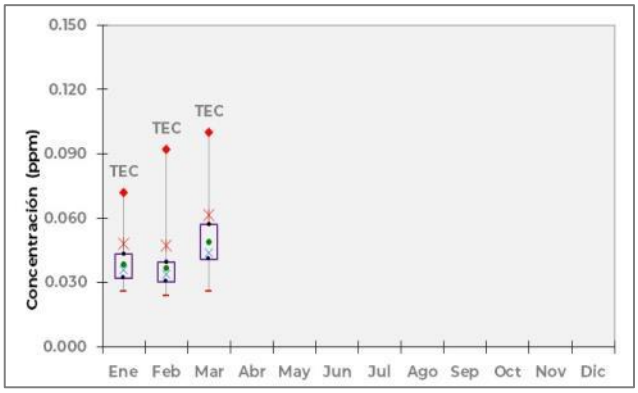
Figura 19.6. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Máximo diario de 1 hora

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

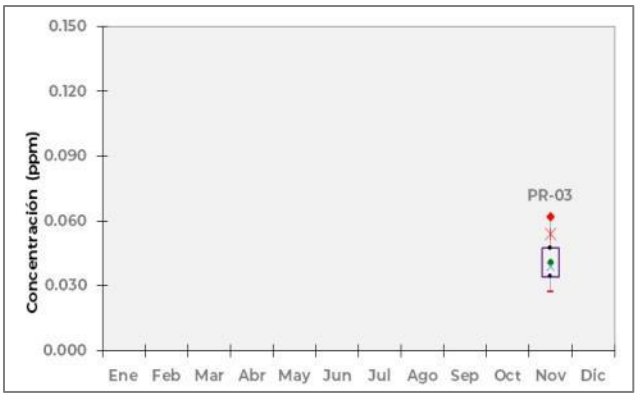
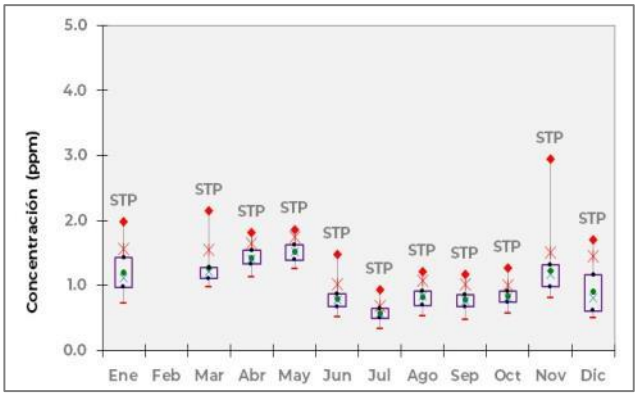


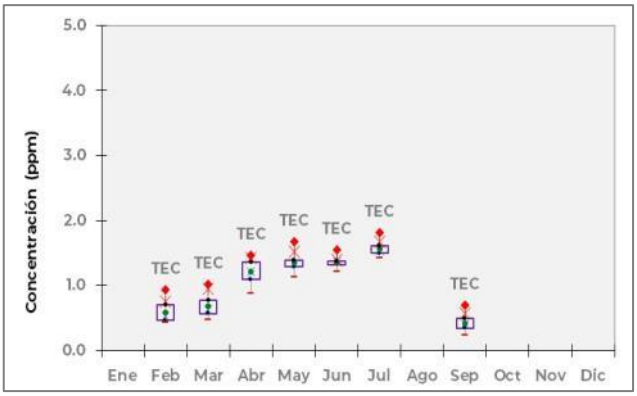
Figura 19.7. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Máximo diario de 8 horas

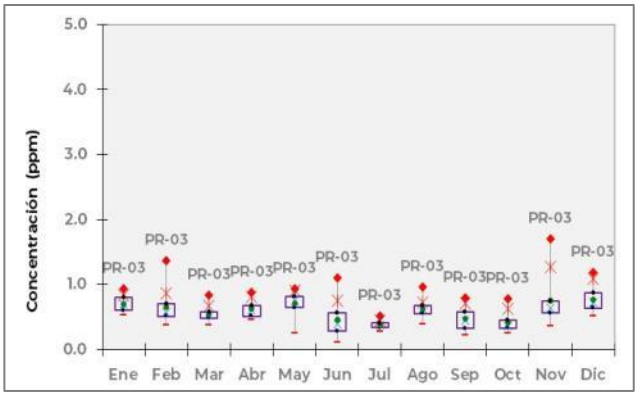
Xalapa



Minatitlán



Poza Rica



Veracruz

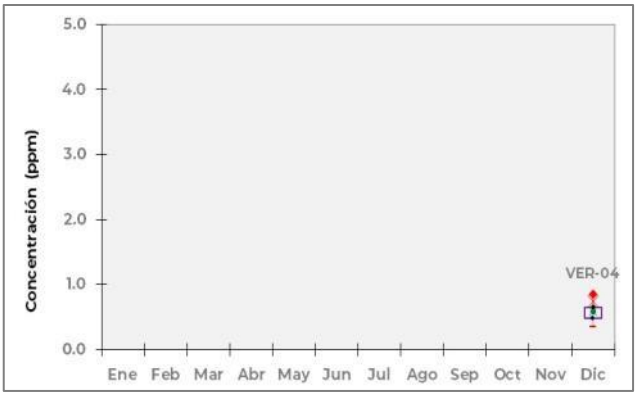
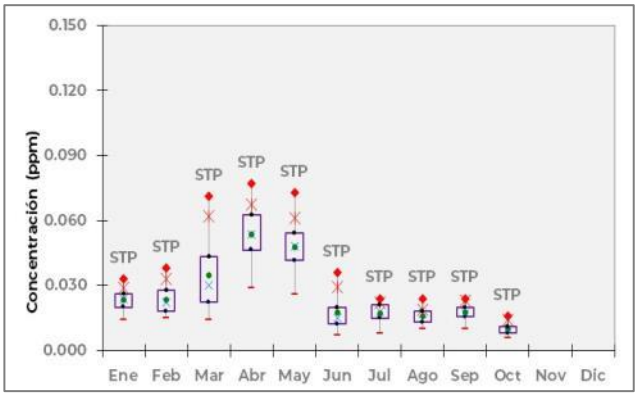


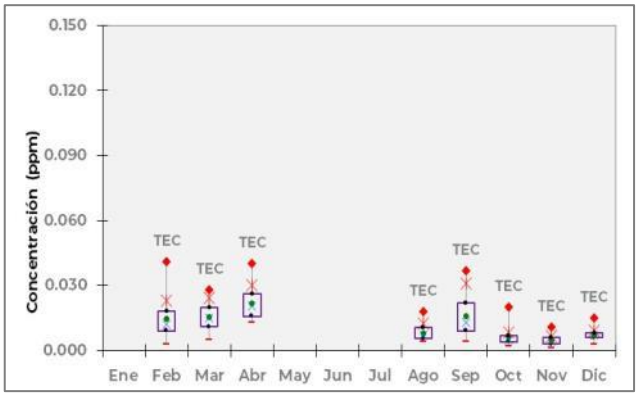
Figura 19.8. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Máximo diario de 1 hora

Xalapa



Minatitlán



Poza Rica

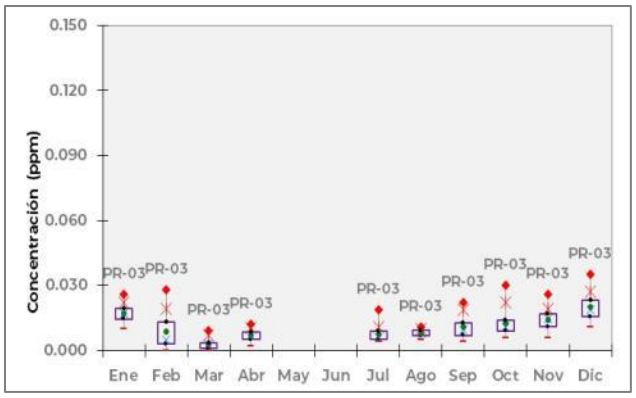
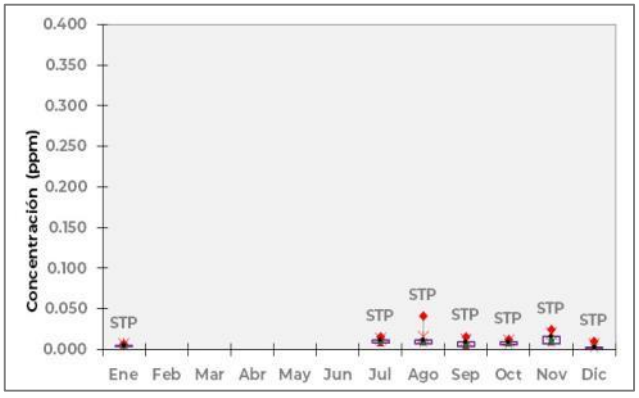


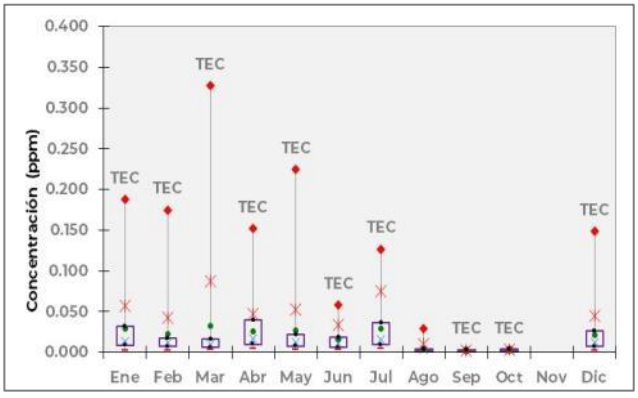
Figura 19.9. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Máximo diario de 1 hora

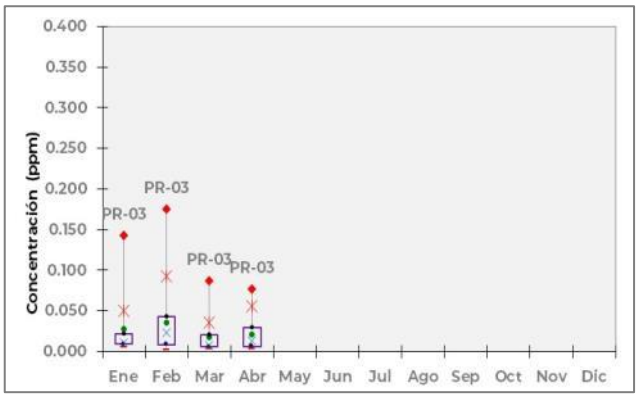
Xalapa



Minatitlán



Poza Rica



Veracruz

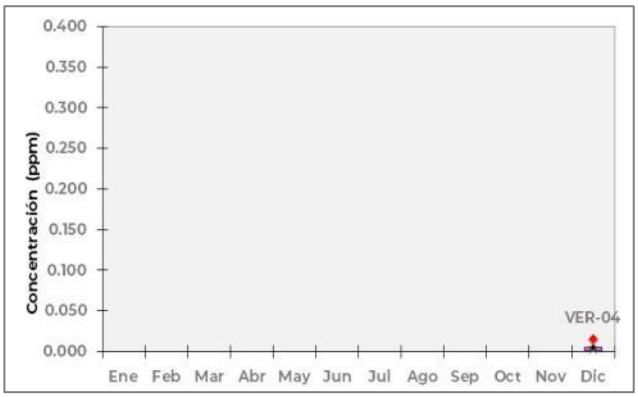
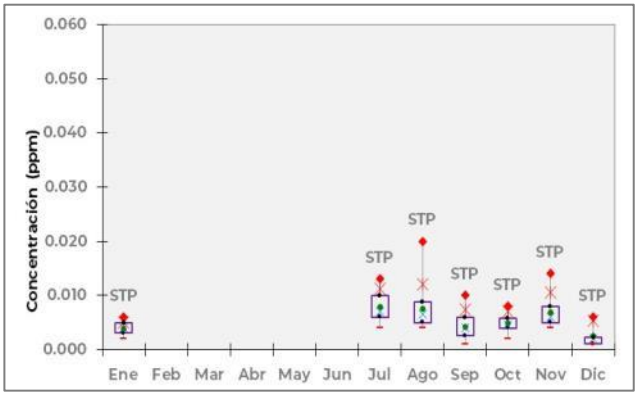


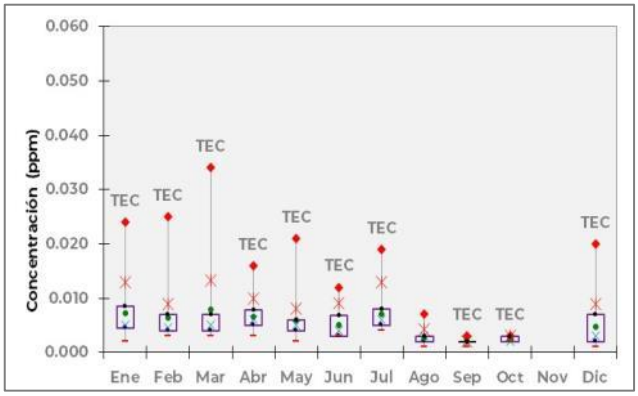
Figura 19.10. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2020 en Veracruz.

Promedio de 24 horas

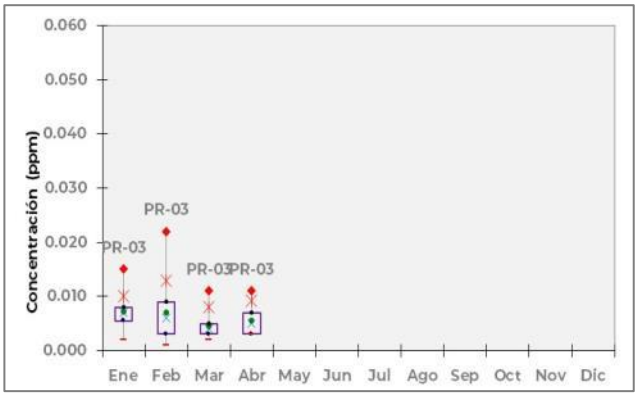
Xalapa



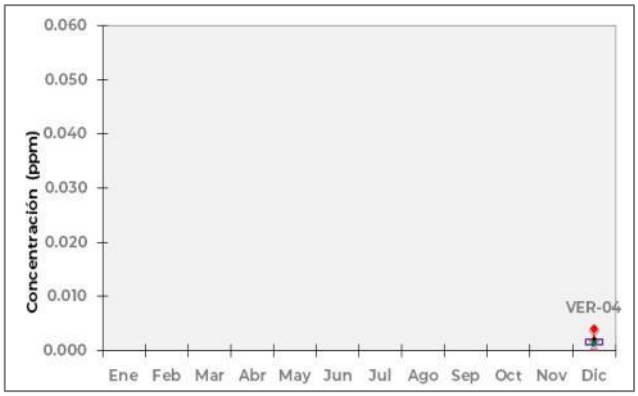
Minatitlán



Poza Rica



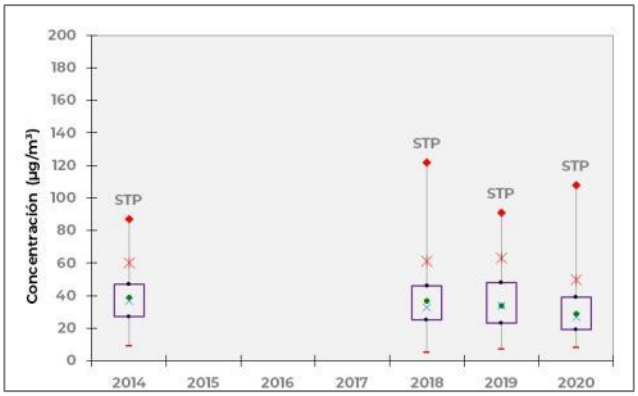
Veracruz



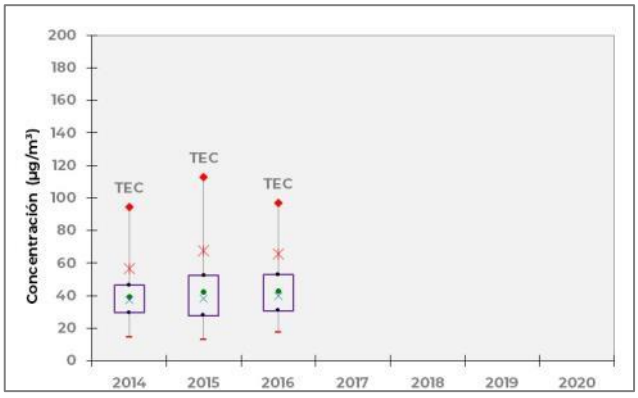
19.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN VERACRUZ EN EL PERIODO 2014 – 2020.

Figura 19.11. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

Xalapa
(2014-2020)



Minatitlán
(2014-2020)



Poza Rica
(2014-2020)

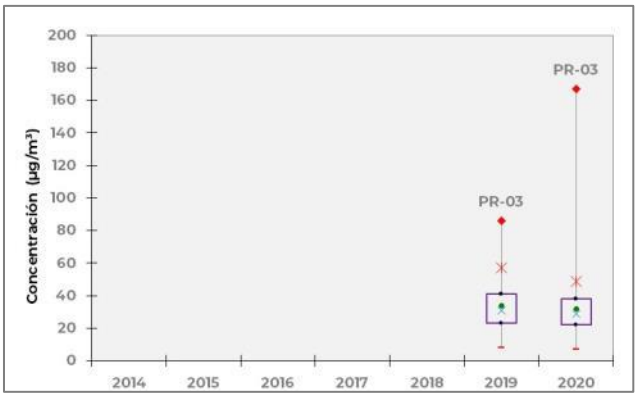
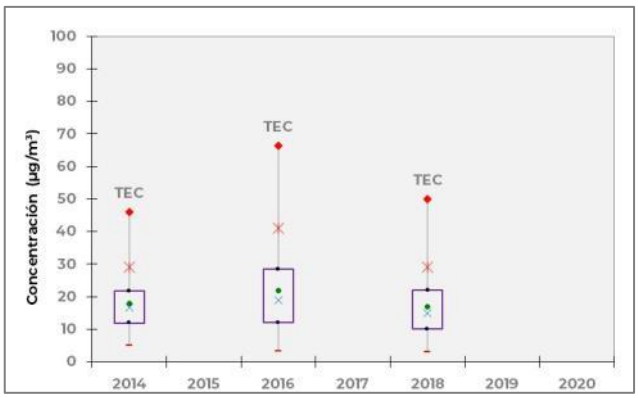


Figura 19.12. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

Xalapa
(2014-2020)



Minatitlán
(2014-2020)



Poza Rica
(2014-2020)

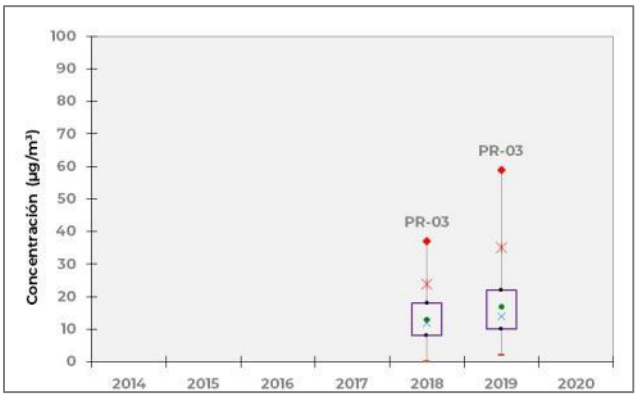
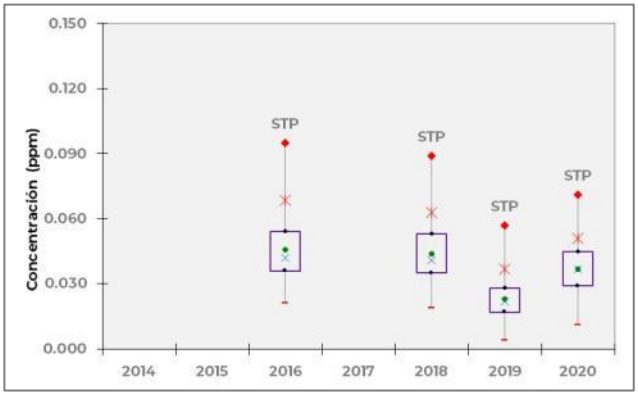
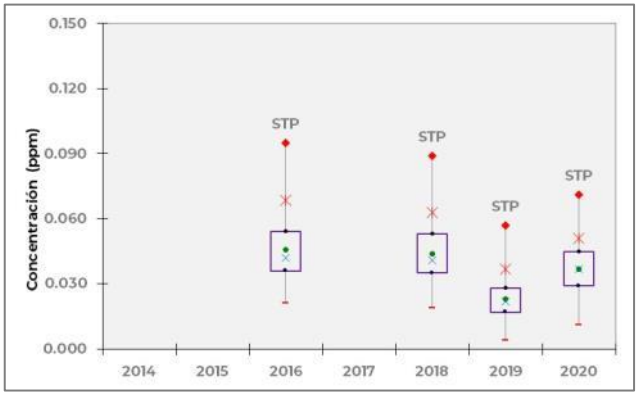


Figura 19.13. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

Xalapa
(2014-2020)



Minatitlán
(2014-2020)



Poza Rica
(2014-2020)

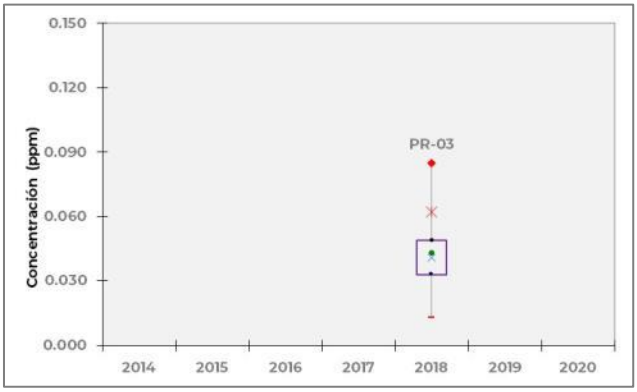
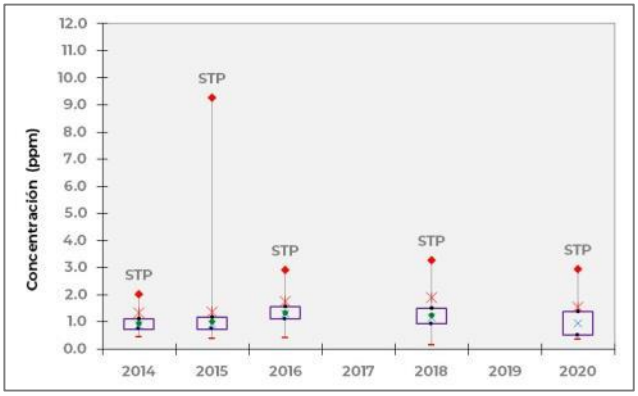
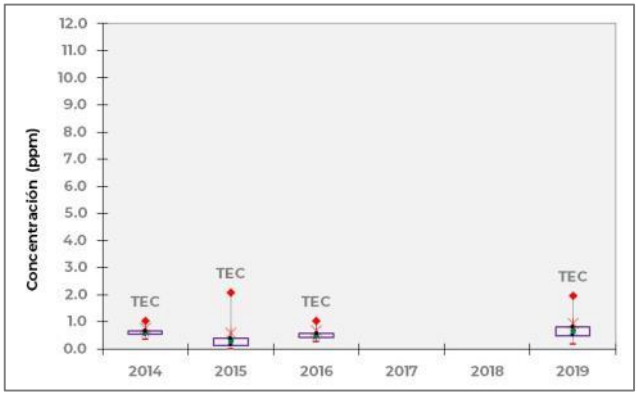


Figura 19.14. Tendencias de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

Xalapa
(2014-2020)



Minatitlán
(2014-2020)



Poza Rica
(2014-2020)

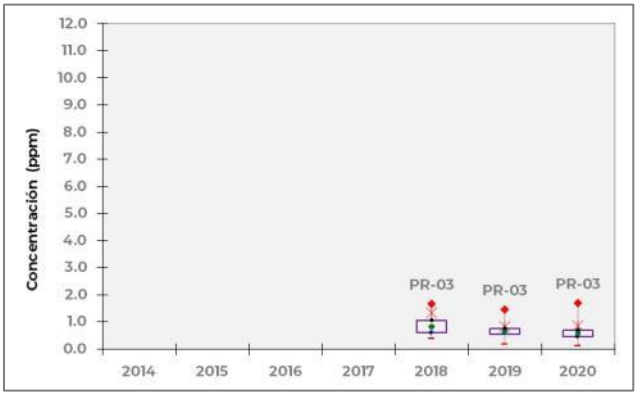
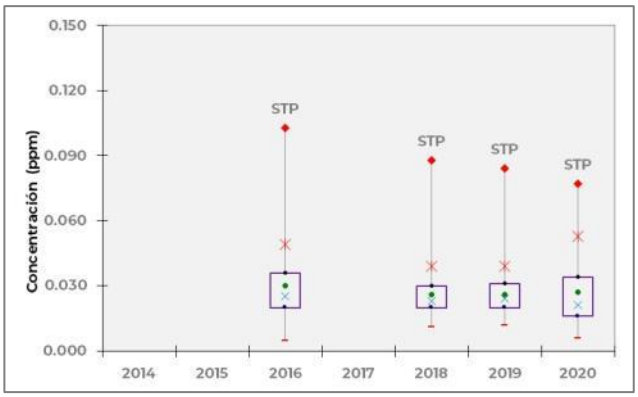


Figura 19.15. Tendencias de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

Xalapa
(2014-2020)



Poza Rica
(2014-2020)

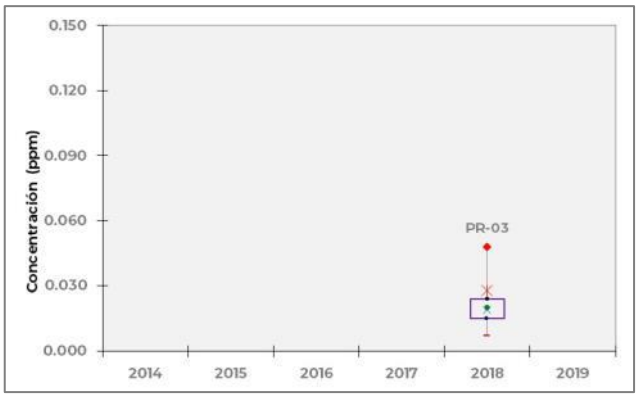
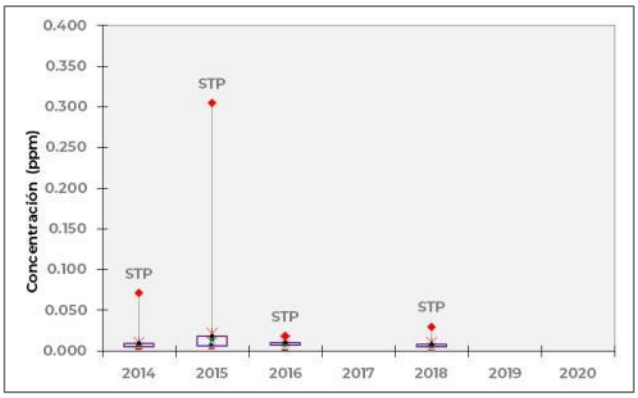
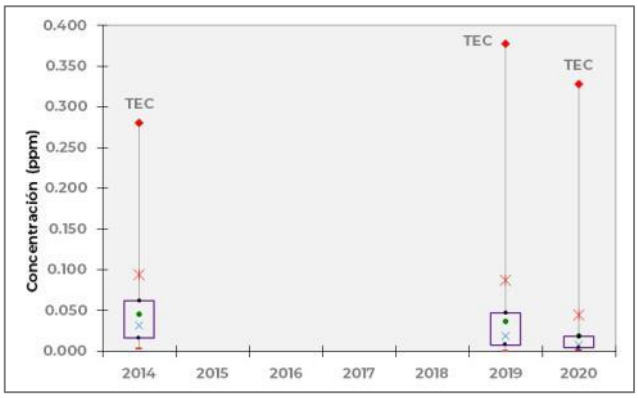


Figura 19.16. Tendencias de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

Xalapa
(2014-2020)



Minatitlán
(2014-2020)

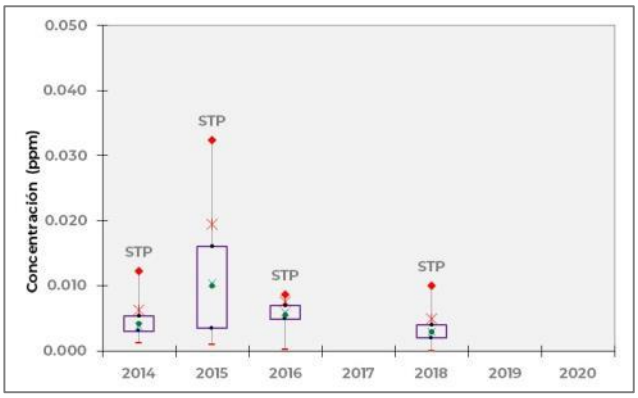


Poza Rica
(2014-2020)

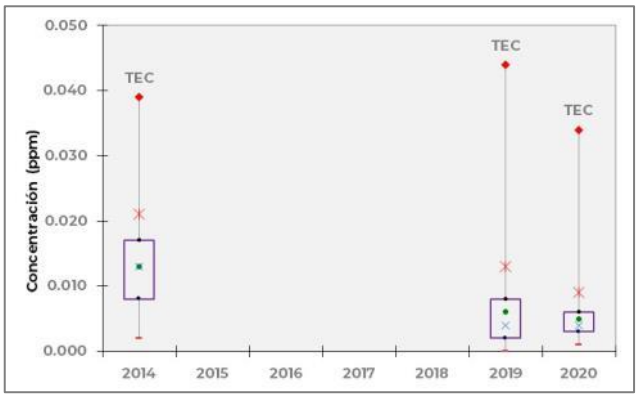


Figura 19.17. Tendencias de las concentraciones diarias (promedios de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en Veracruz, en el periodo 2014 – 2020.

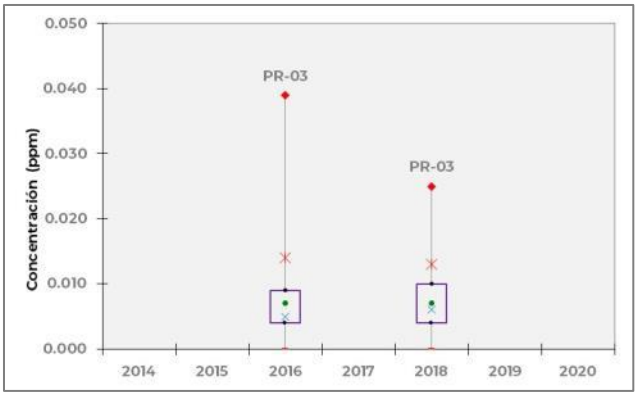
Xalapa
(2014-2020)



Minatitlán
(2014-2020)



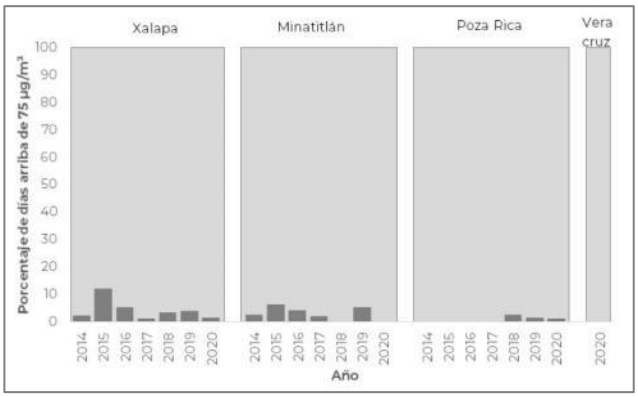
Poza Rica
(2014-2020)



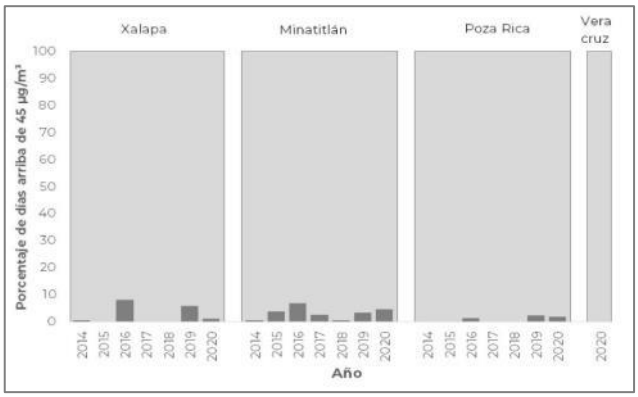
19.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 19.18. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2020.

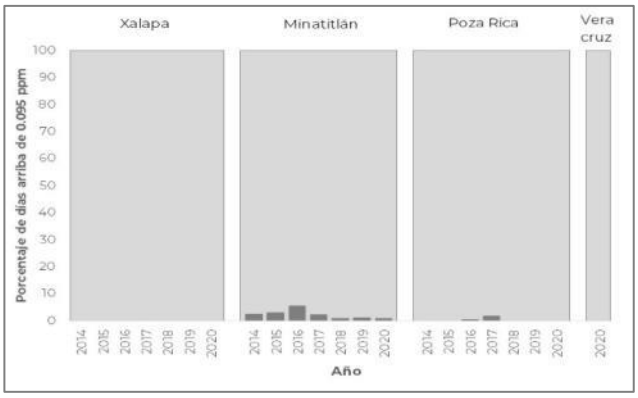
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



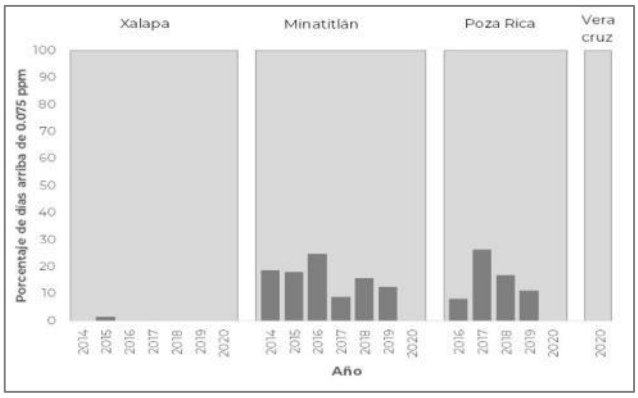
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



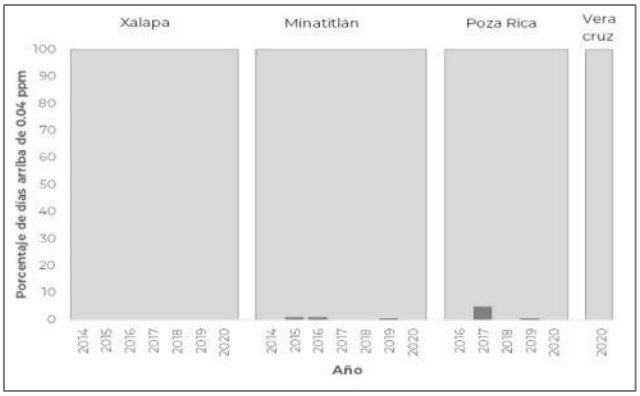
O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



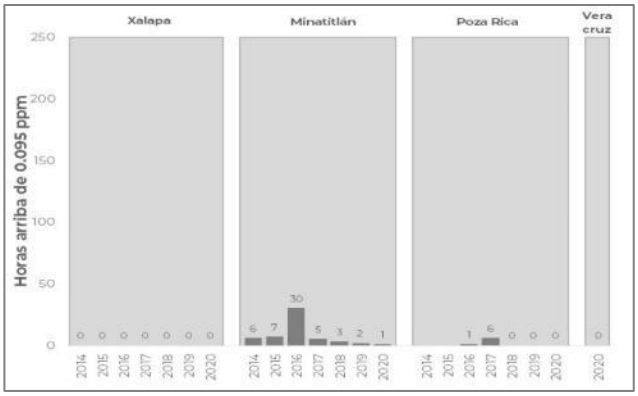
SO_2 – Límite de 24 horas
(2014 – 2020)



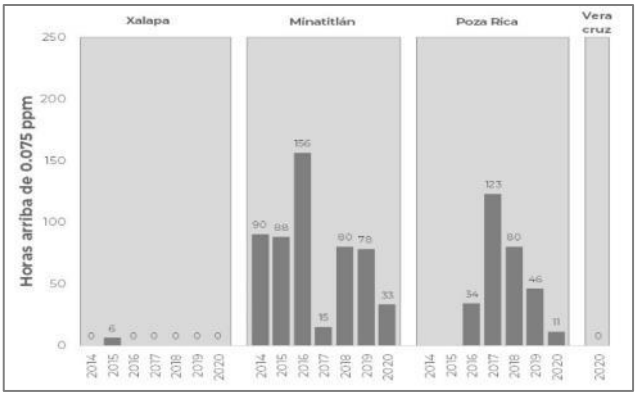
19.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 19.19. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2014 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2014 – 2020)

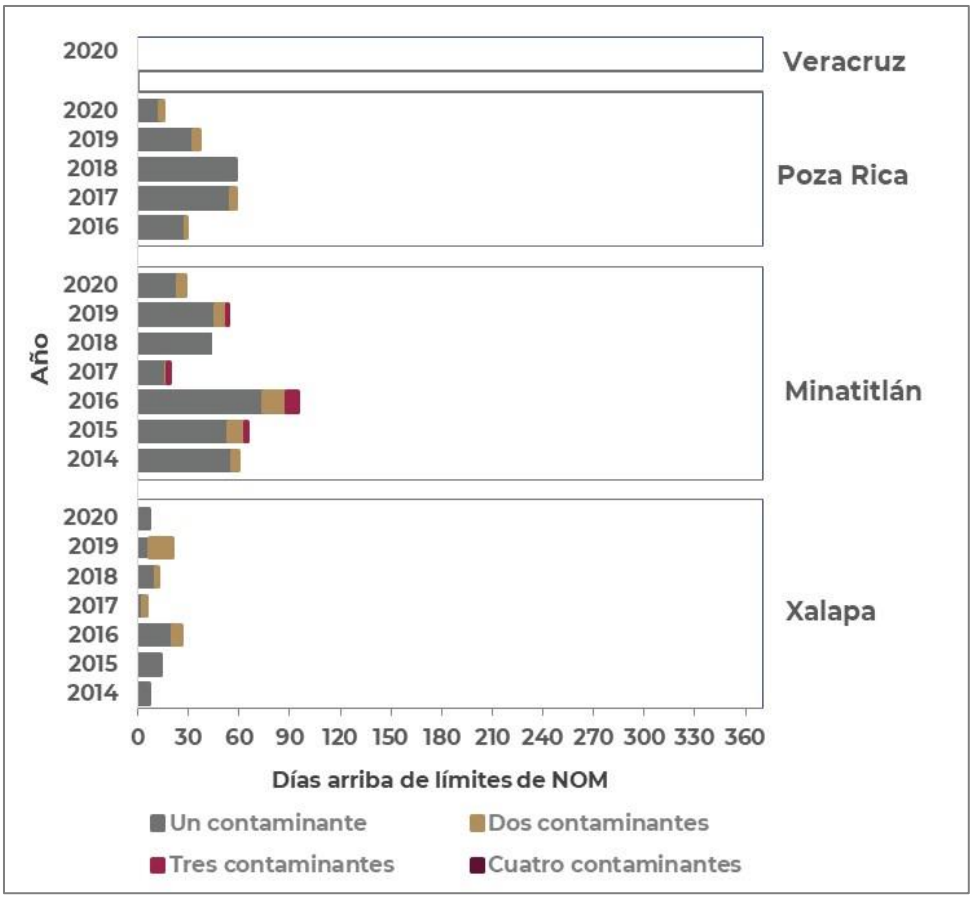


19.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE.

Tabla 19.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2020.

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
	2020	355	7	7	0	0	0
Minatitlán	2014	284	60	56	4	0	0
	2015	338	65	54	10	1	0
	2016	347	95	74	14	7	0
	2017	175	19	17	1	1	0
	2018	299	44	44	0	0	0
	2019	355	54	46	7	1	0
	2020	357	28	24	4	0	0
Poza Rica	2016	290	29	28	1	0	0
	2017	232	58	55	3	0	0
	2018	341	58	58	0	0	0
	2019	332	37	33	4	0	0
	2020	362	15	13	2	0	0
Veracruz	2020	29	0	0	0	0	0

Figura 19.20. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 – 2020.



YUCATÁN



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
MÉRIDA

En el año 2020, 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. Las Figuras 20.1 a 20.7 y las Tablas 20.1 a 20.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Al igual que en los años 2017 a 2019, en 2020 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 2020 sólo se dispuso de información válida para 146 días (40% de los días del año). De ellos, en 111 días la calidad del aire fue buena, en 31 aceptable, en 3 mala y en 1 muy mala, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019).

Ozono (O_3)

Para el año 2020 sólo se dispuso de información válida para 236 días (65% de los días del año). En todos ellos, las concentraciones reportadas, tanto como promedio de 1 como de 8 horas, permitieron calificar la calidad del aire como buena con respecto a este contaminante, de acuerdo con los criterios establecidos en el Índice Aire y Salud (NOM-172-SEMARNAT-2019). La información disponible básicamente cubrió el periodo enero a abril y fue en este último mes en el que se registraron las concentraciones más altas. Por otra parte, no es posible definir una tendencia histórica de las concentraciones de este contaminante debido que, de los más recientes 4 años, sólo se dispone de información para el año 2019.

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

Los equipos de medición de monóxido de carbono y dióxido de azufre no generaron información suficiente para evaluar el cumplimiento de los

límites normados de protección a la salud correspondientes durante el año 2020; sin embargo, en ambos casos, la información disponible revela que la calidad del aire con respecto a estos contaminantes puede ser catalogada como buena de acuerdo con los criterios definidos en el Índice Aire y Salud. En cualquier caso, para establecer esta aseveración como concluyente es necesario contar con una base de datos más robusta.

Por otra parte, el equipo de medición de NO_2, se reportó fuera de operación desde el año 2018.

A destacar

No fue posible la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud para ninguno de los contaminantes que pueden ser medidos en la ciudad y eso obedeció a la presencia de diversas fallas operativas en los equipos de medición, así como a la falta de presupuesto para su rehabilitación.

De hecho, es tan escasa la información que se pudo recuperar a lo largo del año, que no fue posible generar, de manera confiable, ninguno de los indicadores que se suelen incluir en este informe para diagnosticar el estado de la calidad del aire en la ciudad. A pesar de ello, la poca información recolectada sobre partículas suspendidas $PM_{2.5}$, indica que es probable que se mantengan los problemas de calidad del aire asociados a este contaminante, tal como fue reportado en los años 2015 y 2016.

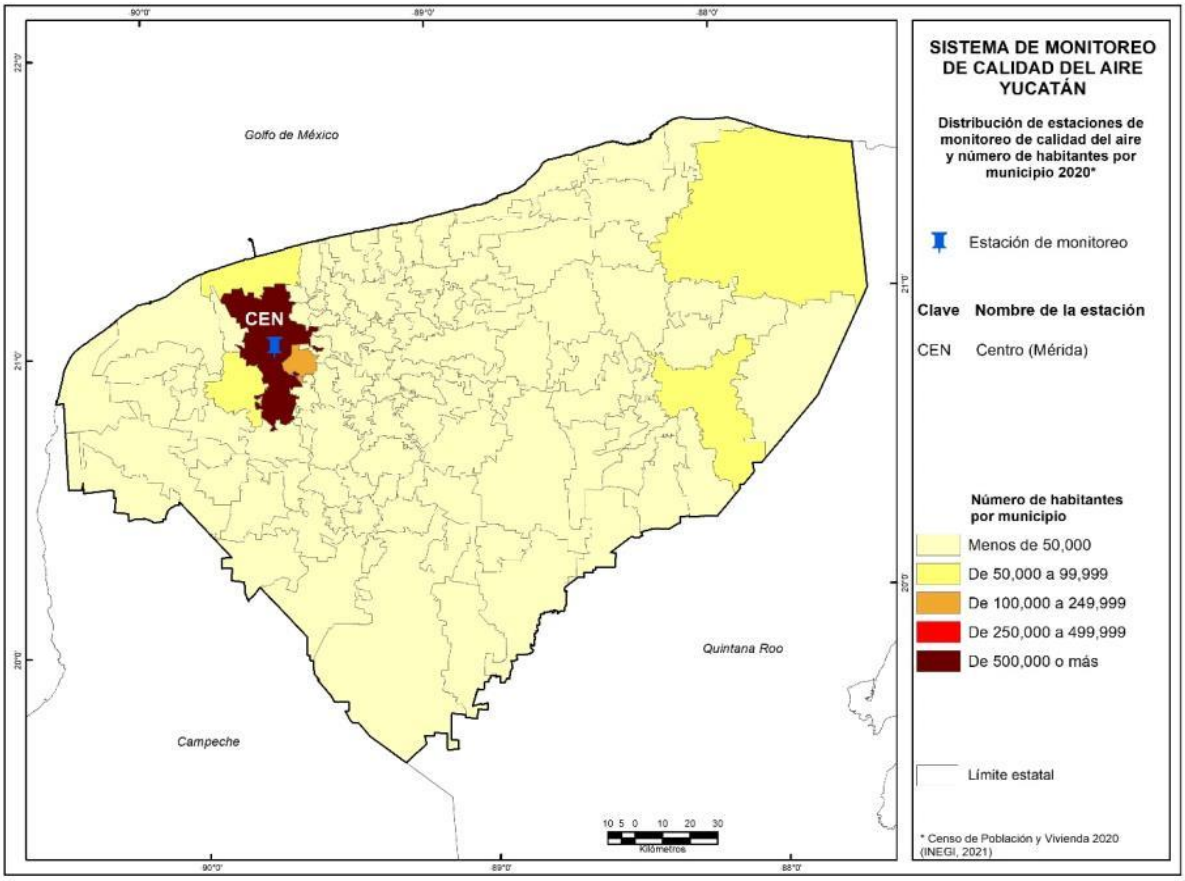
20.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

Tabla 20.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2020 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 20.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Yucatán, 2020.



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado Yucatán.

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

Tabla 20.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Mérida (2020).

Contaminante	Límite normado		Estación
			CEN
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m³	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m³	DI
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	DI
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	DI
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	DI
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 98 ≤ 0.075 ppm	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

DI = Datos insuficientes;
FO = Fuera de operación;
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

Tabla 20.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Mérida.

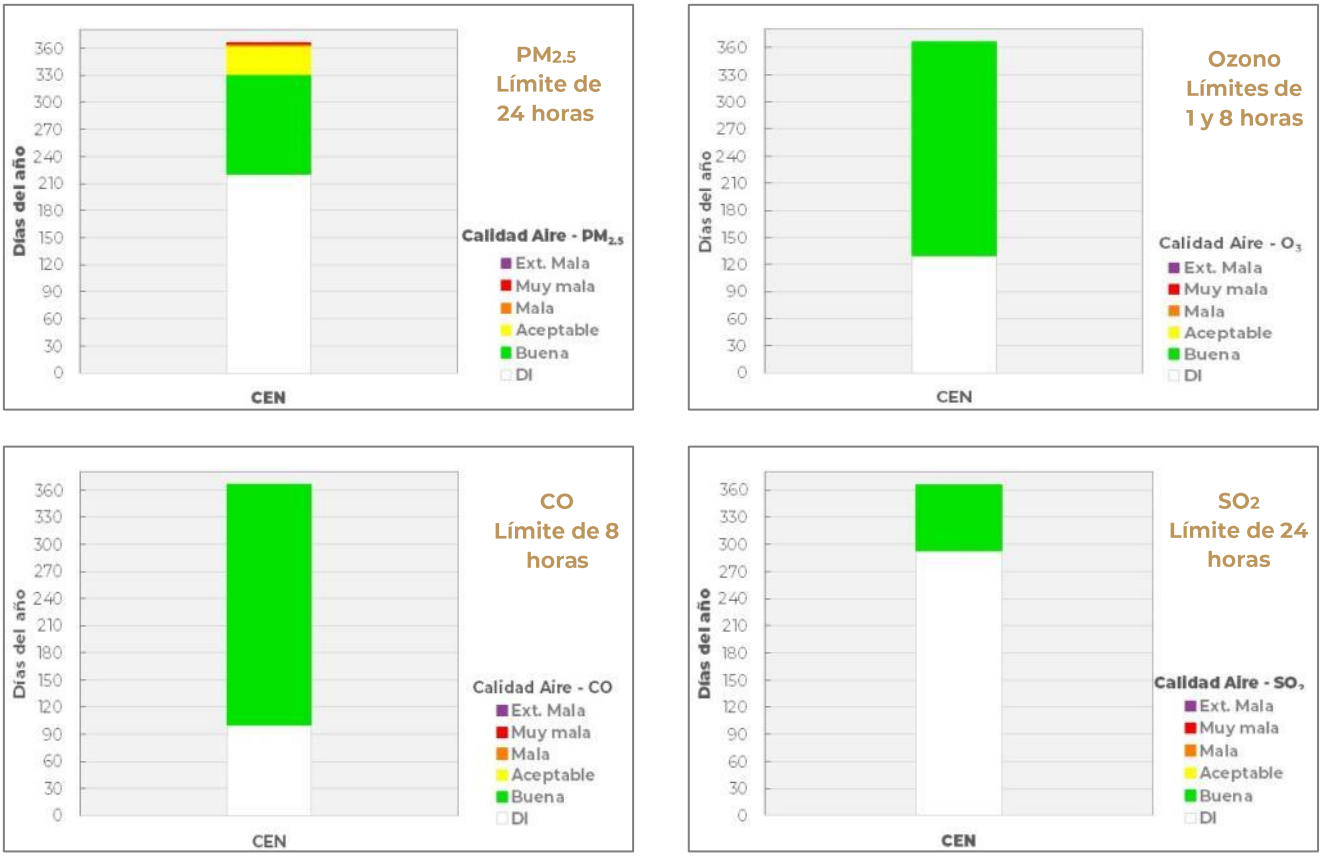
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	146
	No. días > 45 µg/m³	4
	% días > 45 µg/m³	3
O_3	No. días con datos válidos	236
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	0
CO	No. días con datos válidos	266
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	FO

	No. días > 0.210 ppm	FO
	% días > 0.210 ppm	FO
SO_2	No. días con datos válidos	73
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	0
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	0

FO = Fuera de operación

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

Figura 20.2. 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 2020.

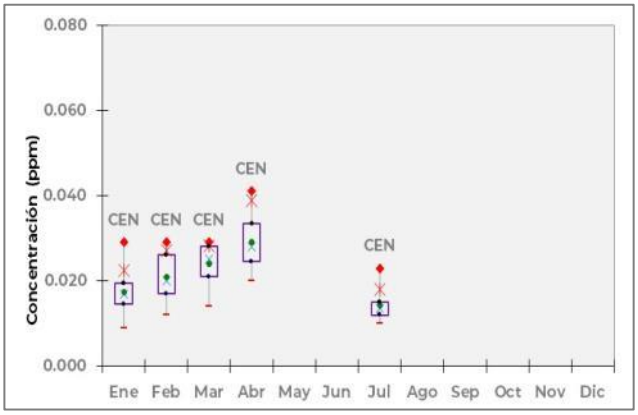


CEN–Centro

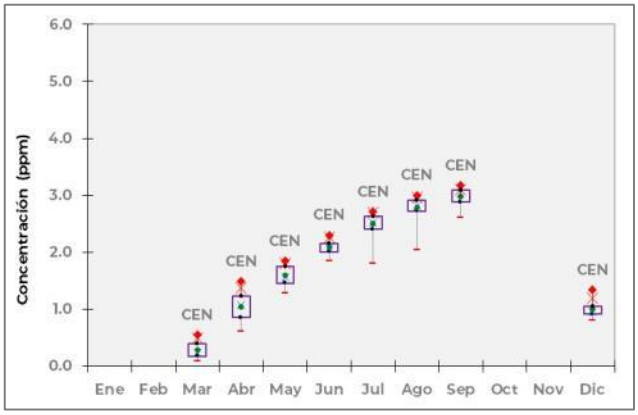
20.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 20.3. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Mérida, en el año 2020.

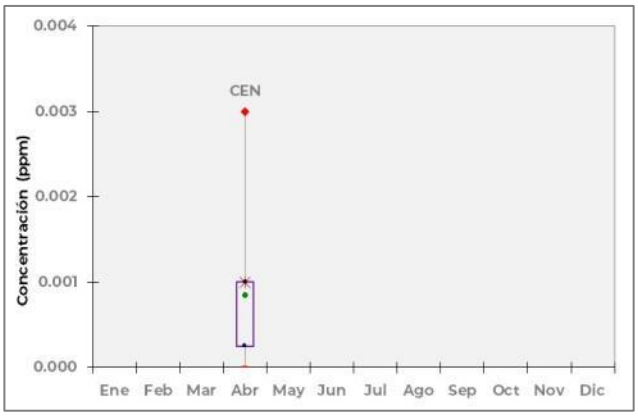
Ozono – Máximo diario de 1 hora



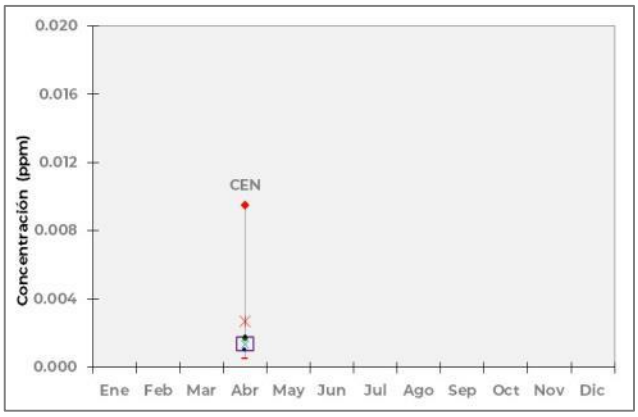
CO – Máximo diario de 8 horas



SO_2 – Promedio de 24 horas



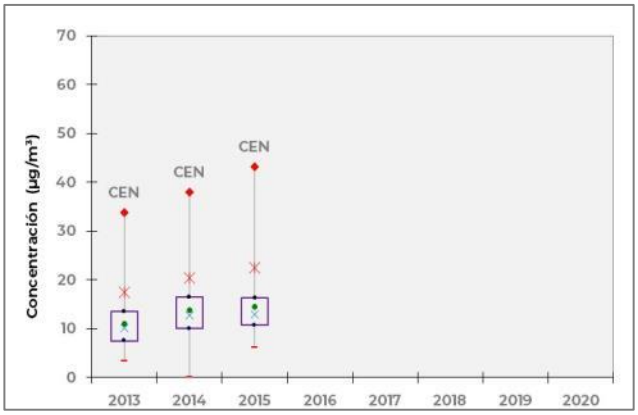
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



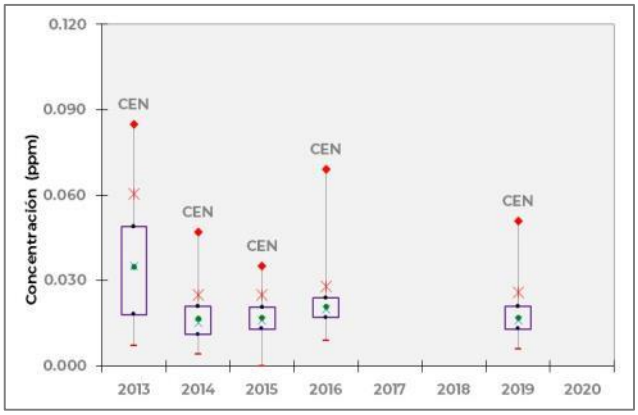
20.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN MÉRIDA EN EL PERIODO 2013 – 2020.

Figura 20.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Mérida, en el periodo 2013–2020.

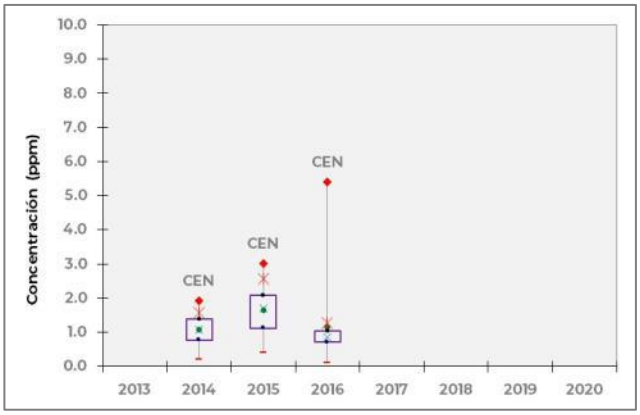
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2013-2020)



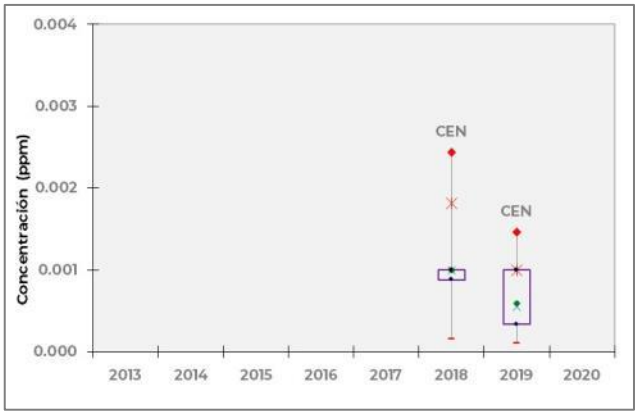
Ozono – Máximo diario de 1 hora
(2013-2020)



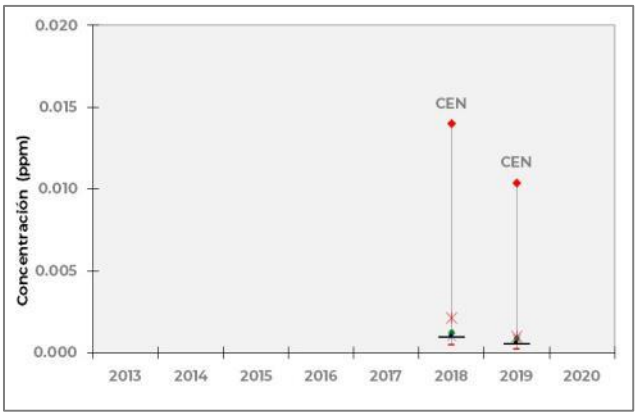
CO – Máximo diario de 8 horas
(2013-2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(2013-2020)



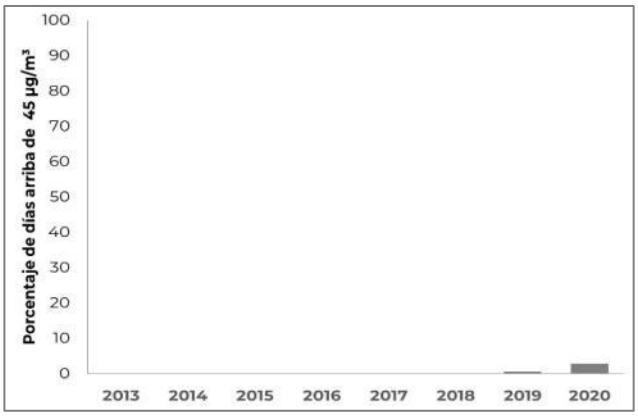
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2013-2020)



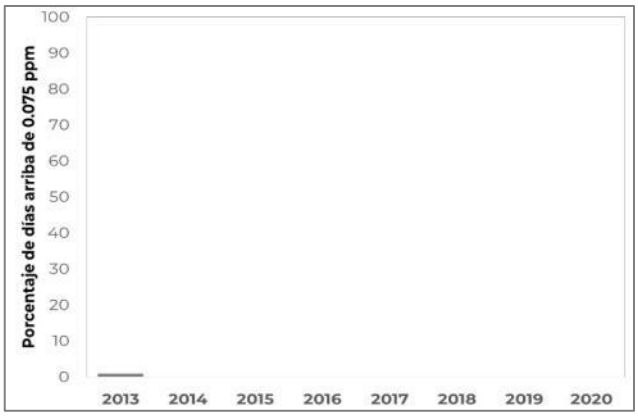
20.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 20.5. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, 2013–2020.

$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2013–2020)

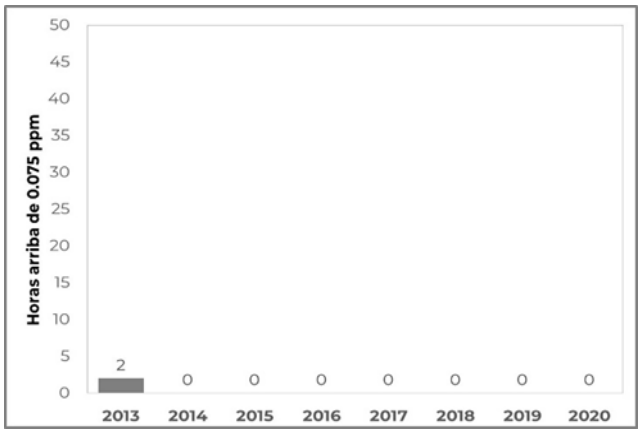


SO_2 – Límite de 1 hora
(2013–2020)



20.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 20.6. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2020.

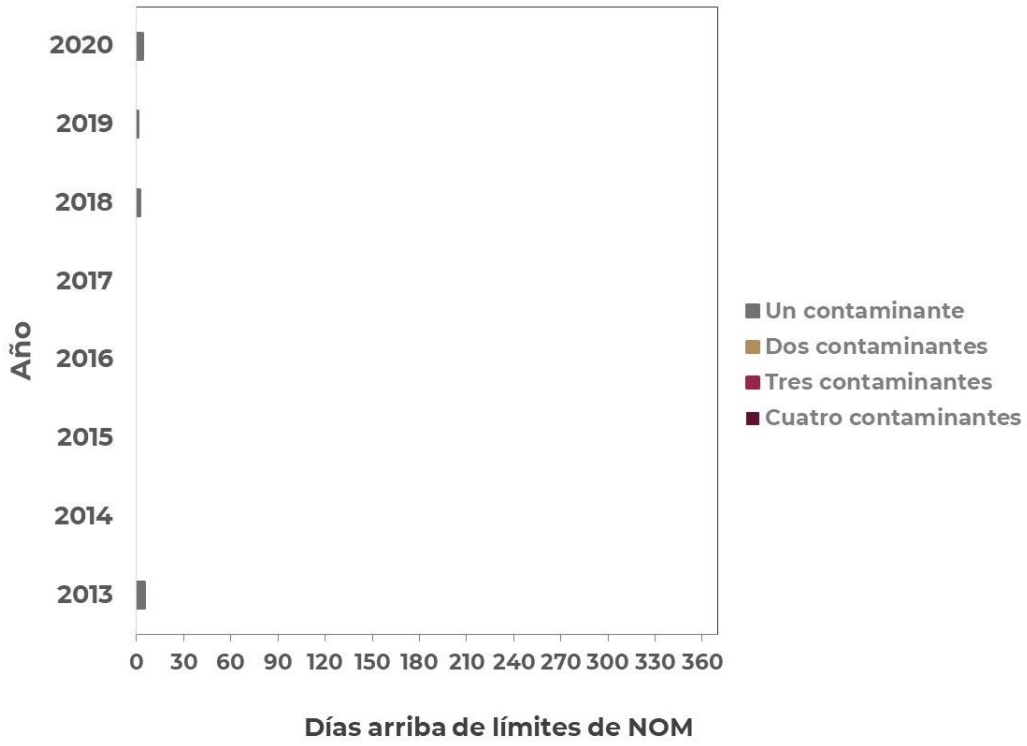


20.8. NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Tabla 20.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2020.

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	5	5	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
2020	327	4	4	0	0	0

Figura 20.7. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Mérida, 2013 – 2020.



Zacatecas



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2020
ZACATECAS

En el año 2020, 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. Las Figuras 21.1 a 21.8 y las Tablas 21.1 a 21.4 resumen los hallazgos más relevantes derivados del análisis de la información disponible. A continuación, una breve descripción de los mismos:

Partículas suspendidas PM_{10}

En la ciudad de Zacatecas se cumplió con la Norma Oficial Mexicana de salud ambiental para PM_{10} al registrar concentraciones que a lo largo de todo el año se mantuvieron por debajo del límite normado de 24 horas para protección de la salud de la población. El promedio anual de PM_{10} también fue inferior al límite normado correspondiente. En general, las concentraciones de este contaminante registradas en 2020 fueron significativamente menores a las observadas en 2019.

Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ registradas a lo largo del año en Zacatecas se ubicaron por debajo del límite normado de protección a la salud, lo mismo que el promedio anual. De acuerdo con los criterios definidos por el índice Aire y Salud, en la totalidad de los días con información suficiente la calidad del aire fue catalogada como buena, lo que significa un bajo riesgo a la salud de la población. En cuanto al comportamiento temporal a lo largo del año, sólo se dispuso de información válida para 9 meses y en ellos se aprecia que las concentraciones de este contaminante son ligeramente más altas en el mes de mayo, sin que ello signifique una mala calidad del aire en la ciudad.

Ozono (O_3)

No fue posible evaluar el estado de la calidad del aire con respecto al ozono debido a que los encargados de la gestión de este sistema de monitoreo decidieron invalidar los datos recopilados a lo largo del año, debido a que mostraban un comportamiento totalmente atípico. Por ejemplo, registros

de concentraciones nocturnas más altas que las diurnas, lo cual no es normal en este contaminante dada su naturaleza fotoquímica. Es importante destacar que no se reportó ninguna razón específica que justificara el comportamiento observado, pero parece estar vinculado a problemas ocasionados por falta de mantenimiento y calibración de los equipos de medición.

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

Con respecto a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, en todos los días con información disponible se determinó una buena calidad del aire y un bajo riesgo a la salud, de acuerdo con los criterios definidos por el índice Aire y Salud.

En el caso del dióxido de azufre, no fue posible diagnosticar el estado de la calidad del aire en la ciudad debido a que los datos disponibles fueron invalidados por su inconsistencia. La gran mayoría de ellos reportaban concentraciones negativas, debido, probablemente, a falta de calibración y mantenimiento.

A destacar

Son evidentes los problemas operativos que presenta este sistema de monitoreo y que se reflejan en la pérdida o invalidación de la información recopilada, especialmente para contaminantes como el ozono y el dióxido de azufre. Es urgente la atención de las deficiencias encontradas a efecto de generar información útil que permita conocer con certeza el estado de la calidad del aire en la ciudad.

Por otra parte, destaca el hecho de que las concentraciones de partículas, tanto PM_{10} como $PM_{2.5}$, registraron concentraciones, lo suficientemente bajas como para catalogar una buena condición de calidad del aire y un bajo riesgo a la salud de la población, situación que contrasta con lo observado en el año 2019, cuando se registraron 19 días con altas concentraciones de PM_{10}.

21.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DISPONIBLE EN 2020.

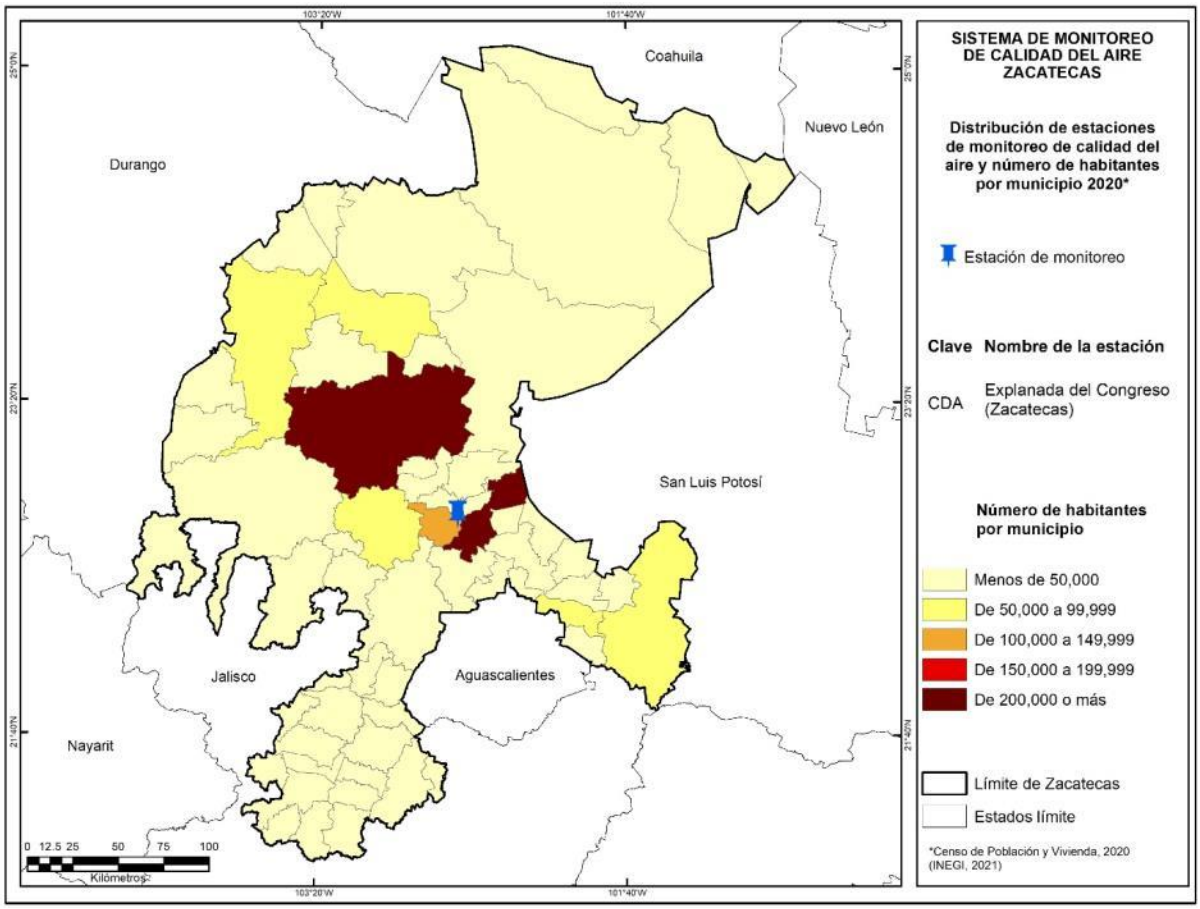
Tabla 21.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Zacatecas en el año 2020 y capacidades de medición de contaminantes.

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 21.1. Ubicación espacial de la estación de monitoreo de Zacatecas, 2020.

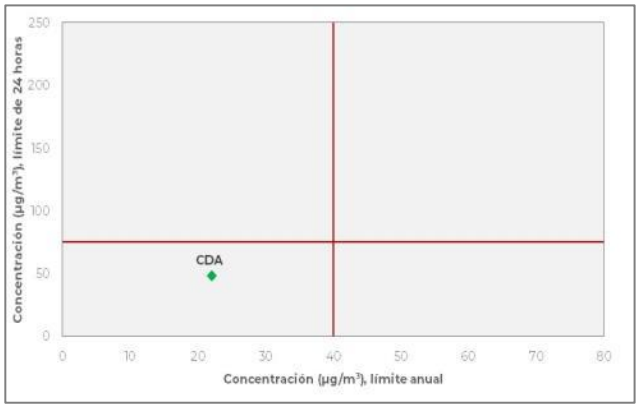


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría del Agua y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Zacatecas.

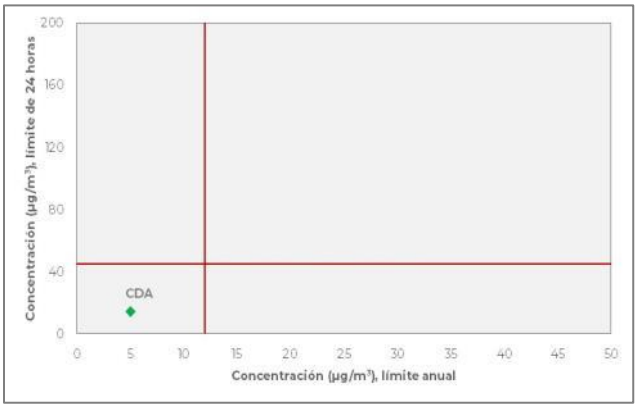
21.2. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Figura 21.2. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, en Zacatecas, en el año 2020.

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)



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)



CDA – Explanada del Congreso

Tabla 21.2. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Zacatecas (2020).

Contaminante	Límite normado		Estación
			CDA
[1] PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg/m^3	48
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m^3	22
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Máximo ≤ 45 µg/m^3	14
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m^3	5
[2] O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	INV
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	INV
[3] CO	8 h	2°Máximo ≤ 11 ppm	2.0
[4] NO_2	1 h	2°Máximo ≤ 0.210 ppm	0.036
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	INV
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	INV

[1] NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);
[2] NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);
[3] NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);
[4] NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019).

INV = Datos inválidos;
= Cumple con el límite normado;
= No cumple con el límite normado.

Notas:

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

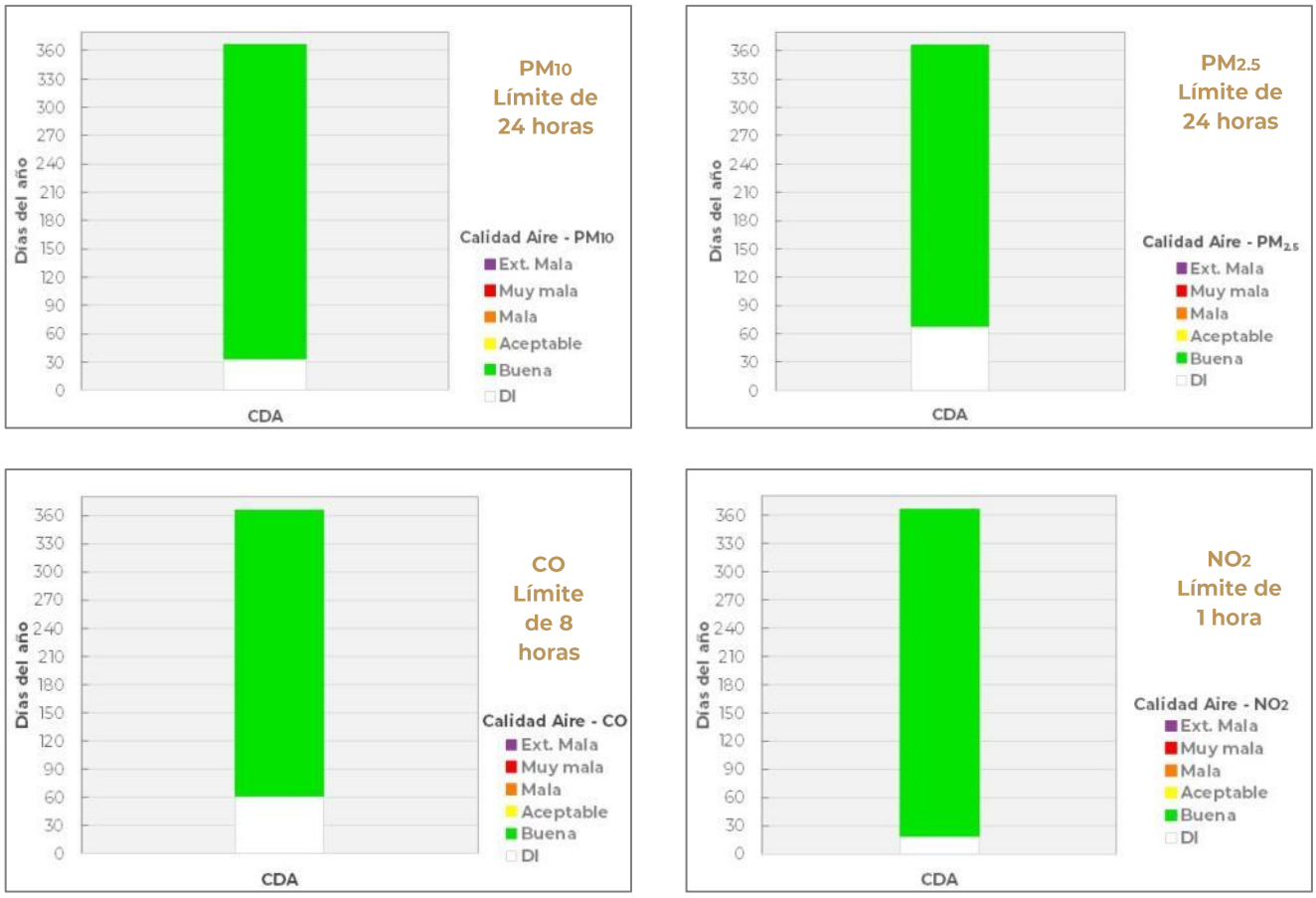
Tabla 21.3. Porcentaje de días del año 2020 con concentraciones superiores a los límites normados de PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, CO, NO_2 y SO_2 en Zacatecas.

PM_{10}	No. días con datos válidos	332
	No. días > 75 µg/m³	0
	% días > 75 µg/m³	0
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	298
	No. días > 45 µg/m³	0
	% días > 45 µg/m³	0
O_3	No. días con datos válidos	INV
	No. días > 0.095 ó 0.07 ppm (1 u 8 horas)	INV
	% días > 0.095 ó 0.07 ppm	INV
CO	No. días con datos válidos	305
	No. días > 11 ppm	0
	% días > 11 ppm	0
NO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.210 ppm	0
	% días > 0.210 ppm	0.0
SO_2	No. días con datos válidos	INV
	No. días > 0.075 ó 0.04 ppm (1 ó 24 horas)	INV
	% días > 0.075 ó 0.04 ppm	INV

INV = Datos invalidados

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

Figura 21.3. 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 2020.

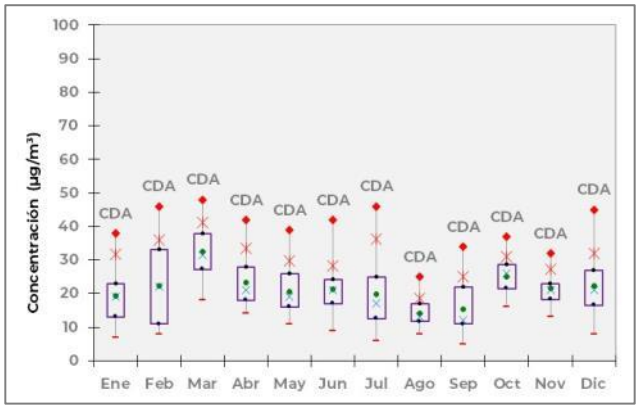


CDA – Explanada del Congreso

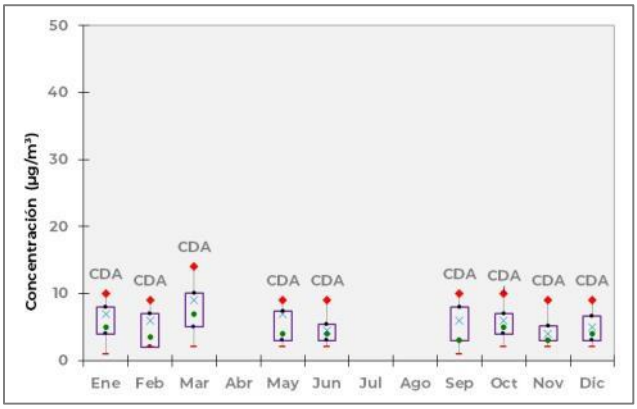
21.4. TENDENCIA MENSUAL DE LOS DATOS DIARIOS, POR CONTAMINANTE, EN 2020.

Figura 21.4. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante y por mes, en Zacatecas, en el año 2020.

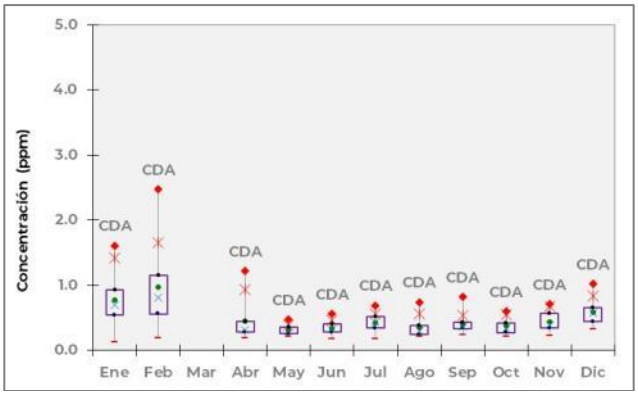
PM_{10} – Promedio de 24 horas



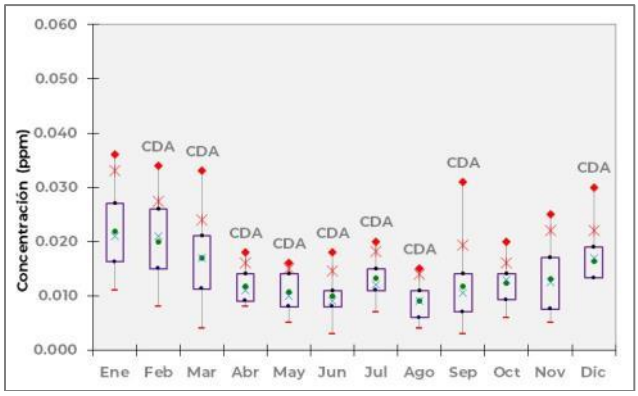
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



CO – Máximo diario de 8 horas



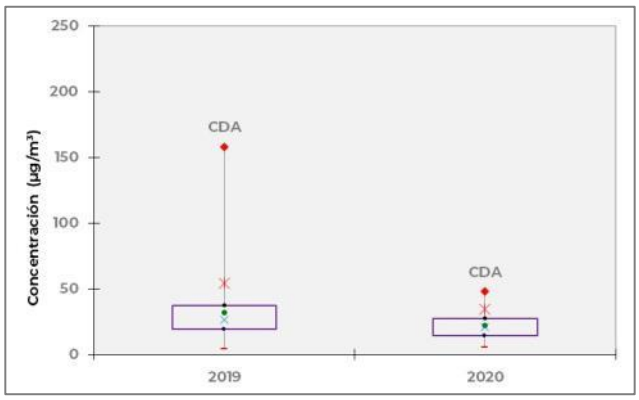
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



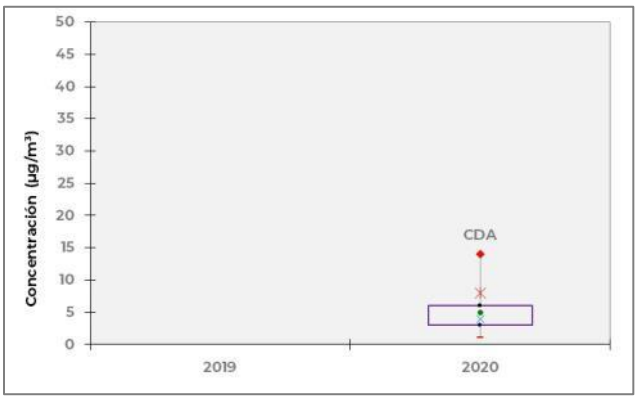
21.5. TENDENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS, POR CONTAMINANTE, EN ZACATECAS EN EL PERIODO 2019–2020.

Figura 21.5. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Zacatecas, en el periodo 2019 – 2020.

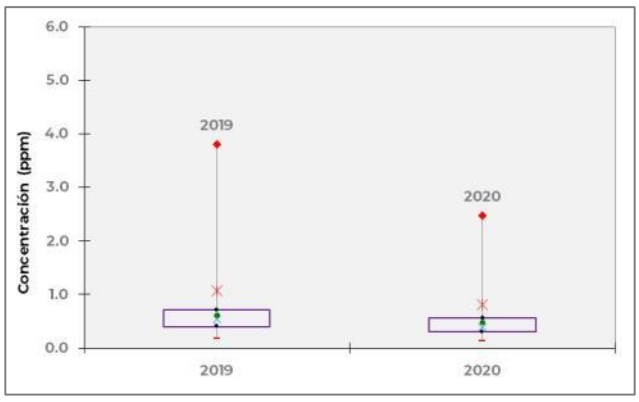
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(2019–2020)



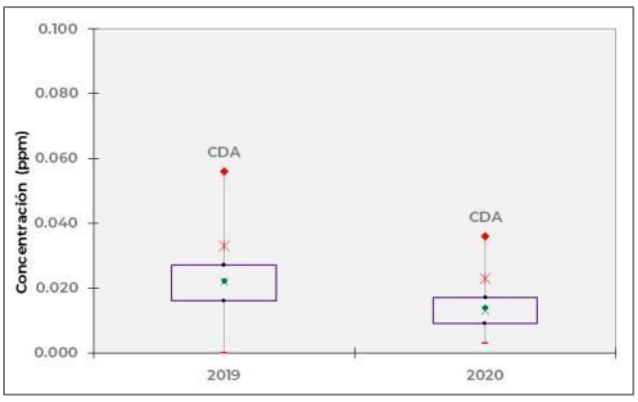
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2019–2020)



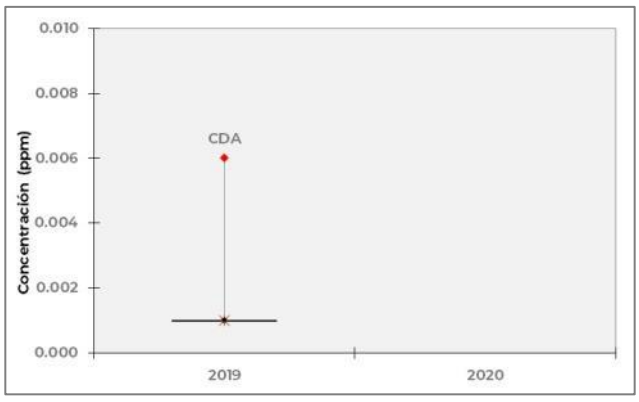
CO – Máximo diario de 8 horas
(2019–2020)



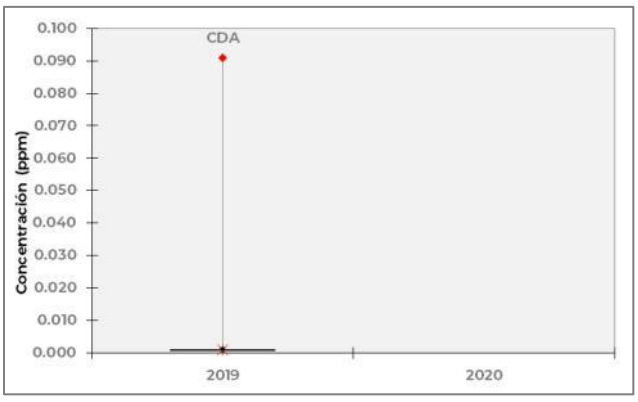
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2019–2020)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(2019–2020)



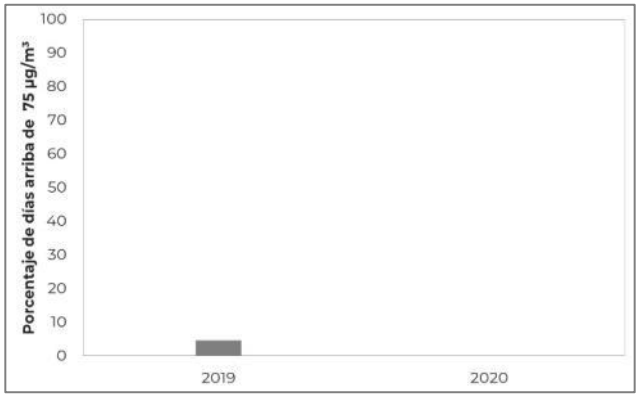
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2019–2020)



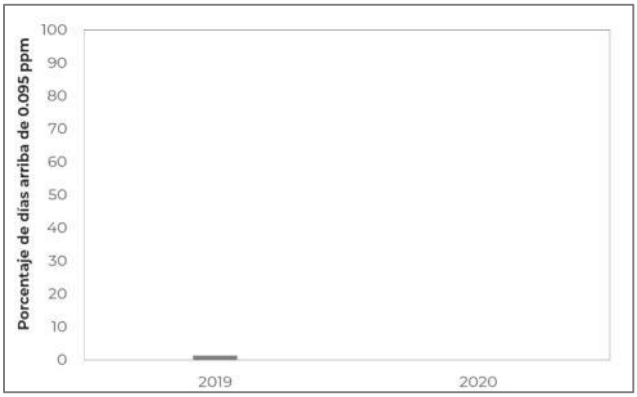
21.6. PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE.

Figura 21.6. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada contaminante, en el periodo 2019–2020.

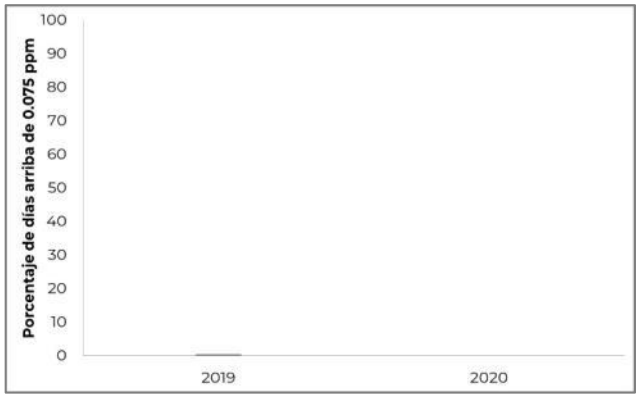
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2019–2020)



O_3 – Límite de 1 hora
(2019–2020)



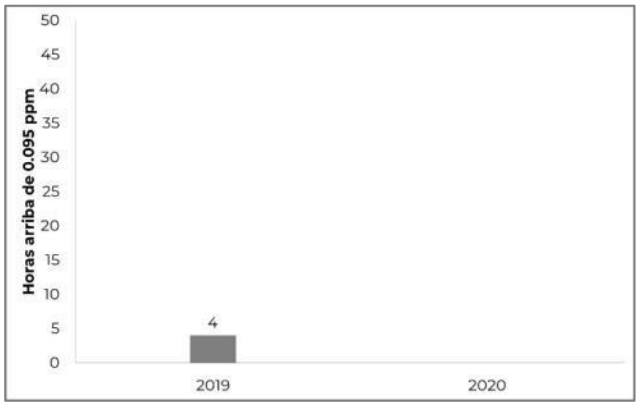
SO_2 – Límite de 1 hora
(2019–2020)



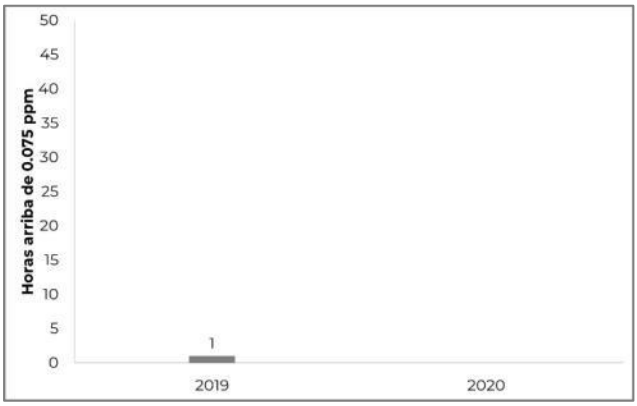
21.7. NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO Y DIÓXIDO DE AZUFRE.

Figura 21.7. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2019 – 2020.

O_3 – Límite de 1 hora
(2019 – 2020)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2019 – 2020)



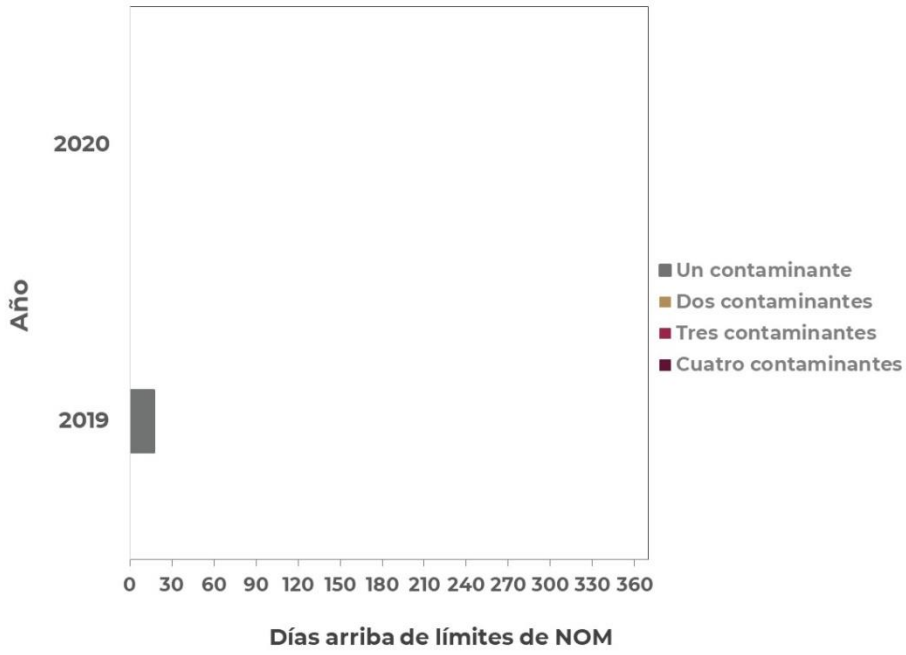
Nota: los datos del año 2020 de los dos contaminantes fueron invalidados por inconsistencia en sus registros

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

Tabla 21.4. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019-2020.

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	17	17	0	0	0
2020	351	0	0	0	0	0

Figura 21.8. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Zacatecas, 2019-2020.



X. Numeraria

Este informe presenta el diagnóstico sobre el estado de la calidad del aire en México para el año 2020 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 21 entidades federativas de nuestro país. Estas entidades son: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México (y su zona conurbada), Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, 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 8 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:

- De los 36 SMCA existentes en el país, en este informe no se incluye información de 12 de ellos (Baja California Estatal, Campeche, Chiapas, Ciudad Juárez, Ojinaga, Colima, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, 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 163 estaciones de monitoreo, distribuidas en 55 ciudades y zonas metropolitanas.

- De las 163 estaciones de monitoreo referidas en el párrafo anterior, 141 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 143 para la medición de partículas suspendidas PM_{10}, 116 para la medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$, 137 para la medición de SO_2, 134 para NO_2 y 134 para CO.

- De las 141 estaciones de monitoreo con capacidad para medir ozono, el cumplimiento de la Norma correspondiente se pudo evaluar en 113, esto es, en el 80% del total. En 14 de estas 113 estaciones se cumplió con la Norma y

en las restantes 99 esto no ocurrió. De las 99 estaciones en donde no se cumplió con la NOM se encontró que en 83 se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en 3 se rebasó sólo el límite de una hora y en 13 sólo el límite de 8 horas.

- De las 143 estaciones con capacidad para medir PM_{10}, 77 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 16 se cumplió con la Norma y en 61 no (en 48 se rebasaron los dos límites normados y en 13 sólo el límite de 24 horas). De las 66 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 46 no generaron información suficiente para ello, 16 se reportaron fuera de operación y en 4 no se dispuso de información para su análisis.

- De las 116 estaciones con capacidad para medir $PM_{2.5}$, 56 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente y sólo en 7 de ellas se cumplió con esta. De las 49 estaciones en que esto no ocurrió, en 36 se rebasaron los dos límites normados y en 13 se rebasó sólo el límite anual. De las 60 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 48 no generaron información suficiente para ello y 12 se reportaron fuera de operación.

- De las 134 estaciones con capacidad para medir CO, 64 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en todas ellas se cumplió. De las 70 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 51 no generaron información suficiente para ello y 19 se reportaron fuera de operación.

- De las 134 estaciones con capacidad para medir NO_2, 71 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en todas ellas se cumplió. De las 63 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 46 no generaron información suficiente para ello, 15 se reportaron fuera de operación, en 1 la información fue invalidada y de 1 más no fue disponible la información en el INECC.

- De las 137 estaciones con capacidad para medir SO_2, 37 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 24 se cumplió con la Norma y en 13 no. De las 13 en que no se cumplió con la NOM, en 6 se rebasaron los dos límites normados (1 y 24 horas), en 3 sólo se rebasó el límite de 24 horas y en 4 sólo el horario. De las 100 estaciones en las que no se pudo evaluar el

cumplimiento de norma, 91 no generaron información suficiente para ello y 9 se reportaron fuera de operación.

- A nivel de ciudad o zona metropolitana, 47 de las 55 ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este reporte contaron con infraestructura para la medición de ozono en 2020. De ellas, en ocho se cumplió con la Norma correspondiente (Piedras Negras, Durango, Gómez Palacio, Lerdo, Tula de Allende, Tepeapulco, Zona Metropolitana de San Luis Potosí y Xalapa); en 32 no se cumplió con la misma (Aguascalientes, Mexicali, Saltillo, Monclova, Chihuahua, Ciudad Juárez, ZMVM, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao, Purísima del Rincón, Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Morelia, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, AMM, Puebla, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro y Minatitlán); y, en 7 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información o invalidación de la misma (Torreón, San Juan del Río, Villahermosa, Poza Rica, Veracruz, Mérida y Zacatecas)

- 48 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas PM_{10}. De ellas sólo siete cumplieron con la norma respectiva (Purísima del Rincón, Tula de Allende, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tulancingo, Zapotlán y Zacatecas); en 29 no se cumplió con al menos uno de los límites normados (Mexicali, Saltillo, Monclova, Chihuahua, ZMVM, Durango, Gómez Palacio, Lerdo, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao, Pachuca, Atitalaquia, Tizayuca, Atotonilco de Tula, ZMG, Ocuituco, Cuernavaca, Tepic, AMM, Puebla, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Xalapa y Poza Rica); y en 12 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Aguascalientes, Piedras Negras, Torreón, Ciudad Juárez, Tepeapulco, Huichapan, Morelia, Zacatepec, Villahermosa, Centla, Minatitlán y Veracruz)

- 49 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$. De ellas, sólo en cinco se cumplió con los límites normados de protección a la salud (San Luis de la Paz, San Miguel de Allende, Pachuca, Tulancingo y Zacatecas); en 24 no se cumplió con la norma, al superarse al menos uno de los dos límites normados (Mexicali, Saltillo, ZMVM, Durango, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Guanajuato, Abasolo, Tula de Allende, Atitalaquia, ZMG, Morelia, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, AMM, Puebla, Zona Metropolitana de

Querétaro, Minatitlán y Xalapa); y en 20 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Aguascalientes, Torreón, Monclova, Piedras Negras, Chihuahua, Ciudad Juárez, Gómez Palacio, Lerdo, Silao, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Lolotla, Huichapan, Coronango, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Poza Rica, Veracruz y Mérida).

- 45 ciudades contaron con capacidad para la medición de monóxido de carbono y en ninguna de las 27 ciudades y zonas metropolitanas donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la norma se rebasó el límite normado correspondiente (Aguascalientes, Ciudad Juárez, ZMVM, Durango, ZMVT, Irapuato, Salamanca, Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Cuernavaca, Tepic, AMM, Puebla, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Xalapa, Poza Rica y Zacatecas), y en 18 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Mexicali, Torreón, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Chihuahua, Gómez Palacio, Lerdo, Celaya, León, Morelia, Ocuituco, Zacatepec, San Juan del Río, Villahermosa, Minatitlán, Veracruz y Mérida)

- El dióxido de nitrógeno se midió en 45 ciudades y en ninguna de las 34 ciudades y zonas metropolitanas donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la norma se rebasó el límite normado correspondiente (Aguascalientes, Mexicali, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, ZMVM, Durango, Gómez Palacio, ZMVT, Celaya, Irapuato, Salamanca, Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji de Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Morelia, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, AMM, Puebla, Zona Metropolitana de Querétaro, Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica y Zacatecas). En 11 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Torreón, Chihuahua, Ciudad Juárez, Lerdo, León, Silao, Tepic, Coronango, San Juan del Río, Veracruz y Mérida).

- 46 ciudades contaron con capacidad para medir dióxido de azufre. De ellas, en 11 se cumplieron los dos límites normados de protección a la salud (ZMVT, Irapuato, Pachuca, Tizayuca, Tepeapulco, Tulancingo, ZMG, Cuernavaca, Tepic, Puebla y Zona Metropolitana de San Luis Potosí); En 7 ciudades o zonas metropolitanas se rebasó al menos uno de los límites normados (ZMVM, Salamanca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de

Tula, Tepeji del Río y Villahermosa), en tanto que en 28 ciudades no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM por insuficiencia o falta de información (Aguascalientes, Mexicali, Torreón, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Chihuahua, Ciudad Juárez, Durango, Gómez Palacio, Lerdo, Celaya, León, Silao, Huichapan, Morelia, Ocuituco, Zacatepec, AMM, Coronango, Zona Metropolitana de Querétaro, San Juan del Río, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Mérida y Zacatecas).

- Las concentraciones horarias más altas de ozono registradas en 2020 ocurrieron en: ZMVM (0.159 ppm), AMM (0.159 ppm), Puebla (0.144 ppm), ZMG (0.134), Atotonilco de Tula (0.125), Irapuato (0.122 ppm),Tepeji del Río (0.121 ppm), Atitalaquia, Tizayuca y Cuernavaca (0.119 ppm), ZMVT (0.117 ppm), Salamanca (0.113 ppm), Ocuituco (0.112 ppm),Celaya (0.111 ppm), Zacatepec (0.108 ppm), Mexicali (0.107 ppm), Aguascalientes y Coronango (0.105 ppm), Monclova (0.101 ppm), Ciudad Juárez, Silao, Pachuca y Minatitlán (0.100 ppm), Zona Metropolitana de Querétaro (0.097 ppm) y Silao (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 2020 se presentaron en: Puebla (0.144 ppm), ZMVM (0.117 ppm), AMM (0.111 ppm), Irapuato (0.110ppm), ZMG (0.105 ppm), Zacatepec (0.100 ppm), Tizayuca (0.097 ppm), Cuernavaca y Celaya (0.096 ppm), Coronango (0.094 ppm), Ocuituco y Aguascalientes(0.093 ppm), Atotonilco de Tula (0.091 ppm), Tepic, Atitalaquia, ZMVT y Silao (0.090 ppm), Salamanca (0.088 ppm), Tepeji del Río (0-0.086 ppm), Ciudad Juárez (0.085 ppm), Tulancingo (0.084 ppm), Morelia, Mexicali Zona Metropolitana de Querétaro (0.081 ppm), León (0.078 ppm), Monclova (0.076 ppm), Pachuca y Purísima del Rincón (0.075 ppm), Huichapan (0.074 ppm), Saltillo (0.073 ppm) y Chihuahua (0.072 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: Mexicali (213 µg/m^3), ZMVT (205 µg/m^3), Chihuahua (189 µg/m^3), Tizayuca (178 µg/m^3), Gómez Palacio (185 µg/m^3), Zona Metropolitana de Querétaro (183 µg/m^3), Monclova (179 µg/m^3), AMM (179 µg/m^3), Celaya (177 µg/m^3), Saltillo (171 µg/m^3), Poza Rica (167 µg/m^3), Salamanca (159 µg/m^3), Silao (155 µg/m^3), Irapuato (149 µg/m^3), Durango (146 µg/m^3), Atotonilco de Tula (144 µg/m^3), León (135 µg/m^3), ZMG (131 µg/m^3), Atitalaquia (124 µg/m^3), ZMVM (123 µg/m^3), Coronango (121 µg/m^3), Lerdo (114

µg/m³), Ocuituco (108 µg/m³), Xalapa (108 µg/m³), Cuernavaca (106 µg/m³), Pachuca (104 µg/m³), Puebla (99 µg/m³), Zona Metropolitana de San Luis Potosí (96 µg/m³) y Tepic (95 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado que es de 75 µg/m³.

- Las concentraciones promedio anuales más altas de PM_{10} se registraron en: Gómez Palacio (75 µg/m³), Mexicali (74 µg/m³), Tizayuca (69 µg/m³), ZMVT (67 µg/m³), Celaya y Atotonilco de Tula (66 µg/m³), AMM (63 µg/m³), Irapuato (60 µg/m³), Zona Metropolitana de Querétaro (58 µg/m³), Chihuahua y Durango (54 µg/m³), Atitalaquia y ZMVM (52 µg/m³), Silao (51 µg/m³), Saltillo y Puebla (48 µg/m³), Monclova (47 µg/m³), León y Tepic (46 µg/m³), ZMG (44 µg/m³), Ocuituco y Zona Metropolitana de San Luis Potosí (42 µg/m³) y Salamanca y Coronango (41 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado que es de 40 µg/m³.

- Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$, como promedio de 24 horas, se presentaron en: ZMVT (141 µg/m³), Irapuato (103 µg/m³), Minatitlán (94 µg/m³), Durango (93 µg/m³), Mexicali (85 µg/m³), Celaya y Salamanca (83 µg/m³), Cuernavaca y Zacatepec (79 µg/m³), AMM (67 µg/m³), Ocuituco (65 µg/m³), Puebla (63 µg/m³), ZMG (60 µg/m³), ZMVM (53 µg/m³), Saltillo (51 µg/m³), León (49 µg/m³), Atitalaquia (48 µg/m³) y Xalapa (46 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: ZMVT (38 µg/m³), ZMG y León (25 µg/m³), Atitalaquia (24 µg/m³), Minatitlán (23 µg/m³), Durango, AMM y ZMVM (22 µg/m³), Mexicali (21 µg/m³), Saltillo (20 µg/m³), Irapuato, Salamanca y Cuernavaca (19 µg/m³), Zacatepec, Xalapa y Tula de Allende (18 µg/m³), Celaya (17 µg/m³), Puebla, Morelia y Zona Metropolitana de Querétaro (16 µg/m³), Ocuituco (15 µg/m³), Tepic (14 µg/m³), Abasolo y Guanajuato (13 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado que es de 12 µg/m³.

- El promedio de los percentiles 99 más altos de dióxido de azufre registrados en el periodo 2018–2020 ocurrieron en: Tula de Allende (0.217 ppm), Salamanca (0.199 ppm), Tepeji del Río (0.195 ppm), Atitalaquia (0.189 ppm), ZMVM (0.147 ppm) y Atotonilco de Tula (0.142 ppm). Todas ellas superiores al límite normado que es de 0.075 ppm.

- Las concentraciones más altas de SO_2, como promedio de 24 horas en el periodo 2018–2020, se presentaron en: Salamanca (0.07 ppm), ZMVM y Tula

de Allende (0.050 ppm), Villahermosa y Atitalaquia (0.040 ppm). Todas ellas iguales o superiores al límite normado (0.040 ppm). Es importante destacar en este caso que la NOM para este contaminante establece que, para cumplir con el límite normado de protección a la salud, el máximo de los promedios de 24 horas debe ser inferior a 0.040 ppm.

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 (INEGI, 2021)	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-SSA1-2019		
				Límite 24 h (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (45 µg/m3)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.095 ppm)	Límite 8 h (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 h (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM
Aguascalientes	Aguascalientes	Aguascalientes	901,446	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.105	0.093	No	3.5	Sí	0.095	Sí	DI	0.01	DI
Baja California	Baja California	Mexicali	959,915	213	74	No	85	21	No	0.107	0.081	No	DI	DI	0.071	Si	DI	DI	DI
		Tijuana	1,893,361	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Ensenada	397,099	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Tecate	93,564	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	IND	IND	IND
Campeche	Campeche	Campeche	267,558	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Coahuila	Coahuila estatal	Torreón	698,493	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Saltillo	864,431	171	48	No	51	20	No	0.096	0.073	No	DI	DI	0.079	Si	DI	0.01	DI
		Monclova	237,169	179	47	No	DI	DI	DI	0.101	0.076	No	DI	DI	0.041	Sí	DI	DI	DI
		Piedras Negras	173,959	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.065	0.050	Sí	FO	FO	0.017	Si	DI	DI	DI
	Torreón municipal	Torreón	698,493	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	Tuxtla Gutiérrez	594,496	¤	¤	¤	IND	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	
Chihuahua	Chihuahua Estatal y municipal	Chihuahua	925,762	189	54	No	DI	DI	DI	0.083	0.072	No	DI	DI	DI	DI	DI	0.01	DI
	Ojinaga	Ojinaga	22,066	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	Ciudad Juárez Municipio	Ciudad Juárez Municipio	1,504,934	IND	IND	IND	¤	¤	¤	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez		DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.100	0.085	No	3.5	Sí	DI	DI	DI	0.010	DI
Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad de México y zona conurbada[1]	21,804,515	123	52	No	53	22	No	0.159	0.117	No	2.1	Sí	0.110	Si	0.147	0.050	No
Colima	Villa de Álvarez	Villa de Álvarez	147,496	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Durango	Duramgo	Durango	623,992	146	54	No	93	22	No	0.036	0.028	Sí	5.3	Sí	0.007	Sí	DI	0.01	DI
		Gómez Palacio	311,355	185	75	No	FO	FO	FO	0.026	0.021	Sí	DI	DI	0.048	Sí	DI	0.00	DI
		Lerdo	129,523	114	40	No	FO	FO	FO	0.055	0.046	Sí	FO	FO	FO	FO	DI	DI	DI

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población (INEGI, 2021)	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-SSA1-2019		
				Límite 24 h (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (45 µg/m3)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.095 ppm)	Límite 8 h (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 h (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM
Estado de México	Estado de México	Zona Metropolitana del Valle de Toluca[1]	2,353,924	205	67	No	141	38	No	0.117	0.090	No	2.6	Sí	0.082	Sí	0.036	0.01	Sí
Guanajuato	Guanajuato	Celaya	450,118	177	66	No	83	17	No	0.111	0.096	No	DI	DI	0.075	Sí	DI	DI	DI
		Irapuato	505,779	149	60	No	103	19	No	0.122	0.110	No	2.3	Si	0.075	Sí	0.063	0.02	Sí
		León	1,631,014	135	46	No	49	25	No	0.092	0.078	No	DI	DI	DI	DI	DI	0.01	DI
		Salamanca	208,088	159	41	No	83	19	No	0.113	0.088	No	2.6	Sí	0.060	Sí	0.199	0.07	No
		Silao	125,014	155	51	No	DI	DI	DI	0.100	0.09	No	¤	¤	DI	DI	DI	0.01	DI
		Purísima del Rincón	57,864	66	31	Si	¤	¤	¤	0.090	0.075	No	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Luis de la Paz	64,359	¤	¤	¤	30	11	Sí	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Guanajuato	150,620	¤	¤	¤	28	13	No	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Miguel de Allende	78,508	¤	¤	¤	29	12	Sí	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Abasolo	33,241	¤	¤	¤	44	13	No	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Villagrán	51,034	¤	¤	¤	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Dolores Hidalgo	69,672	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Cortazar	73,479	¤	¤	¤	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Juventino Rosas	56,803	¤	¤	¤	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Acámbaro	69,614	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Moroleón	41,910	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San José Iturbide	34,456	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Fco. del Rincón	89,326	¤	¤	¤	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población (INEGI, 2021)	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-SSA1-2019		
				Límite 24 h (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (45 µg/m3)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.095 ppm)	Límite 8 h (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 h (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM
Guerrero	Acapulco	Acapulco	693,789	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Hidalgo	Hidalgo	Pachuca	305,854	104	32	No	39	12	Sí	0.100	0.075	No	2.6	Sí	0.064	Sí	0.027	0.02	Sí
		Tula de Allende	82,249	60	28	Si	36	18	No	0.089	0.068	Sí	5.0	Sí	0.054	Sí	0.217	0.05	No
		Atitalaquia	29,103	124	52	No	48	24	No	0.119	0.090	No	2.6	Sí	0.068	Sí	0.189	0.04	No
		Atotonilco de Tula	47,624	144	66	No	DI	DI	DI	0.125	0.091	No	1.9	Sí	0.046	Sí	0.142	DI	No
		Tepeji del Río	65,954	69	32	Sí	DI	DI	DI	0.121	0.086	No	1.9	Sí	0.060	Sí	0.195	DI	No
		Tlaxcoapan	27,309	73	31	Sí	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Tizayuca	158,965	187	69	No	DI	DI	DI	0.119	0.097	No	3.4	Sí	0.064	Sí	0.044	0.02	Sí
		Tepeapulco	48,105	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.081	0.065	Sí	1.5	Sí	0.041	Sí	0.015	0.01	Sí
		Lolotla	590	¤	¤	¤	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Huichapan	16,878	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.087	0.074	No	1.2	Sí	0.038	Sí	DI	DI	DI
		Tulancingo	145,854	62	28	Sí	29	12	Sí	0.092	0.084	No	2.3	Sí	0.045	Sí	0.014	0.01	Sí
		Zapotlán	21,171	49	27	Sí	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Jalisco	Jalisco	Zona Metropolitana de Guadalajara[1]	5,268,642	131	44	No	60	25	No	0.134	0.105	No	3.6	Sí	0.083	Sí	0.011	0.02	Sí
Michoacán		Morelia	789,641	DI	DI	DI	43	16	No	DI	0.081	No	DI	DI	0.047	Sí	FO	FO	FO
Morelos	Morelos	Cuautla	164,373	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Ocuituco	12,596	108	42	No	65	15	No	0.112	0.093	No	DI	DI	0.045	Sí	DI	DI	DI
		Cuernavaca	356,889	106	39	No	79	19	No	0.119	0.096	No	0.94	Sí	0.044	Sí	0.01	0.01	Sí
		Zacatepec	32,697	FO	FO	FO	79	18	No	0.108	0.100	No	DI	DI	0.037	Si	DI	DI	DI
Nayarit	Nayarit	Tepic	389,418	95	46	No	26	14	No	DI	0.090	No	1.6	Si	DI	DI	0.011	0.01	Sí
Nuevo León	Nuevo León	Área Metropolitana de Monterrey[1]	5,341,177	179	63	No	67	22	No	0.159	0.111	No	5.2	Sí	0.074	Sí	DI	0.02	DI
Oaxaca	Oaxaca	Oaxaca de Juárez	267,419	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población (INEGI, 2021)	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-SSA1-2019		
				Límite 24 h (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (45 µg/m3)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.095 ppm)	Límite 8 h (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 h (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM
Puebla	Puebla	Puebla	1,641,278	99	48	No	63	16	No	0.144	0.128	No	2.2	Sí	0.069	Sí	0.009	0.01	Sí
		Coronango	41,231	121	41	No	FO	FO	FO	0.105	0.094	No	3.7	Sí	DI	DI	DI	0.00	DI
Querétaro	Querétaro	Zona Metropolitana de Querétaro	1,594,212	183	58	No	30	16	No	0.097	0.081	No	3.5	Sí	0.173	Sí	DI	0.01	DI
		San Juan del Río	247,158	¤	¤	¤	¤	¤	¤	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.01	DI
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Zona Metropolitana de San Luis Potosí	874,911	96	42	No	DI	DI	DI	0.073	0.058	Sí	2.1	Sí	0.079	Sí	0.028	0.020	Sí
Sinaloa	Sinaloa	Ahome	374,888	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Culiacán	882,257	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Guasave	187,646	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Mazatlán	474,212	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Salvador Alvarado	70,431	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Sonora	Sonora	Nogales	261,137	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Luis Río Colorado	187,273	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Hermosillo	904,857	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Cajeme	405,786	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Agua Prieta	91,029	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Tabasco	Tabasco	Centro	565,522	DI	DI	DI	¤	¤	¤	INV	INV	INV	FO	FO	¤	¤	0.061	0.040	No
		Balancán	19,614	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Huimanguillo	84,736	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Centla	45,351	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Comalcalco	101,093	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Paraíso	53,391	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Macuspana	67,582	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Cunduacán	51,113	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población (INEGI, 2021)	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-SSA1-2019		
				Límite 24 h (75 µg/m³)	Límite anual (40 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (45 µg/m3)	Límite anual (12 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.095 ppm)	Límite 8 h (0.070 ppm)	Cumple NOM	Límite 8 h (11 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.210 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM
Tamaulipas	Tamaulipas	Altamira	247,400	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Ciudad Madero	205,933	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		El Mante	82,032	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Matamoros	516,075	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Nuevo Laredo	423,830	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Reynosa	691,557	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Tampico	297,373	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Victoria	332,100	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Tlaxcala	Tlaxcala	Cuapiaxtla	10,070				IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Tlaxcala	97,708	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Apizaco	77,753	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Veracruz	Veracruz	Minatitlán	105,217	FO	FO	FO	94	23	No	0.100	DI	No	DI	DI	0.042	Sí	DI	DI	DI
		Xalapa	476,589	108	27	No	46	18	No	0.071	0.062	Sí	2.4	Sí	0.073	Sí	DI	DI	DI
		Poza Rica	185,032	167	32	No	DI	DI	DI	DI	DI	DI	1.5	Sí	0.033	Sí	DI	DI	DI
		Veracruz	576,766	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Yucatán	Yucatán	Mérida	957,399	¤	¤	¤	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	FO	FO	DI	0.00	DI
Zacatecas	Zacatecas	Zacatecas	141,197	48	22	Sí	14	5	Sí	FO	FO	FO	2.0	Sí	0.036	Sí	FO	FO	FO

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 dos límites normados.

XI. Bibliografía

- CFR (Code of Federal Regulations). 2014. Title 40: Protection of Environment, Part 50, 53 and 58. National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards. Disponible en: http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/textidx?c=ecfr&sid=a5cd4bef5b2d6824ad5e32cff683a104&rgn=div5&view=text&node=40:2.0.1.1.1& idno=40

- 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:

  https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5259464&fecha=16/07/2012#gsc.tab=0

- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2019). Norma Oficial NOM-022-SSA1-2019. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados 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: DOF–Diario Oficial de la Federación

- 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.

- INECC-SEMARNAT. 2012. Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica. ISBN 978-607-8246-35-9. 78 pp.

- INEGI–Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. Resultados definitivos. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados

- LGEEPA (2022). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Federal/Ley_GEEPA.pdf. Consulta realizada el 07 de enero de 2022.

- USEPA (United States Environmental Protection Agency). 1998. Guideline on Data Handdling Conventions for the 8-hour Ozone NAAQS. Office of air Quality Planning and Standards, Research Tringle Park, NC. Reporte. EPA-454/R-98-017, 17 pp. USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2015. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Disponible en: http://www.epa.gov/air/criteria.html

Este Informe Nacional de la Calidad del Aire 2020 se terminó de elaborar en el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático durante el mes de septiembre de 2022.



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO