INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO

INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE

MÉXICO 2023



Informe Nacional de Calidad del Aire 2023

DR © 2026, INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 4209
Col. Jardines en la Montaña, C.P.14210
Tlalpan, CDMX, México.

Teléfono 55 54 24 64 00
https://www.gob.mx/inecc

Fotografía de portada:
Eduardo Iván Morales Antonio

Directorio

Mtra. Alicia Bárcena Ibarra
Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. José Luis Samaniego Leyva
Subsecretario de Desarrollo Sostenible y Economía Circular

Dr. José Abraham Ortínez Álvarez
Director General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Mtra. Jennifer Sandra García Escalante
Encargada de despacho de la Coordinación General de Laboratorios de Referencia en Investigación sobre Contaminación y Salud Ambiental

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

Integración

Act. María Guadalupe Tzintzun Cervantes
Subdirectora de Calidad del Aire

Ing. Jazmin Quezada Herrera
Jefa del Departamento de Información de Calidad del Aire

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

I.Q.I. Becki Jiménez Gatica
Jefa del Departamento de Caracterización de Fuentes Móviles

Ing. Luis Iván Ávila García
Enlace Informático

Téc. Francisco F. Guardado López
Técnico Superior

Edición

Lic. José Carlos Pérez Rodríguez
Subdirector de Difusión

Revisión

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

Aprobación

Dr. José Abraham Ortínez Álvarez
Director General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Índice

I. Presentación **25**
II. Resumen Ejecutivo **29**
III. Metodología **51**
IV. Calidad del Aire por Entidad Federativa **66**
Aguascalientes 67
Baja California 79
Chihuahua 97
Ciudad de México y Zona Conurbada 114
Coahuila 130
Estado de México 138
Guanajuato 152
Hidalgo 184
Jalisco 221
Morelos 234
Nayarit 251
Nuevo León 263
Puebla 279
Querétaro 298
San Luis Potosí 316
Sonora 332
Tabasco 344
Tlaxcala 351
Veracruz 365
Yucatán 390
V. Numeraria **399**
VI. Siglas y Acrónimos **410**
VII. Participación **412**
VIII. Bibliografía **414**

Índice de Tablas

Tabla III.1. SMCA incluidos en este informe 54
Tabla III.2. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental 57
Tabla III.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 60
Tabla III.4. Calificativo de calidad del aire: color e intervalos de concentración por contaminante, Índice Aire y Salud 61
Tabla 1.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 70
Tabla 1.2. Aguascalientes. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 71
Tabla 1.3. Aguascalientes. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 72
Tabla 1.4. Aguascalientes. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023 77
Tabla 2.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 82
Tabla 2.2. Baja California. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 84
Tabla 2.3. Baja California. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores a los límites diarios normados por contaminante 85
Tabla 2.4. Baja California. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 1997 - 2023 94
Tabla 3.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 100
Tabla 3.2. Chihuahua. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 102
Tabla 3.3. Chihuahua. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 103
Tabla 3.4. Chihuahua. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes, 1997 – 2023 111
Tabla 4.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su Zona Conurbada en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 117
Tabla 4.2. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 121
Tabla 4.3. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 122
Tabla 4.4. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 1990–2023 128
Tabla 5.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 132
Tabla 5.2. Coahuila. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 133

Tabla 5.3. Coahuila. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores a los límites diarios normados por contaminante 134
Tabla 5.4. Coahuila. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2013 – 2023 135
Tabla 6.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 141
Tabla 6.2. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 143
Tabla 6.3. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 144
Tabla 6.4. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1994 – 2023 150
Tabla 7.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 156
Tabla 7.2. Guanajuato. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 159
Tabla 7.3. Guanajuato. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 161
Tabla 7.4. Guanajuato. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2000 – 2023 179
Tabla 8.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 187
Tabla 8.2. Hidalgo. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 190
Tabla 8.3. Hidalgo. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 192
Tabla 8.4. Hidalgo. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado vigente de uno o más contaminantes en el periodo 2013 – 2023 217
Tabla 9.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 224
Tabla 9.2. Zona Metropolitana de Guadalajara. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 226
Tabla 9.3. Zona Metropolitana de Guadalajara. Porcentaje de días, en al año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 227
Tabla 9.4. Zona Metropolitana de Guadalajara. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023 232
Tabla 10.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 236
Tabla 10.2. Morelos. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, en el año 2023 237
Tabla 10.3. Morelos. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 238
Tabla 10.4. Morelos. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023 249

Tabla 11.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 254
Tabla 11.2. Nayarit. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 255
Tabla 11.3. Nayarit. Porcentaje de días del año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 256
Tabla 11.4. Nayarit. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023 262
Tabla 12.1. Estaciones que conformaron el SMCA del Área Metropolitana de Monterrey en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 266
Tabla 12.2. Área Metropolitana de Monterrey. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 269
Tabla 12.3. Área Metropolitana de Monterrey. Porcentaje de días del año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 270
Tabla 12.4. Área Metropolitana de Monterrey. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023 277
Tabla 13.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 282
Tabla 13.2. Puebla. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 284
Tabla 13.3. Puebla. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 285
Tabla 13.4. Puebla. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 2000 – 2023 296
Tabla 14.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 301
Tabla 14.2. Querétaro. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 303
Tabla 14.3. Querétaro. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores a los límites diarios normados por contaminante 304
Tabla 14.4. Querétaro. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo 2011 – 2023 313
Tabla 15.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 319
Tabla 15.2. San Luis Potosí. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 321
Tabla 15.3. San Luis Potosí. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 322
Tabla 15.4. San Luis Potosí. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023 330
Tabla 16.1. Estaciones[1] que conformaron el SMCA de Sonora en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 334
Tabla 16.2. Sonora. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 336
Tabla 16.3. Sonora. Porcentaje de días del año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 337

Tabla 16.4. Sonora. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023 343
Tabla 17.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 346
Tabla 17.2. Tabasco. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 347
Tabla 17.3. Tabasco. Porcentaje de días, en el año 2023 con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 348
Tabla 17.4. Tabasco. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023 349
Tabla 18.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tlaxcala en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 353
Tabla 18.2. Tlaxcala. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 354
Tabla 18.3. Tlaxcala. Porcentaje de días, en el año 2023 con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 355
Tabla 18.4. Tlaxcala. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier límite diario normado de uno o más contaminantes, 2017 – 2023 363
Tabla 19.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 368
Tabla 19.2. Veracruz. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 370
Tabla 19.3. Veracruz. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 371
Tabla 19.4. Veracruz. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023 387
Tabla 20.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes 392
Tabla 20.2. Mérida. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023 393
Tabla 20.3. Mérida. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante 394
Tabla 20.4. Mérida. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2013 – 2023 398
Tabla V.1. Estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2023 405

Índice de Figuras

Figura I.1. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2023)..... 27
Figura I.2. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2023) incluidas en este informe..... 28
Figura II.1. Evaluación de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México, en el año 2023 31
Figura II.2. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México (2023) 32
Figura II.3. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de $PM_{2.5}$, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 34
Figura II.4. 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 (2023)..... 35
Figura II.5. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de salud ambiental de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 37
Figura II.6. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 u 8 horas de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2023) 38
Figura II.7. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de SO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 40
Figura II.8. 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 (2023) 41
Figura II.9. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de CO en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 43
Figura II.10. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de NO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 45
Figura II.11. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de una hora de NO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2023) 46
Figura II.12. Frecuencia de ocurrencia de días en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en 2023..... 47
Figura III.1. Procedimiento de verificación de las bases de datos..... 52
Figura III.2. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire 55
Concentraciones horarias..... 55
Figura III.3. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire 56
Muestreos manuales..... 56
Figura III.4. Representación gráfica de la evaluación del cumplimiento de los límites normados 59
Figura III.5. Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con 61
calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala 61
Figura III.6. Ejemplo de la representación gráfica de la tendencia de los datos diarios..... 62
Figura III.7. Ejemplo de la representación gráfica del porcentaje de días por año, ... 63
en que se rebasa el límite normado de un contaminante..... 63

Figura III.8. Ejemplo de la representación gráfica del número de horas, por año, en que se rebasó la norma vigente de calidad del aire para ozono 64
Figura III.9. Ejemplo de la representación gráfica del número de días, por año, ... 65
en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire 65
Figura 1.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Aguascalientes, 2023 70
Figura 1.2. Aguascalientes. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 71
Figura 1.3. Aguascalientes. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 73
Figura 1.4. Aguascalientes. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023 74
Figura 1.5. Aguascalientes. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2018 – 2023 75
Figura 1.6. Aguascalientes. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2023 76
Figura 1.7. Aguascalientes. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2018 – 2023 77
Figura 1.8. Aguascalientes. Número de días, por año, en que se rebasó el límite 78
diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023 78
Figura 2.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Baja California, 2023 82
Figura 2.2. Baja California. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 83
Figura 2.3. Baja California. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 85
Figura 2.4. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 86
Figura 2.5. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 87
Figura 2.6. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 87
Figura 2.7. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 88
Figura 2.8. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 88
Figura 2.9. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 88
Figura 2.10. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 89
Figura 2.11. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2020 - 2023 89
Figura 2.12. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2003 - 2023 89

Figura 2.13. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 1997 - 2023 90
Figura 2.14. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 1997 - 2023 90
Figura 2.15. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 1997 - 2023 90
Figura 2.16. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en el periodo 1997 - 2023 91
Figura 2.17. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedio de 24 horas), por ciudad, en el periodo 1997 - 2023 91
Figura 2.18. Baja California. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 1997 - 2023 91
Figura 2.19. Baja California. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 1997 - 2023 93
Figura 2.20. Baja California. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1997 - 2023 93
Figura 2.21. Baja California. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 1997 – 2023 96
Figura 3.2. Chihuahua. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 101
Figura 3.3. Chihuahua. Número de días según condición de la calidad del 104
aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 104
Figura 3.4. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 105
Figura 3.5. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 105
Figura 3.6. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 105
Figura 3.7. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 106
Figura 3.8. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 106
Figura 3.9. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 106
Figura 3.10. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 107
Figura 3.11. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, 2007 – 2023 .. 107
Figura 3.12. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, 2014 – 2023 .. 107
Figura 3.13. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, 1997 – 2023 108
Figura 3.14. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, 1997 – 2023 108
Figura 3.15. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, 2007 – 2023.... 108

Figura 3.16. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, 2007 – 2023 109
Figura 3.17. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximo), por ciudad, 2007 – 2023 109
Figura 3.18. Chihuahua. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1997 – 2023 110
Figura 3.19. Chihuahua. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1997 – 2023 111
Figura 3.20. Chihuahua. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 1997 – 2023 113
Figura 4.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Ciudad de México y su Zona Conurbada, 2023 118
Figura 4.2. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 119
Figura 4.3. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 122
Figura 4.4. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023 124
Figura 4.5. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1990–2023 125
Figura 4.6. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 1990 – 2023 126
Figura 4.7. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 1990 – 2023 127
Figura 4.8. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1990 – 2023 128
Figura 4.9. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 1990 – 2023 129
Figura 5.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Coahuila, 2023 132
Figura 5.2. Coahuila. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 133
Figura 5.3. Coahuila. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 135
Figura 5.4. Coahuila. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2013 – 2023 137
Figura 6.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 2023 141
Figura 6.2. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 142
Figura 6.3. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 144

Figura 6.4. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023 146
Figura 6.5. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, 1994 - 2023 147
Figura 6.6. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1994 – 2023 148
Figura 6.7. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 1994 – 2023 149
Figura 6.8. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1994 – 2023 150
Figura 6.9. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1994 – 2023 151
Figura 7.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Guanajuato, 2023 157
Figura 7.2. Guanajuato. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 157
Figura 7.3. Guanajuato. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 162
Figura 7.4. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 163
Figura 7.5. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 164
Figura 7.6. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 165
Figura 7.7. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 166
Figura 7.8. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 167
Figura 7.9. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 168
Figura 7.10. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 169
Figura 7.11. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023 170
Figura 7.12. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 171
Figura 7.13. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023 172
Figura 7.14. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023 173
Figura 7.15. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023 174

Figura 7.16. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 175
Figura 7.17. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 176
Figura 7.18. Guanajuato. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2023 177
Figura 7.19. Guanajuato. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2006 – 2023 178
Figura 7.20. Guanajuato. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2000 – 2023 179
Figura 7.21. Guanajuato. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2000 – 2023 183
Figura 8.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Hidalgo, 2023 188
Figura 8.2. Hidalgo. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 188
Figura 8.3. Hidalgo. Número de días según condición de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo en el año 2023 193
Figura 8.4. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 194
Figura 8.5. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 196
Figura 8.6. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 197
Figura 8.7. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 198
Figura 8.8. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 199
Figura 8.9. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 201
Figura 8.10. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 202
Figura 8.11. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 203
Figura 8.12. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 205
Figura 8.13. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 206
Figura 8.14. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 207
Figura 8.15. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 208

Figura 8.16. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos diarios), por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 210
Figura 8.17. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (promedio de 24 horas), por ciudad, en el periodo 2013 – 2023..... 211
Figura 8.18. Hidalgo. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2023 213
Figura 8.19. Hidalgo. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2013 – 2023 216
Figura 8.20. Hidalgo. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2023 217
Figura 8.21. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2023 220
Figura 9.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2023 224
Figura 9.2. Zona Metropolitana de Guadalajara. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 225
Figura 9.3. Zona Metropolitana de Guadalajara. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023..... 227
Figura 9.4. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia de las concentraciones diarias por mes, de cada contaminante, en el año 2023..... 228
Figura 9.5. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, 1993–2023 229
Figura 9.6. Zona Metropolitana de Guadalajara. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1993 – 2023 230
Figura 9.7. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 1993 – 2023 231
Figura 9.8. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1993 – 2023 232
Figura 9.9. Zona Metropolitana de Guadalajara. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023 233
Figura 10.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Morelos, 2023..... 236
Figura 10.2. Morelos. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 237
Figura 10.3. Morelos. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 239
Figura 10.4. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 240
Figura 10.5. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 240
Figura 10.6. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 241

Figura 10.7. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 241
Figura 10.8. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 242
Figura 10.9. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 242
Figura 10.10. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 243
Figura 10.11. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 244
Figura 10.12. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ por ciudad, en el periodo 2016 – 2023 244
Figura 10.13. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 245
Figura 10.14. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 246
Figura 10.15. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 246
Figura 10.16. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 247
Figura 10.17. Morelos. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2023 248
Figura 10.18. Morelos. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2014 – 2023 249
Figura 10.19. Morelos. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023 250
Figura 11.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de Nayarit, 2023 254
Figura 11.2. Nayarit. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 256
Figura 11.3. Nayarit. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023 257
Figura 11.4. Nayarit. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, ... 259
por contaminante, en el periodo 2015–2023 259
Figura 11.5. Nayarit. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2023 260
Figura 11.6. Nayarit. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2015 – 2023 261
Figura 11.7. Nayarit. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023 262
Figura 12.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey, 2023 267

Figura 12.2. Área Metropolitana de Monterrey. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 267
Figura 12.3. Área de Metropolitana de Monterrey. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 270
Figura 12.4. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023 272
Figura 12.5. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1993–2023 273
Figura 12.6. Área Metropolitana de Monterrey. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1993 – 2023 274
Figura 12.7. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 1993 – 2023 276
Figura 12.8. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1993 – 2023 276
Figura 12.9. Área Metropolitana de Monterrey. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023 278
Figura 13.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Puebla, 2023 282
Figura 13.2. Puebla. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 283
Figura 13.3. Puebla. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo en Puebla, en el año 2023 285
Figura 13.4. Puebla. Tendencia de las concentraciones promedio de 24 horas de PM_{10}, por mes y ciudad, en el año 2023 287
Figura 13.5. Puebla. Tendencia de las concentraciones promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$, por mes y ciudad, en el año 2023 288
Figura 13.6. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de O_3, por mes y ciudad, en el año 2023 288
Figura 13.7. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de CO, por mes y ciudad, en el año 2023 289
Figura 13.8. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de NO_2, por mes y ciudad, en el año 2023 290
Figura 13.9. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 290
Figura 13.10. Puebla. Tendencia de las concentraciones promedio de 24 horas de SO_2, por mes y ciudad, en el año 2023 291
Figura 13.11. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 292
Figura 13.12. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2010 – 2023 292
Figura 13.13. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 292

Figura 13.14. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 293
Figura 13.15. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 293
Figura 13.16. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 293
Figura 13.17. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de 24 horas de SO_2, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023 294
Figura 13.18. Puebla. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 2000 – 2023 294
Figura 13.19. Puebla. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, 2000 – 2023 295
Figura 13.20. Puebla. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 2000 – 297
Figura 14.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Querétaro, 2023 301
Figura 14.2. Querétaro. Evaluación del cumplimiento de NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 302
Figura 14.3. Querétaro. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 305
Figura 14.4. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 306
Figura 14.5. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 306
Figura 14.6. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 307
Figura 14.7. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 307
Figura 14.8. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 307
Figura 14.9. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 308
Figura 14.10. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 308
Figura 14.11. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 309
Figura 14.12. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023 309
Figura 14.13. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023 310
Figura 14.14. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023 310

Figura 14.15. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023 310
Figura 14.16. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en el periodo 2011 – 2023 311
Figura 14.17. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias (promedio de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023 311
Figura 14.18. Querétaro. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 2011 – 2023 312
Figura 14.19. Querétaro. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, 2011 – 2023 313
Figura 14.20. Querétaro. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2011 – 2023 315
Figura 15.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de 319
San Luis Potosí en el año 2023 319
Figura 15.2. San Luis Potosí. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 320
Figura 15.3. San Luis Potosí. Número de días según su condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 323
Figura 15.4. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 324
Figura 15.5. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 324
Figura 15.6. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 325
Figura 15.7. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 325
Figura 15.8. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 325
Figura 15.9. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 326
Figura 15.10. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 326
Figura 15.11. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, 2018 – 2023 326
Figura 15.12. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, 2019 – 2023 327
Figura 15.13. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, 2018 – 2023 327
Figura 15.14. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, 2018 – 2023 327
Figura 15.15. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, 2018 – 2023 328

Figura 15.16. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, 2018 – 2023 328
Figura 15.17. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximo), por ciudad, 2018 – 2023 328
Figura 15.18. San Luis Potosí. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2023 329
Figura 15.19. San Luis Potosí. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2018 – 2023 330
Figura 15.20. San Luis Potosí. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023 331
Figura 16.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Sonora, 2023 334
Figura 16.2. Sonora. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 335
Figura 16.3. Sonora. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 338
Figura 16.4. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 339
Figura 16.5. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 339
Figura 16.6. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 340
Figura 16.7. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 340
Figura 16.8. Sonora. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2018 – 2023 341
Figura 16.9. Sonora. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2021 – 2023 341
Figura 16.10. Sonora. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2018 – 2023 342
Figura 16.11. Sonora. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2023 342
Figura 16.12. Sonora. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023 343
Figura 17.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tabasco en 2023 347
Figura 17.2. Tabasco. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 348
Figura 17.3. Tabasco. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2023 349
Figura 17.4. Tabasco. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023 350
Figura 18.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tlaxcala, 2023 353

Figura 18.2. Tlaxcala. Evaluación del cumplimiento de la NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 354
Figura 18.3. Tlaxcala. Número de días según condición de la calidad del aire 356
por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 356
Figura 18.4. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 357
Figura 18.5. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 357
Figura 18.6. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 358
Figura 18.7. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 358
Figura 18.8. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 358
Figura 18.9. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 359
Figura 18.10. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, 2021 – 2023 359
Figura 18.11. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, 2021 – 2023 359
Figura 18.12. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, 2017 – 2023 360
Figura 18.13. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, 2017 – 2023 360
Figura 18.14. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, 2017 – 2023 360
Figura 18.15. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, 2017 – 2023 361
Figura 18.16. Tlaxcala. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 2017 – 2023 361
Figura 18.17. Tlaxcala. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 2017 – 2023 362
Figura 18.18. Tlaxcala. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 2017 – 2023 363
Figura 18.19. Tlaxcala. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 2017 – 2023 364
Figura 19.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Veracruz, 2023 368
Figura 19.2. Veracruz. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 369
Figura 19.3. Veracruz. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 372

Figura 19.4. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023 373
Figura 19.5. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023 374
Figura 19.6. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023 375
Figura 19.7. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023 376
Figura 19.8. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 376
Figura 19.9. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 377
Figura 19.10. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023 378
Figura 19.11. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 378
Figura 19.12. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 379
Figura 19.13. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 380
Figura 19.14. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 381
Figura 19.15. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 382
Figura 19.16. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 383
Figura 19.17. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias (promedios de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023 384
Figura 19.18. Veracruz. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2023 385
Figura 19.19. Veracruz. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2014 – 2023 386
Figura 19.20. Veracruz. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2014 – 2023 387
Figura 19.21. Veracruz. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023 389
Figura 20.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Yucatán, 2023 392
Figura 20.2. Mérida. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023 394
Figura 20.3. Mérida. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023 395

Figura 20.4. Mérida. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2013 – 2023 396
Figura 20.5. Mérida. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2023 397
Figura 20.6. Mérida. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2023 397
Figura 20.7. Mérida. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2013 – 2023 398

I. Presentación

Mejorar la calidad del aire y combatir la contaminación atmosférica son prioridades para los tres órdenes de gobierno de nuestro país. La mala calidad del aire es un riesgo ambiental para la salud pública, pues se sabe que tiene graves efectos en grupos vulnerables como las personas mayores, los niños y quienes padecen enfermedades preexistentes. También puede ser perjudicial para el medio ambiente, con impactos negativos en la vida animal y vegetal.

En este contexto, el monitoreo de la calidad del aire es crucial para conocer y evaluar los niveles de contaminación atmosférica que se registran en las ciudades y zonas metropolitanas de nuestro país, así como para proteger la salud pública, prevenir enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y salvaguardar el medio ambiente. La información generada a través de esta actividad es fundamental para que las autoridades implementen políticas de control y gestionen eficazmente las fuentes de contaminación, así como para que los ciudadanos puedan tomar decisiones informadas para proteger su salud.

En el año 2023 Mexico contaba con 228 estaciones de monitoreo/muestreo distribuidas en 99 ciudades y zonas metropolitanas (Figura I.1). Este Informe Nacional de Calidad del Aire 2023, sin embargo, presenta información sobre el estado general de la calidad del aire en 66 ciudades y zonas metropolitanas basándose en los datos disponibles que las autoridades responsables de la gestión de los sistemas de monitoreo facilitaron al INECC con respecto al año calendario 2023 (Figura I.2). Así mismo, informa sobre los avances logrados en el cumplimiento de las normas de calidad del aire establecidas para la protección de la salud en las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental. Incluye, además, algunos indicadores que permiten visualizar la evolución histórica de las concentraciones diarias de 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).

Los datos utilizados en este documento proceden de 167 estaciones de monitoreo, las cuales son operadas tanto por autoridades ambientales estatales como municipales, así como por una institución académica. Para dar continuidad a los indicadores empleados en informes previos, el diagnóstico sobre el estado de la calidad del aire se realiza a través de los siguientes indicadores:

- Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire;
- Condición de calidad del aire según nivel de concentración;
- Tendencia mensual de las concentraciones diarias;
- Tendencia anual de las concentraciones diarias;
- Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante;
- Tendencia anual de las horas en que se rebasa el límite normado de cada contaminante;
- Tendencia anual del número de días en que se rebasa el límite diario normado de cualquier contaminante.

En las siguientes secciones de este Informe se presenta:

- Un resumen ejecutivo con los hallazgos más relevantes, a nivel nacional y por contaminante, en materia de calidad del aire durante en el año 2023 (Sección II);

- Descripción de la metodología y consideraciones empleadas para la construcción de cada uno de los indicadores incluidos en este trabajo para desarrollar el diagnóstico sobre el estado actual y tendencias de la calidad del aire (Sección III);

- Diagnóstico sobre el estado de la calidad del aire en el año 2023 y sus tendencias a lo largo del tiempo por entidad federativa (Sección IV);

- Numeraria, sección que resume información de interés a través de cifras y estadísticas para ofrecer un panorama más detallado y preciso (Sección V), y;

Finalmente se incluyen secciones con las siglas y acrónimos usados en el documento (Sección VI); listado de instituciones que facilitaron la información con la que se elaboró el Informe (Sección VII); y, la bibliografía empleada (Sección VIII).

Figura I.1. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2023)

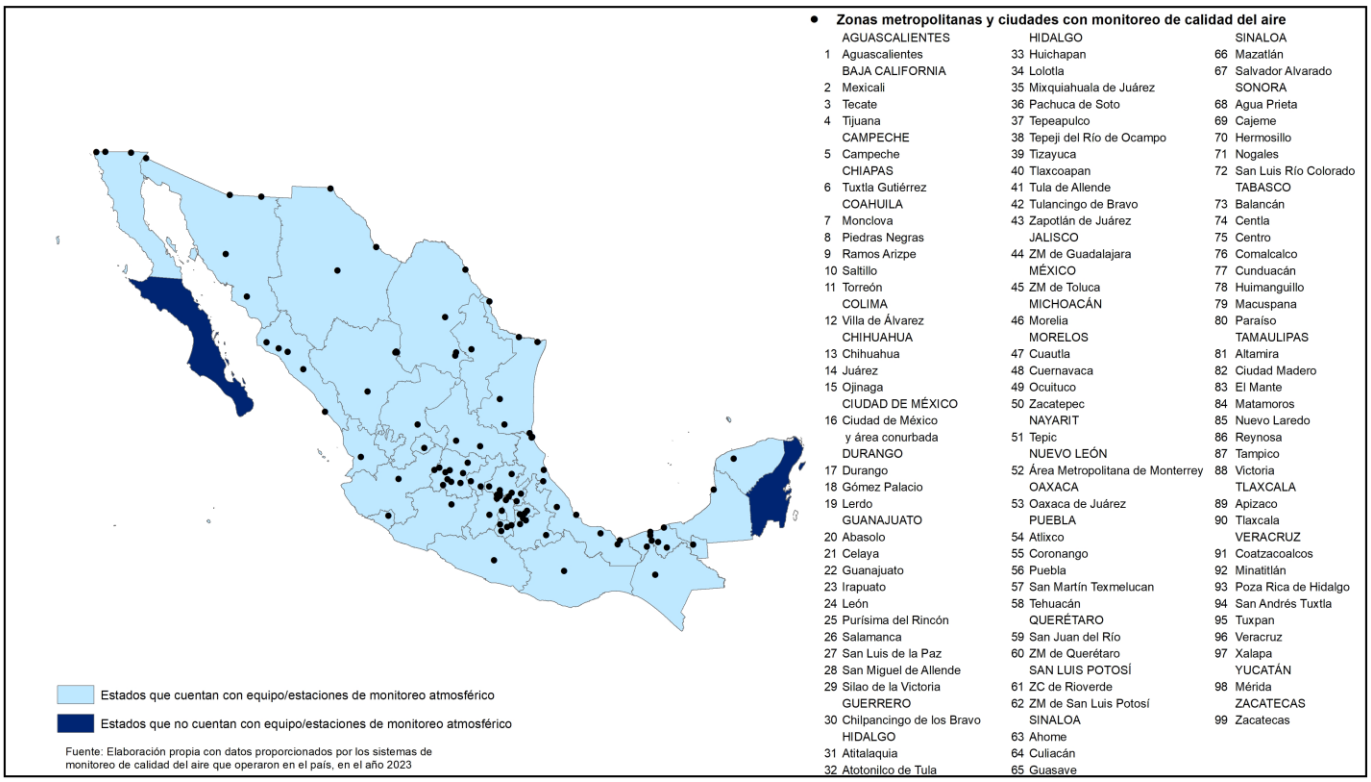
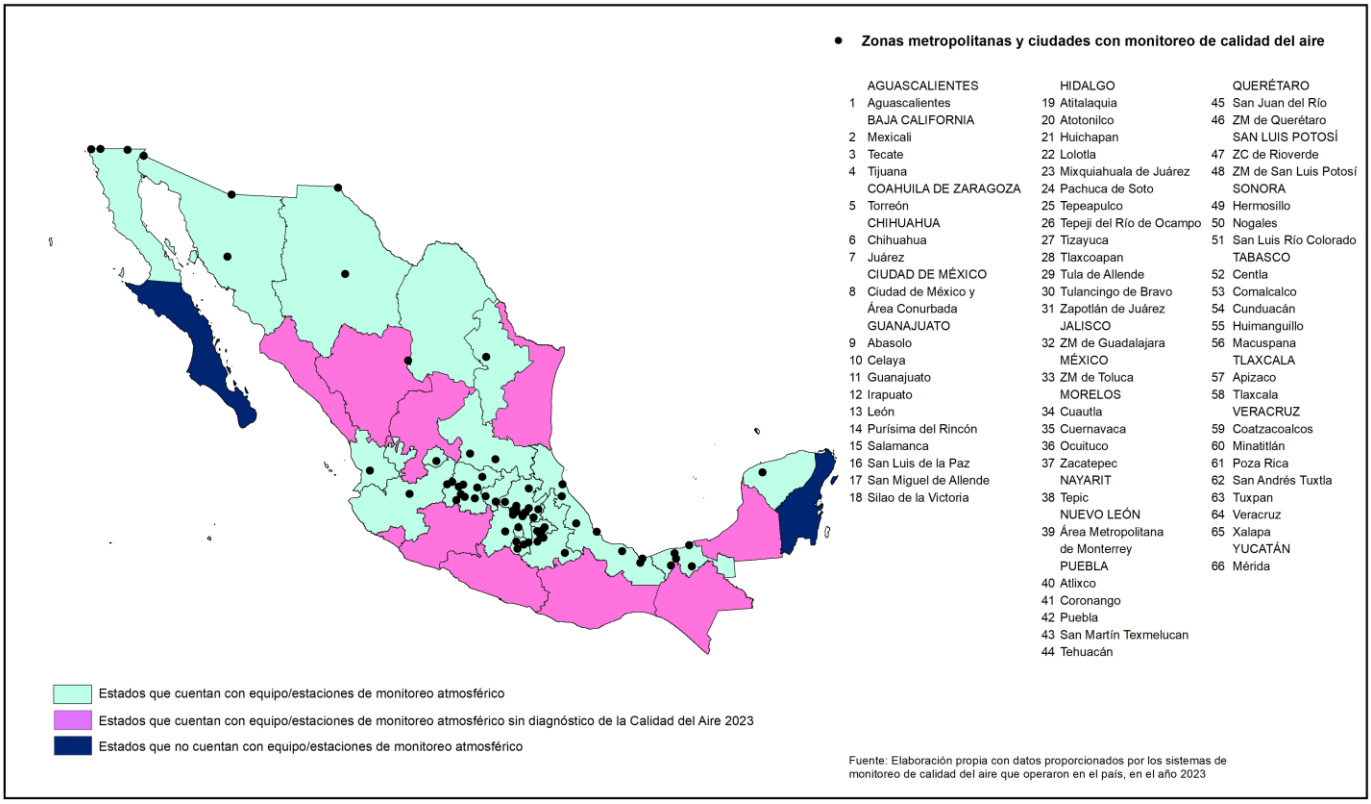


Figura I.2. Ciudades y zonas metropolitanas con monitoreo de calidad del aire en México (2023) incluidas en este informe



II. Resumen Ejecutivo

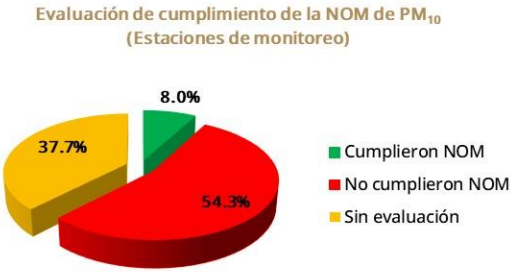
Partículas suspendidas PM_{10}

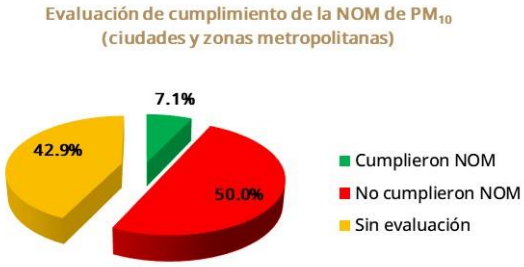
De las **138** estaciones de monitoreo capaces de medir **PM_{10}**:

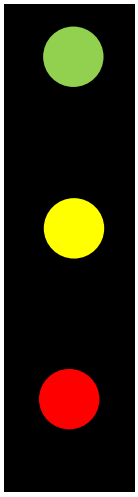
- En **11** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **75** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - **70** rebasaron los dos límites normados (24 h y anual).
  - **3** sólo rebasaron el límite de 24 h.
  - **2** sólo rebasaron el límite anual.
- En **52** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **42** por insuficiencia de datos, **8** estuvieron fuera de operación, en **1** la información fue invalidada y en **1** más la información no estuvo disponible.

De las **56** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **PM_{10}**:

- En **4** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **28** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **24** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **22** por insuficiencia de datos y **2** reportaron equipo fuera de operación.







Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM
Huichapan, Zapotlán, San Andrés Tuxtla y Purísima del Rincón

Ciudades y zonas metropolitanas en donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM
Tula de Allende, Tepeji del Río, Tepeapulco, Mixquiahuala de Juárez, Ocuituco, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Centla, Huimanguillo, Comalcalco, Macuspana, Cunduacán, Tlaxcala, Apizaco, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, Tuxpan, Tijuana y Minatitlán.

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM
Torreón, ZMG, Atotonilco de Tula, AMM, Nogales, Celaya, Mexicali, ZMVT, Ciudad Juárez, León, Aguascalientes, Chihuahua, Irapuato, Salamanca, Atitalaquia, ZMVM, Coronango, ZMQ, Silao, Puebla, Cuautla, ZMSLP, Tizayuca, Hermosillo, Pachuca, Tulancingo, Cuernavaca y Tlaxcoapan

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

De las 22 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de PM_{10} por insuficiencia de datos; 13 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

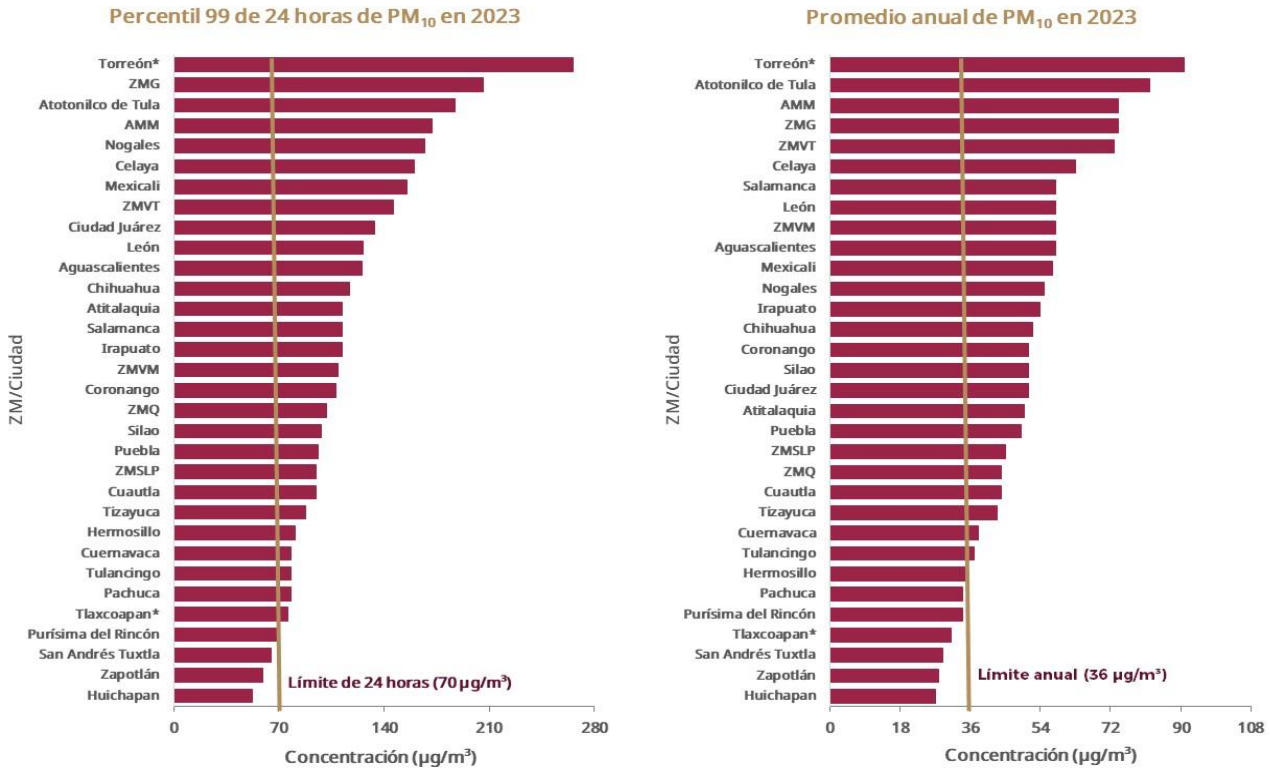
Ciudades y zonas metropolitanas con problemas potenciales por PM_{10}

Tlaxcala, Tepic, Cunduacán, Ocuituco, Tepeapulco, Xalapa, Coatzacoalcos, Mixquiahuala de Juárez, Tuxpan, Poza Rica, Veracruz, Tehuacán y Apizaco.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura II.1 muestra la concentración máxima registrada como Percentil 99 de los promedios de 24 horas de partículas PM_{10} en cada ciudad y zonas metropolitanas de México, así como el promedio anual estimado para el año 2023 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

Figura II.1. Evaluación de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México, en el año 2023
(Línea vertical indica el límite que se debe cumplir)

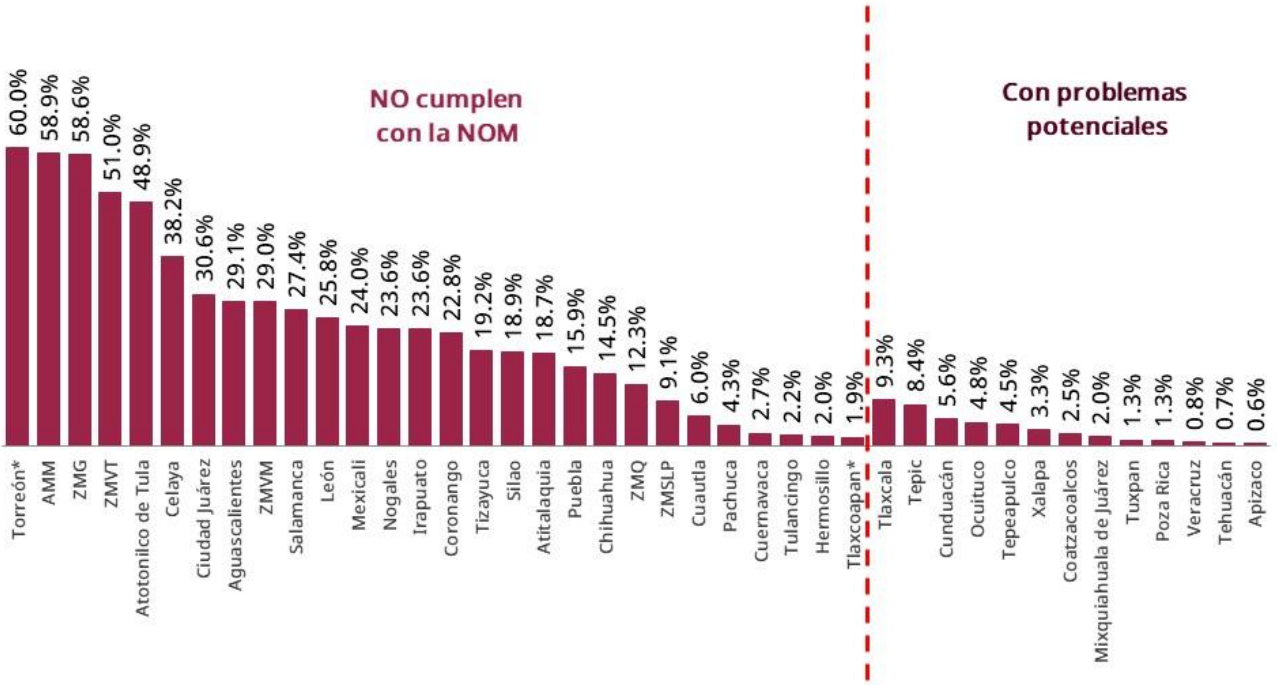


*****Estimado con datos generados por monitoreo manual.

Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura II.2 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-SSA1-2021", establece que el valor límite normado de 24 horas puede rebasarse 1% de veces en un año calendario.

Figura II.2. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México (2023)



***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 NOM en un año calendario.

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

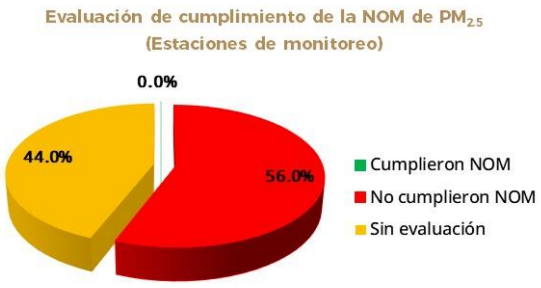
Partículas suspendidas $PM_{2.5}$

De las **125** estaciones de monitoreo capaces de medir **$PM_{2.5}$**:

- En **0** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **70** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - **43** rebasaron los dos límites.
  - **27** rebasaron sólo el límite anual.
- En **55** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en **46** por insuficiencia de datos, **7** estuvieron fuera de operación. En **1** no se tuvo información disponible y en **1** la información fue invalidada.

De las **54** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **$PM_{2.5}$**:

- En **0** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **30** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **24** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **22** por insuficiencia de datos y **2** reportaron equipo fuera de operación.





Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM

Ciudades y zonas metropolitanas en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Aguascalientes, Tecate, Chihuahua, Tula de Allende, Tepeapulco, Huichapan, Mixquiahuala de Juárez, Cuautla, Ocuituco, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, Hermosillo, Tlaxcala, Apizaco, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, Tuxpan, Zacatepec y Mérida

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM

ZMG, ZMVT, Celaya, Coronango, Atotonilco de Tula, AMM, Mexicali, Tijuana, ZMVM, Tepeji del Río, Salamanca, Ciudad Juárez, Atitalaquia, Tizayuca, León, Cuernavaca, ZMSLP, San Andrés Tuxtla, Irapuato, Puebla, ZMQ, San Luis de la Paz, Guanajuato, San Miguel de Allende, Abasolo, Tulancingo, San Juan del Río, Pachuca, Lolotla y Nogales.

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

De las 22 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de $PM_{2.5}$ por insuficiencia de datos; 8 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

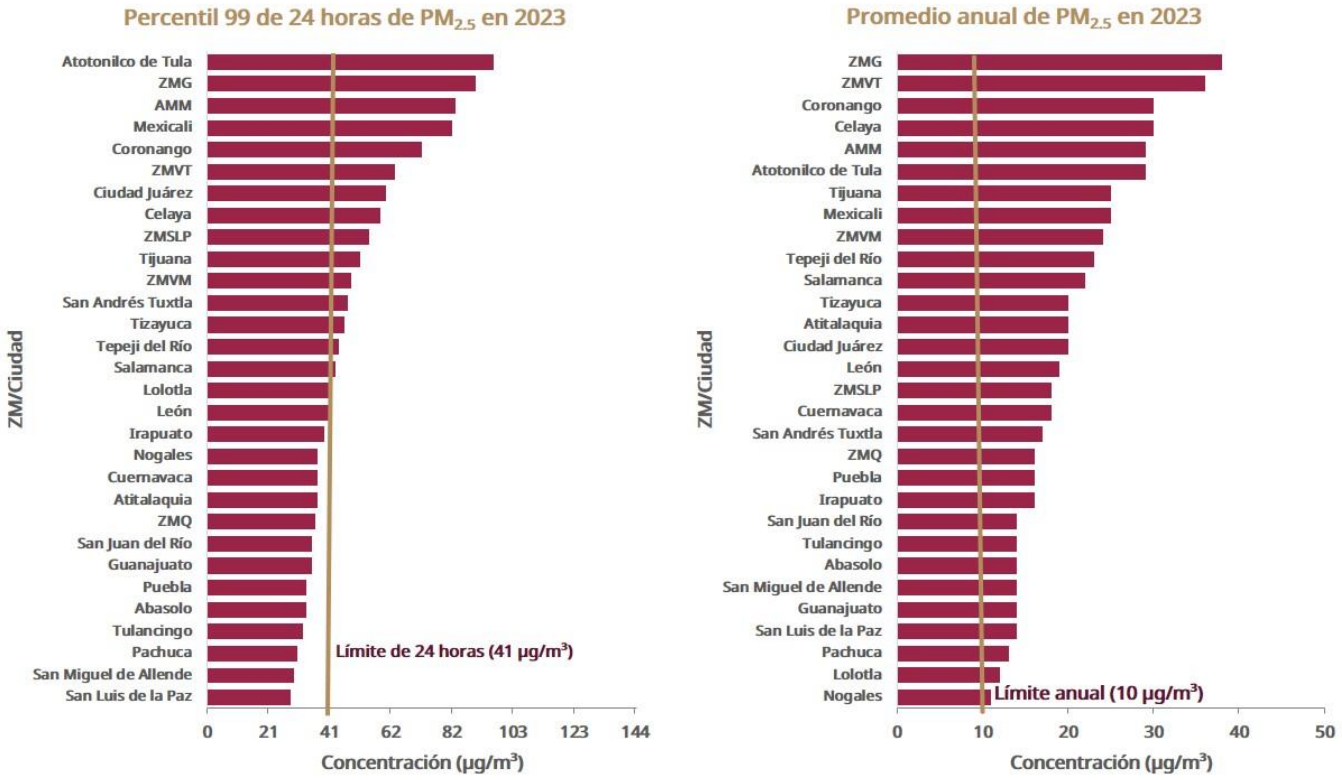
Ciudades y zonas metropolitanas con problemas potenciales por $PM_{2.5}$

Xalapa, Minatitlán, Veracruz, Tuxpan, Coatzacoalcos, Poza Rica, Tepic y Chihuahua.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura II.3 muestra la concentración máxima registrada como Percentil 99 de los promedios de 24 horas de partículas $PM_{2.5}$ en cada ciudad y zonas metropolitanas de México, así como el promedio anual estimado para el año 2023 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

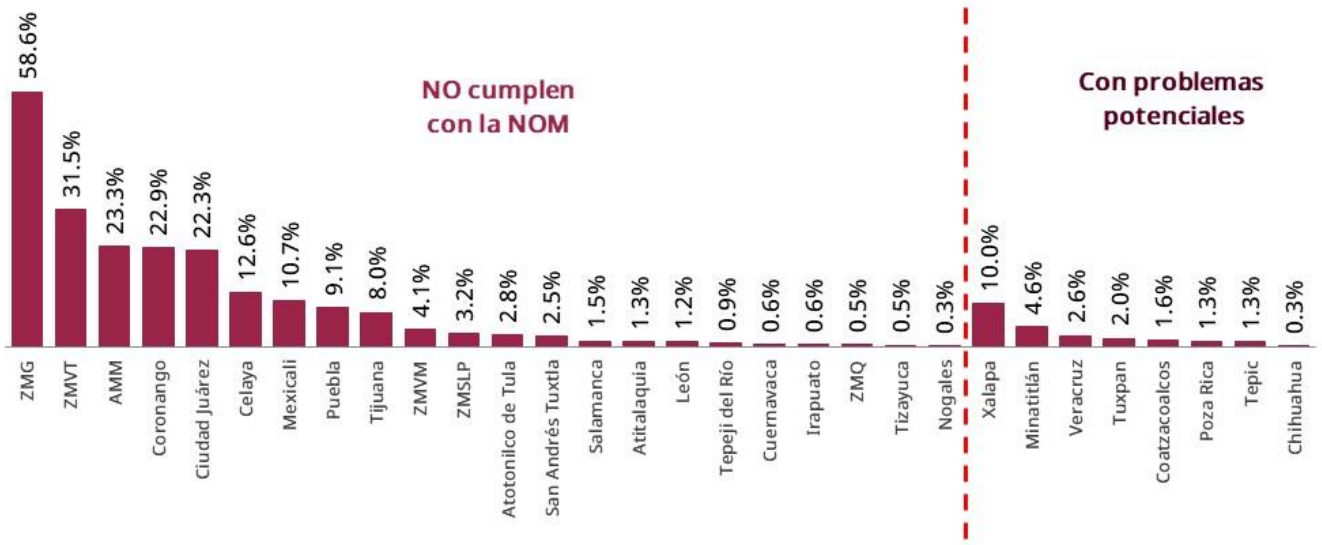
Figura II.3. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de $PM_{2.5}$, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 (Línea vertical indica el límite que se debe cumplir)



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura II.4 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-SSA1-2021", establece que el valor límite normado de 24 horas puede rebasarse 1% de veces en un año calendario.

Figura II.4. 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 (2023)



No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de NOM en un año calendario. Aquellas ciudades y zonas metropolitanas con menos de 1% de días que se rebasó el límite de 24 horas, si bien cumplieron con el límite de 24 horas, incumplieron el límite anual.

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

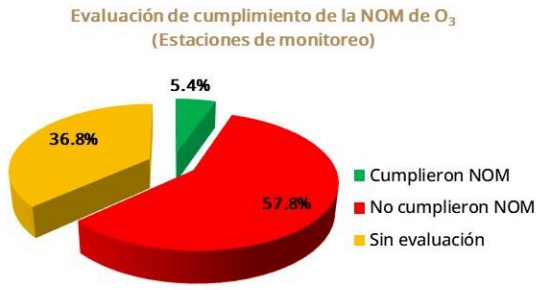
Ozono

De las **147** estaciones de monitoreo capaces de medir **O_3**:

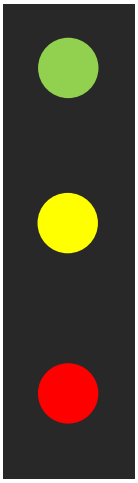
- En **8** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **85** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - **70** rebasaron los dos límites.
  - **5** sólo rebasaron el límite de 1 h.
  - **10** sólo rebasaron el límite de 8 h.
- En **54** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **39** por insuficiencia de datos, **12** estuvieron fuera de operación, **2** no se tuvo información disponible y **1** la información fue invalidada.

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

- En **7** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **24** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **22** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **17** por insuficiencia de datos, **4** reportaron equipo fuera de operación y **1** la información fue invalidada.







Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM

Aguascalientes, León, Purísima del Rincón, Tepeapulco, San Juan del Río, San Andrés Tuxtla y Tuxpan.

Ciudades en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Pachuca, Tula de Allende, Mixquiahuala de Juárez, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Nogales, San Luis Río Colorado, Xalapa, Veracruz, Mérida, Tijuana, Tecate, Minatitlán, Poza Rica y Tlaxcala.

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM

ZMVM, ZMG, AMM, Tepeji del Río, ZMVT, ZMQ, Puebla, Mexicali, Ciudad Juárez, Apizaco, Celaya, Silao, ZMSLP, Chihuahua, Atitalaquia, Coronango, Tizayuca, Tulancingo, Hermosillo, Irapuato, Salamanca, Atotonilco de Tula, Huichapan y Coatzacoalcos.

De las 17 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de O_3 por insuficiencia de datos; 11 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 1 u 8 horas.

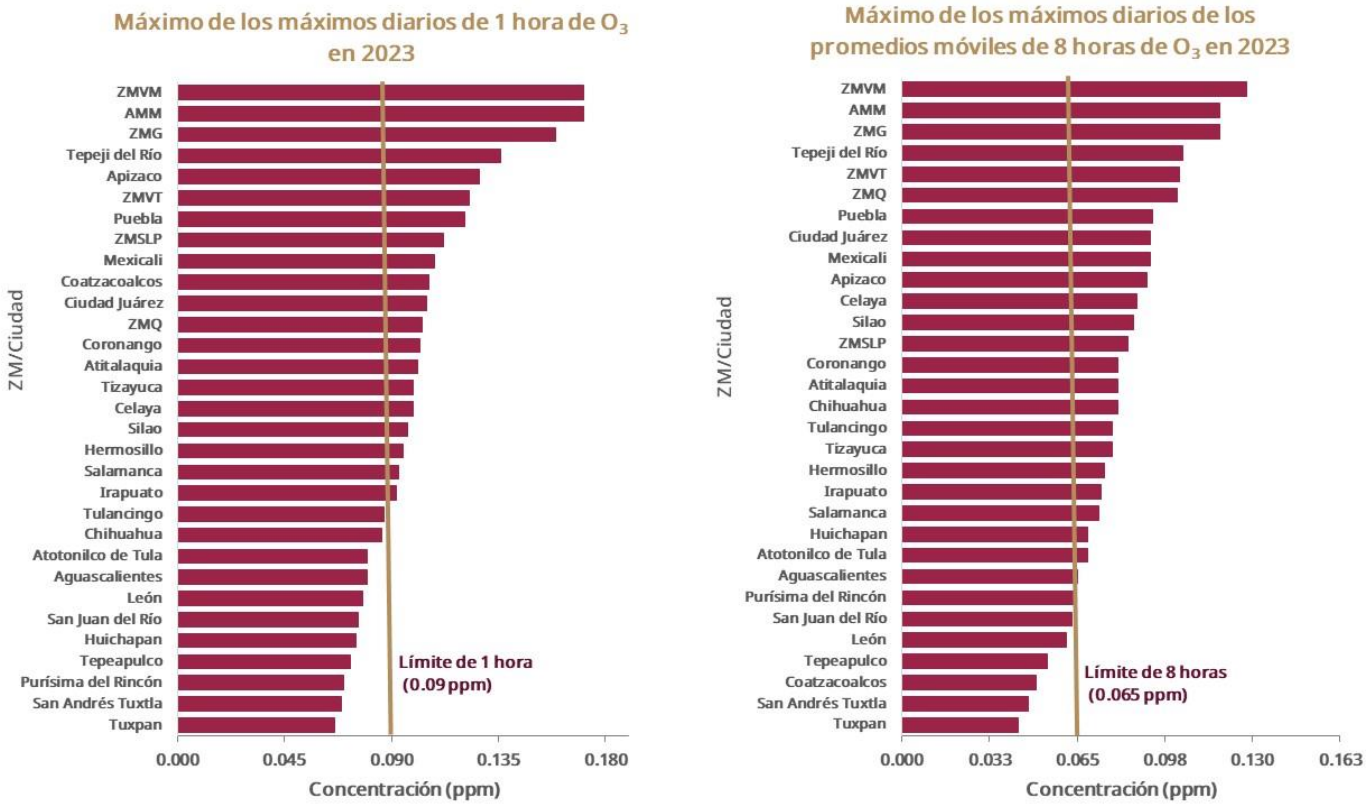
Ciudades y zonas metropolitanas con problemas potenciales por O_3

Zacatepec, Ocuituco, Cuautla, Cuernavaca, Atlixco, Pachuca, San Luis Río Colorado, Tula de Allende, San Martín Texmelucan, Mixquiahuala de Juárez, ZC de Rioverde.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura II.5 muestra la concentración máxima de ozono registrada como máximo diario de los promedios horarios en cada ciudad y zonas metropolitanas de México, así como la concentración máxima estimada como máximo diario de los promedios móviles de 8 horas para el año 2023 y su comparación con el límite normado respectivo

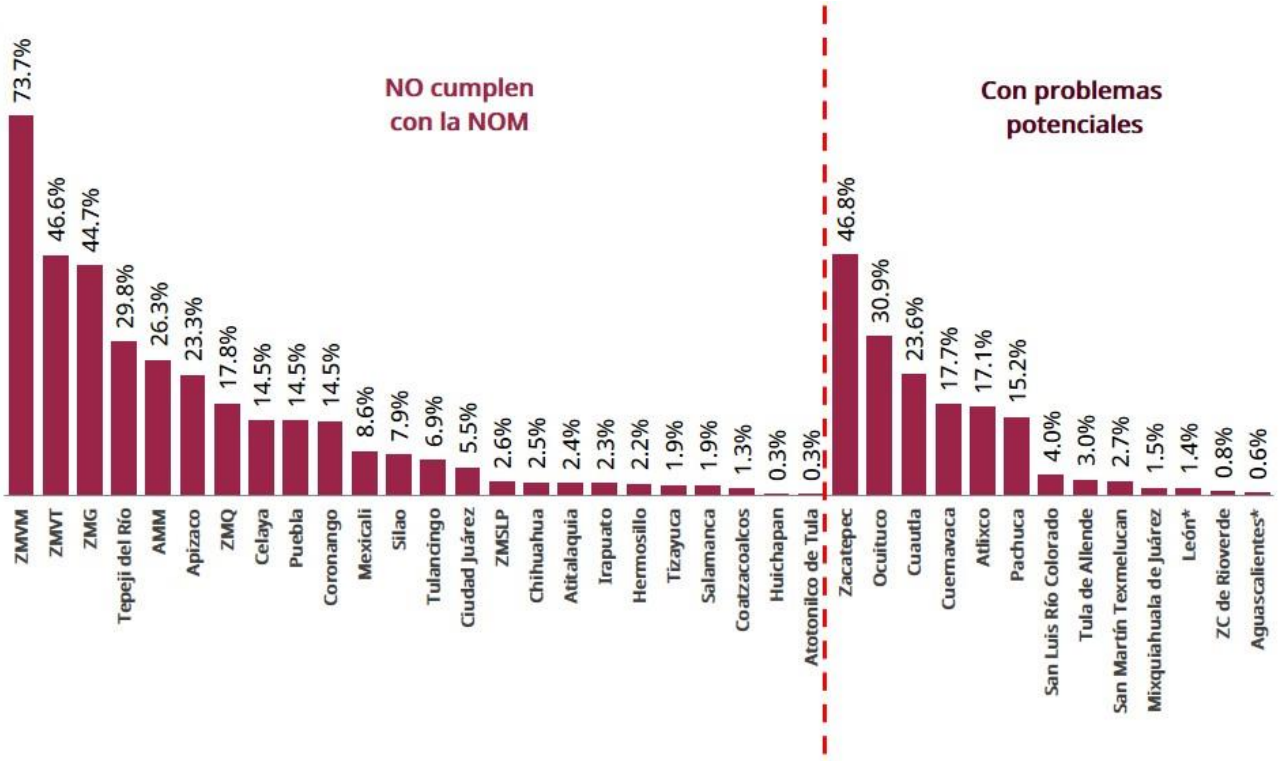
Figura II.5. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de salud ambiental de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023
(Línea vertical indica el límite que se debe cumplir)



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura II.6 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 1 u 8 horas de O_3 (estimados como el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 u 8 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. Para ello, es importante puntualizar que la "NOM-020-SSA1-2021", establece que ninguno de los valores límite normados debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura II.6. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 u 8 horas de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2023)



No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de NOM en un año calendario.

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

*En León y Aguascalientes el cumplimiento de NOM se determinó a partir de las estaciones con suficiencia de datos. Sin embargo, en ambas ciudades una estación sin suficiencia de datos excedió el límite normado de 1 u 8 horas de O_3.

Dióxido de azufre

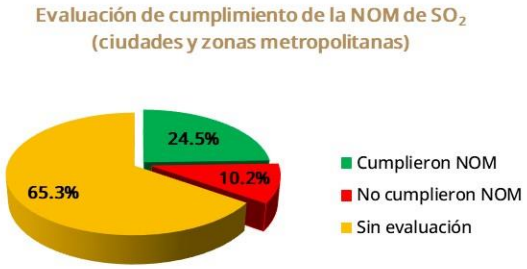
De las **133** estaciones de monitoreo capaces de medir **SO_2**:

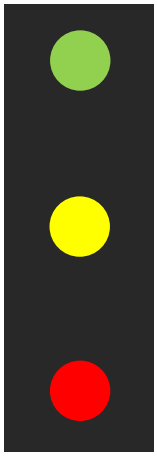
- En **28** se cumplió con la NOM.
- En **7** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - **2** rebasaron los dos límites.
  - **5** rebasaron sólo el límite de 1 h.
- En **98** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **87** por insuficiencia de datos, **6** estuvieron fuera de operación, en **4** se invalidó la información y en **1** no se tuvo información disponible.

De las **49** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **SO_2:**

- En **12** se cumplió con la NOM.
- En **5** no se cumplió con la NOM.
- En **32** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **29** por insuficiencia de datos, **1** estuvo fuera de operación, en **1** se invalidó la información y en **1** no se tuvo información disponible.







Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM

Ciudad Juárez, ZMVM, Celaya, Irapuato, León, Silao, Tizayuca, Huichapan, Tulancingo, Puebla, ZMQ y San Juan del Río.

Ciudades y zonas metropolitanas en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Aguascalientes, Mexicali, Tecate, Chihuahua, ZMVT, Pachuca, Tula de Allende, Tepeapulco, Mixquiahuala de Juárez, ZMG, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, Coronango, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZMSLP, ZC de Rioverde, Hermosillo, Tlaxcala, Apizaco, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, San Andrés Tuxtla, Tuxpan y Mérida.

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM

Salamanca, Tepeji del Río, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y AMM.

De las 29 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de SO_2 por insuficiencia de datos; 4 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar días con concentraciones superiores al límite normado ya sea de 1 o de 24 horas.

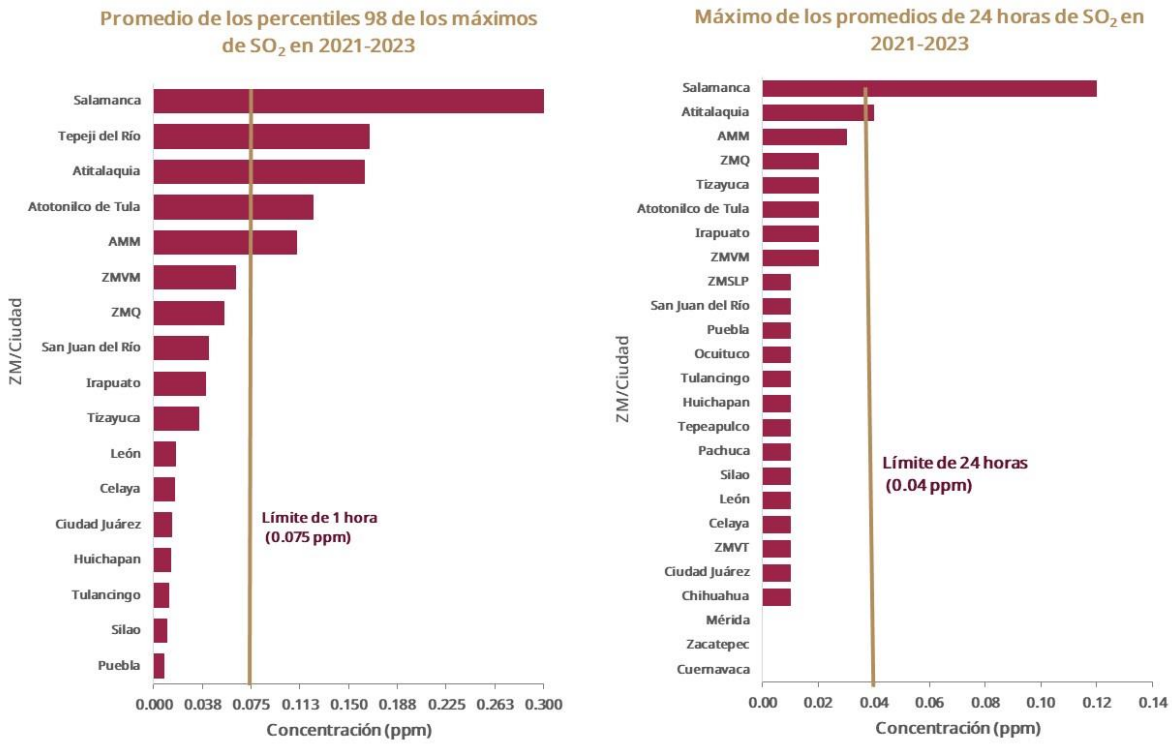
Ciudades y zonas metropolitanas con problemas potenciales de SO_2

Tula de Allende, Tuxpan, Mixquiahuala de Juárez y Coatzacoalcos.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura II.7 muestra el promedio de los percentiles 98 de los máximos diarios de los promedios horarios de dióxido de azufre en cada ciudad y zonas metropolitanas, así como la concentración máxima de los promedios de 24 horas en el periodo 2020 a 2023 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

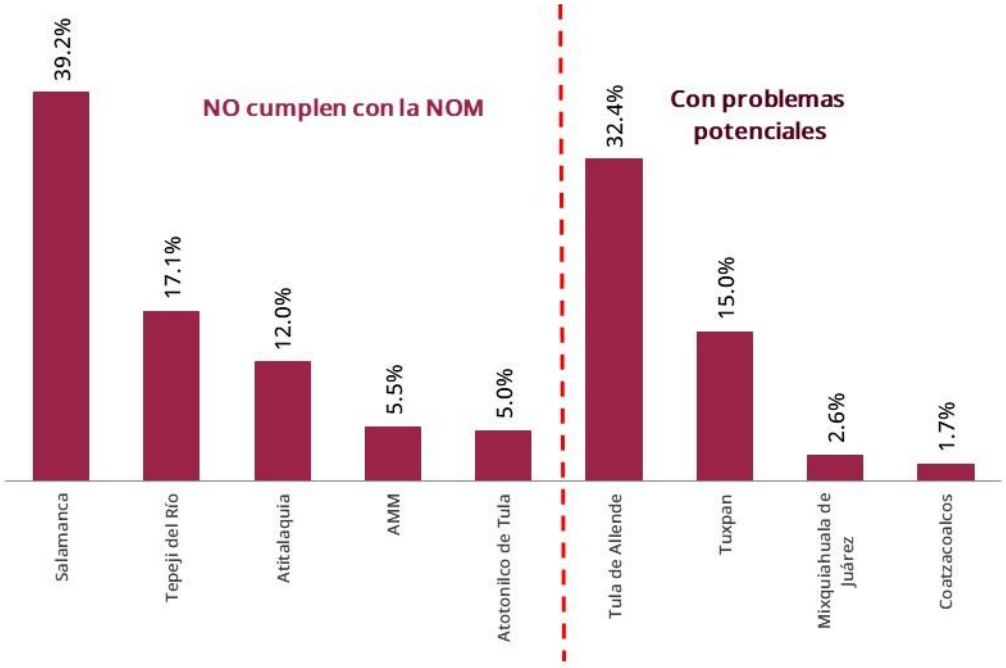
Figura II.7. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de SO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023
(Línea vertical indica el límite que se debe cumplir)



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura II.8 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 II.8. 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 (2023)



No cumplen con la NOM = son aquellas ciudades en las que, con suficiencia de datos, se puede establecer incumplimiento de NOM en un año calendario.

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

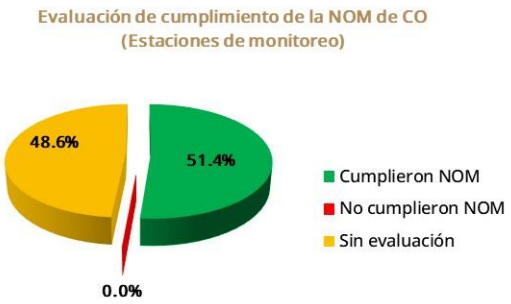
Monóxido de carbono

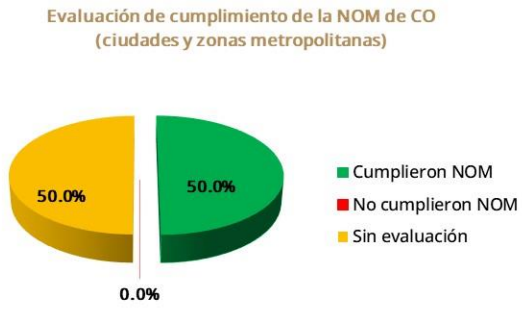
De las **138** estaciones de monitoreo capaces de medir **CO**:

- En **71** se cumplió con la NOM.
- En **67** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **41** por insuficiencia de datos, **22** estuvieron fuera de operación, en **1** no se tuvo información disponible y en **3** más la información fue invalidada.

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

- En **24** se cumplió con la NOM.
- En **24** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **16** por insuficiencia de datos, **5** estuvieron fuera de operación y en **3** la información fue invalidada.





Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM

Mexicali, Chihuahua, Ciudad Juárez, ZMVM, ZMVT, Celaya, Irapuato, Salamanca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, AMM, Puebla, Coronango, ZMQ, San Juan del Río, ZMSLP, Veracruz y San Andrés Tuxtla.

Ciudades y zonas metropolitanas en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM

Aguascalientes, León, Silao, Pachuca, Tula de Allende, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Tepic, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Hermosillo, Poza Rica, Tuxpan, Mérida, Tijuana, Zacatepec, Minatitlán, Xalapa, Coatzacoalcos, Atlixco, Tlaxcala y Apizaco.

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM

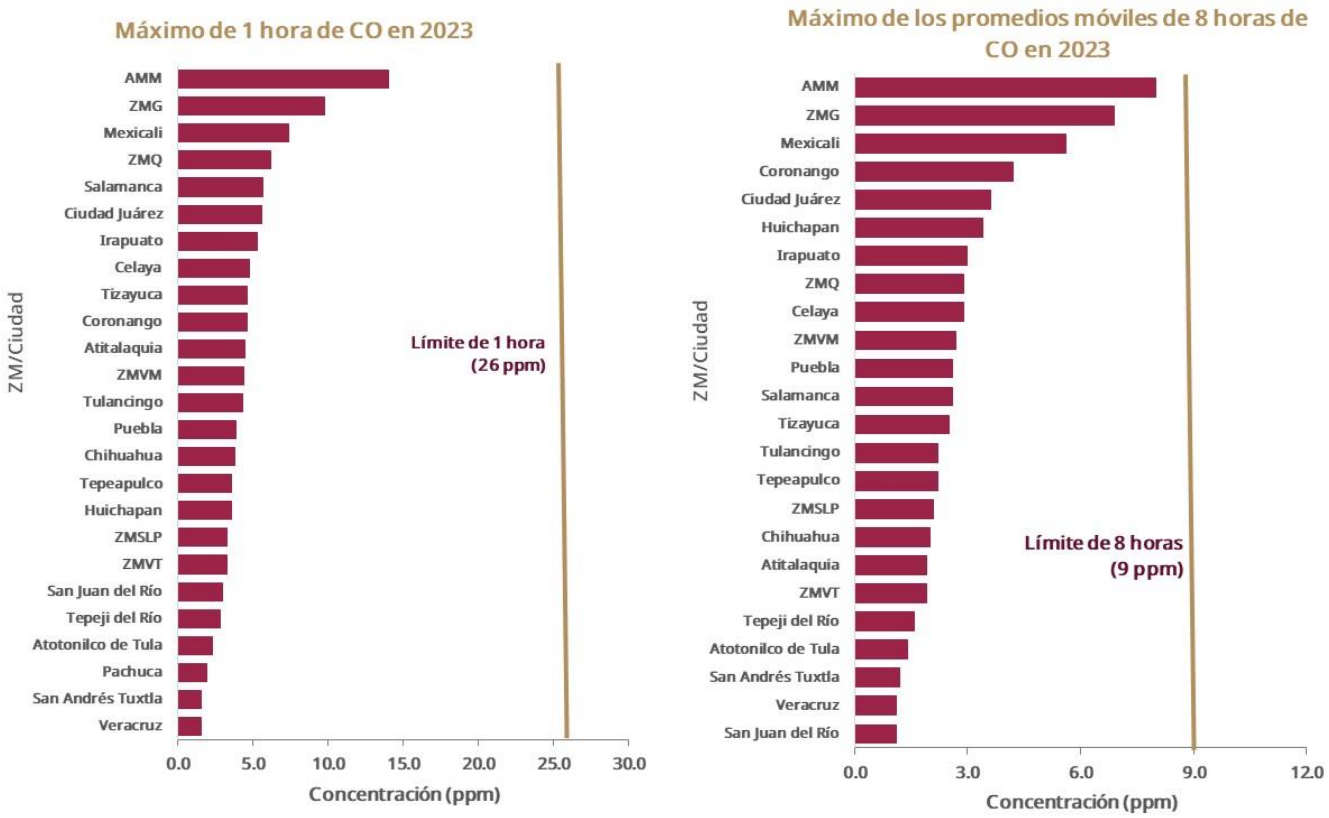
Ciudades y zonas metropolitanas con problemas potenciales de CO

No Aplica

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura II.9 muestra la concentración máxima de CO registrada como promedio horario en cada ciudad y zonas metropolitanas de México, así como la concentración máxima estimada como promedio móvil de 8 horas para el año 2023 y su comparación con el límite normado respectivo.

Figura II.9. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de CO en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023
(Línea vertical indica el límite que se debe cumplir)



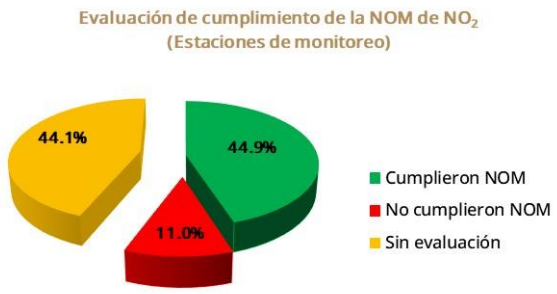
Dióxido de nitrógeno

De las **136** estaciones de monitoreo capaces de medir **NO_2**:

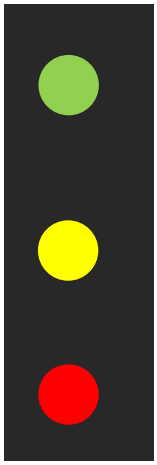
- En **61** se cumplió con los límites normados de protección a la salud.
- En **15** no se cumplió con al menos un límite normado.
  - **4** rebasaron los dos límites.
  - **4** sólo rebasaron el límite de 1 h.
  - **7** sólo rebasaron el límite anual.
- En **60** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **34** por insuficiencia de datos, **21** estuvieron fuera de operación, **1** no se tuvo información disponible y en **4** más la información fue invalidada.

De las **48** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **NO_2**:

- En **20** se cumplió con la NOM.
- En **5** no se cumplió al menos un límite normado.
- En **23** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **14** por insuficiencia de datos, **7** estuvieron fuera de operación y en **2** la información fue invalidada.







Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM
ZMVT, Celaya, Irapuato, Salamanca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, Puebla, Coronango, ZMQ, San Juan del Río, ZMSLP, Apizaco, Veracruz, Coatzacoalcos, San Andrés Tuxtla y Tuxpan

Ciudades y zonas metropolitanas en donde no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM
Chihuahua, León, Silao, Pachuca, Tula de Allende, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Mérida, Tijuana, Ciudad Juárez, ZMG, Zacatepec, Hermosillo, Minatitlán, Xalapa, Tlaxcala y Poza Rica

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM
Aguascalientes, Mexicali, ZMVM, Tepeji del Río y AMM.

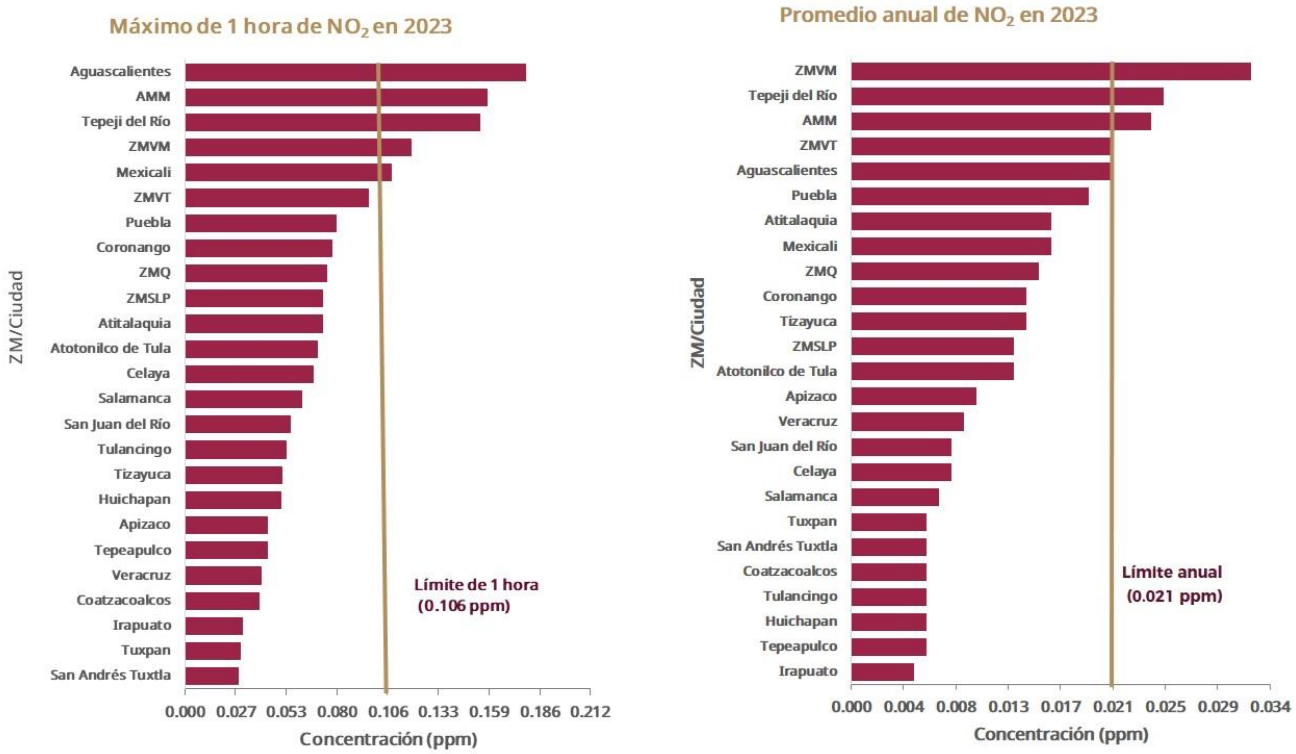
Ciudades y zonas metropolitanas con problemas potenciales de NO_2

No Aplica

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura II.10 muestra el máximo de los promedios horarios de dióxido de nitrógeno en cada ciudad y zonas metropolitanas de México, así como el promedio anual estimado para el año 2023 y su comparación con el límite normado vigente respectivo.

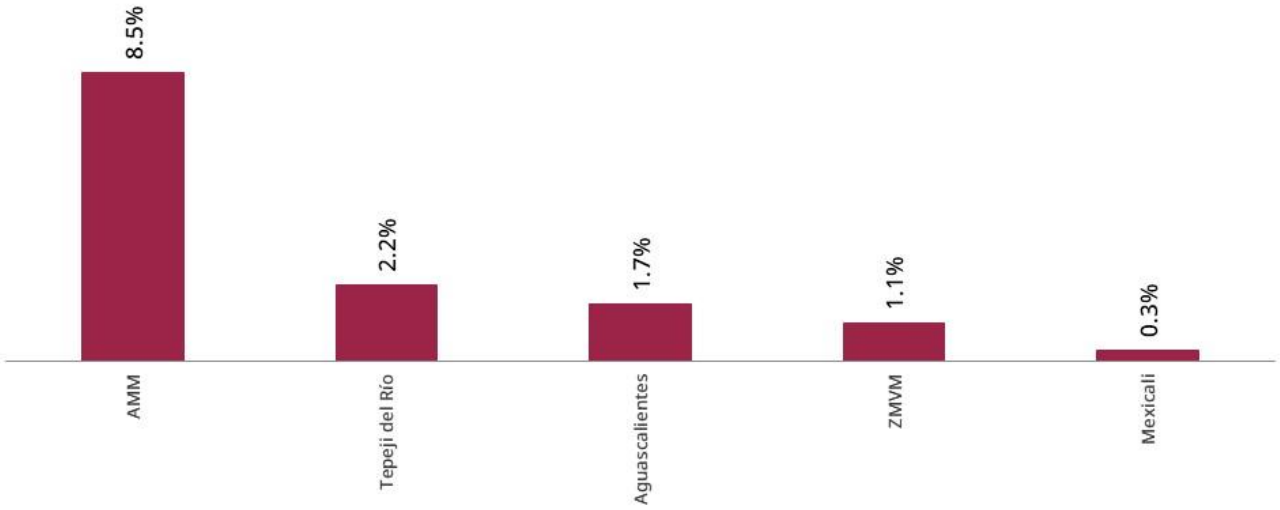
Figura II.10. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de NO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2023 (Línea vertical indica el límite que se debe cumplir)



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura II.11 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de una hora de NO_2 (estimado como el número de días con concentraciones superiores al límite diario normado (1 hora) entre número de días con información válida disponible en el año).

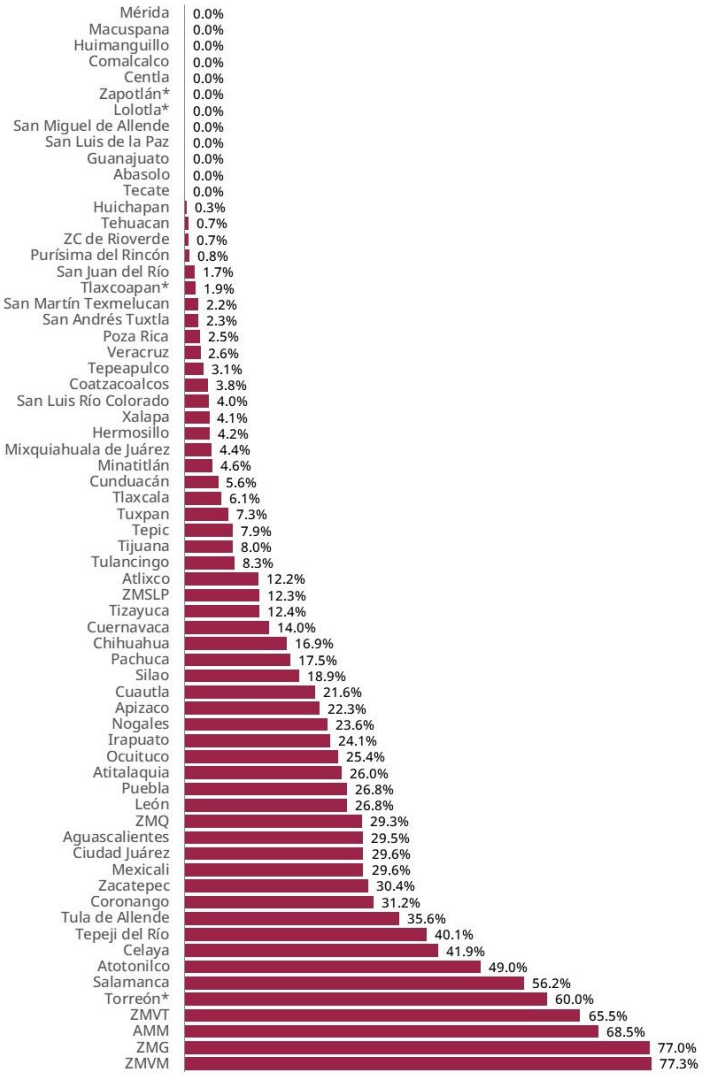
Figura II.11. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de una hora de NO_2 en ciudades y zonas metropolitanas de México (2023)



A destacar...

La Figura II.12 muestra el porcentaje de días del año 2023 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 II.12. Frecuencia de ocurrencia de días en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en 2023



***** Estimado con datos generados por monitoreo manual.

Visión integrada de la calidad del aire en México durante 2023

El análisis conjunto de los sistemas de monitoreo de calidad del aire incluidos en este informe permite identificar patrones nacionales que trascienden la evaluación individual de cada entidad federativa y ofrecen una visión integral del estado de la calidad del aire en México durante 2023. En términos generales, los resultados muestran que, si bien el país ha logrado avances importantes en el control de algunos contaminantes primarios, persisten problemas estructurales asociados principalmente a las partículas suspendidas y al ozono, cuya presencia continúa representando el mayor desafío para la protección de la salud de la población. Esta evaluación confirma que la calidad del aire en México presenta un comportamiento heterogéneo, condicionado por las características urbanas, industriales, geográficas y meteorológicas de cada región, pero con tendencias nacionales claramente identificables.

Las partículas suspendidas ($PM_{2.5}$ y PM_{10}) constituyen el problema de calidad del aire más extendido en el territorio nacional. La mayoría de las ciudades y zonas metropolitanas evaluadas registraron incumplimientos de las Normas Oficiales Mexicanas de salud ambiental para uno o ambos contaminantes, particularmente durante la temporada seca, cuando la resuspensión de polvo, los incendios forestales y las condiciones meteorológicas favorecen el incremento de sus concentraciones. Debido a su amplia distribución geográfica, a la frecuencia de sus excedencias y a sus efectos comprobados sobre la salud, las partículas finas representan actualmente el contaminante de mayor relevancia sanitaria en México.

El ozono (O_3) constituye el segundo gran reto nacional. A diferencia de las partículas, este contaminante presenta una distribución más concentrada en las principales zonas metropolitanas, donde la combinación de altas emisiones de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, junto con condiciones de intensa radiación solar, favorece su formación fotoquímica. La persistencia de incumplimientos en diversas regiones indica que el control del ozono continúa requiriendo estrategias integrales dirigidas a la reducción de sus precursores, así como una mejor comprensión de los procesos regionales de transporte y transformación atmosférica.

En contraste, los contaminantes primarios gaseosos, como el monóxido de carbono (CO), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el dióxido de azufre (SO_2), presentan en la mayor parte de las ciudades un nivel de cumplimiento considerablemente superior al observado para partículas y ozono. Este comportamiento refleja los beneficios acumulados de las políticas públicas implementadas durante las últimas décadas, incluyendo mejoras en la calidad de los combustibles, modernización tecnológica de fuentes móviles e industriales y fortalecimiento de la regulación ambiental, aunque continúan registrándose episodios locales asociados a determinadas actividades industriales y energéticas.

Desde una perspectiva territorial, las mayores presiones sobre la calidad del aire continúan concentrándose en las principales zonas metropolitanas e industriales del país. El Área Metropolitana de Monterrey, la Zona Metropolitana de Guadalajara, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, la Ciudad de México y su Zona Conurbada, así como diversas ciudades de Puebla y Guanajuato, concentran los mayores desafíos asociados a partículas suspendidas y ozono. Estas regiones reúnen una combinación de elevada actividad industrial, intenso tránsito vehicular, crecimiento urbano y condiciones meteorológicas que favorecen la acumulación o formación secundaria de contaminantes, por lo que constituyen áreas prioritarias para el fortalecimiento de las estrategias de gestión de la calidad del aire.

El análisis de las series históricas incluidas en este informe permite además identificar tendencias generales en la evolución de la calidad del aire. Si bien no se desarrolló un análisis estadístico nacional de tendencias, la revisión conjunta de los indicadores históricos muestra evidencia de tendencias favorables en algunas entidades, caracterizadas por una reducción gradual en la frecuencia de excedencias o en las concentraciones de determinados contaminantes. Destacan la Ciudad de México y su Zona Conurbada, donde durante las últimas décadas se observa una disminución sostenida de contaminantes primarios como CO y SO_2 y una reducción importante de los episodios severos de ozono respecto de los años noventa; la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, donde se aprecia una ligera reducción de PM_{10} y SO_2; Puebla, que muestra una disminución reciente en el porcentaje de días con excedencias de PM_{10}; y diversas ciudades de Guanajuato, donde algunos contaminantes primarios presentan tendencias descendentes.

En un segundo grupo se encuentran entidades donde los indicadores muestran un comportamiento relativamente estable, sin evidencias claras de deterioro, pero tampoco de mejoras suficientes para alcanzar de manera consistente el cumplimiento de las normas de calidad del aire. En este grupo pueden ubicarse Aguascalientes, Querétaro, Hidalgo, Morelos y San Luis Potosí, donde las concentraciones de partículas y ozono presentan un comportamiento relativamente constante durante los últimos años.

Finalmente, persisten regiones donde los resultados indican que no se observan mejoras significativas y continúan registrándose elevados niveles de contaminación atmosférica. Destaca el Área Metropolitana de Monterrey, que mantiene uno de los problemas más complejos del país en materia de partículas suspendidas; la Zona Metropolitana de Guadalajara, donde el ozono y las partículas continúan representando un desafío importante; así como diversas ciudades de Chihuahua y Sonora, donde las partículas suspendidas siguen presentando niveles elevados, sin evidenciar reducciones sostenidas en el periodo analizado.

En conjunto, los resultados permiten concluir que México enfrenta una transición en la naturaleza de sus problemas de calidad del aire. Mientras que los contaminantes asociados históricamente a procesos de combustión directa muestran avances importantes derivados de las políticas de control implementadas durante las últimas décadas, las partículas suspendidas y el ozono continúan representando el principal desafío para la gestión ambiental y la protección de la salud pública. En consecuencia, las estrategias futuras deberán evolucionar desde un enfoque centrado exclusivamente en el cumplimiento normativo

hacia una gestión integral basada en la reducción de emisiones precursoras, el análisis de fuentes, la evaluación de la exposición de la población, la incorporación de herramientas de modelación atmosférica, el uso complementario de observaciones satelitales y el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo.

III. 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 la metodología empleada tanto para la verificación de los datos base empleados, como para la construcción de los indicadores usados para llevar a cabo el diagnóstico.

III.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 con 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 III.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.

III.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. 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.

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



III.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 de los equipos de medición. 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.ej. 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 con las bitácoras de operación y condiciones locales, la validez de estos.

III.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.

Ya 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 Tabla III.1. 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 III.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	Sí	Sí	-----
	Mexicali Municipio	Sí	Sí	-----
Campeche	Campeche	Sí	No	Estación de monitoreo fuera de operación
Chiapas	Chiapas	No	No	-----
Chihuahua	Chihuahua Estatal	Sí	Sí	-----
	Chihuahua Municipal	Sí	No	Estación de monitoreo fuera de operación
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Sí	Sí	-----
	Ciudad Juárez	Sí	Sí	-----
	Ojinaga	No	No	-----
Ciudad de México y Zona Conurbada del Estado de México	Ciudad de México y Zona Conurbada	Sí	Sí	-----
Coahuila	Coahuila Estatal	No	No	-----
	Torreón	Sí	Sí	-----
Colima	Colima	No	No	-----
Durango	Durango	No	No	-----
Estado de México	Estado de México	Sí	Sí	-----
Guanajuato	Guanajuato	Sí	Sí	-----
Guerrero	Guerrero	Sí	No	Estación de monitoreo fuera de operación
Hidalgo	Hidalgo	Sí	Sí	-----
Jalisco	Jalisco	Sí	Sí	-----
Michoacán	Michoacán	No	No	-----
Morelos	Morelos	Sí	Sí	-----
Nayarit	Nayarit	Sí	Sí	-----
Nuevo León	Nuevo León	Sí	Sí	-----
Oaxaca	Oaxaca	No	No	-----
Puebla	Puebla	Sí	Sí	-----
Querétaro	Querétaro	Sí	Sí	-----
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Sí	Sí	-----
Sinaloa	Sinaloa	No	No	-----
Sonora	Sonora	Sí	Si	-----
Tabasco	Tabasco	Sí	Sí	-----
Tamaulipas	Tamaulipas	No	No	-----

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de información?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
Tlaxcala	Tlaxcala	Sí	Sí	-----
Veracruz	Veracruz	Sí	Sí	-----
Yucatán	Yucatán	Sí	Sí	-----
Zacatecas	Zacatecas	Sí	No	Estación de monitoreo fuera de operación

III.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.

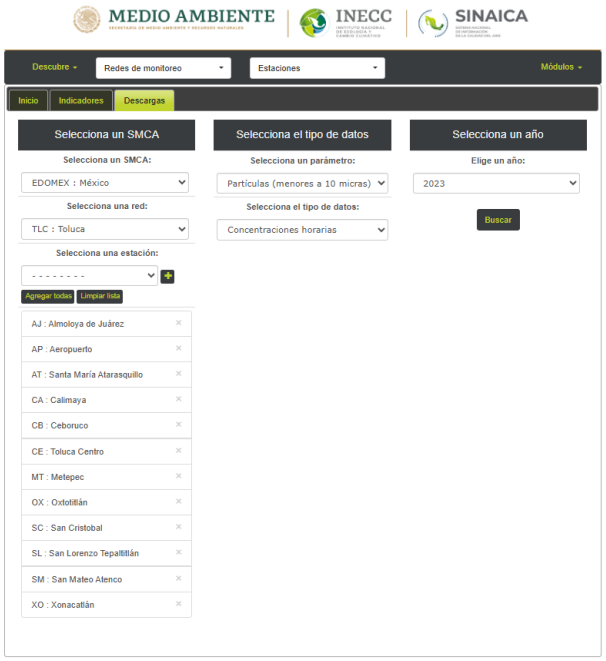
III.2.1. Herramientas y bases de datos utilizadas en la generación de indicadores

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 Nacional de Información de la Calidad del Aire, SINAICA
https://sinaica.inecc.gob.mx

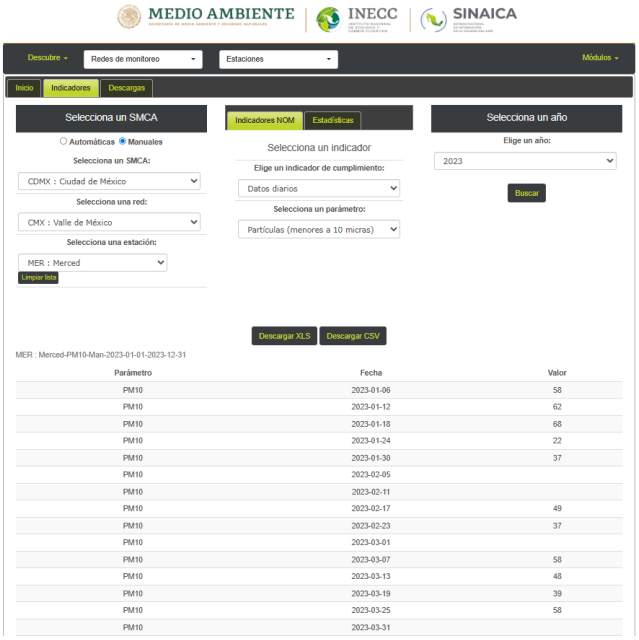
La información de las concentraciones horarias se encuentra disponible para su descarga en el módulo de Indicadores en el menú "Descargas" (https://sinaica.inecc.gob.mx/scica/). En dicho menú: 1) "Selecciona un SMCA" se elige un SMCA, una red y las estaciones de las que se desean descargar los datos, 2) "Selecciona el tipo de datos" se elige el parámetro y el tipo de datos y 3) "Selecciona un año" se elige el año tal como se ilustra en la Figura III.2 y se da clic en el botón "Buscar". Los datos seleccionados se descargan por año en formato XLS o 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, NO_2 y el CO en ppm.

Figura III.2. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire Concentraciones horarias



Los muestreos manuales de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ se descargan en el mismo módulo de Indicadores ((https://sinaica.inecc.gob.mx/scica/) por estación de monitoreo, pero del menú "Indicadores", seleccionando "Manuales" en "Selecciona un SMCA" y "Datos diarios" en "Indicadores NOM Estadísticas", tal como se muestra en el ejemplo de la Figura III.3. Los datos seleccionados se descargan por año en formato XLS o CSV. Las unidades en las que se encuentran los contaminantes son $\mu g/m^3$.

Figura III.3. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire Muestreos manuales



III.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), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2) en ciudades y zonas 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 (DOF, 2019a) en el año 2023; en tanto que a nivel de ciudad o zona metropolitana se incluye la tendencia mensual en 2023 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 2023.

III.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 III.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, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, para generar los indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de sus respectivos límites pueden ser consultados en las respectivas NOM (DOF, 2021a; DOF, 2021b;

DOF, 2021c; DOF, 2021d; y, DOF, 2019b). En el caso del dióxido de azufre, en el Informe Nacional de Calidad del Aire 2020 se describe el manejo de datos para obtener los indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de los límites de 1 hora y 24 horas en un periodo de tres años consecutivos (en este caso del 2021 - 2023).

En adición a lo antes descrito, con respecto al manejo de datos, es oportuno señalar que en la mayoría de las estaciones de monitoreo incluidas en este análisis se miden las partículas sólo con un tipo de equipo, automático o manual. Sin embargo, también hay estaciones de monitoreo donde la medición se hace con ambos tipos de equipo. En estos casos, debido a que en México no existen especificaciones sobre cuáles datos utilizar para evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente para las PM_{10} y $PM_{2.5}$ cuando se cuenta con ambos tipos de medición, en el análisis se dio preferencia a los datos obtenidos en el muestreo manual.

Se utilizó este criterio en congruencia con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) sobre el uso de los datos provenientes de la red manual, pues se considera que la calidad de dichos datos es mejor en relación con la precisión y el sesgo, amén de un mejor control en el laboratorio, en términos de temperatura y humedad (Código Federal de Regulaciones–CFR 40–Partes 50, 53 y 58). Cuando los datos obtenidos en el muestreo manual no cumplieron con los criterios de suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente se usaron los datos obtenidos del equipo automático.

En el documento, los resultados se presentan a través de gráficas de dispersión donde cada símbolo corresponde a una estación de monitoreo y como referencia un par de líneas que especifican los límites normados y que permite identificar cuando se rebasa o no tal valor. La Figura III.4 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.

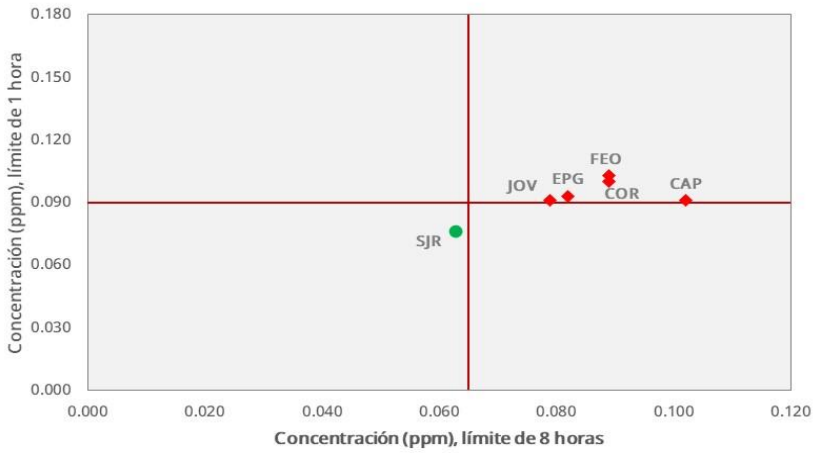
Tabla III.2. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada [c]	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Criterio de suficiencia anual	Norma Oficial Mexicana
Partículas PM_{10}	Promedio 24 horas	Aguda	1 % de veces en un año	70 µg/m³ **Percentil 99**	Por lo menos tres trimestres con al menos el 75% de los promedios de 24 horas válidas	NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a)
		Crónica	---	36 µg/m³ **Promedio anual**		
Partículas $PM_{2.5}$	Promedio 24 horas	Aguda	1 % de veces en un año	41 µg/m³ **Percentil 99**		
		Crónica	---	10 µg/m³ **Promedio anual**		

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada [c]	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Criterio de suficiencia anual	Norma Oficial Mexicana
Ozono (O_3)	Máximo diario de los promedios horarios	Aguda	No se permite	0.090 ppm **Máximo**	Al menos 75% de los máximos diarios	NOM–020–SSA1–2021 (DOF, 2021b)
	Máximo diario de los promedios móviles de 8 horas		No se permite	0.065 ppm **Máximo**	Al menos 75% de los máximos de los promedios móviles de ocho horas	
Dióxido de azufre (SO_2)	Máximo diario de los promedios horarios	Aguda	1% de veces en un año	0.075 ppm **Promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales** [a]	Al menos 75% de los máximos diarios para cada trimestre de tres años consecutivos	NOM–022–SSA1–2019 (DOF, 2019b)
	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	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Promedio horario	Aguda	No se permite	0.106 ppm **Máximo** [b]	Al menos 75% de los promedios horarios	NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021c)
	Promedio horario	Crónica	---	0.021 ppm **Promedio aritmético anual**		
Monóxido de carbono (CO)	Promedio horario	Aguda	No se permite	26 ppm **Máximo** [b]	Al menos 75% de los promedios horarios	NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021d)
	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	No se permite	9 ppm **Máximo** [b]	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	

a) 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.
b) Para el dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono se especifica en sus respectivas NOM que aún en el caso en el que no se cumpla el criterio de suficiencia del 75% de los promedios horarios o de los promedios móviles de 8 horas en un año, se incumplirá la norma cuando al menos uno de los valores horarios sea mayor a los límites especificados.
c) En las Partículas PM_{10}, $PM_{2.5}$ y dióxido de azufre que se permite que se exceda el límite agudo 1% de veces al año, es importante tener presente que mientras más datos válidos se registren en un año, mayor es el número de excedencias permitidas en dicho año, incluso hasta 4.

Figura III.4. 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. Cabe mencionar que en el ejercicio se llevó a cabo considerando sólo aquellas estaciones que cumplieron con la suficiencia de datos.

III.3.2. Condición de calidad del aire según nivel de concentración

El cálculo de la distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala se generó a partir de los datos diarios obtenidos de las concentraciones horarias conforme a lo que se muestra en la Tabla III.3, como puede observarse, en todos los casos se utilizó el criterio de suficiencia de 75% de los datos.

Tabla III.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
$PM_{2.5}$	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios
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
SO_2	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios
CO	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
NO_2	Máximo horario de un día	Al menos el 75% de los datos horarios

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. Es importante destacar que en 2023 se trabajó una actualización de esta NOM, sin embargo, su publicación se registró en el Diario Oficial de la Federación el 25 de enero de 2024, por lo que la evaluación de los datos se hizo manteniendo los criterios vigentes en la NOM del año 2019.

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 III.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-SEMARNAT-2019 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.

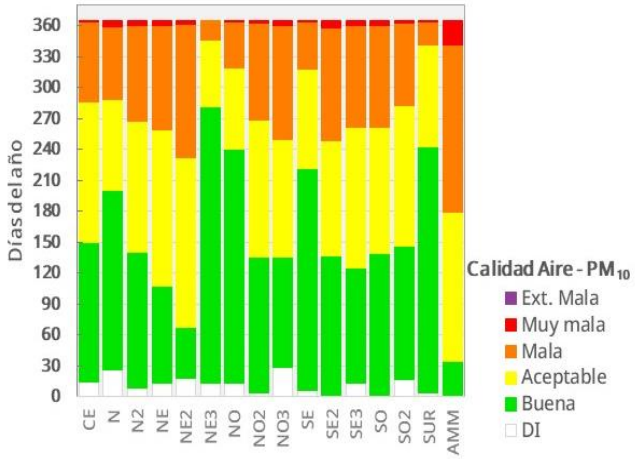
Tabla III.4. Calificativo de calidad del aire: color e intervalos de concentración por contaminante, Índice Aire y Salud

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 III.5.). 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 2023 los 365 días quedan agrupados en la descripción de cada barra.

Figura III.5. Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con calidad del aire buena, aceptable, mala, muy mala y extremadamente mala



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 se ilustra la distribución con los dos tipos de monitoreo.

III.3.3. Tendencia de los datos diarios por mes en 2023 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 2023 y 2) por año de acuerdo con el periodo con registros históricos disponibles.

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 III.6 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 "♦".

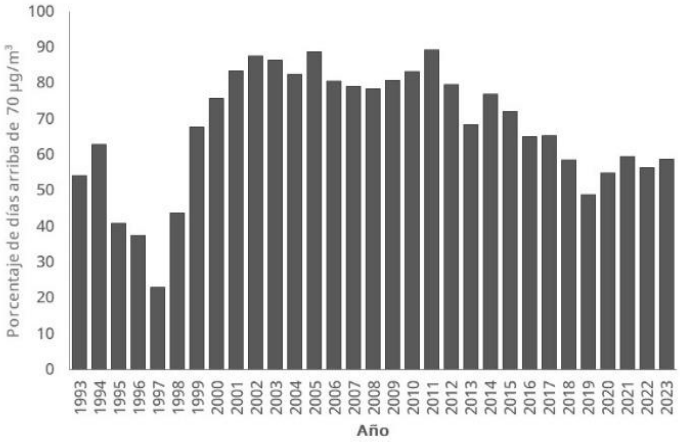
Figura III.6. Ejemplo de la representación gráfica de la tendencia de los datos diarios



III.3.4. Tendencia 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 III.7 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura III.7. Ejemplo de la representación gráfica del porcentaje de días por año, en que se rebasa el límite normado de un contaminante



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

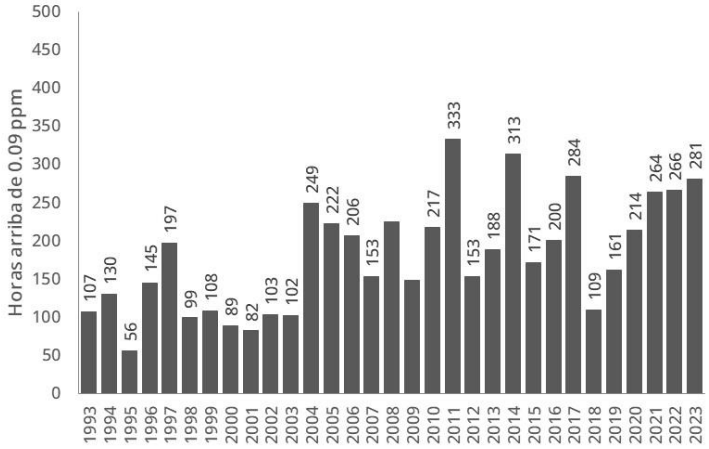
Por ejemplo, suponiendo que en una ciudad que cuenta con monitoreo automático de monóxido de carbono se reportan datos diarios válidos sólo para 200 días y 50 de ellos corresponden a días con concentraciones superiores al límite normado de 8 horas, el indicador sobre el indicador AIRE Y SALUD "indicaría que en 50 de los 365 días del año, aproximadamente 14% de los días del año, hubo mala calidad del aire, mientras que este indicador señalaría que el 25% de los días con mediciones válidas (50/200) registraron mala calidad del aire. Cada indicador aporta diferente información y puede ser usada para diferentes propósitos.

III.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 estos contaminantes.

El 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 III.8 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura III.8. Ejemplo de la representación gráfica del número de horas, por año, en que se rebasó la norma vigente de calidad del aire para ozono



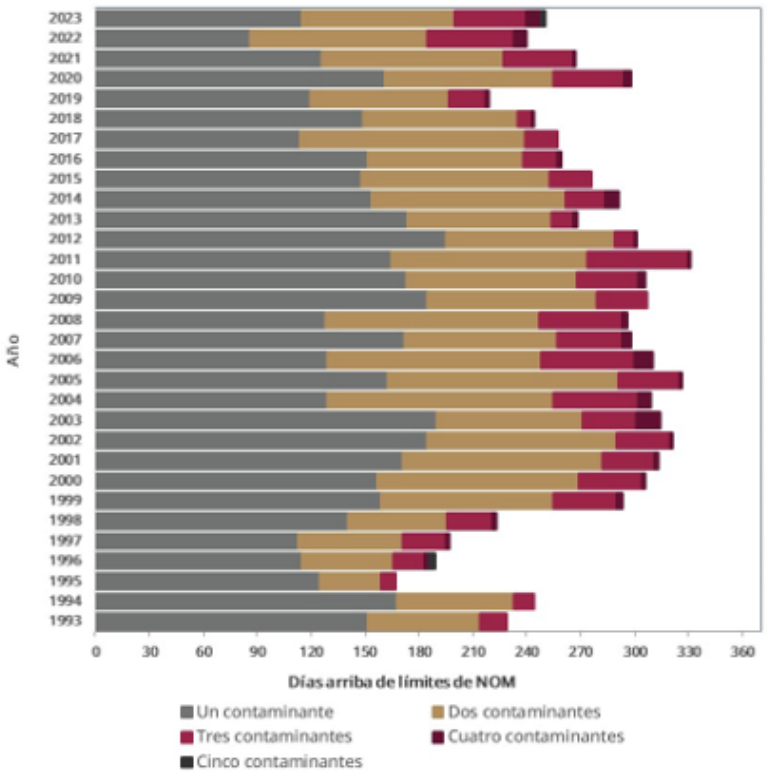
III.3.6. Tendencia del número de días, por año, en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

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 y monóxido de carbono, 1 hora de dióxido de nitrógeno, 1 o 24 horas de dióxido de azufre 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 metrópolitana en cada uno de los días en el periodo analizado. La Figura III.9 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, es diferente con el publicado en informes anteriores, debido a que en éste se incluyeron en el cálculo, los valores límite actualizados de las NOM de calidad del aire publicados en 2021.

Figura III.9. Ejemplo de la representación gráfica del número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire



IV. Calidad de Aire por Entidad Federativa

Aguascalientes



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Aguascalientes, estuvo constituido por cuatro estaciones automáticas de monitoreo con capacidad para la medición de los seis contaminantes criterio. Todas ellas se localizan en la ciudad de Aguascalientes. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por este sistema de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- Se registró cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a ozono, en tanto que se incumplieron los de partículas suspendidas PM_{10} y dióxido de nitrógeno. Por su parte, no fue posible evaluar cumplimiento de los límites normados de partículas suspendidas $PM_{2.5}$, monóxido de carbono y dióxido de azufre debido que las estaciones de monitoreo se reportaron fuera de operación, se invalidaron los datos recolectados o no se cumplió con los criterios de suficiencia que la propia normatividad establece.

- Las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10}, tanto como promedio de 24 horas como anual, se registraron en la estación que se aloja en las instalaciones de la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua (SMA). En ambos casos, las concentraciones máximas registradas fueron equivalentes al menos 50% superiores al valor límite normado correspondiente. En general, se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en cerca del 30% de los días del año y ello ocurrió preponderantemente entre noviembre y mayo. A lo largo de los años no fue posible establecer ninguna tendencia debido a la escasez de información.

- Con respecto a las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, no se dispuso de información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento para ninguna de las cuatro estaciones que operan en la ciudad. En cualquier caso, en ninguno de los 177 días en los que se logró obtener información se registraron concentraciones que determinaran condiciones de mala calidad del aire.

- La evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a ozono indica que la única estación de monitoreo que generó información suficiente para hacer esta evaluación fue la que se ubica en las instalaciones de la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua. En ella, las concentraciones registradas, tanto de una como de ocho horas, se ubicaron por debajo de los límites normados, lo que significa que con respecto a este contaminante se registró una condición de calidad del aire que osciló entre buena y aceptable. La estación de monitoreo Instituto educativo (IED), presentó concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en dos días a lo largo del año, pero esto no se reflejó en incumplimiento de NOM debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos que establece la propia normatividad.

- El dióxido de nitrógeno registró incumplimiento de su límite normado de una hora. Dicho límite fue superado en al menos seis días a lo largo del año, lo que representó cerca del 2% de los días con datos válidos.

- No se contó con información para hacer la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto al dióxido de azufre. Una estación de monito-

reo se reportó fuera de operación y los datos disponibles de otras dos estaciones fueron invalidados debido a diversos problemas operativos.

- En 2023 se registraron 107 días en que se superó al menos un límite normado de protección a la salud. Esto representó un pequeño decremento respecto a lo observado en 2022, cuando el número toral de días esta condición fue de 123. El contaminante que más contribuyó a esta situación fueron las partículas suspendidas PM_{10} con un total de 105 días.

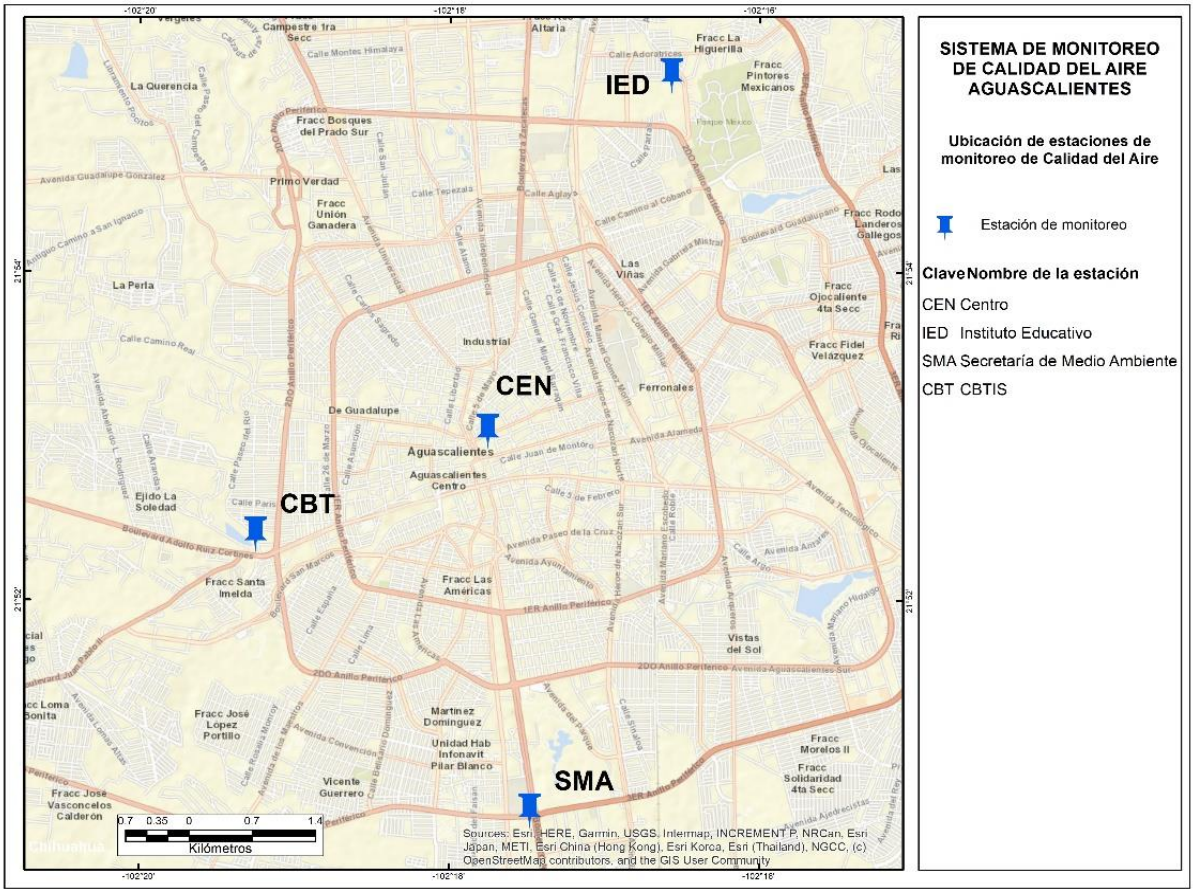
1.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 1.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2023 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[1]	CEN	Automático (1997)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Instituto Educativo	IED	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Secretaría de Medio Ambiente	SMA	Automático (2007)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CBTIS*	CBT	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
[1] El datalogger de la estación Centro se dañó y no fue posible recuperar la información. La estación CBTIS estuvo apagada por vandalismo.
Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados 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, 2023

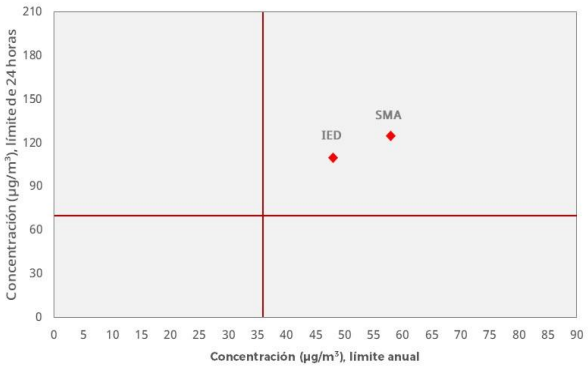


Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.

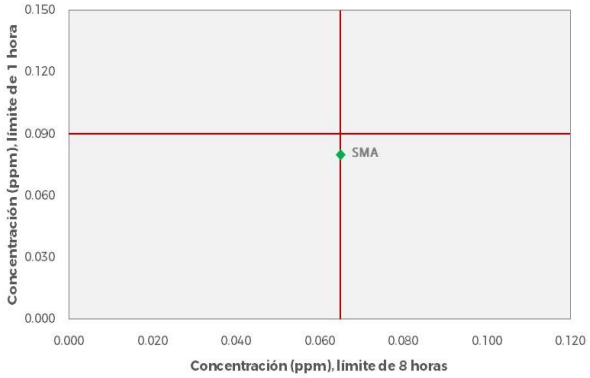
1.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 1.2. Aguascalientes. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

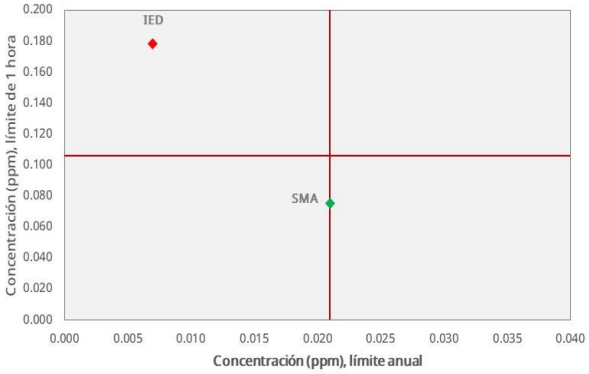
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3 - línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm - línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm - línea vertical)



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

Tabla 1.2. Aguascalientes. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Estaciones			
			CEN	IED	SMA	CBT
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m^3	IND	**110**	**125**	FO
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m^3	IND	**48**	**58**	FO

Contaminante	Límite normado		Estaciones			
			CEN	IED	SMA	CBT
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	IND	DI	DI	FO
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	IND	DI	DI	FO
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	IND	DI	**0.080**	FO
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	IND	DI	**0.065**	FO
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	IND	DI	DI	FO
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	IND	DI	DI	FO
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	IND	**0.178**	**0.075**	FO
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	IND	**0.007**	**0.021**	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	IND	INV	INV	FO
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	IND	INV	INV	FO

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

DI = Datos insuficientes.
FO = Fuera de operación.
IND = Información no disponible.
INV = Información invalidada.
= Cumple con el límite normado.
= No cumple con el límite normado.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Tabla 1.3. Aguascalientes. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

PM_{10}	No. días con datos válidos	361
	No. días > 70 µg/m³	105
	% días > 70 µg/m³	**29.1**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	177
	No. días > 41 µg/m³	0
	% días > 41 µg/m³	**0.0**
O_3	No. días con datos válidos	362
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	2
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**0.6**
CO	No. días con datos válidos	231
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	360
	No. días > 0.106 ppm	6
	% días > 0.106 ppm	**1.7**

SO_2	No. días con datos válidos	INV
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	INV
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	INV

INV = Información invalidada.

1.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 1.3. Aguascalientes. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

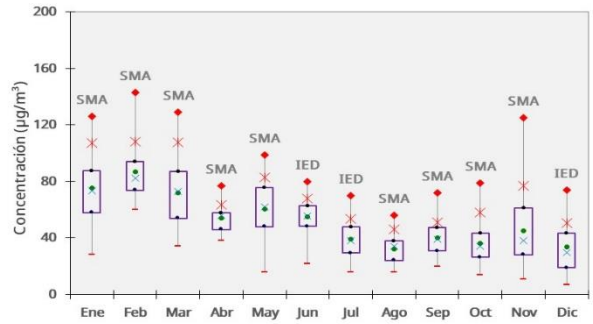


CEN - Centro
IED - Instituto Educativo
SMA - Secretaría de Medio Ambiente
CBT - CBTIS
AGS – Aguascalientes

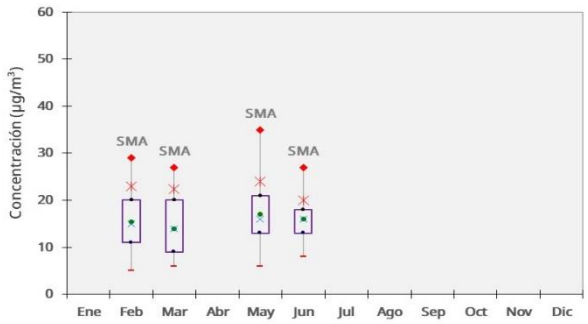
1.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 1.4. Aguascalientes. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023

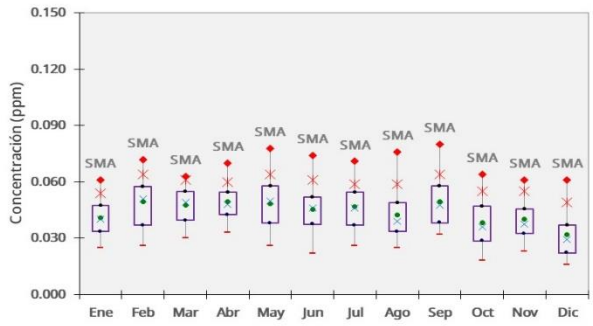
PM_{10} - Promedio de 24 horas



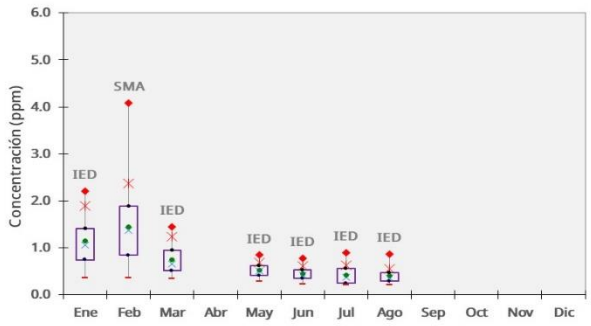
$PM_{2.5}$ - Promedio de 24 horas



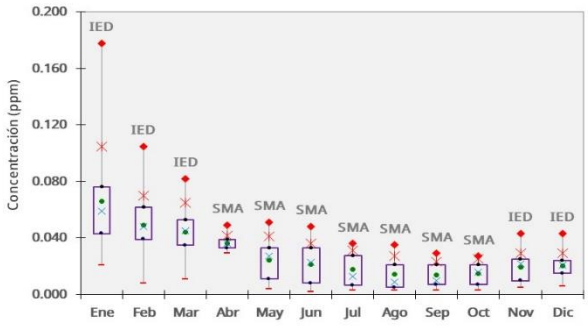
O_3 – Máximo diario de 1 hora



CO - Máximo diario de 8 horas



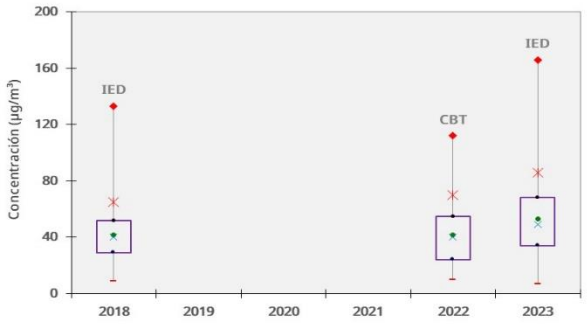
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



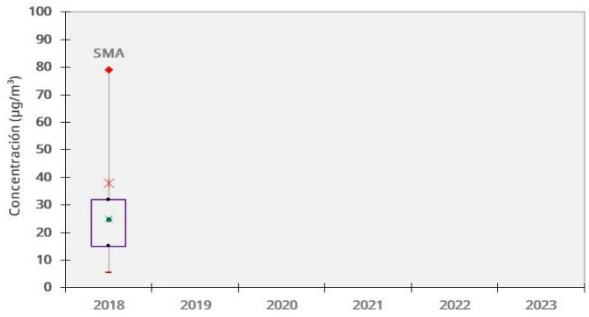
1.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2018 – 2023

Figura 1.5. Aguascalientes. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2018 – 2023

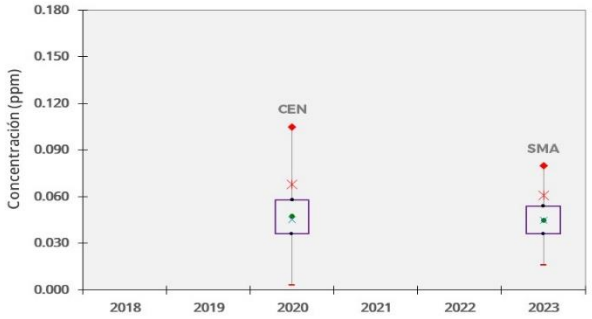
PM_{10} – Promedio de 24 horas (2018 - 2023)



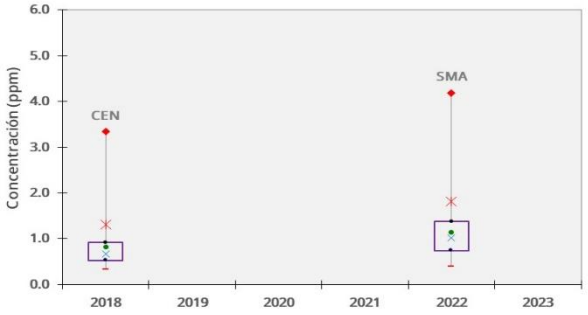
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas (2018 - 2023)



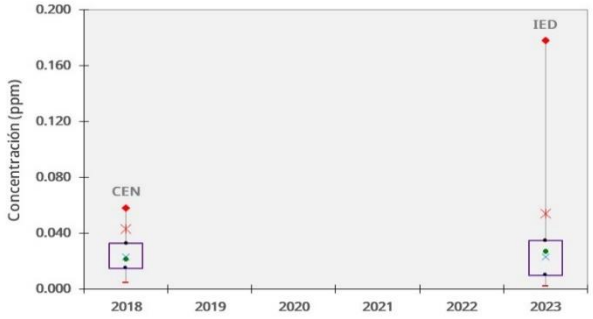
O_3 – Máximo diario de 1 hora (2018 - 2023)



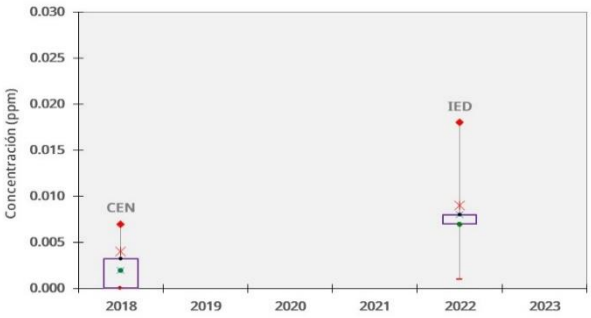
CO – Máximo diario de 8 horas (2018 - 2023)



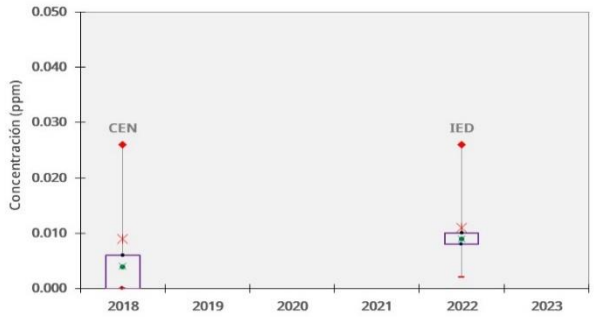
NO_2 – Máximo diario de 1 hora (2018 - 2023)



SO_2 – Promedio de 24 horas (2018 - 2023)



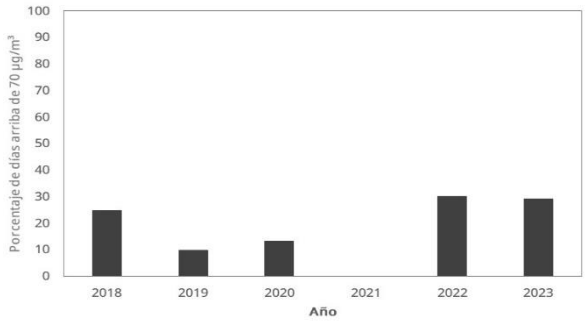
SO_2 – Máximo diario 1 hora
(2018 - 2023)



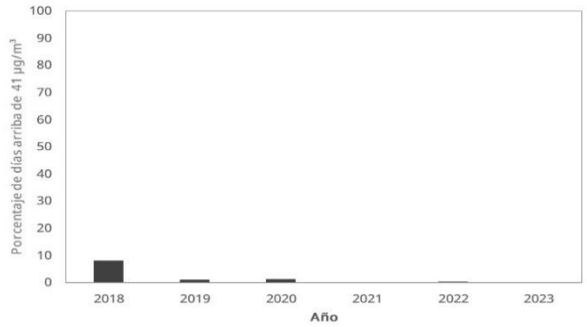
1.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 1.6. Aguascalientes. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2023

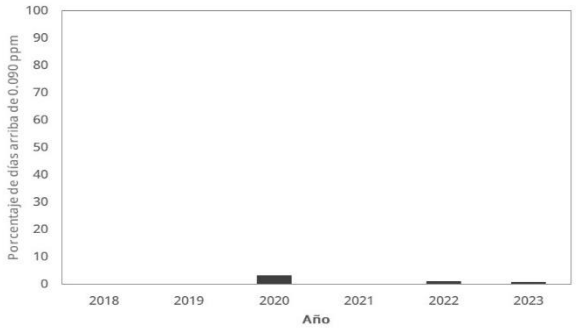
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2018 - 2023)



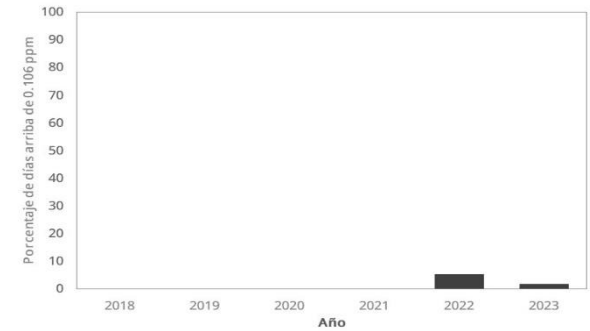
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2018 - 2023)



O_3 – Límite de 1 hora
(2018 – 2023)

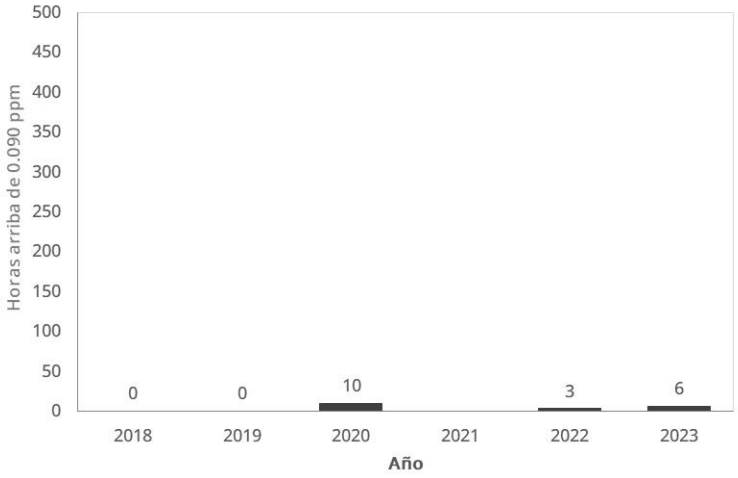


NO_2 – Límite de 1 hora
(2018 – 2023)



1.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono

Figura 1.7. Aguascalientes. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2018 – 2023



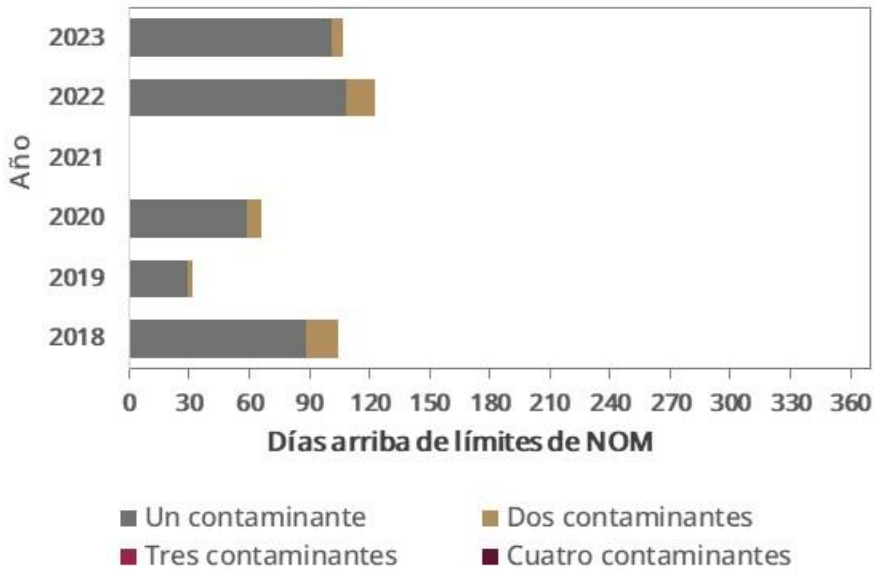
1.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 1.4. Aguascalientes. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023

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	104	88	16	0	0
2019	337	32	29	3	0	0
2020	359	66	59	7	0	0
2021	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2022	364	123	108	15	0	0
2023	363	107	101	6	0	0

IND = Información no disponible.

Figura 1.8. Aguascalientes. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023



Baja California



En el año 2023 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 Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, y otro a cargo del Ayuntamiento de Mexicali, a través de la Dirección de Protección al Ambiente. En su conjunto estos dos SMCA contaron con 7 estaciones de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera: cuatro en Mexicali, dos en Tijuana y una en Tecate. Esta última reinició operaciones en el mes de septiembre. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por estos sistemas de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- En Mexicali se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), ozono y dióxido de nitrógeno. En Tijuana sólo se registró incumplimiento de los límites normados de partículas suspendidas $PM_{2.5}$. Aunque también se cuenta con infraestructura para la medición de PM_{10}, ozono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, los equipos de medición de estos contaminantes se reportaron fuera de operación. Finalmente, en Tecate, que reinició su operación en 2023, después de estar inactiva desde el año 2019, no se contó con información suficiente para la evaluación del cumplimiento de NOM para partículas $PM_{2.5}$, en tanto que los equipos de medición de ozono y dióxido de azufre continúan fuera de operación.

- En Mexicali, se superó el límite normado de protección a la salud, definido como promedio de 24 horas, con respecto a partículas suspendidas PM_{10} en 82 días, lo que representó el 24% de los días del año. En general, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre septiembre y febrero, en tanto que a través de los años la información disponible muestra un comportamiento muy estable con variaciones poco significativas de un año a otro.

- Con respecto a las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, tanto en Mexicali como en Tijuana se registró incumplimiento de NOM. En ambas ciudades por superar tanto el límite normado de protección a la salud definido como promedio de 24 horas como el promedio anual. El límite promedio de 24 horas se superó en 39 días en Mexicali y en 29 días en Tijuana, lo que representó el 10 y el 8% de los días del año, respectivamente. En ambas ciudades, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre noviembre y febrero, en tanto que a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante muestran variaciones poco significativas de un año a otro. A pesar de ello, el indicador sobre porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas fue inferior en 2023 respecto a lo observado en 2022.

- La evaluación de cumplimiento de la NOM de ozono sólo se pudo realizar en Mexicali y el resultado fue de incumplimiento al registrarse concentraciones superiores tanto al

límite normado de protección a la salud definido como promedio de 1 hora como al de 8 horas. En general, se superó al menos uno de estos límites en 24 días, lo que representó poco más del 8% de los días del año. Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre junio y julio y a través de los años, el comportamiento observado es bastante estable, particularmente del año 2019 al 2023. Otros indicadores como el porcentaje de días y horas por año en los que se registran concentraciones superiores al límite normado vigente muestran una marcada tendencia decreciente, especialmente en la ciudad de Mexicali. En Tijuana esta tendencia es menos evidente debido a la muy baja frecuencia con que este contaminante ha superado el actual umbral de protección a la salud a lo largo del tiempo.

- La NOM de dióxido de nitrógeno se incumplió en la ciudad de Mexicali, al superar en una ocasión el límite normado de protección a la salud definido como promedio de una hora. En Tijuana el equipo de medición de este contaminante se declaró fuera de operación, en tanto que en Tecate este contaminante no se midió.

- En 2023, la ciudad de Mexicali registró un total de 108 días con incumplimiento de al menos una norma vigente de salud ambiental, lo que equivale al 30% de los días del año. En Tijuana por su parte, se registraron 29 días en esta condición, lo que equivale al 8% de los días con información válida y suficiente disponible para el año 2023. Esta cifra representó una notable disminución respecto a lo observado en 2022, sin embargo, en parte este comportamiento es explicado por el hecho de que sólo se contó con información relativa a partículas $PM_{2.5}$, en tanto que los monitores de PM_{10}, ozono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno se declararon fuera de operación.

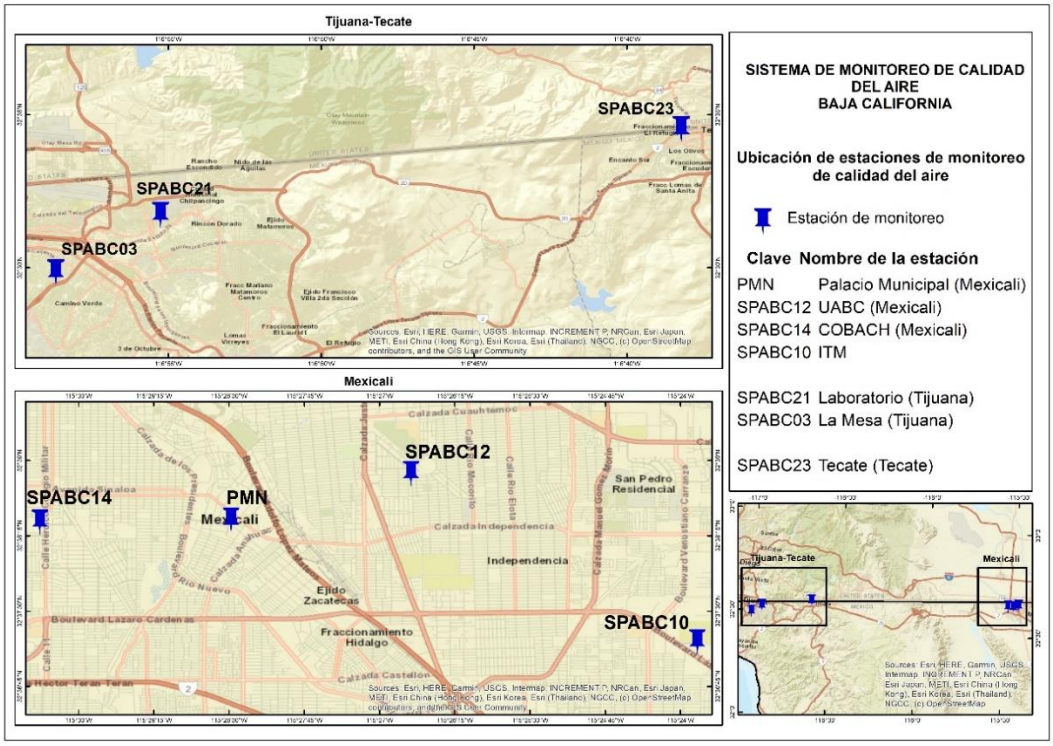
2.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 2.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2023 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)	¤	✓	✓	¤	X	X
	COBACH	SPABC14	Automático (2004)	¤	✓	✓	¤	X	X
	ITM	SPABC10	Automático (2022)	✓	✓	¤	¤	¤	¤
Tijuana	Laboratorio	SPABC21	Automático (2013)	X	✓	✓	¤	¤	X
	La Mesa	SPABC03	Automático (2004)	¤	✓	✓	¤	X	X
Tecate	Tecate	SPABC23	Automático (2023)	¤	✓	X	X	¤	¤

¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
X = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante, pero se necesitan refacciones para su operación.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable 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, 2023

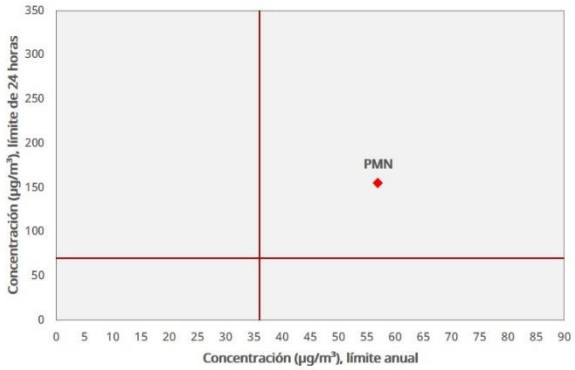


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Baja California y la Dirección de Protección al Ambiente del Ayuntamiento de Mexicali.

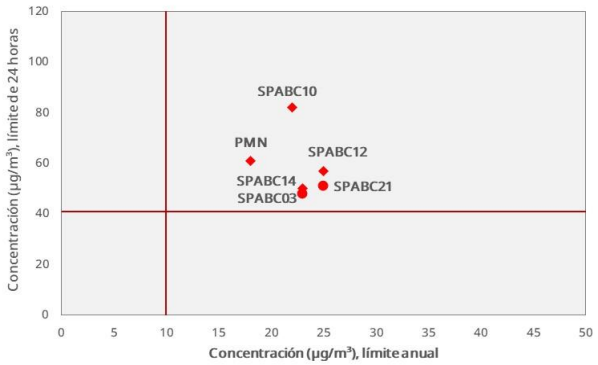
2.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 2.2. Baja California. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

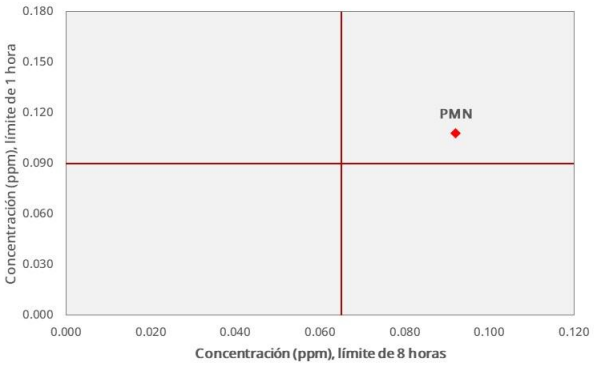
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m³- línea vertical)



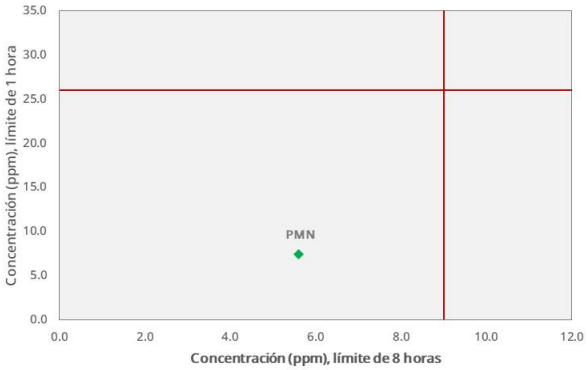
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m³- línea vertical)



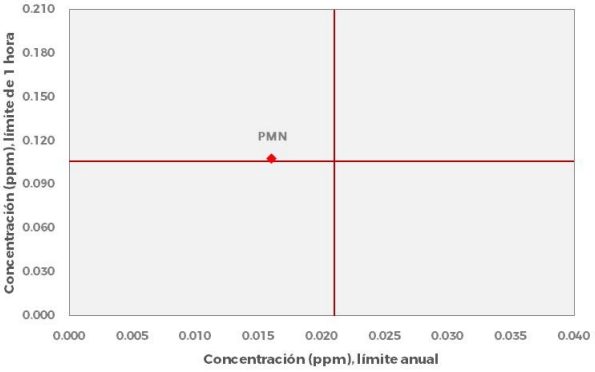
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



Monóxido de carbono – CO
Límite de 1hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



◆ Mexicali
SPABC12 – UABC
SPABC14 – COBACH
SPABC10 – ITM
PMN – Palacio Municipal

● Tijuana
SPABC03 – La Mesa
SPABC21 – Laboratorio

▲ Tecate
SPABC23 – Tecate

Tabla 2.2. Baja California. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Mexicali				Tijuana		Tecate
			PMN	SPABC10	SPABC12	SPABC14	SPABC03	SPABC21	SPABC23
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	**155**	FO	¤	¤	¤	FO	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	**57**	FO	¤	¤	¤	FO	¤
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	**61**	**82**	**57**	**50**	**48**	**51**	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	**18**	**22**	**25**	**23**	**23**	**25**	DI
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	**0.108**	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	**0.092**	FO	FO	FO	FO	FO	FO
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	**7.4**	¤	FO	FO	FO	FO	¤
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	**5.6**	¤	FO	FO	FO	FO	¤
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	**0.108**	¤	FO	FO	FO	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	**0.016**	¤	FO	FO	FO	¤	¤
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤	FO
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤	FO

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

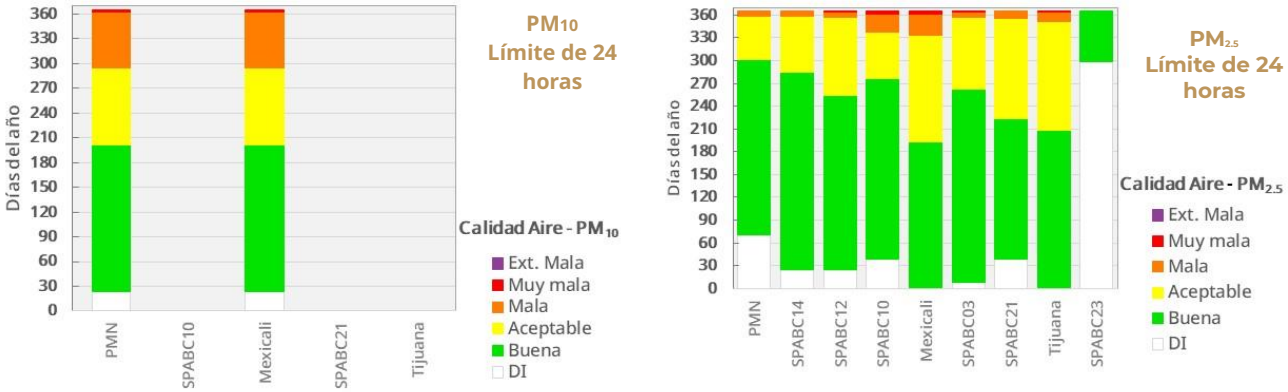
Tabla 2.3. Baja California. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores a los límites diarios normados por contaminante

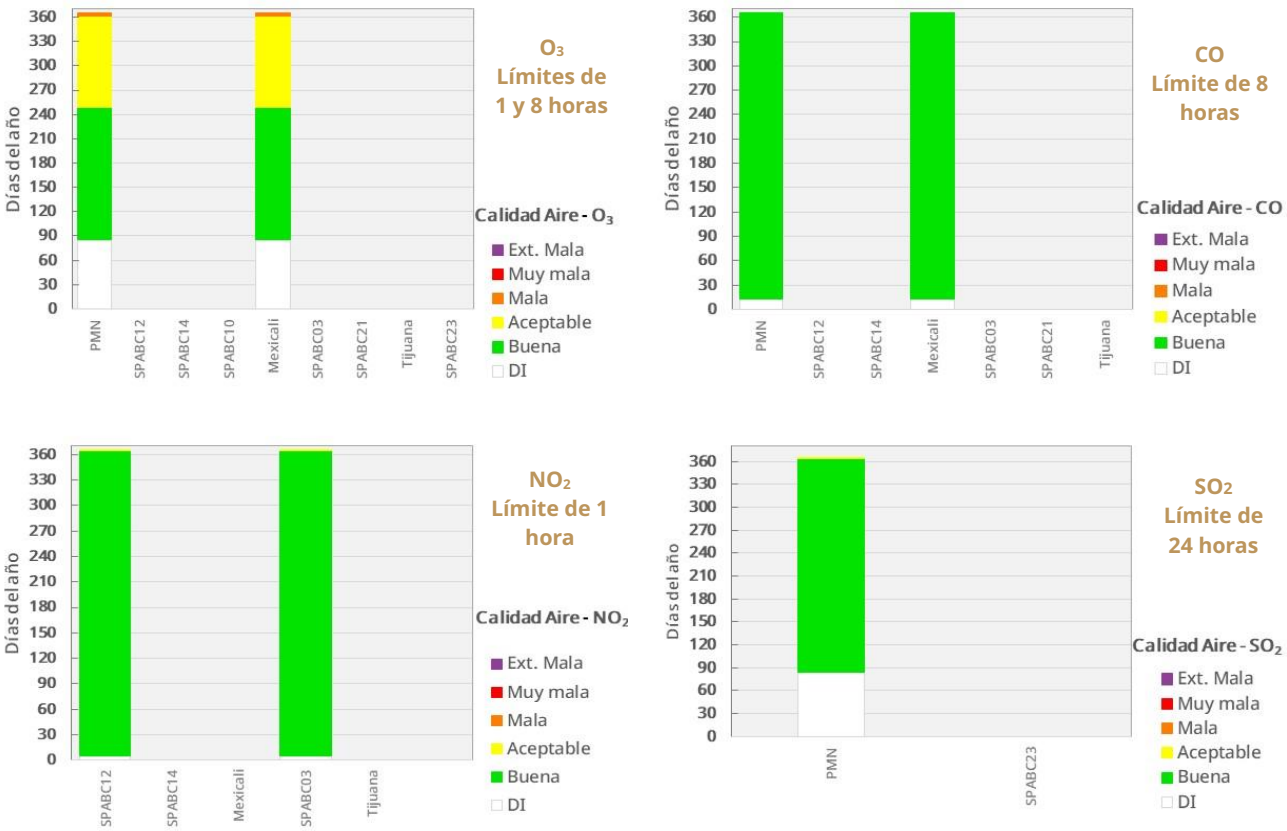
		Mexicali	Tijuana	Tecate
PM_{10}	No. días con datos válidos	341	FO	¤
	No. días > 70 µg/m³	82	FO	¤
	% días > 70 µg/m³	**24.0**	FO	¤
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	365	364	67
	No. días > 41 µg/m³	39	29	0
	% días > 41 µg/m³	**10.4**	**8.0**	**0.0**
O_3	No. días con datos válidos	280	FO	FO
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	24	FO	FO
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**8.6**	FO	FO
CO	No. días con datos válidos	359	FO	¤
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	FO	¤
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**	FO	¤
NO_2	No. días con datos válidos	360	FO	¤
	No. días > 0.106 ppm	1	FO	¤
	% días > 0.106 ppm	**0.3**	FO	¤
SO_2	No. días con datos válidos	281	¤	FO
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	¤	FO
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**0.0**	¤	FO

¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
FO = Fuera de operación.

2.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 2.3. Baja California. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023





Mexicali
SPABC12 – UABC
SPABC14 – COBACH
SPABC10 – ITM
Palacio Municipal – PMN

Tijuana
SPABC03 – La Mesa
SPABC21 – Laboratorio

Tecate
SPABC23 – Tecate

2.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias, por contaminante y ciudad, a lo largo del año 2023

Figura 2.4. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023



Figura 2.5. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

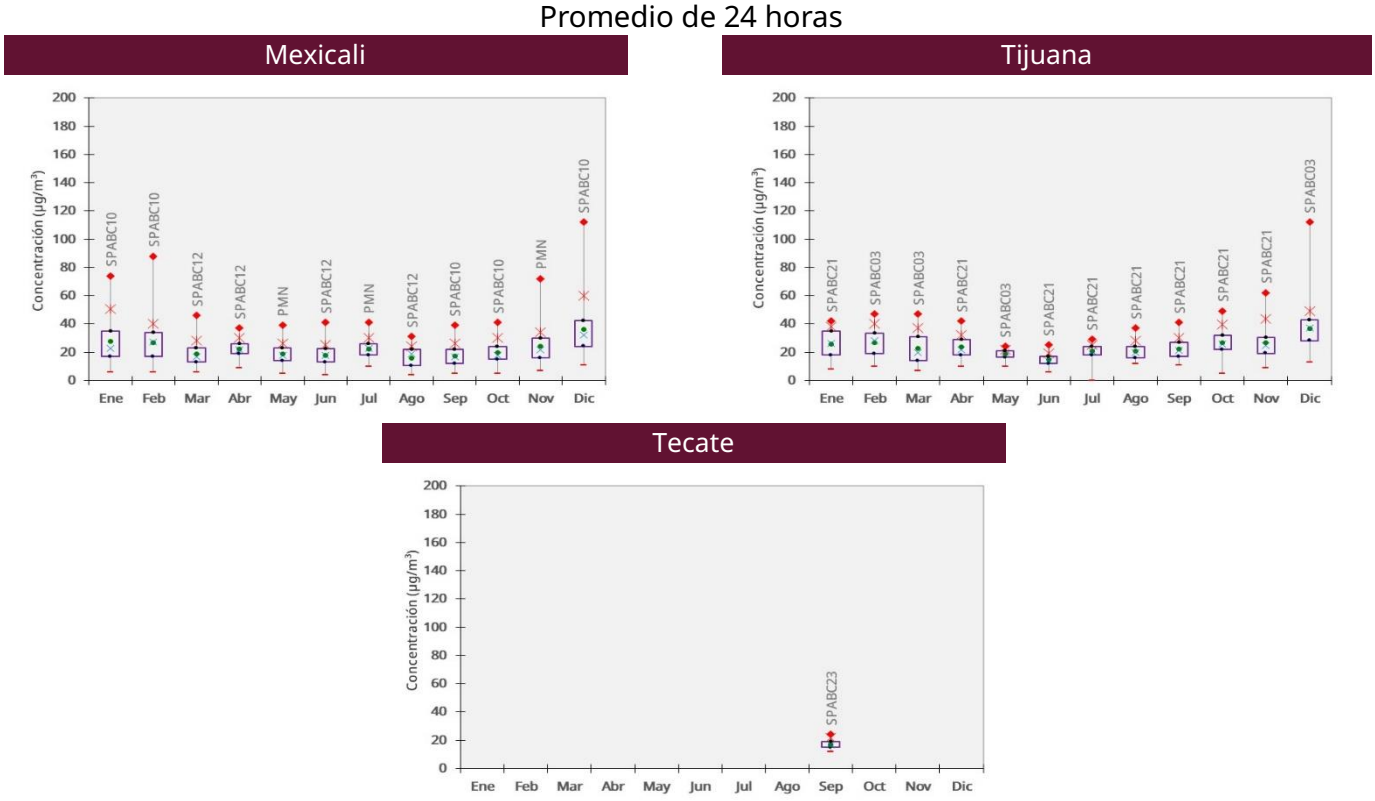


Figura 2.6. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

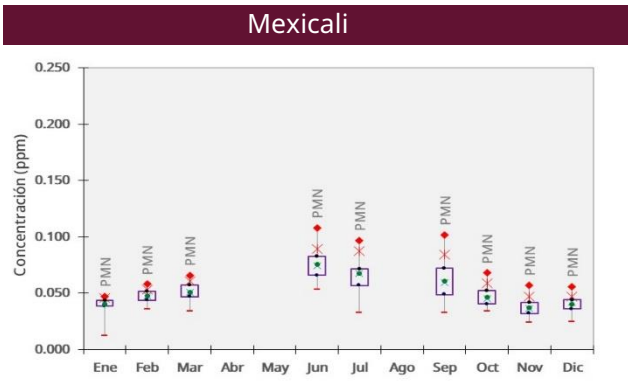


Figura 2.7. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023



Figura 2.8. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023



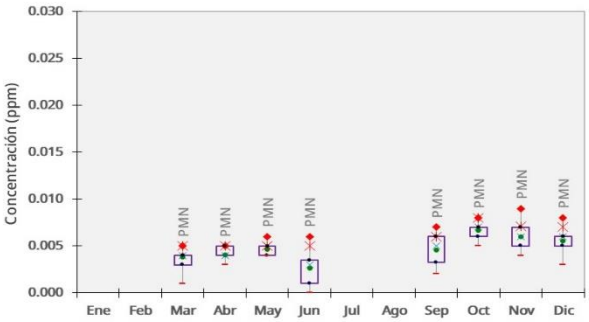
Figura 2.9. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023



Figura 2.10. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

Mexicali



2.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en Baja California, en el periodo 1997 – 2023

Figura 2.11. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2020 - 2023

Mexicali
(2020-2023)

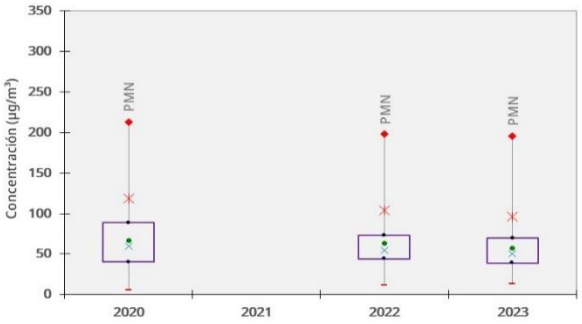
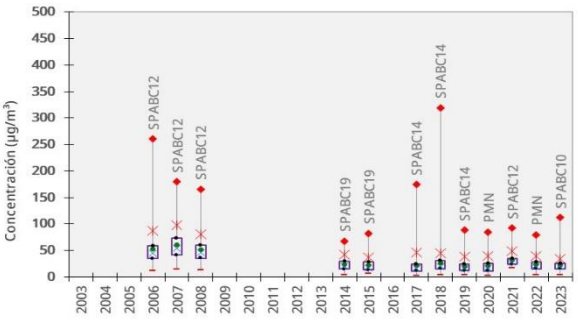


Figura 2.12. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2003 - 2023

Mexicali
(2003-2023)



Tijuana
(2015-2023)

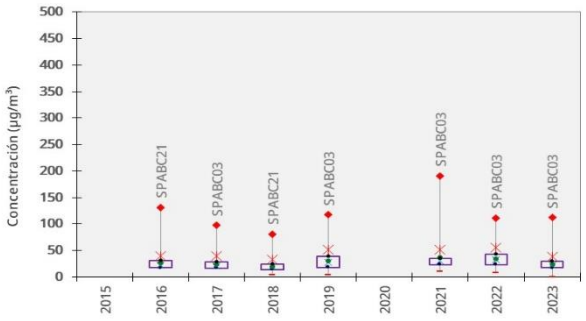
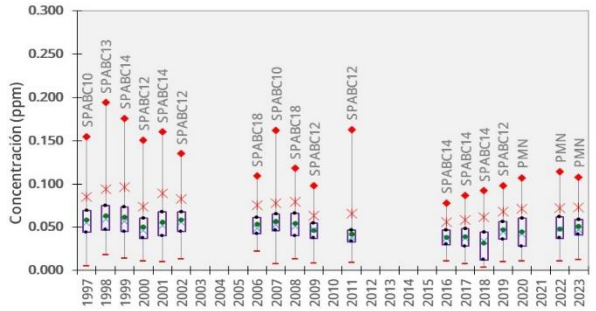


Figura 2.13. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 1997 - 2023

Mexicali (1997-2023)



Tijuana (1997-2023)

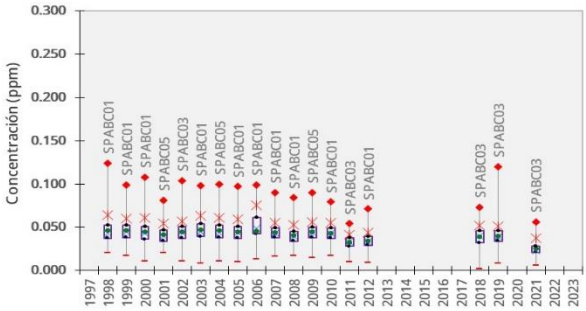
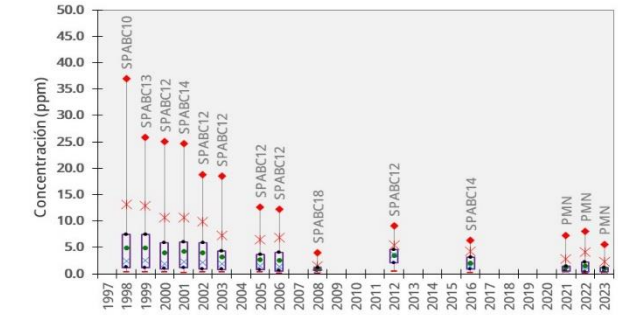


Figura 2.14. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 1997 - 2023

Mexicali (1997-2023)



Tijuana (1997-2023)

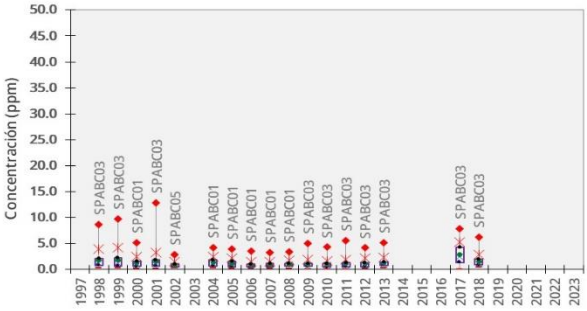
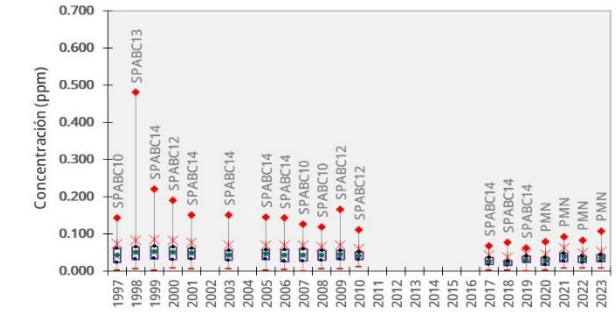


Figura 2.15. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 1997 - 2023

Mexicali (1997-2023)



Tijuana (1997-2023)

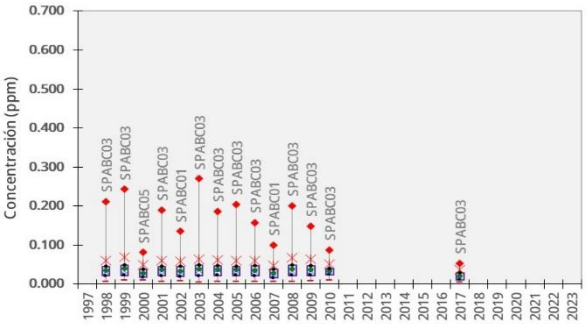
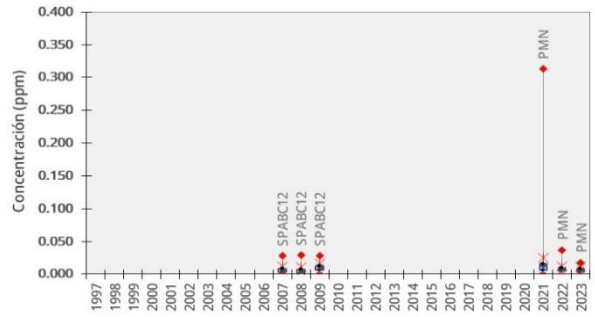


Figura 2.16. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en el periodo 1997 - 2023

Mexicali (1997-2023)



Tijuana (1997-2023)

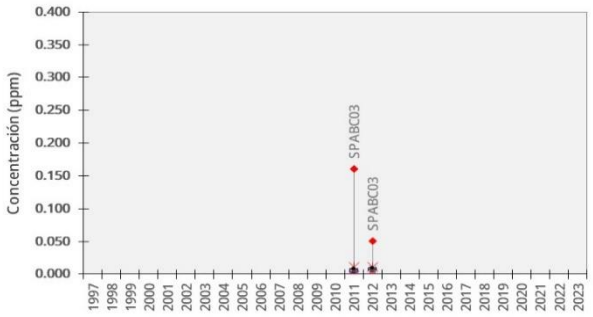
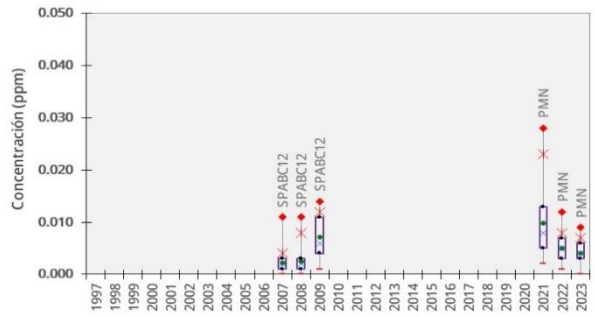
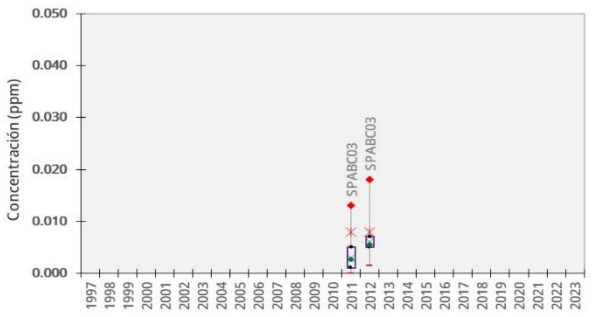


Figura 2.17. Baja California. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedio de 24 horas), por ciudad, en el periodo 1997 - 2023

Mexicali (1997-2023)



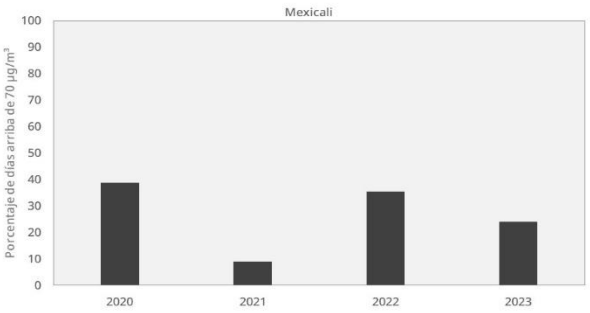
Tijuana (1997-2023)



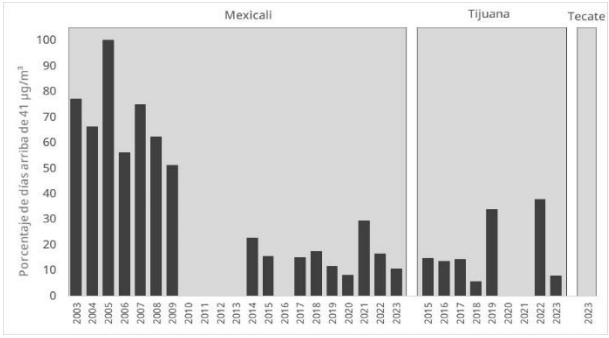
2.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 2.18. Baja California. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 1997 - 2023

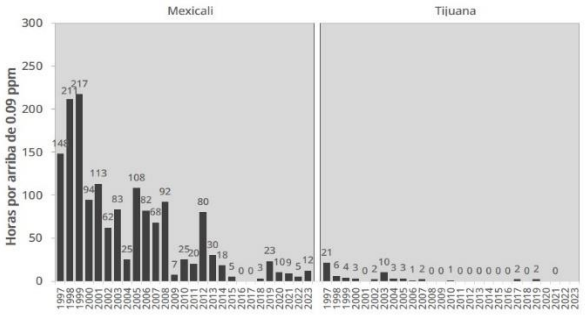
PM_{10} – Límite de 24 horas (2020-2023)



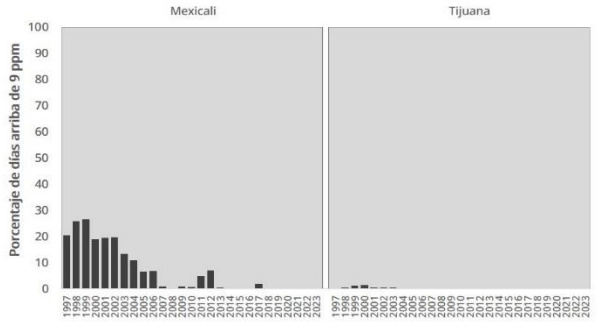
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2003-2023)



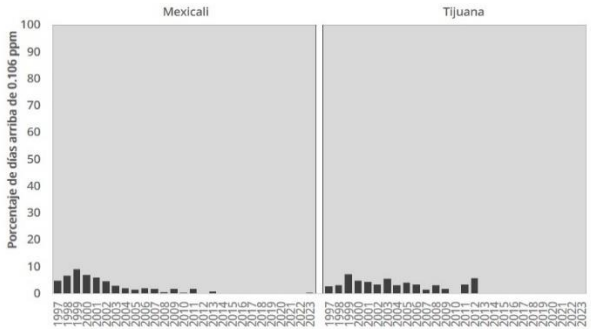
O_3 – Límite de 1 hora (1997-2023)



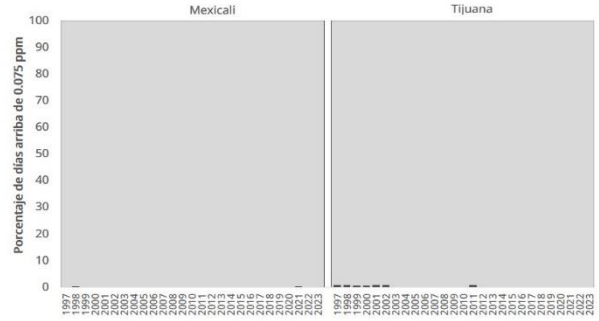
CO – Límite de 8 horas (1997-2023)



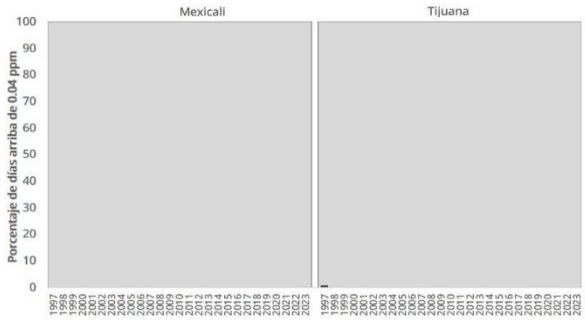
NO_2 – Límite de 1 hora (1997-2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (1997-2023)



SO_2 – Límite de 24 horas (1997-2023)



2.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 2.19. Baja California. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 1997 - 2023

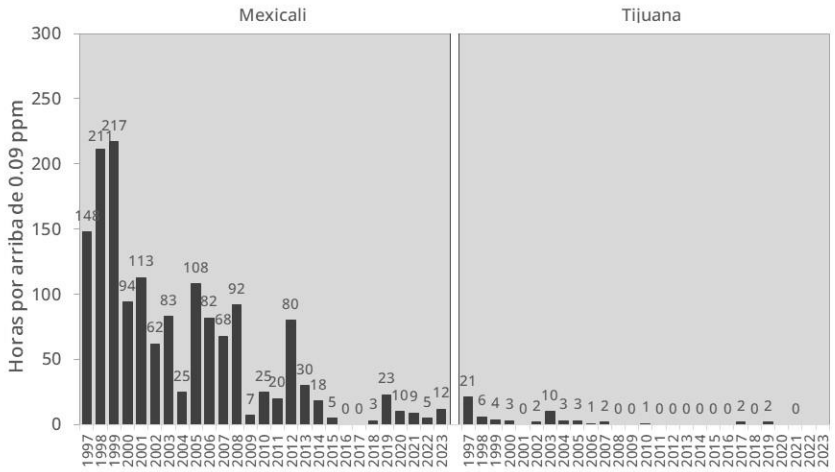
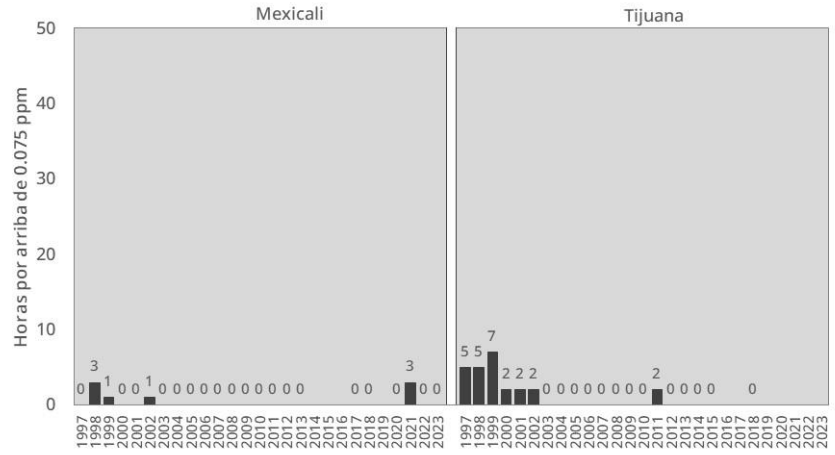


Figura 2.20. Baja California. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1997 - 2023



2.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

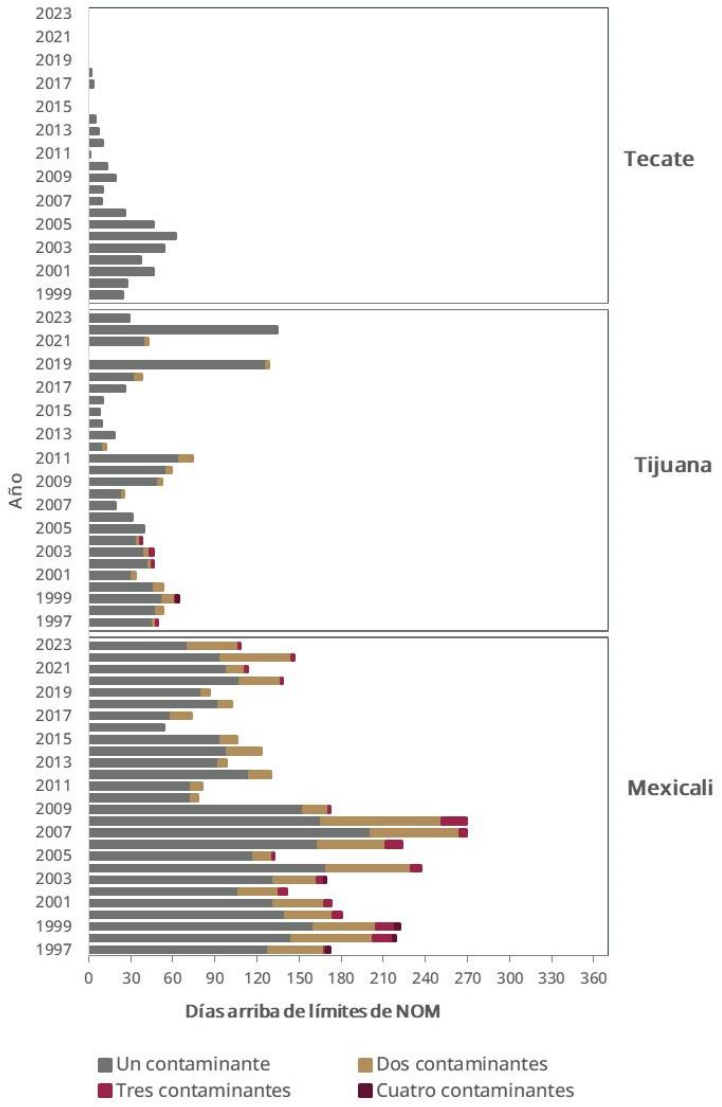
Tabla 2.4. Baja California. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 1997 - 2023

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
Mexicali						
1997	364	172	128	40	2	2
1998	365	219	145	58	14	2
1999	365	222	161	44	14	3
2000	366	180	140	34	6	0
2001	365	173	132	36	5	0
2002	364	141	107	29	5	0
2003	364	169	132	31	5	1
2004	366	237	170	60	7	0
2005	365	132	118	13	1	0
2006	365	223	164	48	11	0
2007	364	269	201	64	4	0
2008	366	269	166	86	17	0
2009	365	172	153	18	1	0
2010	364	78	73	5	0	0
2011	364	81	73	8	0	0
2012	365	130	115	15	0	0
2013	365	98	93	5	0	0
2014	364	123	99	24	0	0
2015	354	106	94	12	0	0
2016	341	54	54	0	0	0
2017	365	73	59	14	0	0
2018	363	102	93	9	0	0
2019	365	86	81	5	0	0
2020	361	138	108	29	1	0
2021	364	113	99	13	1	0
2022	365	146	94	51	1	0
2023	365	108	71	36	1	0
Tijuana						
1997	201	49	46	2	1	0
1998	365	53	48	5	0	0
1999	365	64	53	9	1	1
2000	366	53	47	6	0	0
2001	365	33	31	2	0	0
2002	365	46	43	2	1	0
2003	365	46	40	4	2	0
2004	366	38	35	2	1	0
2005	365	39	39	0	0	0
2006	365	31	31	0	0	0
2007	364	19	19	0	0	0
2008	366	25	24	1	0	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
2009	365	52	50	2	0	0
2010	365	59	56	3	0	0
2011	365	74	65	9	0	0
2012	366	12	11	1	0	0
2013	365	18	18	0	0	0
2014	202	9	9	0	0	0
2015	190	8	8	0	0	0
2016	312	10	10	0	0	0
2017	364	26	26	0	0	0
2018	365	38	33	5	0	0
2019	365	128	127	1	0	0
2020	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2021	334	42	41	1	0	0
2022	361	134	134	0	0	0
2023	364	29	29	0	0	0
Tecate						
1999	49	24	24	0	0	0
2000	193	29	27	2	0	0
2001	229	49	46	3	0	0
2002	243	41	37	4	0	0
2003	326	61	54	7	0	0
2004	323	67	62	5	0	0
2005	333	49	46	3	0	0
2006	218	28	26	2	0	0
2007	292	9	9	0	0	0
2008	311	10	10	0	0	0
2009	361	19	19	0	0	0
2010	328	14	13	1	0	0
2011	248	1	1	0	0	0
2012	296	10	10	0	0	0
2013	25	7	7	0	0	0
2014	58	5	5	0	0	0
2015	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2016	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2017	10	3	3	0	0	0
2018	43	2	2	0	0	0
2019	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2020	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2021	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2022	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2023	67	0	0	0	0	0

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

Figura 2.21. Baja California. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 1997 – 2023



Chihuahua



En el año 2023 Chihuahua contó, administrativamente, con cuatro sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Uno a cargo del Gobierno del Estado, dos más administrados por cada uno de los siguientes municipios: Chihuahua y Ciudad Juárez y uno más en Ciudad Juárez, administrado por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En su conjunto, estos SMCA cuentan con 8 estaciones de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera: 3 estaciones en Chihuahua y 5 en Ciudad Juárez. Las estaciones de monitoreo manual que se venían reportando en el municipio de Ojinaga, no se incluyen en este informe debido a que llevan varios años sin operar y el municipio no tiene planes de reactivación. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por este sistema de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- Tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez se registró cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a monóxido de carbono y dióxido de azufre. Por el contrario, hubo incumplimiento de los límites correspondientes para partículas suspendidas PM_{10} y ozono en ambas ciudades, además de partículas suspendidas $PM_{2.5}$ en Ciudad Juárez.

- El contaminante que representó el mayor problema de calidad del aire en ambas ciudades, tanto por los niveles de concentración alcanzados como por la frecuencia con la que se superó el límite normado de protección a la salud, fue el de partículas suspendidas PM_{10}. El número de días del año en que se superó dicho umbral fue de 92 en Ciudad Juárez y 52 en Chihuahua.

- En Chihuahua las mayores concentraciones de PM_{10} se registraron entre noviembre y marzo, en tanto que en Ciudad Juárez los datos disponibles indican que las mayores concentraciones se registraron en enero y febrero. Por otra parte, a lo largo de los años, las concentraciones de este contaminante en Chihuahua muestra un comportamiento muy estable con variaciones poco significativas de un año a otro, en tanto que, en Ciudad Juárez, claramente las concentraciones registradas en 2023 son inferiores a las registradas en años previos, pero ello probablemente sea consecuencia de que no se dispuso de información para todos los meses del año. De hecho, sólo se registraron concentraciones de PM_{10} para 7 de los 12 meses del año.

- Con respecto a las $PM_{2.5}$ destaca el hecho de que sólo en Ciudad Juárez se pudo hacer la evaluación de cumplimiento de NOM, dado que en Chihuahua no se generó información suficiente para ello. Los resultados muestran que en ambas ciudades se registraron concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados, pero sólo en Ciudad Juárez se puede establecer incumplimiento de NOM debido a que se superaron los dos límites normados de protección a la salud (24 horas y anual).

- No se dispuso de información sobre concentraciones de $PM_{2.5}$ para todos los meses del año ni en Chihuahua ni en Ciudad Juárez, por lo cual no es posible establecer alguna tendencia a lo largo del año. En cualquier caso, la información disponible, indica que las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en diciembre en el caso de Chihuahua y entre enero y marzo en el caso de Ciudad Juárez.

- Con respecto al ozono, se registró incumplimiento de NOM tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez. En ambos casos el incumplimiento derivó del hecho de haber superado primordialmente el límite normado como promedio móvil de 8 horas. El número de días en que se superó alguno de los límites normados de protección a la salud fue de 9 en Chihuahua y 20 en Ciudad Juárez, lo que representó el 2.5 y el 5.5% de los días del año, respectivamente.

- Las concentraciones más altas de ozono, a lo largo del año, se registraron entre junio y septiembre, en tanto que a lo largo de los años se observa muy poca variación en los registros de concentración de los últimos cuatro años, situación que se refleja en los indicadores sobre el porcentaje de días y número de horas por año con concentraciones superiores al límite normado vigente.

- El número de días por año en que se superó al menos un límite normado de protección a la salud en Ciudad Juárez fue de 108, en tanto que en Chihuahua fue de 61.

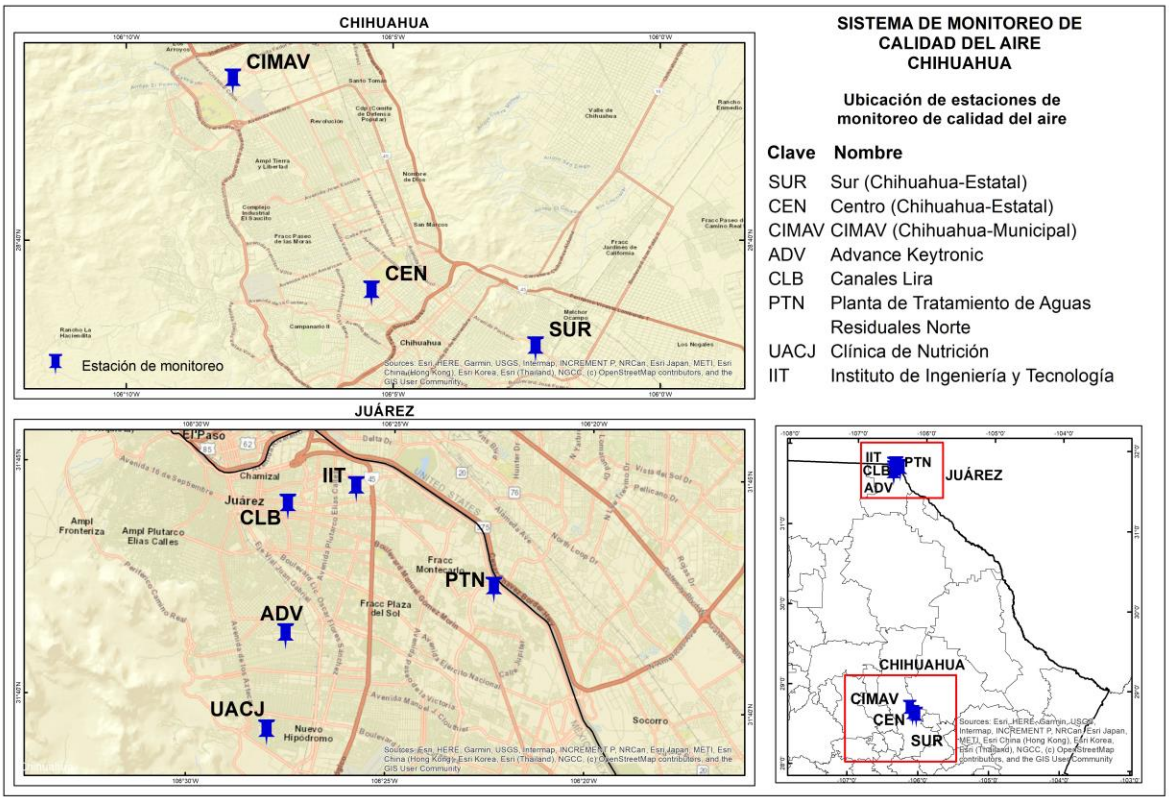
3.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 3.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2023 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
Chihuahua Estatal	SUR	SUR	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Centro	CEN	Automático (2015)	✓	¤	✓	¤	¤	✓
Chihuahua Municipal [1]	CIMAV	CIMAV	Automático (2007)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Ciudad Juárez Municipal [2]	Advance Keytronic	ADV	Automático (1990)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
	Canales Lira	CLB	Automático (1996)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norte	PTN	Automático (2021)	¤	¤	✓	¤	¤	✓
	Clínica de Nutrición [3]	UACJ	Automático (2023)	✓	✓	✓	¤	✓	¤
Ciudad Juárez Universidad [4]	Instituto de Ingeniería y Tecnología	IIT	Automático (2018)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
[1] En los años 2021, 2022 y 2023 el analizador de PM_{10} no generó datos debido a su obsolescencia y falta de mantenimiento correctivo mayor.
[2] A partir de marzo de 2020 se dejó de realizar el monitoreo manual de las PM_{10} por no tener acceso a las instalaciones en las que se encuentran las estaciones de monitoreo. No se tiene certeza de que se vuelvan a realizar las mediciones manuales, por ello no se consideraron las estaciones dentro de la infraestructura de la red de Ciudad Juárez.
[3] La estación empezó a operar en el año 2023; sin embargo, las mediciones de los gases se invalidaron por falta de calibración y las de partículas por problemas eléctricos y de hardware.
[4] 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 y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Figura 3.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Chihuahua, 2023

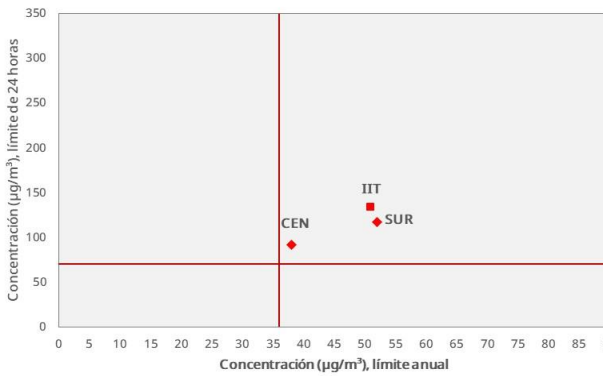


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), la Dirección de Ecología del Municipio de Ciudad Juárez y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

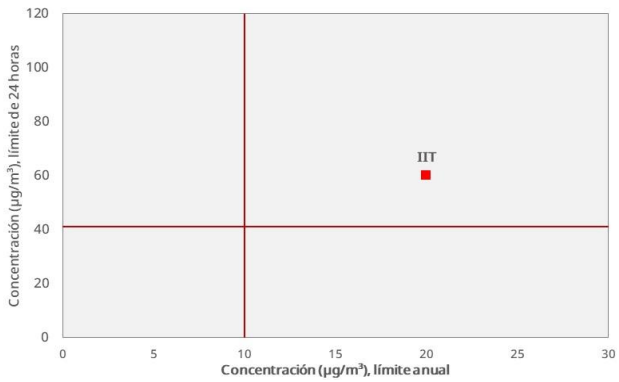
3.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 3.2. Chihuahua. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



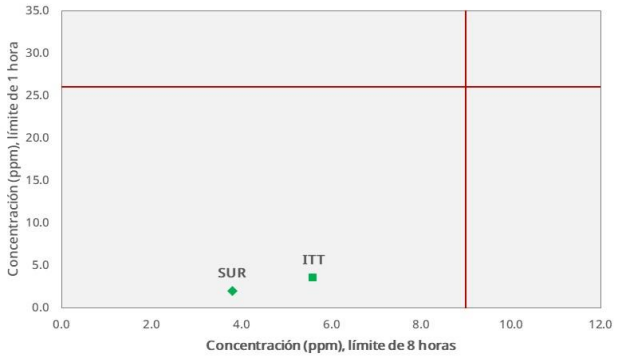
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



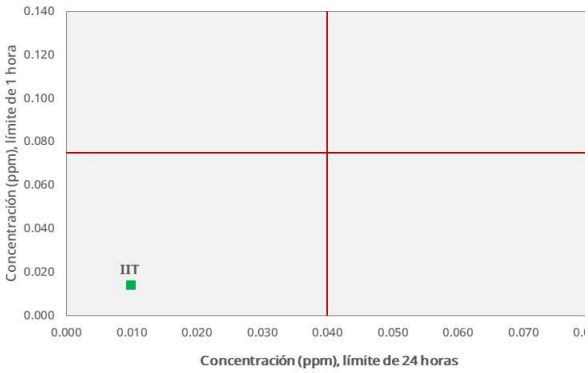
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm–línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm- línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)



♦ Chihuahua Estatal
SUR – SUR
CEN – Centro

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

■ Ciudad Juárez (Municipio
ADV – Advance
CLB – Canales Lira
PTN – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norte
UACJ – Clínica de Nutrición

Tabla 3.2. Chihuahua. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Chihuahua			Ciudad Juárez				
			SUR	CEN	CIMAV	IIT	ADV	CLB	PTN	UACJ
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	117	92	FO	134	¤	¤	¤	INV
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	52	38	FO	51	¤	¤	¤	INV
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	¤	¤	60	¤	¤	¤	INV
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	DI	¤	¤	20	¤	¤	¤	INV
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.069	0.086	¤	0.087	0.105	0.090	0.088	INV
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.060	0.080	¤	0.078	0.092	0.075	0.077	INV

Contaminante	Límite normado		Chihuahua			Ciudad Juárez				
			SUR	CEN	CIMAV	IIT	ADV	CLB	PTN	UACJ
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	3.8	DI	¤	5.6	FO	FO	FO	¤
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	2.0	DI	¤	3.6	FO	FO	FO	¤
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	DI	¤	¤	FO	¤	¤	¤	INV
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	DI	¤	¤	FO	¤	¤	¤	INV
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	¤	0.014	¤	¤	¤	¤
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	DI	0.01	¤	0.01	¤	¤	¤	¤

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

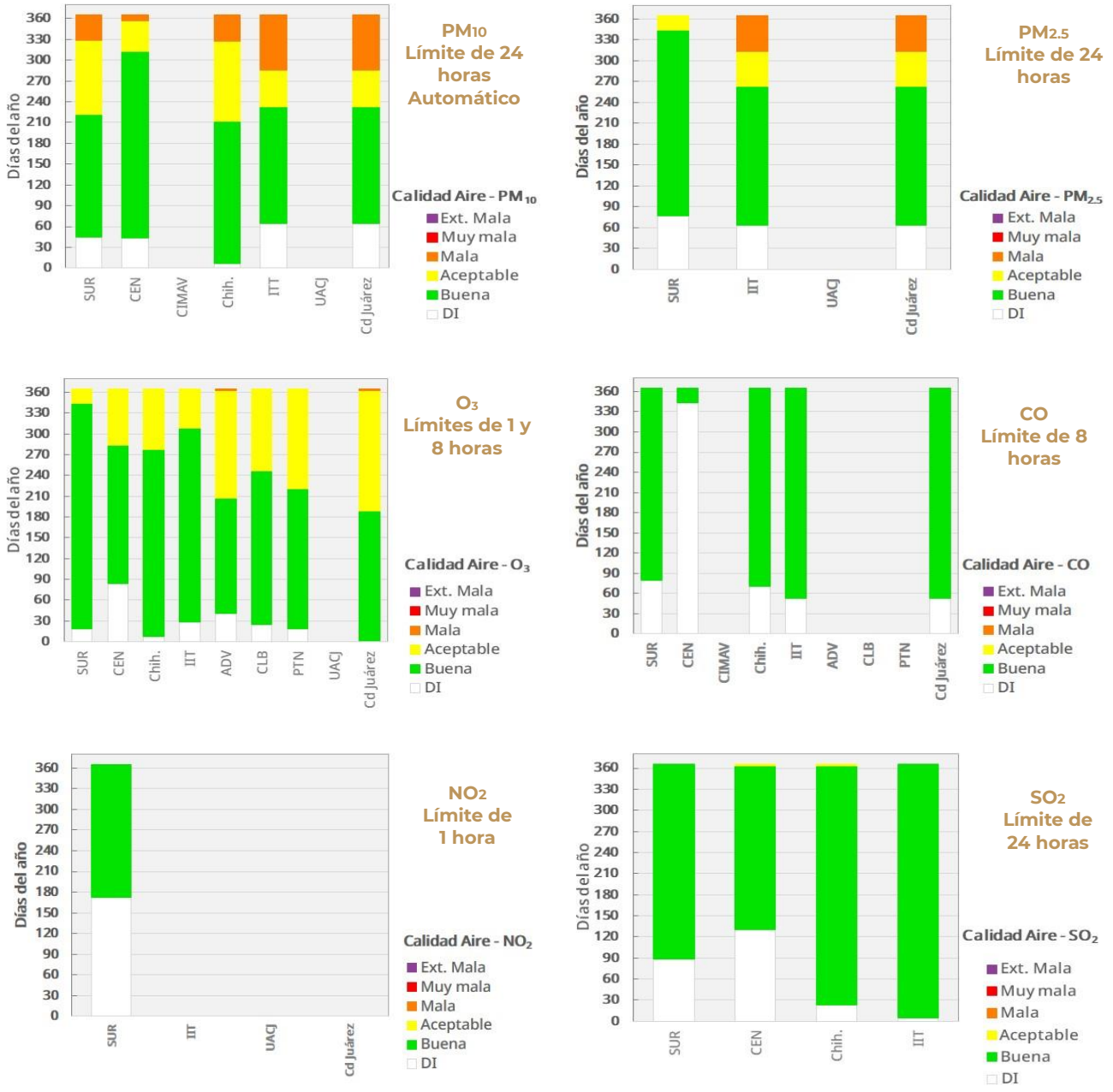
Tabla 3.3. Chihuahua. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		Chihuahua	Ciudad Juárez
PM_{10}	No. días con datos válidos	359	301
	No. días > 70 µg/m³	52	92
	% días > 70 µg/m³	14.5	30.6
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	288	301
	No. días > 41 µg/m³	1	67
	% días > 41 µg/m³	0.3	22.3
O_3	No. días con datos válidos	358	365
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	9	20
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	2.5	5.5
CO	No. días con datos válidos	304	312
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0
	% días > 26 o 9 ppm	0.0	0.0
NO_2	No. días con datos válidos	192	FO
	No. días > 0.106 ppm	0	FO
	% días > 0.106 ppm	0.0	FO
SO_2	No. días con datos válidos	342	361
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	0.0	0.0

FO = Fuera de operación

3.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 3.3. Chihuahua. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Chihuahua Estatal
SUR – SUR
CEN – Centro

Chihuahua Municipal
CIMAV – CIMAV
Chih. – Chihuahua

Ciudad Juárez (UACJ)
IIT – Instituto de Ingeniería y Tecnología

Ciudad Juárez (Municipio)
ADV – Advance
CLB – Canales Lira
PTN – Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norte
UACJ – Clínica de Nutrición
Cd Juárez. – Ciudad Juárez

3.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 3.4. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

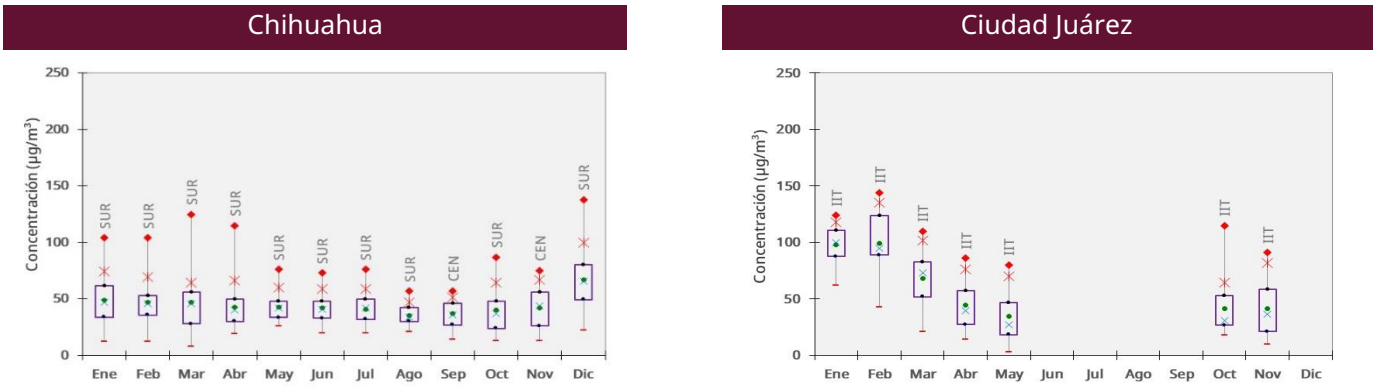


Figura 3.5. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

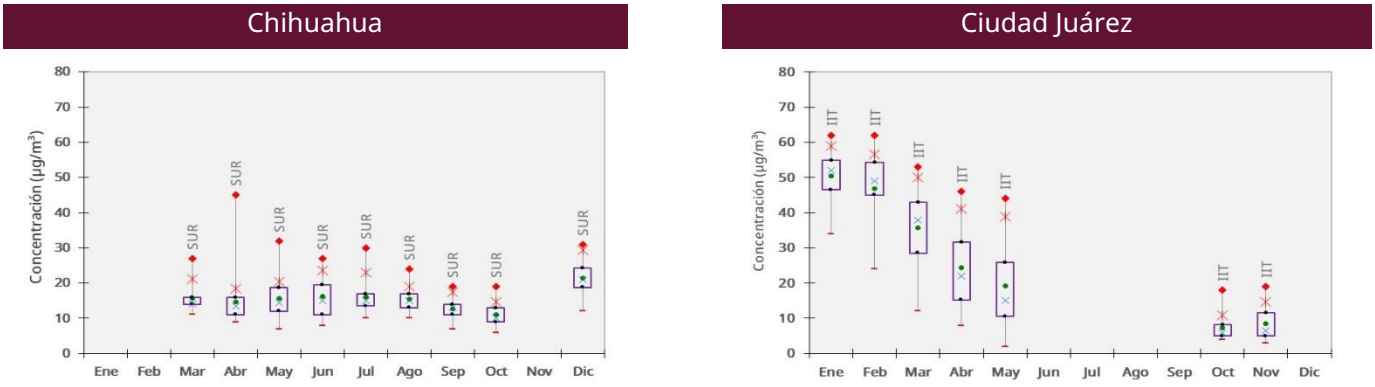


Figura 3.6. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

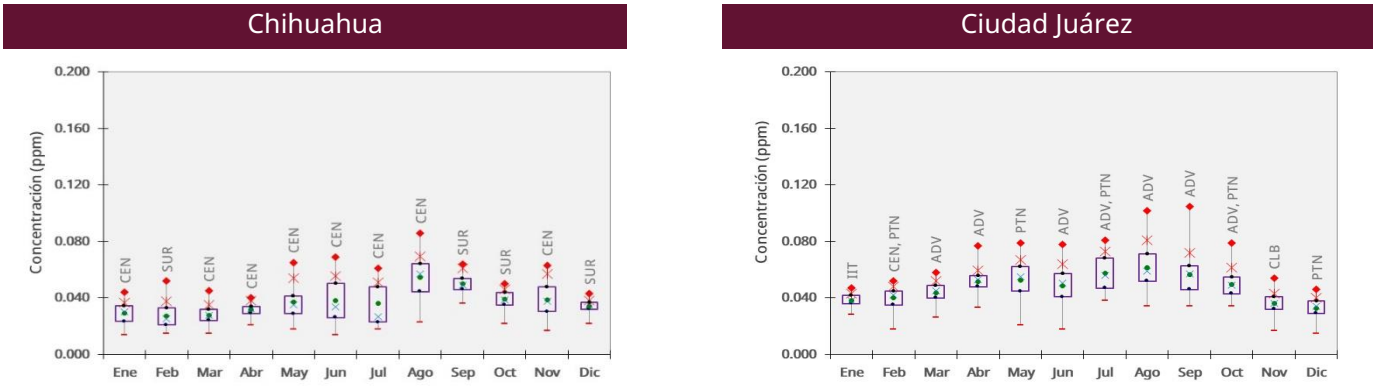


Figura 3.7. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas

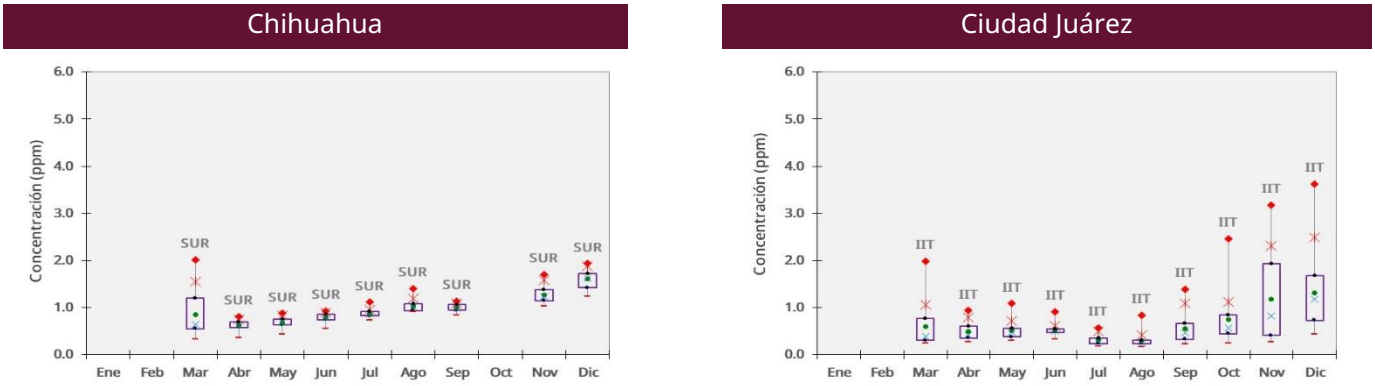


Figura 3.8. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

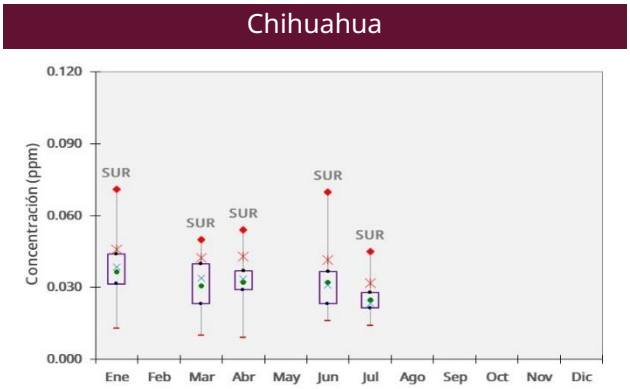


Figura 3.9. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

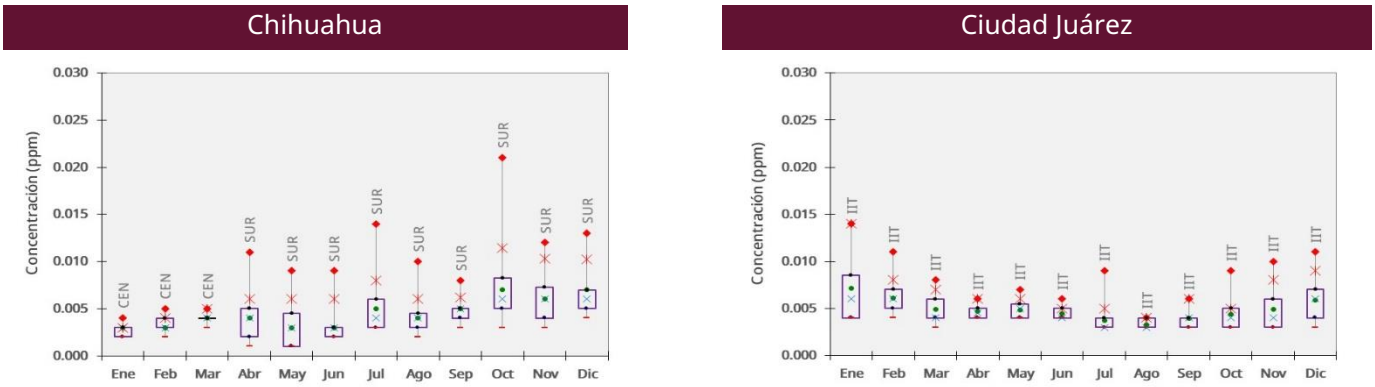
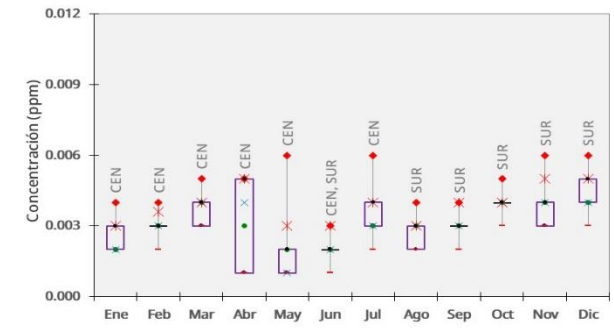


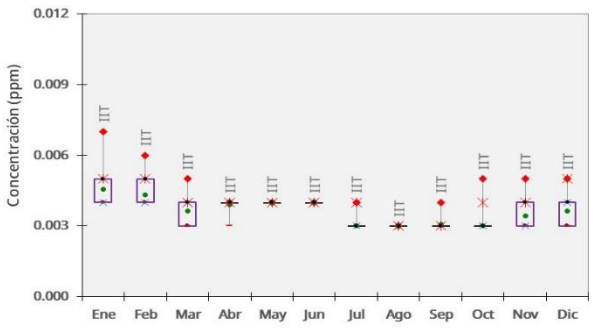
Figura 3.10. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

Chihuahua



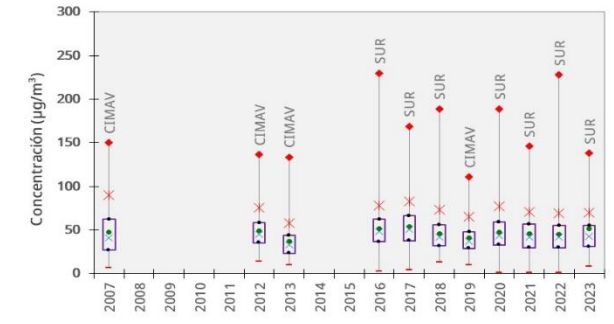
Ciudad Juárez



3.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1997 – 2023

Figura 3.11. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, 2007 – 2023

Chihuahua (2007 – 2023)



Ciudad Juárez (2019 – 2023)

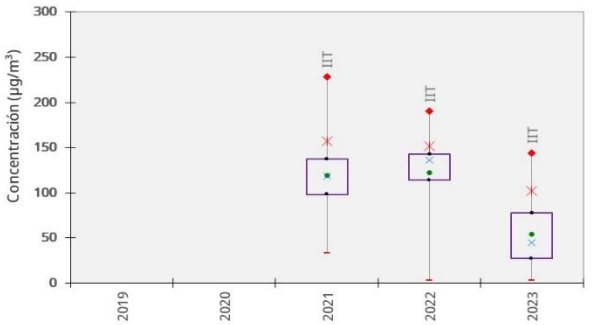
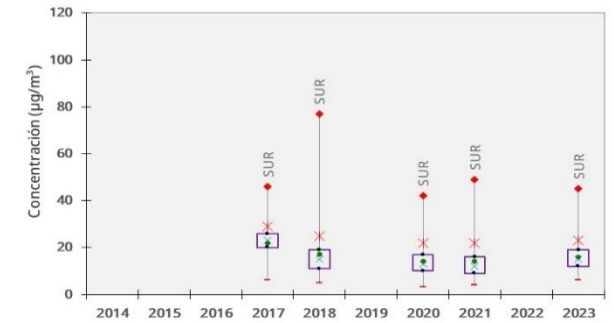


Figura 3.12. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, 2014 – 2023

Chihuahua (2014 – 2023)



Ciudad Juárez (2019 – 2023)

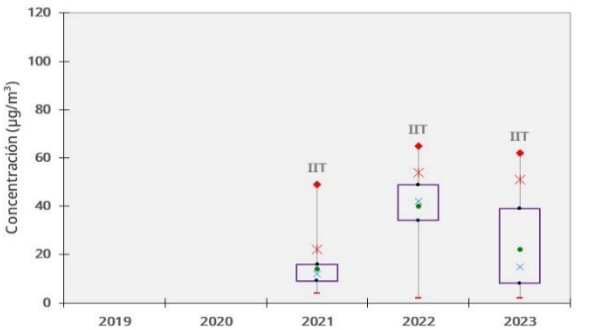


Figura 3.13. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, 1997 – 2023

Chihuahua (2007 – 2023)



Ciudad Juárez (1997 – 2023)

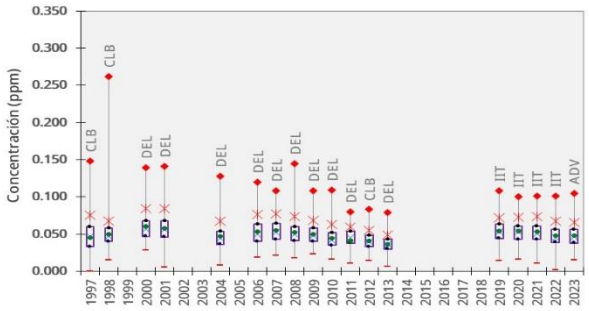
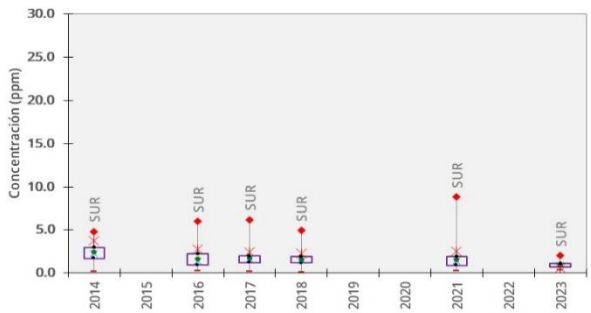


Figura 3.14. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, 1997 – 2023

Chihuahua (2014 – 2023)



Ciudad Juárez (1997 – 2023)

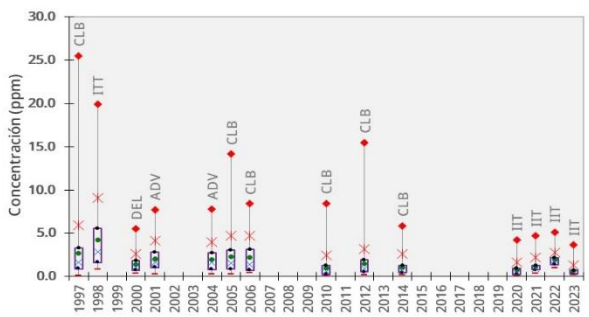
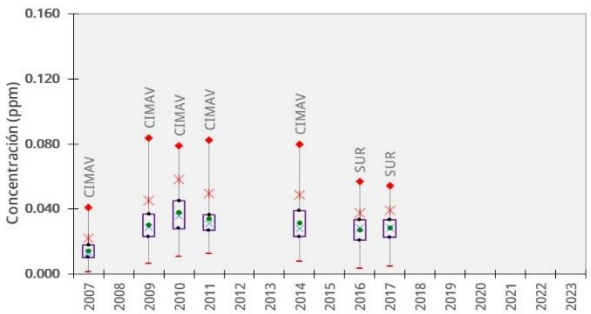


Figura 3.15. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, 2007 – 2023

Chihuahua (2007 – 2023)



Ciudad Juárez (2019 – 2023)

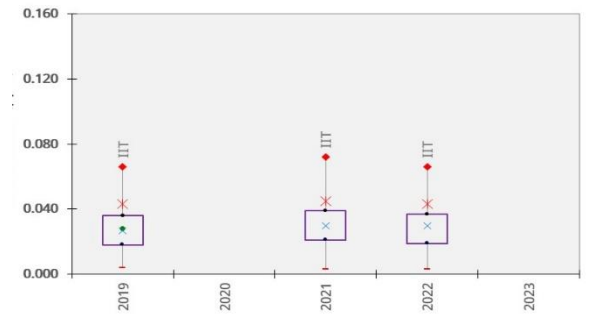
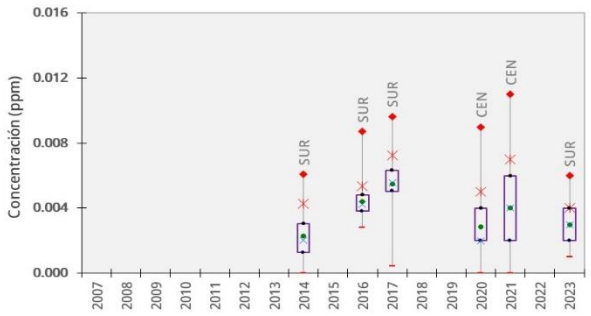


Figura 3.16. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, 2007 – 2023

Chihuahua (2007 – 2023)



Ciudad Juárez (2019 – 2023)

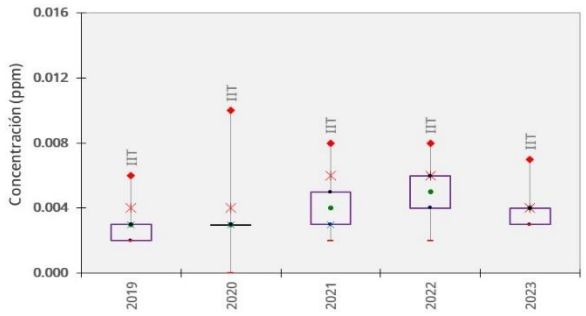
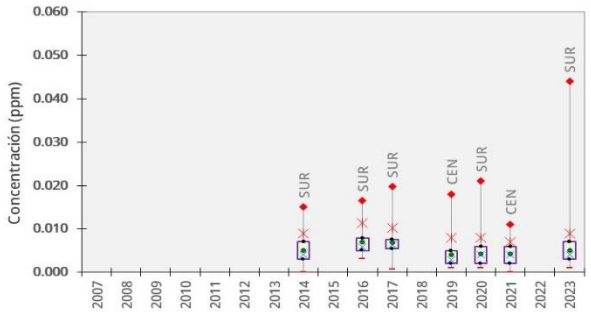
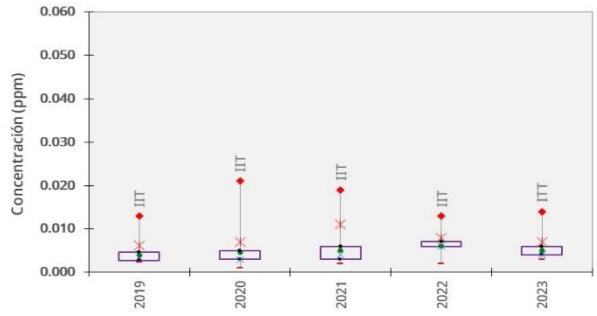


Figura 3.17. Chihuahua. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximo), por ciudad, 2007 – 2023

Chihuahua (2007 – 2023)



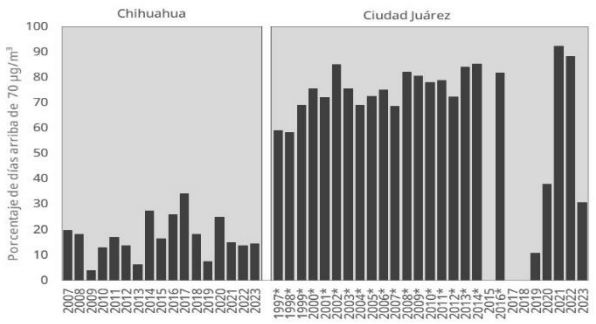
Ciudad Juárez (2019 – 2023)



3.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

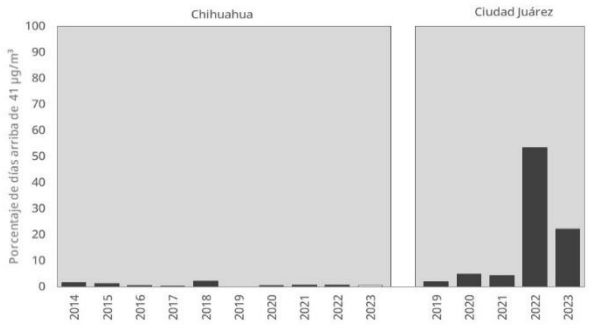
Figura 3.18. Chihuahua. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1997 – 2023

PM_{10} – Límite de 24 horas (1997 – 2023)

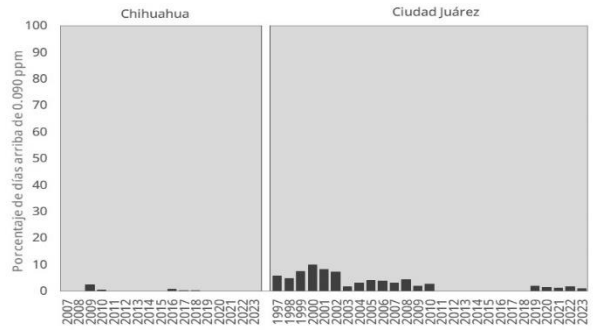


*Estimado con datos generados por monitoreo manual

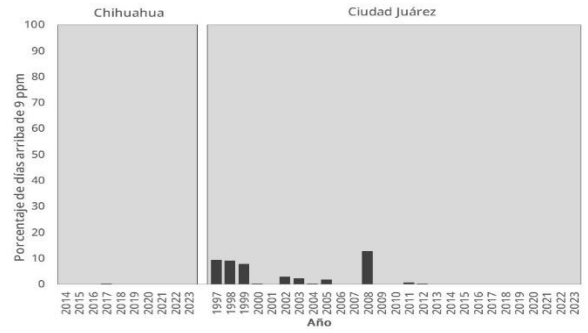
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2014 – 2023)



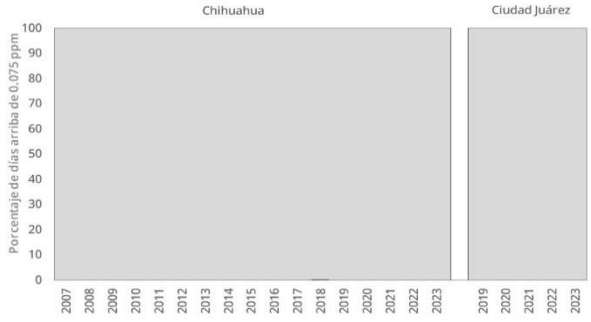
O_3 – Límite de 1 hora (1997 – 2023)



CO – Límite de 8 horas (1997 – 2023)



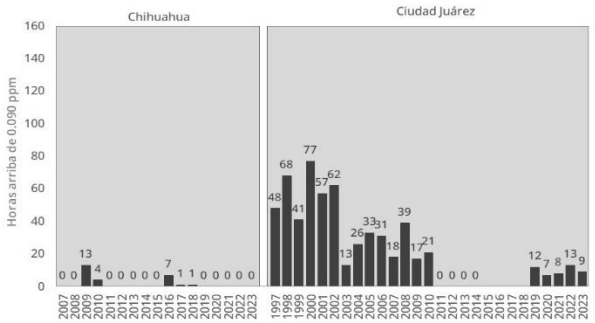
SO_2 – Límite de 1 hora (2007 – 2023)



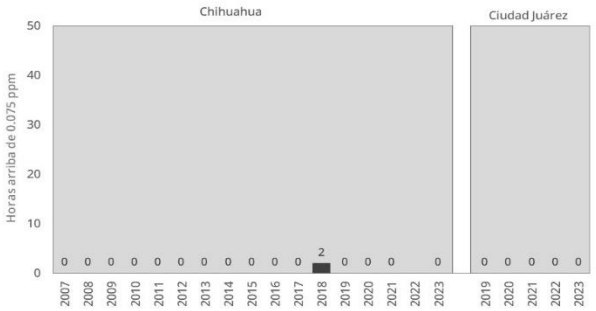
3.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 3.19. Chihuahua. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1997 – 2023

O_3 – Límite de 1 hora (1997 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (2007 – 2023)



3.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

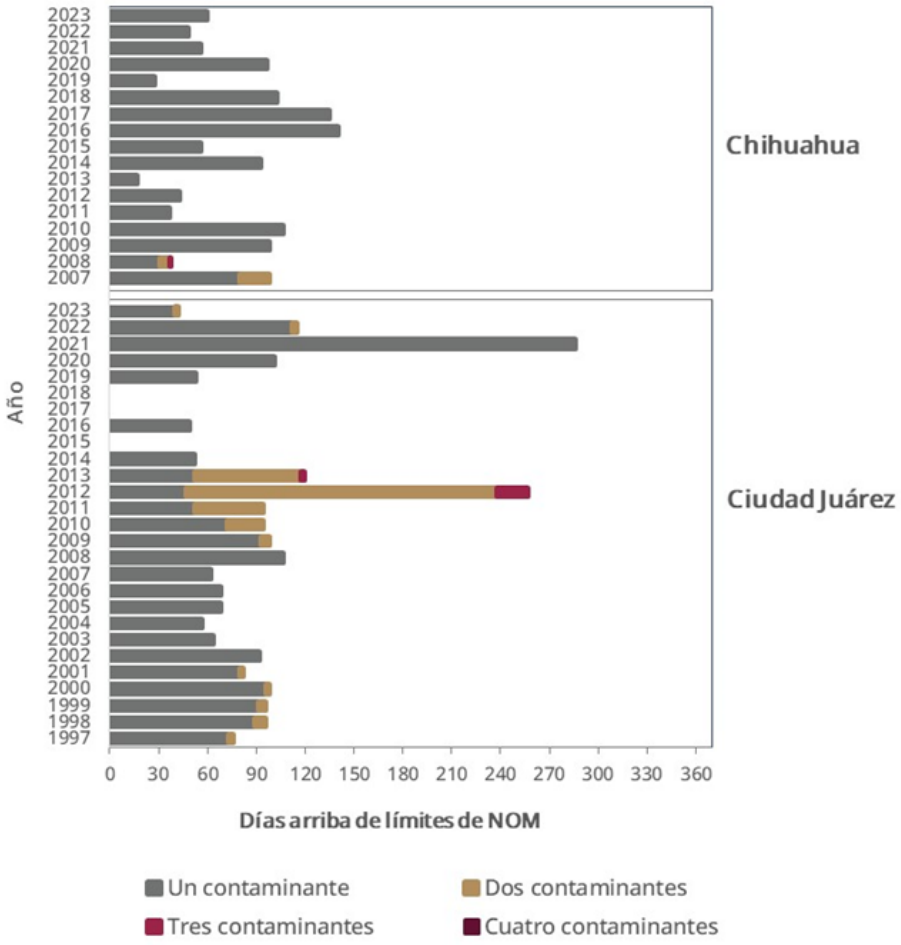
Tabla 3.4. Chihuahua. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes, 1997 – 2023

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
Ciudad Juárez *						
1997	360	86	73	13	0	0
1998	365	100	89	11	0	0
1999	350	101	91	8	2	0
2000	349	101	96	5	0	0
2001	364	92	80	12	0	0
2002	310	99	92	7	0	0
2003	358	68	64	4	0	0
2004	365	60	57	3	0	0
2005	365	70	68	2	0	0
2006	365	71	68	3	0	0
2007	359	65	62	3	0	0
2008	366	114	107	7	0	0
2009	364	98	93	5	0	0
2010	365	74	72	2	0	0
2011	360	54	52	2	0	0
2012	366	47	47	0	0	0
2013	365	52	52	0	0	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
2014	327	52	52	0	0	0
2015	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2016	60	49	49	0	0	0
2017	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2018	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2019	362	58	53	5	0	0
2020	361	123	101	22	0	0
2021	363	328	286	42	0	0
2022	365	322	112	191	19	0
2023	365	108	40	65	3	0
Chihuahua						
2007	347	80	80	0	0	0
2008	334	31	31	0	0	0
2009	346	98	98	0	0	0
2010	359	107	107	0	0	0
2011	345	37	37	0	0	0
2012	362	43	43	0	0	0
2013	333	17	17	0	0	0
2014	363	96	93	3	0	0
2015	359	58	56	2	0	0
2016	366	154	140	14	0	0
2017	365	153	135	18	0	0
2018	363	110	103	6	1	0
2019	364	28	28	0	0	0
2020	366	97	97	0	0	0
2021	362	56	56	0	0	0
2022	365	49	48	1	0	0
2023	362	61	60	1	0	0

***** Para la elaboración del indicador se consideró: 1). De 1997 a 2014 tanto las concentraciones automáticas como manuales, 2). En 2016 sólo concentraciones manuales, y 3). De 2019 a 2022 sólo concentraciones automáticas.
IND = Información no disponible.

Figura 3.20. Chihuahua. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 1997 – 2023



Ciudad de México y Zona Conurbada



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México estuvo integrado por 35 estaciones de monitoreo; 19 localizadas en la Ciudad de México y 16 en la Zona Conurbada del Estado de México. Los datos de este año indican que:

- En ninguno de los días del año se superó el límite normado de protección a la salud con respecto a monóxido de carbono, pero ello si ocurrió, en al menos una estación de monitoreo, en el 74% de los días del año para el caso del ozono, en el 29% de los días para las partículas suspendidas PM_{10}, en el 4% de los días para las partículas $PM_{2.5}$, en el 4% de los días para el dióxido de azufre y en el 1% de los días para el dióxido de nitrógeno.

- La estación de monitoreo en la que se registraron las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10}, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, fue Xalostoc. Sin embargo, la estación de monitoreo en la que con mayor frecuencia se superó el límite normado de protección a la salud, como promedio de 24 horas, fue Villa de las Flores con 73, a pesar de haber contado con información válida sólo para 270 días.

- Las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10} se registraron entre noviembre y mayo, y a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante han registrado una leve reducción, situación que se ve reflejada en la disminución del porcentaje de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud, especialmente del año 2017 a la fecha. En este periodo el porcentaje de días en esta condición pasó de 52% en 2017 a 29% en 2023.

- En el caso de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ destaca que en todas las estaciones de monitoreo donde se midió este contaminante se superó el límite normado de protección a la salud establecido como promedio anual, en tanto que el límite normado como promedio de 24 horas se superó en 9 de 13 estaciones, siendo esto más frecuente en las estaciones Santiago Acahualtepec (12 días), UAM Iztapalapa (7 días) y Benito Juárez (5 días).

- Al igual que con las PM_{10}, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre noviembre y mayo, en tanto que a lo largo de los años se ha registrado una disminución en el número de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud, especialmente del año 2017 a la fecha. En este periodo el porcentaje de días en esta condición pasó de 25% en 2017 a 4% en 2023.

- En todas las estaciones de monitoreo donde se midieron concentraciones de ozono en 2023 se superaron los dos límites normados de protección a la salud (1 y 8 horas). Las concentraciones más altas, tanto como promedio de hora como de ocho horas, se registraron en la estación Ajusco Medio, en tanto que la estación de monitoreo en donde el límite normado de protección a la salud de 1 hora se superó con más frecuencia fue Centro de Ciencias de la Atmósfera (150 días), seguido de UAM Xochimilco (148 días) y Ajusco Medio (138 días).

- A lo largo del año, el ozono registró sus concentraciones más altas entre febrero y junio, en tanto que a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante han mostrado un comportamiento relativamente estable. De 2018 a la fecha se registró una ligera reduc-

ción en el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de una hora. En este periodo el porcentaje de días en esta condición paso de 77% a 66%. A pesar de ello, en ese mismo periodo el número de horas por año con concentraciones superiores al límite normado vigente de una hora se ha mantenido entre 874 (en 2021) y 1,015 (en 2022).

- El dióxido de nitrógeno registró concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados de protección a la salud (una hora y anual) en 10 de 20 estaciones de monitoreo que midieron este contaminante y generaron información suficiente como para hacer la evaluación de cumplimiento de NOM. Las estaciones donde se superó alguno de los límites normados fueron: Benito Juárez, Iztacalco, Merced, Miguel Hidalgo, Cuautitlán, FES Acatlán, Nezahualcóyotl, San Agustín, Tlalnepantla y Xalostoc. En general, las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre noviembre y febrero, en tanto que a lo largo de los años se aprecia una ligera tendencia a la baja del año 2012 a la fecha. En este periodo, por ejemplo, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora pasó de 16% en 2012 a 1% en 2023.

- Con respecto a dióxido de azufre es pertinente destacar que, a pesar de haberse registrado concentraciones horarias con niveles superiores al límite normado, esto no se vio reflejado en incumplimiento de NOM debido a que dicha evaluación se hace con el promedio aritmético de tres años de los percentiles 99 anuales y con este parámetro de referencia el resultado de la evaluación arroja cumplimiento de NOM para el año 2023. Las estaciones donde se registraron concentraciones superiores al límite normado de una hora fueron: Atizapán, Cuautitlán, FES Acatlán, Nezahualcóyotl, San Agustín, Tlalnepantla, Tultitlán y Villa de las Flores.

- En 2023, el número de días en que se superó al menos un límite vigente de protección a la salud fue de 282 lo que equivale al 77% de los días del año. Prácticamente la misma situación que la registrada en el año 2022.

4.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

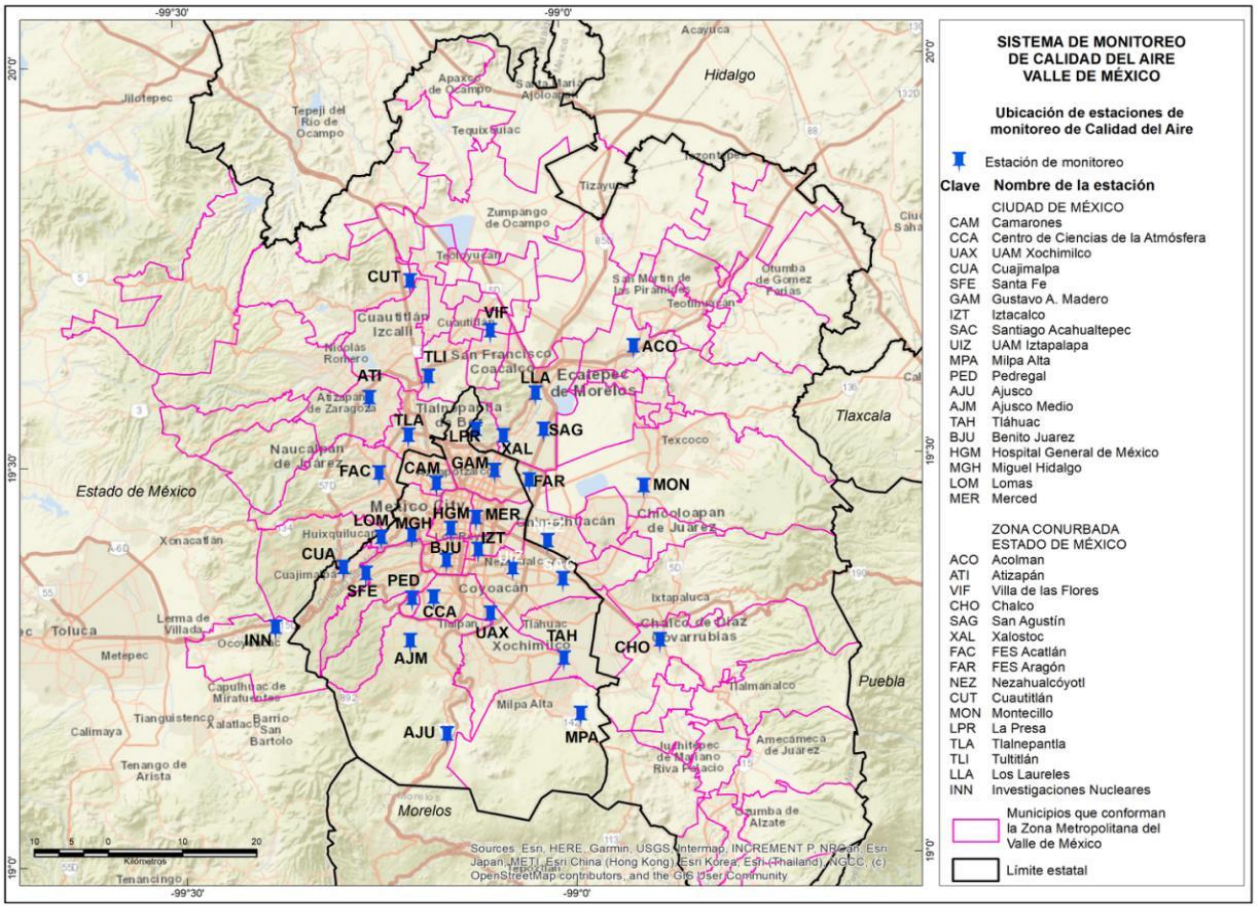
Tabla 4.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su Zona Conurbada en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes

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

Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
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.
Nota: La estación Santa Fe (SFE) estuvo fuera de operación debido a la falta de suministro eléctrico.
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, 2023

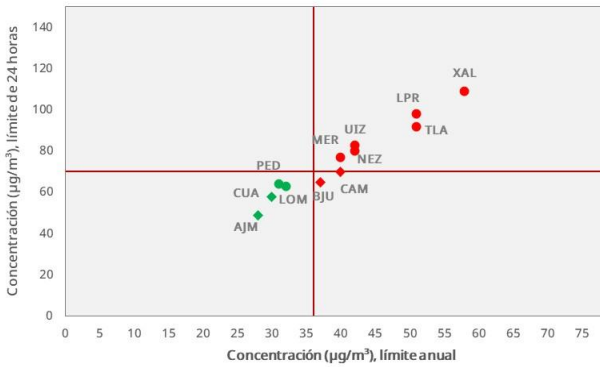


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección General de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

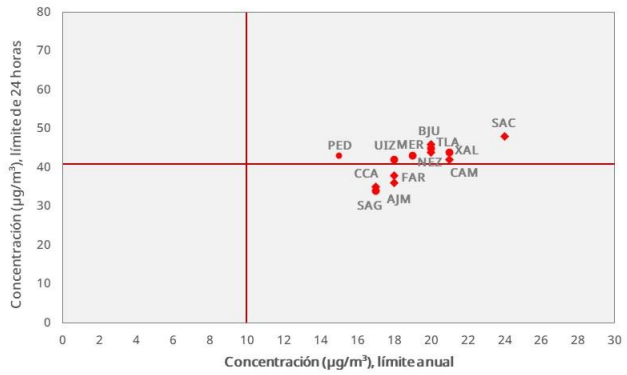
4.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 4.2. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

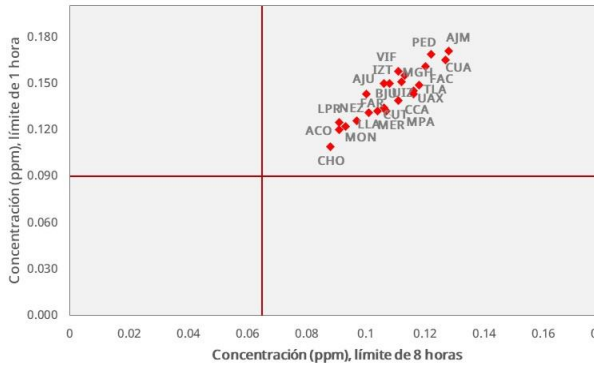
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical



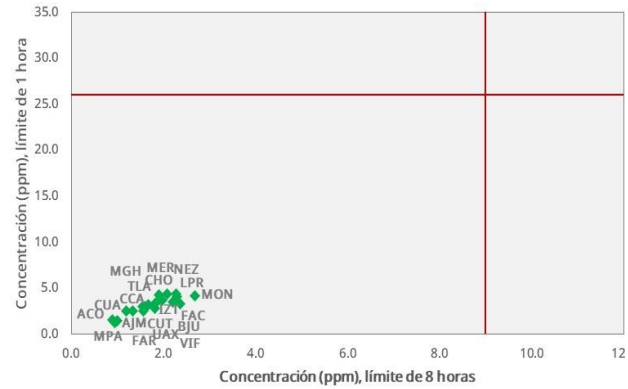
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



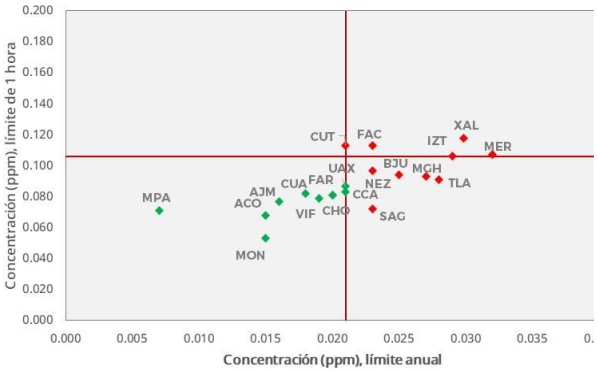
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



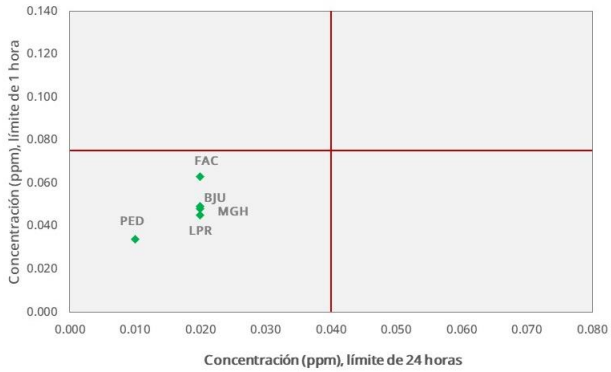
Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm - línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm - línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)



AJM – Ajusco Medio
AJU – Ajusco
BJU – Benito Juárez
CAM – Camarones
CCA – Centro de Ciencias de la Atmósfera
CUA – Cuajimalpa
GAM – Gustavo A. Madero
HGM – Hospital General de México
IZT – Iztacalco
LOM – Lomas
MER – Merced
MGH – Miguel Hidalgo
MPA – Milpa Alta
PED – Pedregal
SAC – Santiago Acahualtepec
SFE – Santa Fe
TAH – Tláhuac
UAX – UAM Xochimilco
UIZ – UAM Iztapalapa

ACO – Acolman
ATI – Atizapán
CHO – Chalco
CUT – Cuautitlán
FAC – FES Acatlán
FAR – FES Aragón
INN – Investigaciones Nucleares
LLA – Los Laureles
LPR – La Presa
MON – Montecillo
NEZ – Nezahualcóyotl
SAG – San Agustín
TLA – Tlalnepantla
TLI – Tultitlán
VIF – Villa de las Flores
XAL – Xalostoc

● Monitoreo manual
◆ Monitoreo automático

Tabla 4.2. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante		[1]PM_{10}		[1]$PM_{2.5}$		[2]O_3		[3]CO		[4]NO_2		[5]SO_2	
Límites normados		Percentil 99 (≤70 µg/m³)	Promedio Anual (≤36 µg/m³)	Percentil 99 (≤41 µg/m³)	Promedio Anual (≤10 µg/m³)	Máximo de los máximos diarios (≤0.090 ppm)	Máximo de los máximos de 8 h (≤0.065 ppm)	Máximo de 1 h (≤26 ppm)	Máximo de 8 h (≤9 ppm)	Máximo de 1 h (≤0.106 ppm)	Promedio Anual (≤0.021 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	0.150	0.106	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	AJM	49	28	36	18	0.171	0.128	1.4	1.0	0.077	0.016	DI	DI
	BJU	65	37	46	20	0.143	0.100	3.5	2.2	0.094	0.025	0.049	0.02
	CAM	70	40	42	21	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	CCA	¤	¤	35	17	0.143	0.116	2.5	1.3	0.083	0.021	DI	0.02
	CUA	58	30	¤	¤	0.165	0.127	2.5	1.2	0.082	0.018	DI	0.01
	GAM	DI	DI	DI	DI	DI	DI	¤	¤	DI	DI	¤	¤
	HGM	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	IZT	DI	DI	¤	¤	0.150	0.108	3.4	1.8	0.106	0.029	DI	DI
	LOM	63	32	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
	MER	77	40	43	19	0.132	0.104	3.7	2.0	0.107¤	0.032¤	DI	DI
	MGH	FO	FO	FO	FO	0.155	0.113	3.0	1.6	0.093	0.027	0.048	0.02
	MPA	DI	DI	DI	DI	0.132	0.107	1.2	1.0	0.071	0.007	DI	DI
	PED	64	31	43	15	0.169	DI	DI	DI	DI	DI	0.034	0.01
	SAC	¤	¤	48	24	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	SFE	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	TAH	DI	DI	¤	¤	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	UIZ	83	42	42	18	0.150	DI	3.2	DI	DI	DI	DI	DI
	UAX	¤	¤	DI	DI	0.145	0.116	2.8	1.8	0.087	0.021	DI	0.01
Zona Conurbada	ACO	DI	DI	¤	¤	0.120	DI	1.5	0.9	0.068	0.015	DI	DI
	ATI	DI	DI	¤	¤	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	CHO	DI	DI	¤	¤	0.109	0.088	4.2	1.9	0.081	0.020	DI	DI
	CUT	DI	DI	¤	¤	0.139	0.111	2.6	1.6	0.113	0.021	DI	DI
	FAC	DI	DI	¤	¤	0.061	0.120	4.4	2.1	0.113	0.023	0.63	0.02
	FAR	¤	¤	38	18	0.134	0.106	3.0	1.6	0.081	0.020	DI	0.02
	INN	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	¤	¤	DI	DI
	LPR	98	51	¤	¤	0.125	0.091	4.1	2.3	FO	FO	0.045	0.02
	LLA	¤	¤	¤	¤	0.131	0.101	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	MON	¤	¤	DI	DI	0.122	0.093	4.1	2.7	0.053	0.015	DI	DI
	NEZ	80	42	44	20	0.126	0.097	4.4	2.3	0.097	0.023	DI	DI
	SAG	DI	DI	34	17	0.133	DI	DI	DI	0.072	0.023	DI	DI
	TLA	92	51	45	20	0.149	0.118	3.2	1.7	0.091	0.028	DI	DI
	TLI	DI	DI	¤	¤	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	VIF	DI	DI	¤	¤	0.158	0.111	3.3	2.4	0.079	0.019	DI	DI
	XAL	109	58	44	21	DI	DI	DI	DI	0.118	0.032	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

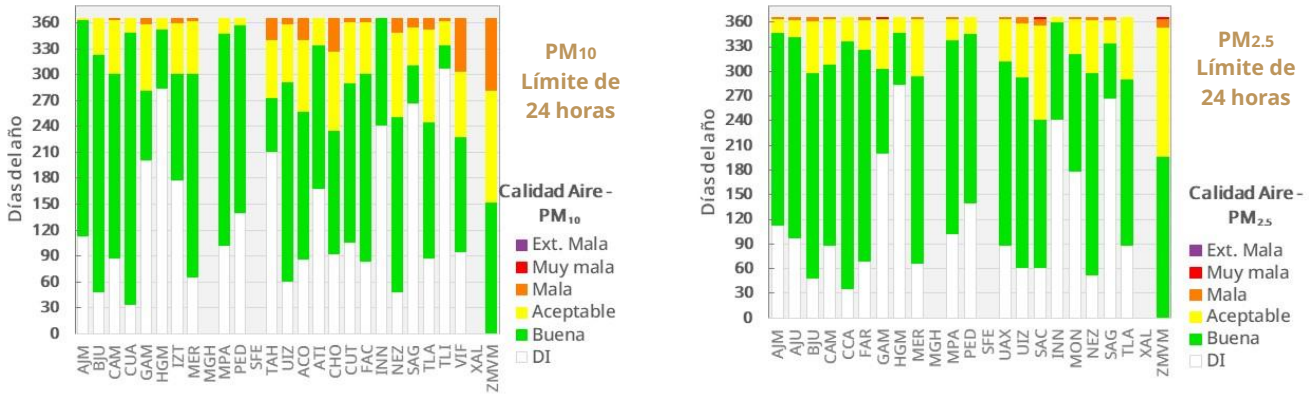
Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

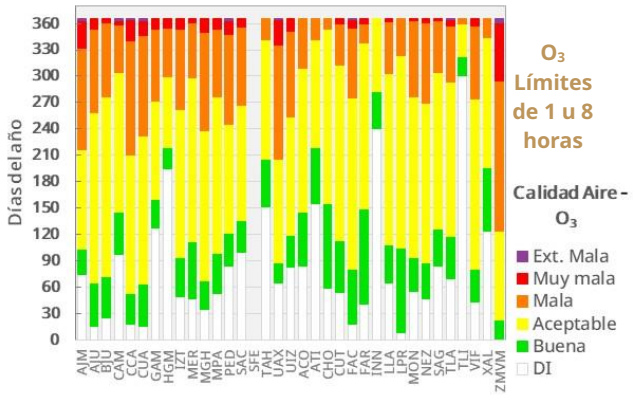
Tabla 4.3. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

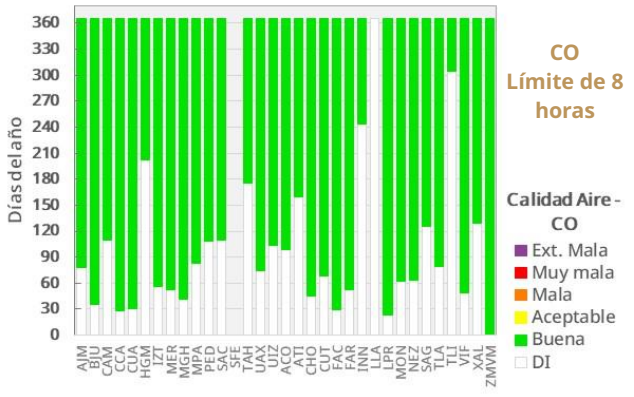
PM_{10}	No. días con datos válidos	365
	No. días > 70 µg/m³	106
	% días > 70 µg/m³	**29.0**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	365
	No. días > 41 µg/m³	15
	% días > 41 µg/m³	**4.1**
O_3	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	269
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**73.7**
CO	No. días con datos válidos	365
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0**
NO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.106 ppm	4
	% días > 0.106 ppm	**1.1**
SO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	13
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**3.6**

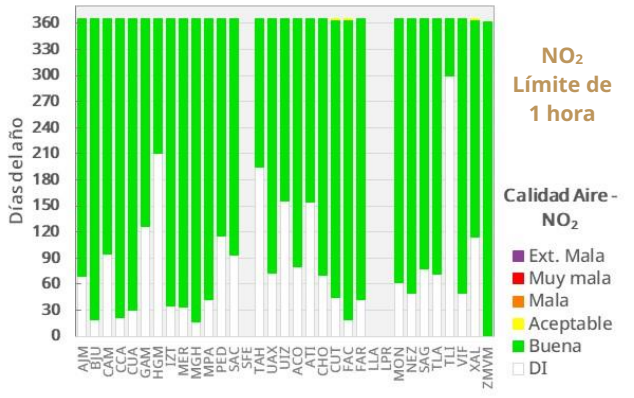
4.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

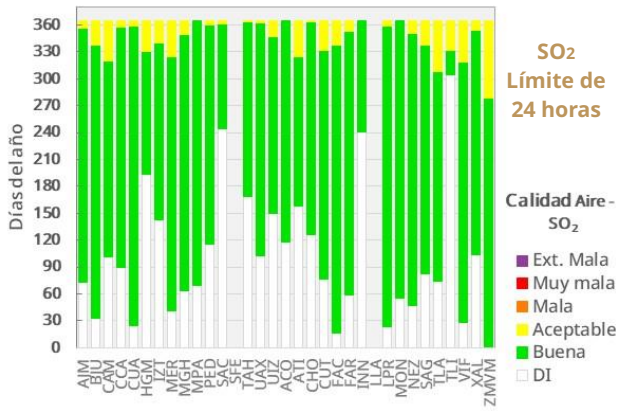
Figura 4.3. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023









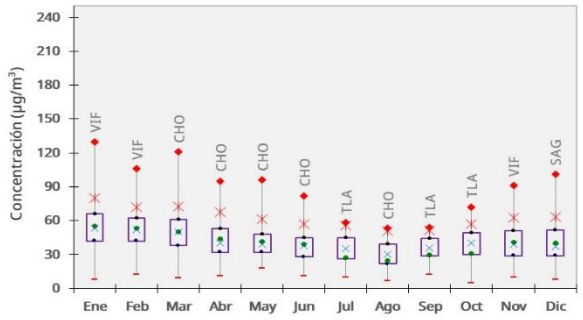


AJM – Ajusco Medio
AJU – Ajusco
BJU – Benito Juárez
CAM – Camarones
CCA – Centro de Ciencias de la Atmósfera
CUA – Cuajimalpa
GAM – Gustavo A. Madero
HGM – Hospital General de México
IZT – Iztacalco
LOM – Lomas
MER – Merced
MGH – Miguel Hidalgo
MPA – Milpa Alta
PED – Pedregal
SAC – Santiago Acahualtepec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

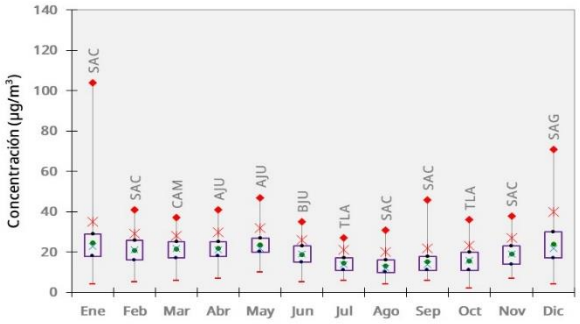
4.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 4.4. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023

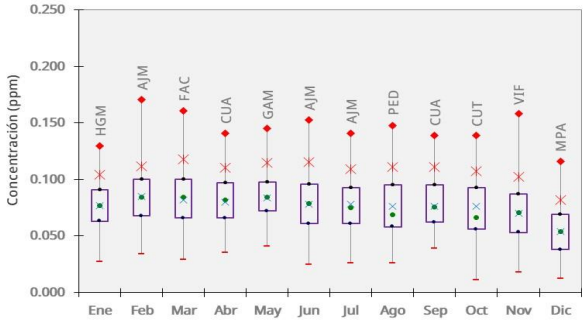
PM_{10} – Promedio de 24 horas



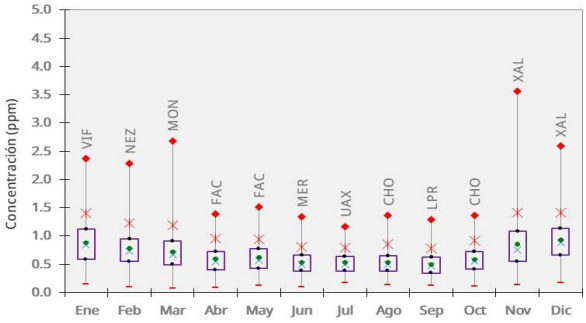
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



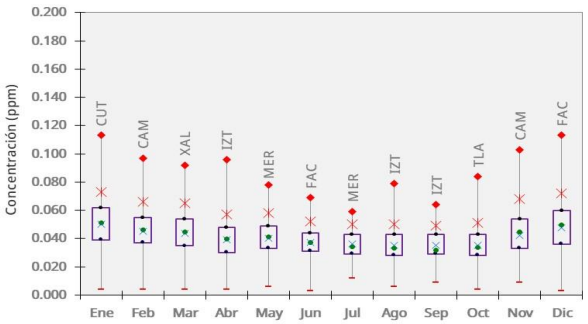
O_3 – Máximo diario de 1 hora



CO – Máximo diario de 8 horas



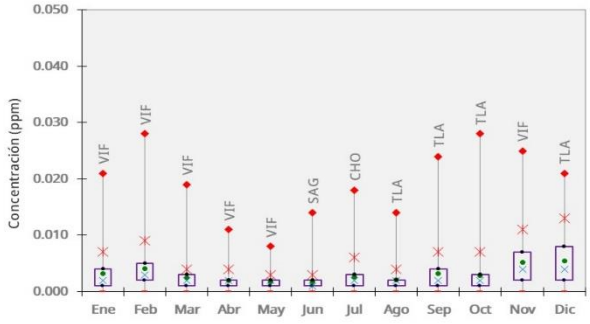
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Máximo diario de 1 hora



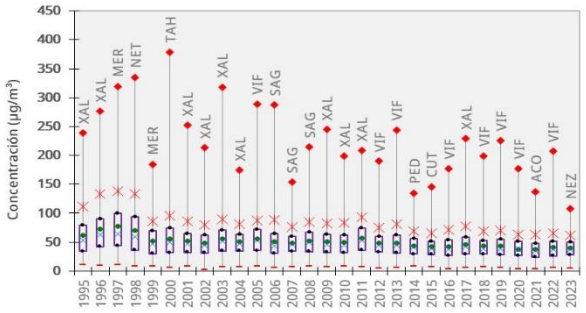
SO_2 – Promedio de 24 horas



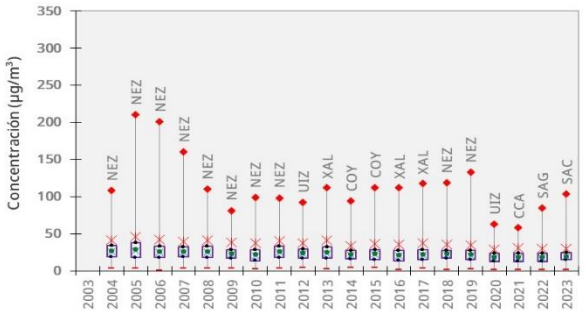
4.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1990 – 2023

Figura 4.5. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1990–2023

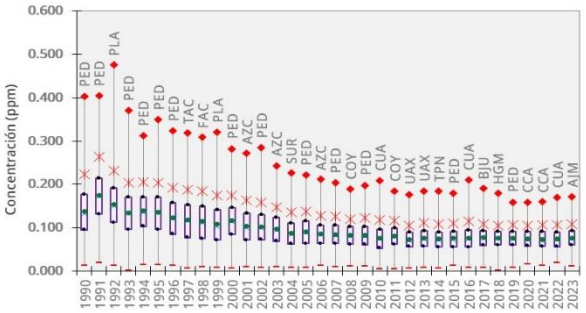
PM_{10} – Promedio de 24 horas (1995-2023)



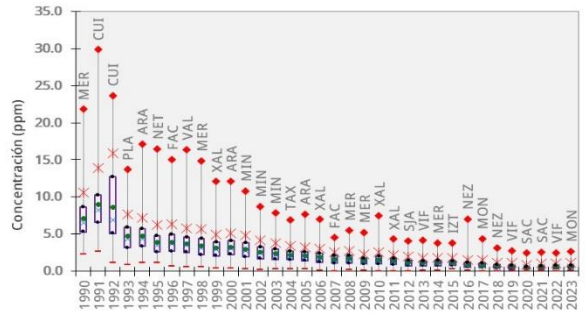
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas (2003-2023)



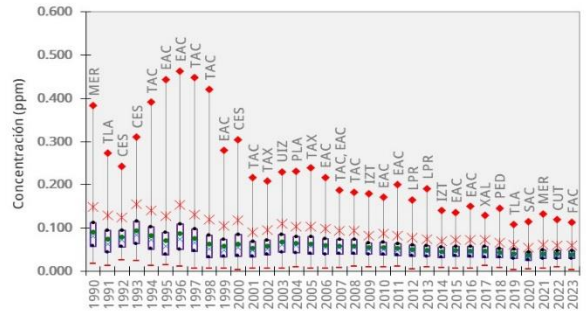
O_3 – Máximo diario de 1 hora (1990-2023)



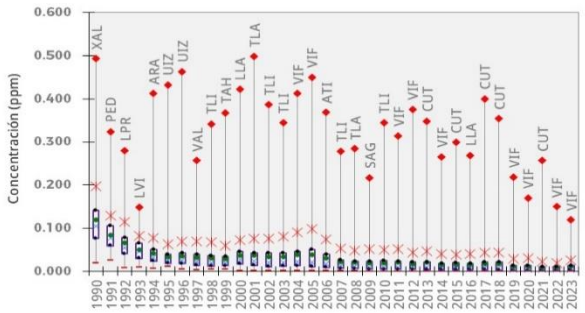
CO – Máximo diario de 8 horas (1990-2023)



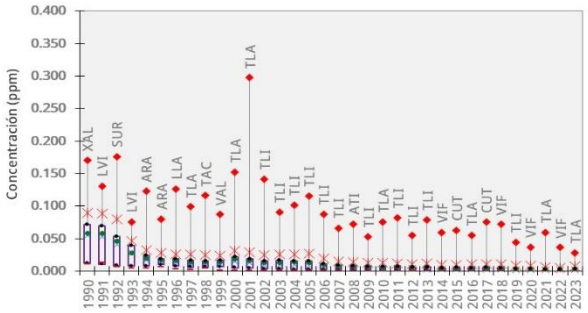
NO_2 – Máximo diario de 1 hora (1990-2023)



SO_2 – Máximo diario de 1 hora (1990-2023)



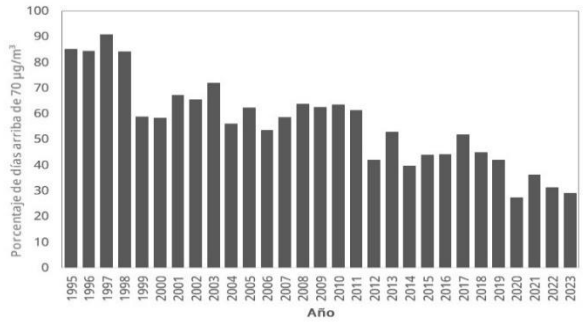
SO_2 – Promedio de 24 horas
(1990-2023)



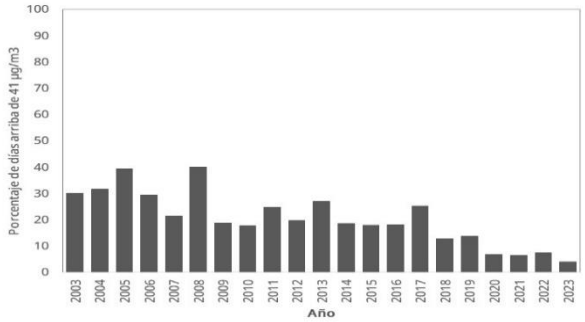
4.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 4.6. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 1990 – 2023

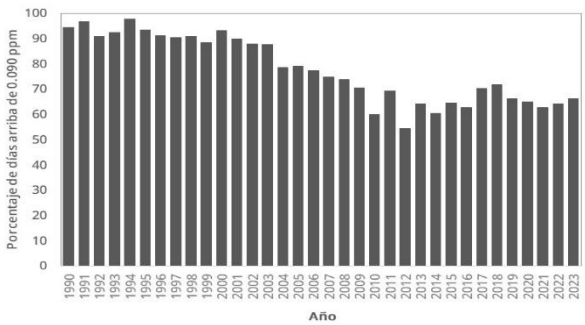
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1995 – 2023)



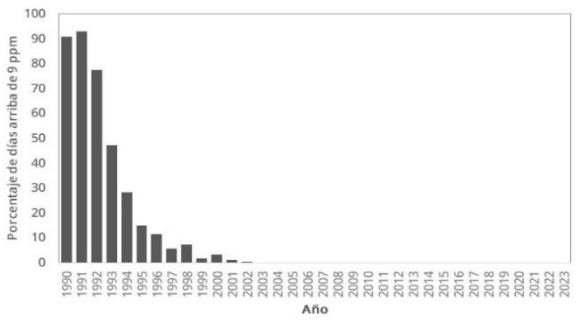
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2003 – 2023)



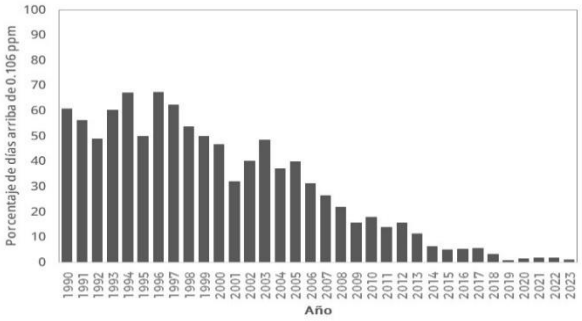
O_3 – Límite de 1 hora
(1990 – 2023)



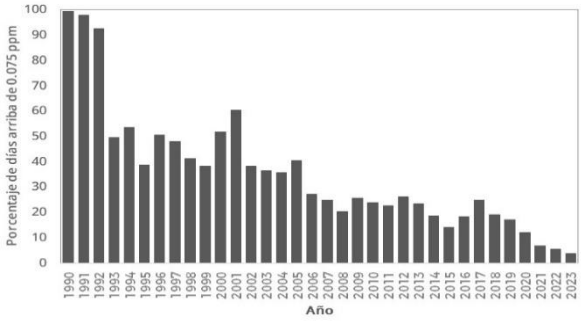
CO – Límite de 8 horas
(1990 – 2023)



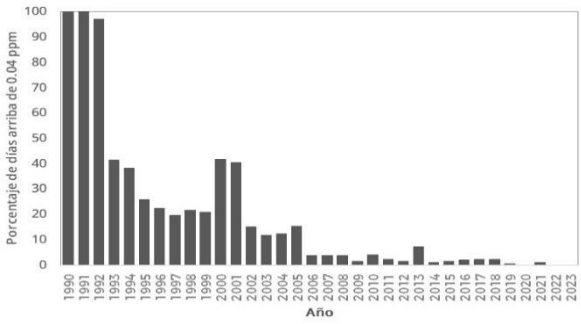
NO_2 – Límite de 1 hora
(1990 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1990 – 2023)



SO_2 – Límite de 24 horas
(1990 – 2023)



4.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 4.7. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 1990 – 2023

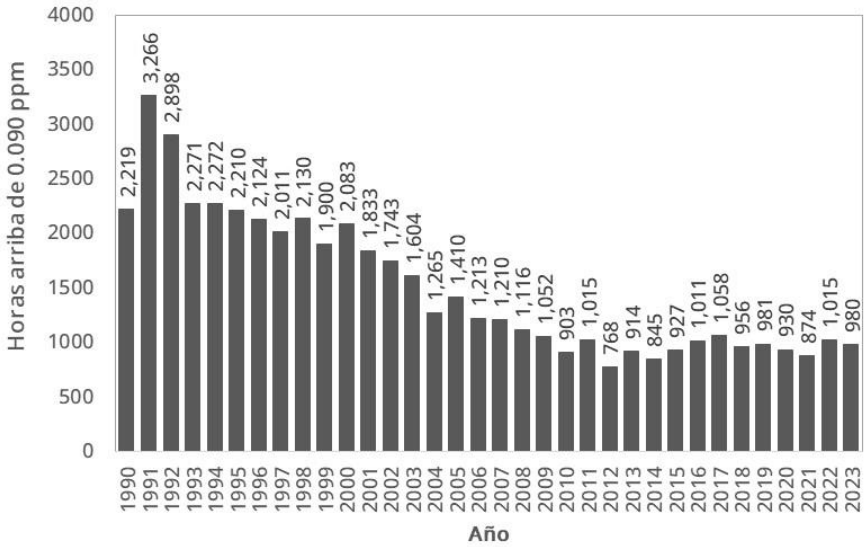
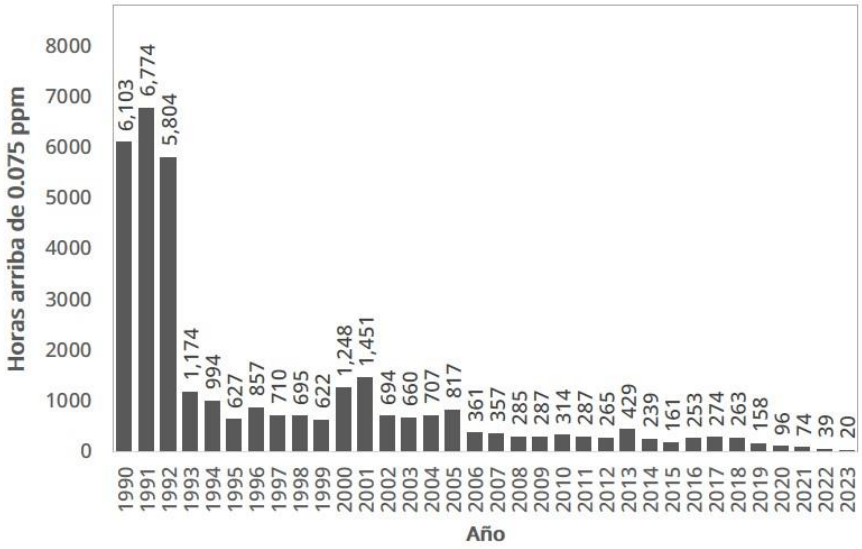


Figura 4.8. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 1990 – 2023



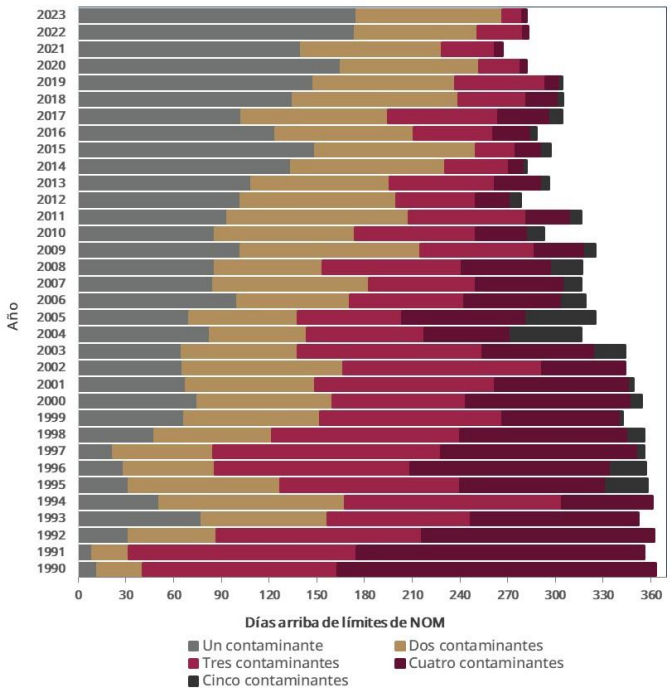
4.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 4.4. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 1990–2023

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites normados vigentes de cualquier contaminante				
			1 Contaminante	2 Contaminantes	3 Contaminantes	4 Contaminantes	5 Contaminantes
1990	363	363	12	29	122	200	0
1991	356	356	9	23	143	181	0
1992	365	362	32	55	129	146	0
1993	365	352	78	79	90	105	0
1994	365	361	51	117	136	57	0
1995	365	358	32	95	113	92	26
1996	366	357	29	57	123	126	22
1997	365	356	22	63	143	124	4
1998	365	356	48	74	118	106	10
1999	365	342	67	85	115	74	1
2000	366	354	75	85	84	104	6
2001	365	349	68	81	113	85	2
2002	365	344	66	101	125	52	0
2003	365	344	65	73	116	71	19
2004	366	316	83	61	74	54	44
2005	365	325	70	68	66	78	43

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites normados vigentes de cualquier contaminante				
			1 Contaminante	2 Contaminantes	3 Contaminantes	4 Contaminantes	5 Contaminantes
2006	365	319	100	71	72	61	15
2007	365	316	85	98	67	56	10
2008	366	317	86	68	87	57	19
2009	365	325	102	113	72	32	6
2010	365	293	86	88	76	33	10
2011	365	316	94	114	74	28	6
2012	366	278	102	98	50	22	6
2013	365	296	109	87	66	30	4
2014	365	282	134	97	40	10	1
2015	365	297	149	101	25	17	5
2016	366	288	124	87	50	24	3
2017	365	304	103	92	69	33	7
2018	365	305	135	104	43	20	3
2019	365	304	148	89	57	9	1
2020	366	282	165	87	26	4	0
2021	365	267	140	89	33	5	0
2022	365	283	174	77	29	3	0
2023	365	282	175	92	12	3	0

Figura 4.9. Ciudad de México y su Zona Conurbada. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 1990 – 2023



Coahuila



En el año 2023, el Estado de Coahuila contó, administrativamente, con dos sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado (Coahuila Estatal) y otro a cargo del gobierno del municipio de Torreón (Torreón Municipal). El SMCA Estatal estuvo integrado por las estaciones de monitoreo ubicadas en Torreón, Saltillo, Monclova, Piedras Negras y Ramos Arizpe, en tanto que el SMCA municipal estuvo integrado por tres estaciones de monitoreo manuales, todas ubicadas en el municipio de Torreón. Es importante destacar que el INECC sólo recibió datos validados de este último SMCA, por lo que a continuación sólo se presentan los hallazgos encontrados al analizar los datos provenientes del monitoreo manual de partículas suspendidas PM_{10} en el año 2023 en la ciudad de Torreón.

- En las tres estaciones de monitoreo que operaron en la ciudad se registró incumplimiento de la norma de salud ambiental de partículas suspendidas PM_{10}, presentándose las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, en la estación de monitoreo que se ubica en las instalaciones del Centro Cultural R. Mijares.

- Concentraciones superiores al límite normado de PM_{10} como promedio de 24 horas se registraron en 30 de los 50 días con datos válidos, lo que representa el 60% de los días con medición.

- El 12% de los días del año presentaron una condición de buena calidad del aire, el 40% una calidad aceptable, el 38% una calidad del aire mala, 8% muy mala y 2% extremadamente mala, de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-172-SEMARNAT-2019 sobre el índice Aire y Salud.

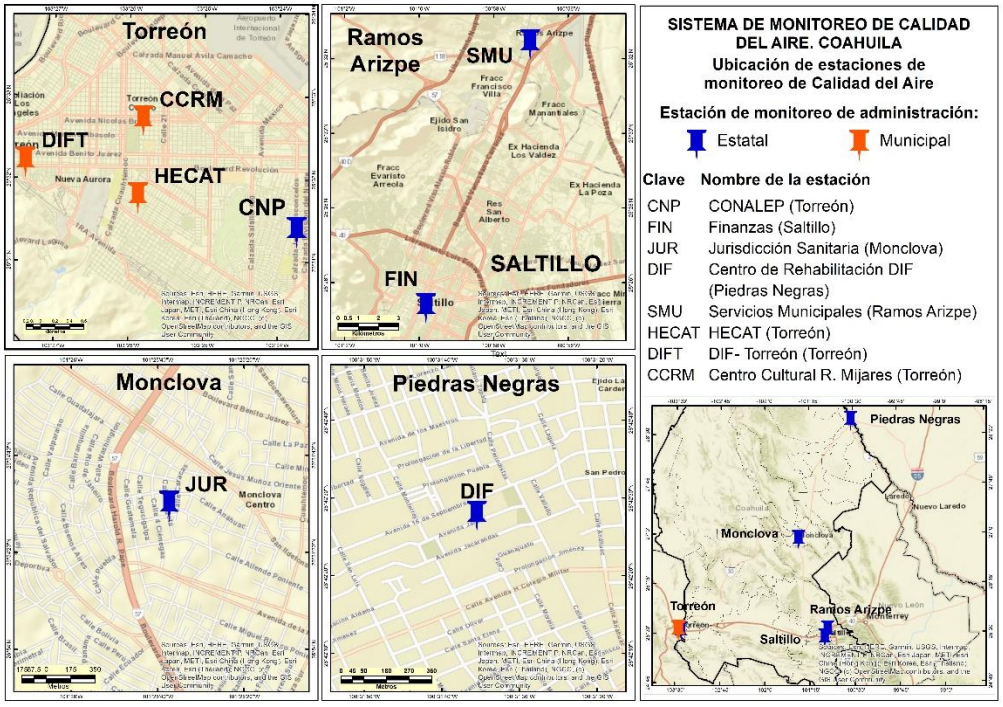
5.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 5.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes

Red de monitoreo	Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo (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	DIF	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ramos Arizpe	Servicios Municipales	SMU	Automático (2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Torreón Municipal	Torreón	DIF Revolución	DIF	Manual (1999)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
		HECAT	HECAT	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
		Centro Cultural R. Mijares	CCRM	Manual (2016)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

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

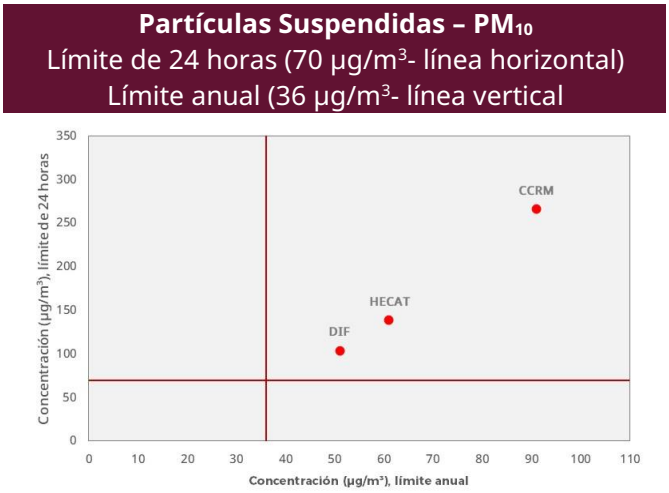
Figura 5.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Coahuila, 2023



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

5.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 5.2. Coahuila. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



■ Monclova
JUR – Jurisdicción Sanitaria

▲ Piedras Negras
DIF – Centro de Rehabilitación DIF

◄ Ramos Arizpe
SMU – Servicios Municipales

♦ Saltillo
FIN – Finanzas

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

Tabla 5.2. Coahuila. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Monclova	Piedras Negras	Saltillo	Torreón			
			JUR	DIF	FIN	CNP	DIF	HECAT	CCRM
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	IND	IND	IND	IND	**104**	**139**	**266**
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	IND	IND	IND	IND	**51**	**61**	**91**
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
	8 h	Máximo 8 h ≤ 9 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤

Contaminante	Límite normado		Monclova	Piedras Negras	Saltillo	Torreón			
			JUR	DIF	FIN	CNP	DIF	HECAT	CCRM
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

IND = Información no disponible.
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
= Cumple con el límite normado.
= No cumple con el límite normado.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

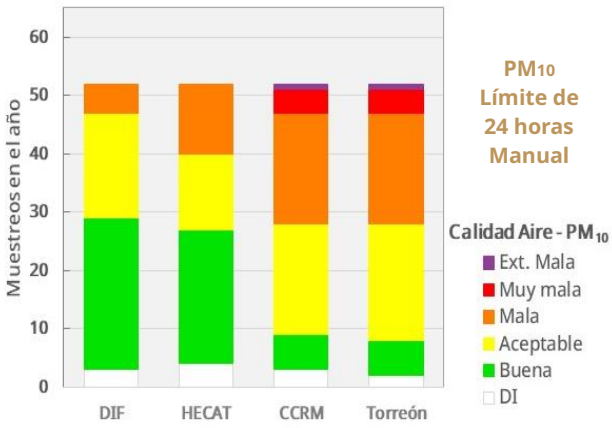
Tabla 5.3. Coahuila. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores a los límites diarios normados por contaminante

Contaminante	Límite normado	Monclova	Piedras Negras	Saltillo	Torreón
PM_{10}	No. días con datos válidos	IND	IND	IND	50*
	No. días > 70 µg/m³	IND	IND	IND	30*
	% días > 70 µg/m³	IND	IND	IND	**60.0***
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	IND	IND	IND	IND
	No. días > 41 µg/m³	IND	IND	IND	IND
	% días > 41 µg/m³	IND	IND	IND	IND
O_3	No. días con datos válidos	IND	IND	IND	IND
	No. días > 0.090 0.065 ppm (1 u 8 horas)	IND	IND	IND	IND
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	IND	IND	IND	IND
CO	No. días con datos válidos	IND	IND	IND	IND
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	IND	IND	IND	IND
	% días > 26 o 9 ppm	IND	IND	IND	IND
NO_2	No. días con datos válidos	IND	IND	IND	IND
	No. días > 0.106 ppm	IND	IND	IND	IND
	% días > 0.106 ppm	IND	IND	IND	IND
SO_2	No. días con datos válidos	IND	IND	IND	IND
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	IND	IND	IND	IND
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	IND	IND	IND	IND

***Equipo manual, muestreos cada 7 días.
IND = Información no disponible.

5.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 5.3. Coahuila. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Torreón
DIF – DIF Revolución
HECAT – HECAT
CCRM – Centro Cultural R. Mijares

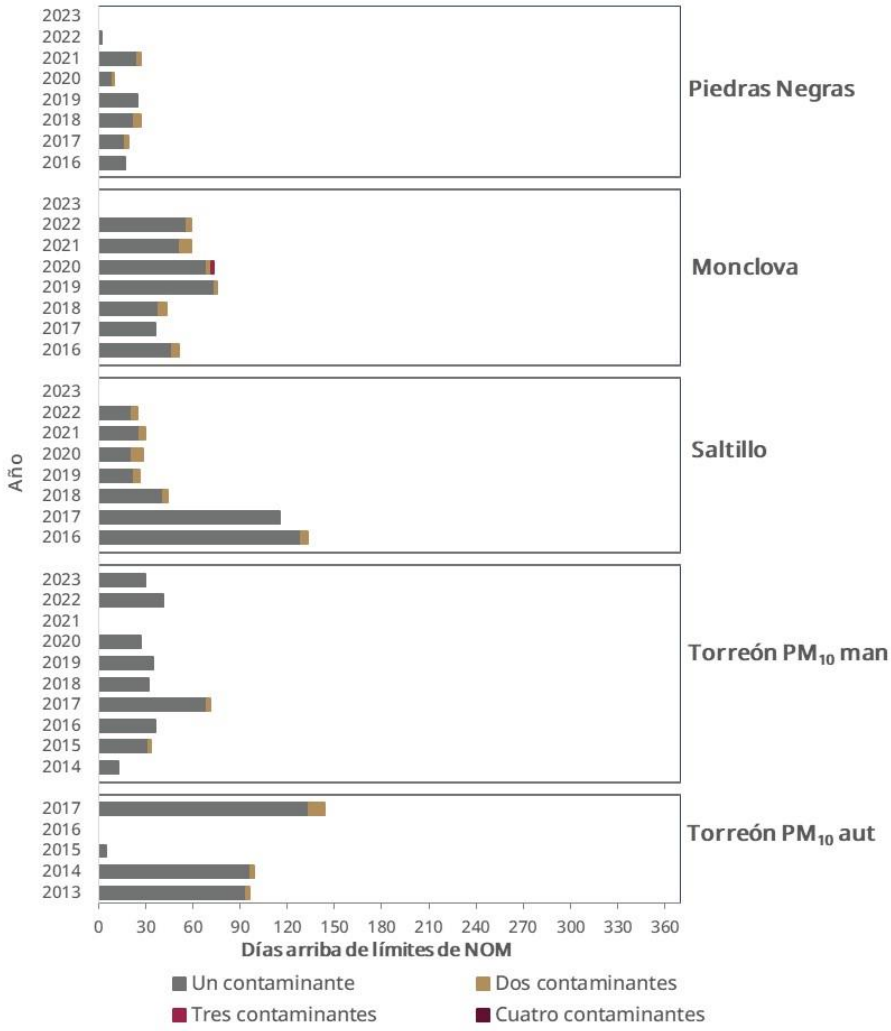
Tabla 5.4. Coahuila. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2013 – 2023

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	51	47	4	0	0
2017	340	36	36	0	0	0
2018	316	43	38	5	0	0
2019	326	75	74	1	0	0
2020	331	73	69	3	1	0
2021	247	59	52	7	0	0
2022	347	59	56	3	0	0
2023	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Piedras Negras						
2016	269	17	17	0	0	0
2017	337	19	17	2	0	0
2018	338	27	23	4	0	0
2019	298	25	25	0	0	0
2020	327	10	9	1	0	0
2021	285	27	25	2	0	0
2022	135	2	2	0	0	0
2023	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Saltillo						
2016	282	133	129	4	0	0
2017	363	115	115	0	0	0
2018	300	44	41	3	0	0
2019	350	26	23	3	0	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
2020	303	28	21	7	0	0
2021	353	30	26	4	0	0
2022	209	25	21	4	0	0
2023	IND	IND	IND	IND	IND	IND
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
2021	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2022	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2023	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Torreón PM_{10} manual						
2014	293	13	13	0	0	0
2015	204	33	32	1	0	0
2016	94	36	36	0	0	0
2017	335	71	69	2	0	0
2018	98	32	32	0	0	0
2019	50	35	35	0	0	0
2020	34	27	27	0	0	0
2021	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2022	58	41	41	0	0	0
2023	50	30	30	0	0	0

FO = Fuera de operación.
IND = Información no disponible

Figura 5.4. Coahuila. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2013 – 2023



Estado de México



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca estuvo constituida por nueve 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, San Mateo Atenco, Almoloya de Juárez, Xonacatlán y Calimaya. En todas las estaciones se cuenta con capacidad para la medición de los seis contaminantes criterio. Para este año los datos disponibles revelaron que:

- En ninguno de los días del año con información disponible se superó el límite normado de protección a la salud con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. Sin embargo, ello si ocurrió en el 51% de los días del año para el caso de las partículas suspendidas PM_{10}, 47% de los días para partículas suspendidas $PM_{2.5}$ y 31% de los días para el ozono.

- En todas las estaciones de monitoreo se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono.

- Las estaciones de monitoreo en las que se registraron las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10}, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual fueron: San Cristóbal Huichochitlán, San Mateo y Xonacatlán. Estaciones que también registraron con mayor frecuencia, concentraciones superiores el límite normado de protección a la salud como promedio de 24 horas con 155, 131 y 129 días en esta condición, respectivamente.

- Las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron entre noviembre y abril, en tanto que a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante han registrado muy poca variación, especialmente del año 2017 a la fecha. Comportamiento que se observa también en el indicador sobre el porcentaje de días por año en que se supera el límite vigente de protección a la salud.

- En el caso de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ el límite de protección de la salud, como promedio de 24 horas, se superó con mayor frecuencia en las estaciones: San Cristóbal Huichochitlán (93 días), San Mateo (44) y Almoloya de Juárez (33).

- Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y mayo, en tanto que a lo largo de los años se aprecia una ligera disminución en los niveles de concentración alcanzados, especialmente entre 2017 y 2023. Esta situación, de hecho, se observa también en el número de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud. En este periodo de tiempo se pasó de 58 a 31% de los días en esta condición.

- Con respecto al ozono las concentraciones más altas tanto para el límite de una como de ocho horas se registraron en las estaciones Calimaya y Metepec. Sin embargo, fue Oxtotitlán, la estación en donde los límites normados de protección a la salud se superaron con más frecuencia, con un total de 105 días a lo largo del año.

- Las concentraciones más altas de ozono se registraron entre marzo a junio, en tanto que a lo largo de los años se aprecia que las concentraciones de este contaminante tienen

una tendencia creciente, especialmente en el periodo 2013 a 2023. Dicha tendencia se replica en el indicador sobre el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado de protección a la salud. En este periodo dicho indicador pasó de 10 a 25 % de los días del año en esta condición.

- Con respecto al dióxido de azufre, es importante destacar que no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de NOM debido a que no se cumplieron los criterios de suficiencia de datos para calcular el indicador de cumplimiento del límite de una hora.

- En 2023, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 239 lo que equivale al 65% de los días del año, 5% menos que lo registrado en el año 2022.

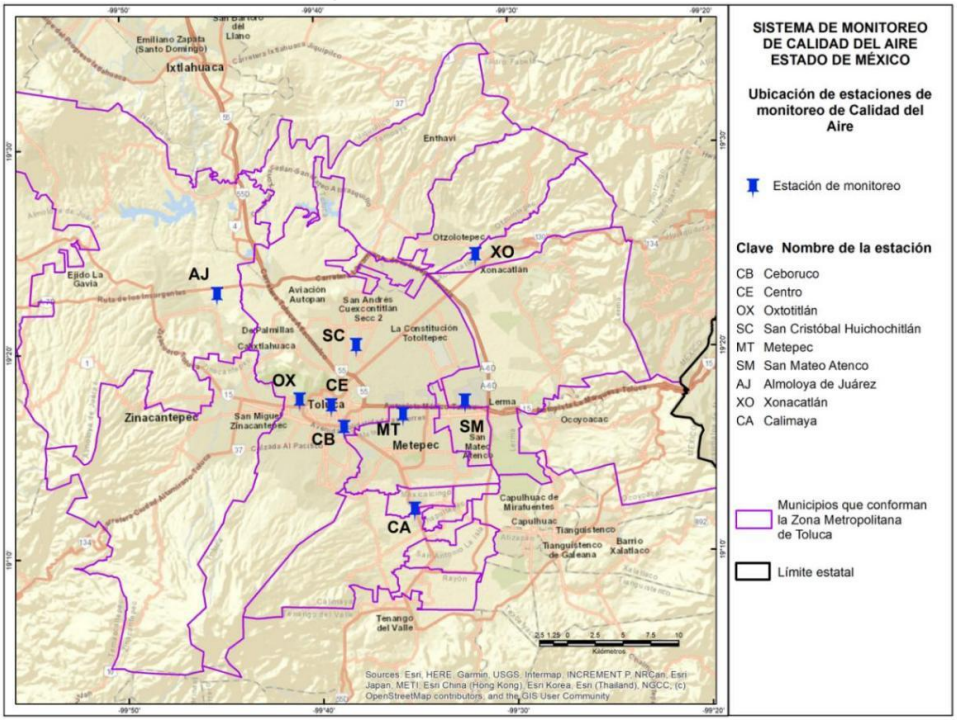
6.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 6.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en el año 2023 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
Toluca	Ceboruco	CB	Automático (2011)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Toluca 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)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calimaya	Calimaya	CA	Automático (2021)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓= 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 6.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 2023

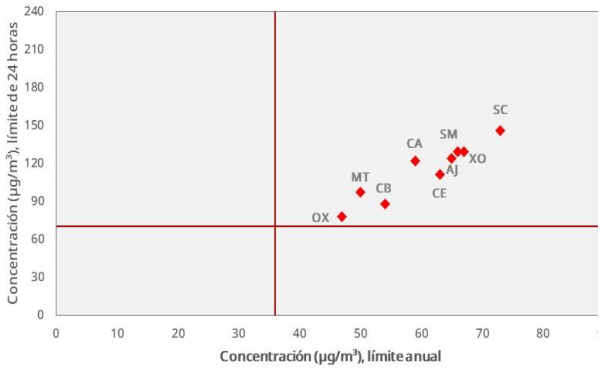


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

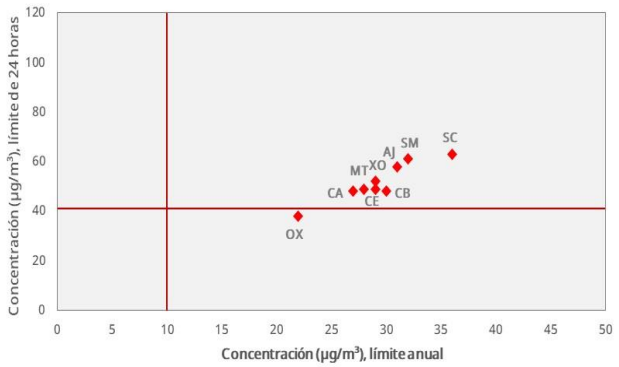
6.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 6.2. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

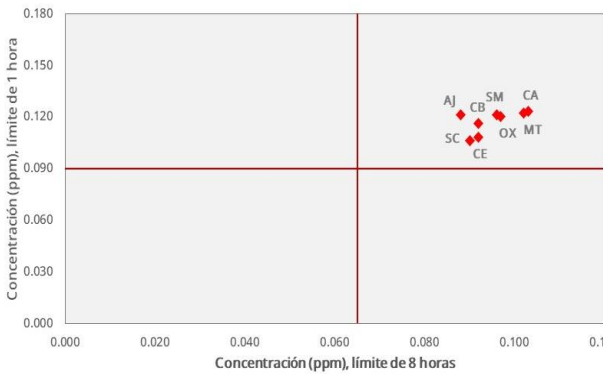
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



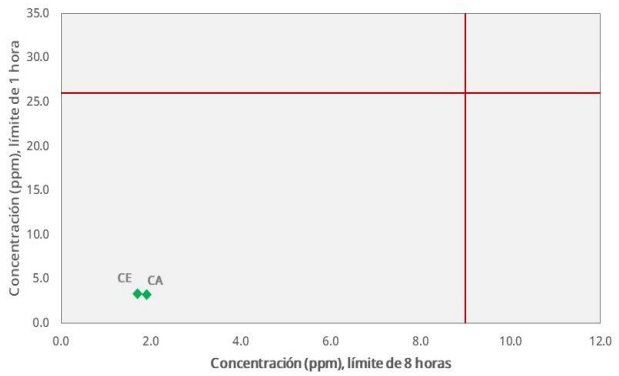
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



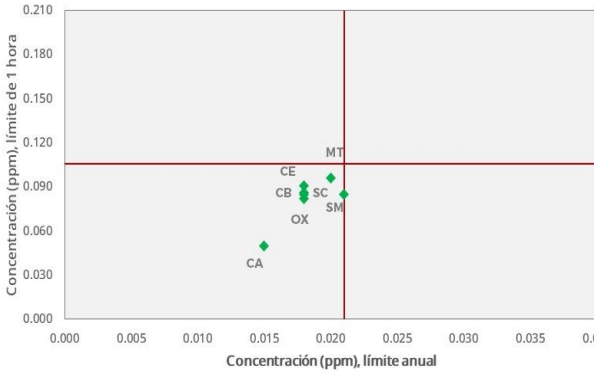
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



CB – Ceboruco
MT–Metepec
OX–Oxtotitlán
CE–Centro
CA–Calimaya
SC- San Cristóbal Huichochitlán
SM – San Mateo Atenco
AJ –Almoloya de Juárez
XO –Xonacatlán

Tabla 6.2. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Estación								
			Toluca				Metepec	San Mateo Atenco	Almoloya de Juárez	Xonacatlán	Calimaya
			CB	CE	OX	SC	MT	SM	AJ	XO	CA
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	88	111	78	146	97	129	124	129	122
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	54	63	47	73	50	67	65	66	59
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	48	49	38	63	49	61	58	52	48
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	30	29	22	36	28	32	31	29	27
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.116	0.108	0.120	0.106	0.122	0.121	0.121	DI	0.123
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.092	0.092	0.097	0.090	0.102	0.096	0.088	DI	0.103
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	DI	3.3	DI	DI	DI	DI	DI	DI	3.2
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	DI	1.7	DI	DI	DI	DI	DI	DI	1.9
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	0.085	0.091	0.082	0.086	0.096	0.085	DI	DI	0.050
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	0.018	0.018	0.018	0.018	0.020	0.021	DI	DI	0.015
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	0.01	0.01	DI	0.01	DI	0.01	0.01	0.01

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

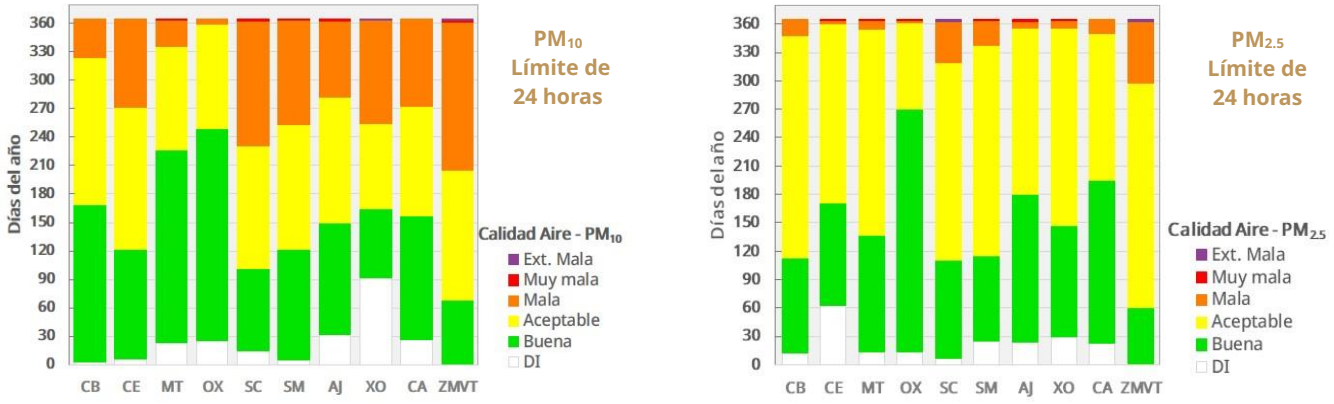
Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

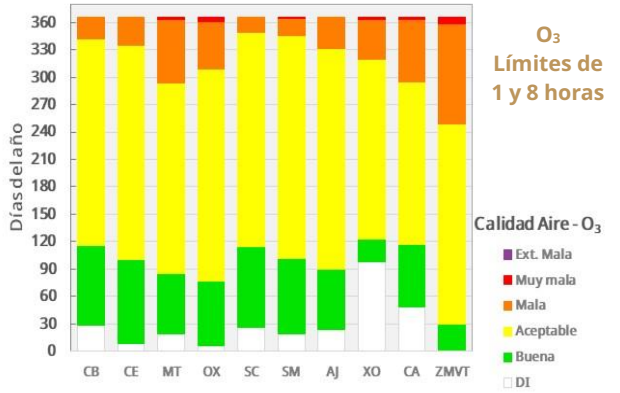
Tabla 6.3. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

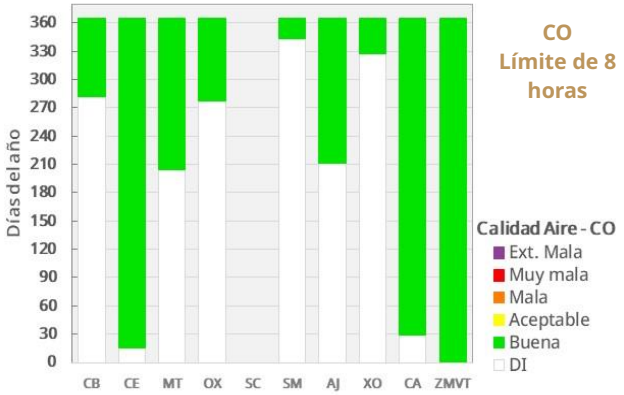
PM_{10}	No. días con datos válidos	365
	No. días > 70 µg/m³	186
	% días > 70 µg/m³	**51.0**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	365
	No. días > 41 µg/m³	115
	% días > 41 µg/m³	**31.5**
O_3	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	170
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**46.6**
CO	No. días con datos válidos	365
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.106 ppm	0
	% días > 0.106 ppm	**0.0**
SO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**0.0**

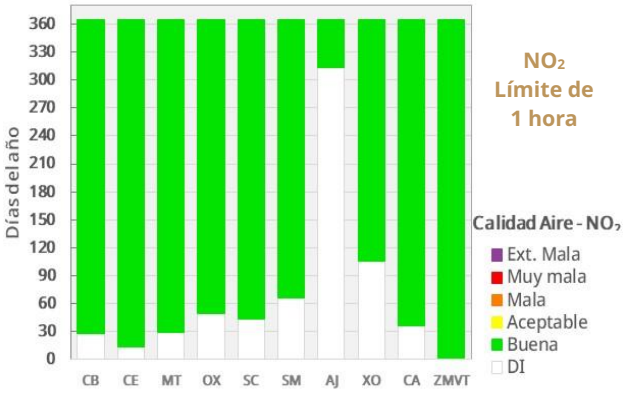
6.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

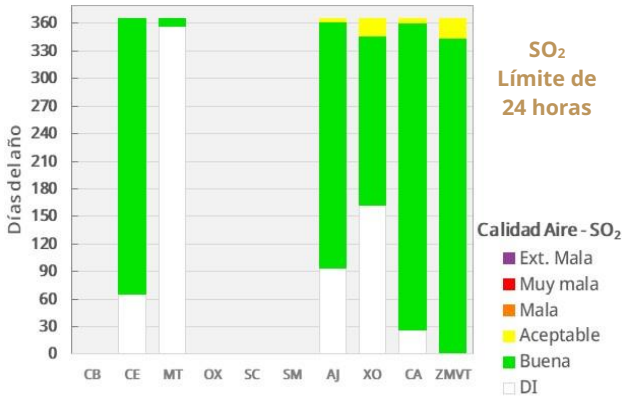
Figura 6.3. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023









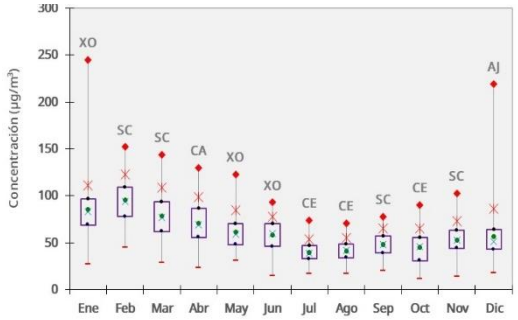


CB – Ceboruco
CE – Centro
MT – Metepec
OX – Oxtotitlán
SC - San Cristóbal Huichochitlán
SM – San Mateo Atenco
AJ – Almoloya de Juárez
XO – Xonacatlán
CA – Calimaya
ZMVT – Zona Metropolitana de Valle de Toluca

6.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 6.4. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023

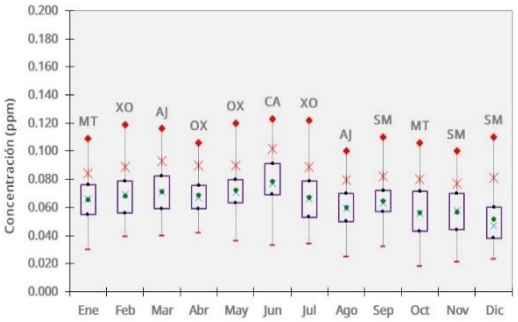
PM_{10} – Promedio de 24 horas



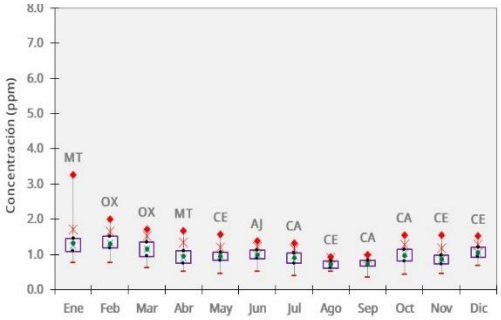
$PM_{2.5}$– Promedio de 24 horas



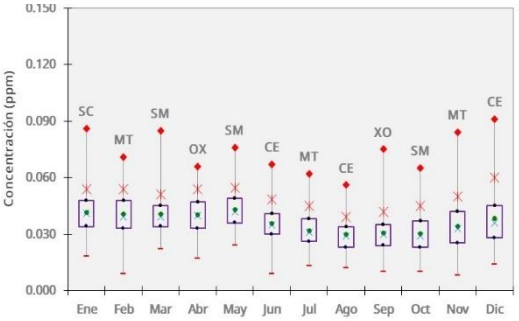
O_3 – Máximo diario de 1 hora



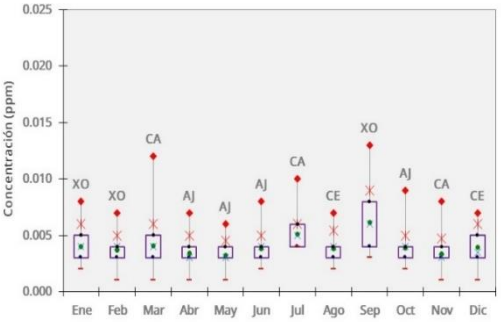
CO – Máximo diario de 8 horas



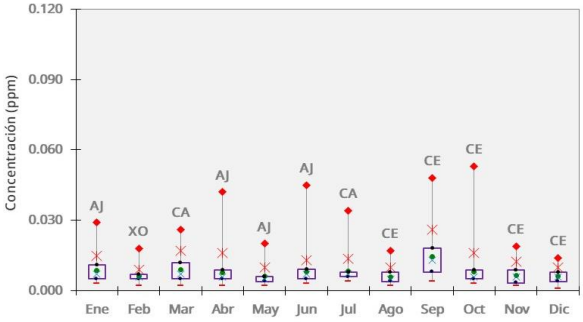
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



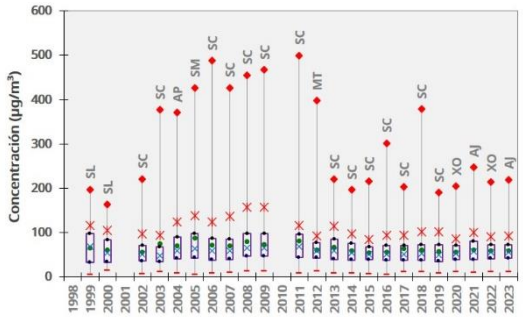
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



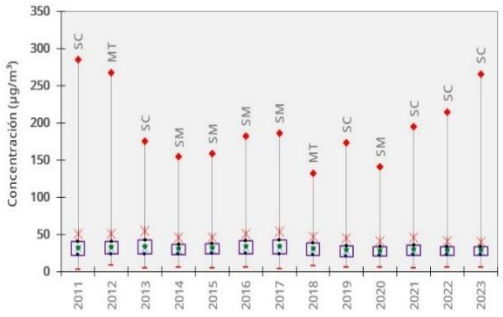
6.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1994 – 2023

Figura 6.5. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, 1994 - 2023

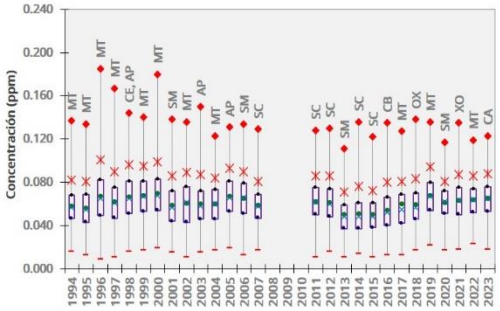
PM_{10} – Promedio de 24 horas
(1998-2023)



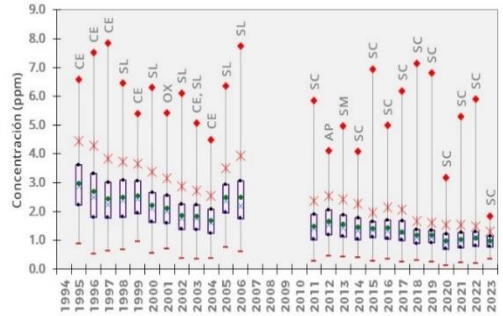
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas
(2011-2023)



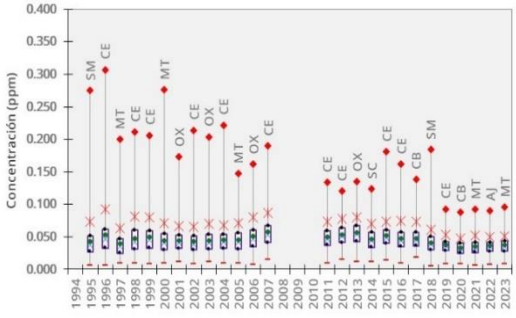
O_3 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2023)



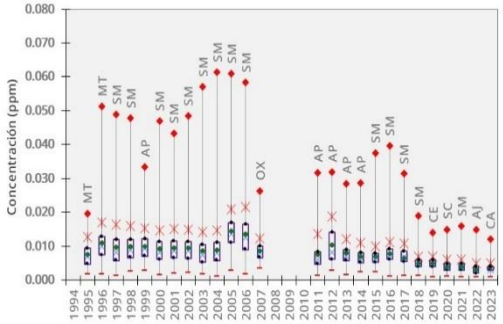
CO – Máximo diario de 8 horas
(1994-2023)



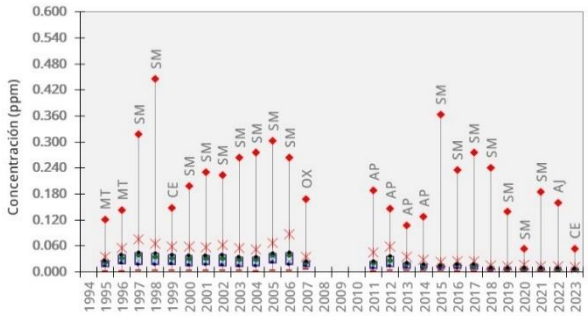
NO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2023)



SO_2 – Promedio de 24 horas
(1994-2023)



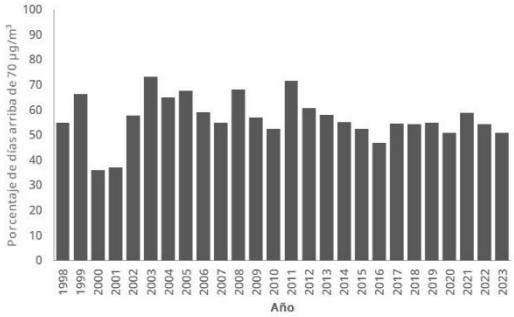
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1994-2023)



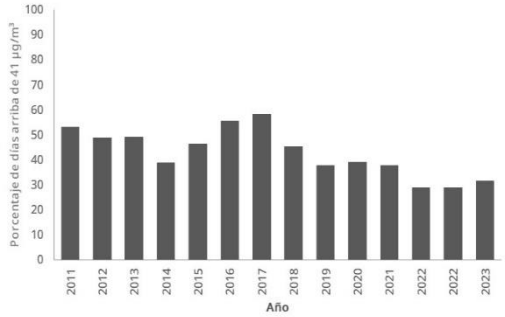
6.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 6.6. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1994 – 2023

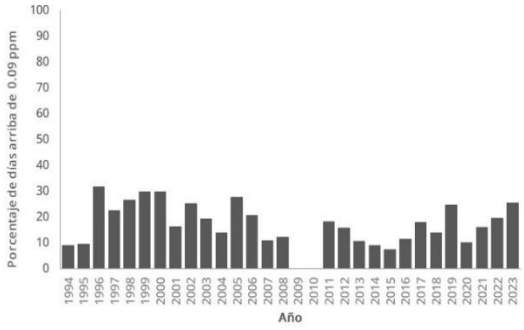
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1998 – 2023)



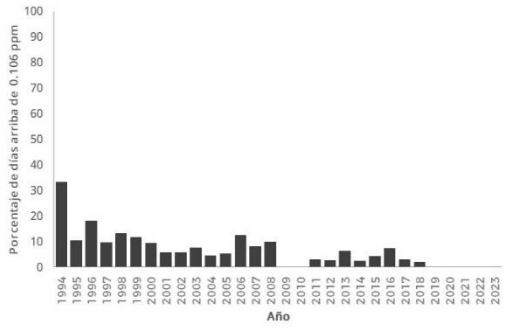
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2011 – 2023)



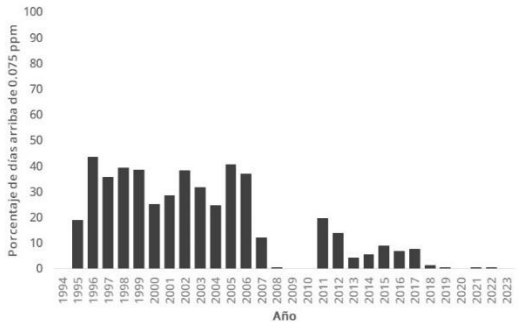
O_3 – Límite de 1 hora
(1994 – 2023)



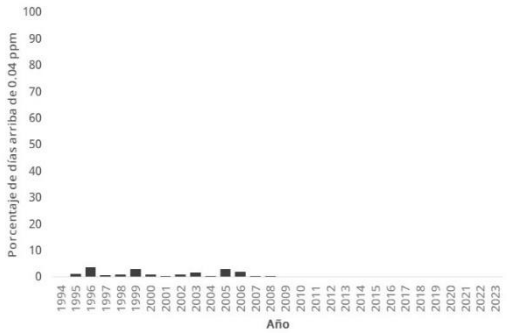
NO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1994 – 2023)



SO_2 – Límite de 24 horas
(1994 – 2023)



6.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 6.7. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 1994 – 2023

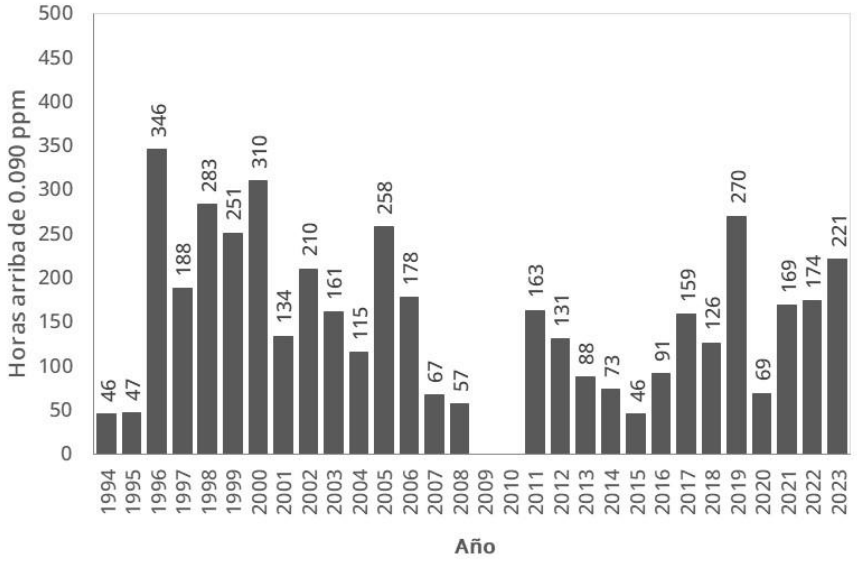
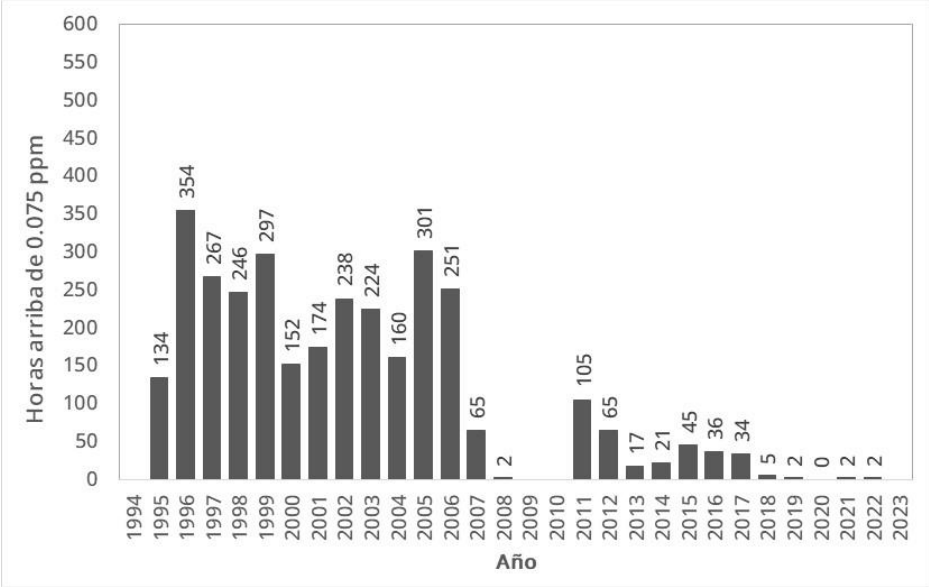


Figura 6.8. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1994 – 2023



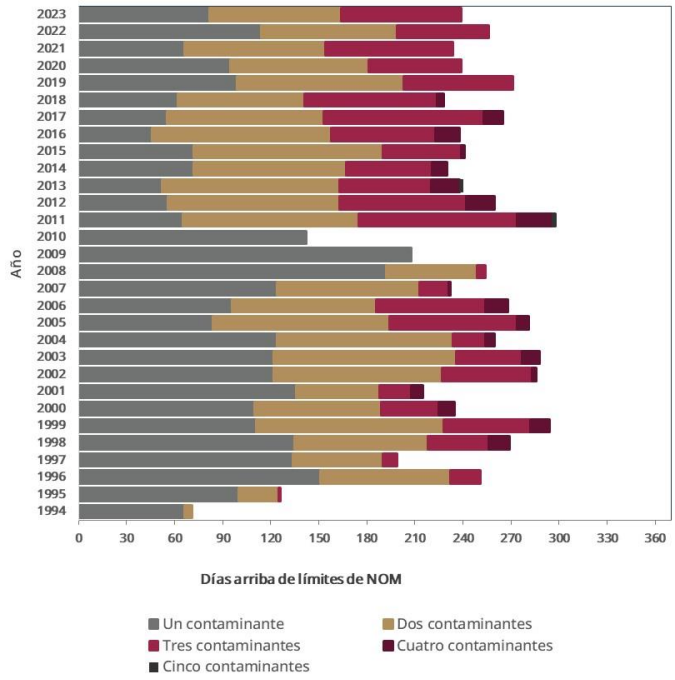
6.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 6.4. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1994 – 2023

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
1994	365	71	66	5	0	0	0
1995	365	126	100	25	1	0	0
1996	360	251	151	81	19	0	0
1997	365	199	134	56	9	0	0
1998	365	269	135	83	38	13	0
1999	363	294	111	117	54	12	0
2000	363	235	110	79	36	10	0
2001	365	215	136	52	20	7	0
2002	365	286	122	105	56	3	0
2003	365	288	122	114	41	11	0
2004	366	260	124	110	20	6	0
2005	365	281	84	110	80	7	0
2006	365	268	96	90	68	14	0
2007	365	232	124	89	18	1	0
2008	366	254	192	57	5	0	0
2009	365	208	208	0	0	0	0
2010	271	142	142	0	0	0	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	5 Contaminantes
2011	365	298	65	110	99	22	2
2012	366	260	56	107	79	18	0
2013	365	240	52	111	57	18	2
2014	365	230	72	95	54	9	0
2015	365	241	72	118	49	2	0
2016	366	238	46	112	65	15	0
2017	365	265	55	98	100	12	0
2018	365	228	62	79	83	4	0
2019	365	271	99	104	68	0	0
2020	366	239	95	86	58	0	0
2021	365	234	66	88	80	0	0
2022	365	256	114	85	57	0	0
2023	365	239	82	82	75	0	0

Figura 6.9. Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1994 – 2023



Guanajuato



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Guanajuato, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado, estuvo integrado por 18 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 y Abasolo. Para este año los datos disponibles revelaron que:

- Celaya e Irapuato, registraron cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de calidad del aire para monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. Así mismo, Salamanca registró cumplimiento de los límites normados de protección a la salud para monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, en tanto que en León hubo cumplimiento de los límites de dióxido de azufre y ozono, en Silao de los límites de dióxido de azufre y monóxido de carbono y en Purísima del Rincón de Partículas suspendidas PM_{10} y ozono.

- Con respecto a partículas suspendidas PM_{10}, se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. Al igual que en 2022, Celaya es la ciudad en la que se registraron las concentraciones más altas de este contaminante, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual. Así mismo, fue la ciudad en la que con mayor frecuencia se superó el límite normado de protección a la salud, como promedio de 24 horas, con un total de 139 días, seguida de Salamanca con 100 y León con 94 días del año en esta condición.

- A lo largo del año 2023 las concentraciones más altas de PM_{10}, en todas las ciudades donde se midió este contaminante, se registraron entre enero y junio en tanto que, a lo largo de los años, en Celaya, Irapuato, León y Silao se observa una ligera tendencia a la baja en las concentraciones registradas del 2017 a 2023. Por el contrario, Salamanca y Purísima del Rincón muestran un muy ligero incremento en el periodo 2019 a 2023.

- Se registró incumplimiento de la NOM de partículas suspendidas $PM_{2.5}$ en San Luis de la Paz, Guanajuato, San Miguel de Allende, Abasolo, Celaya, Irapuato, León y Salamanca. En todas las ciudades se superó el límite normado como promedio anual y sólo en Celaya y Salamanca se superó también el límite normado como promedio de 24 horas.

- Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$, tanto como promedio de 24 horas, como promedio anual se registraron en Celaya, Salamanca y León, siendo Celaya la ciudad en la que con mayor frecuencia se superó el límite de 24 horas con un total de 46 días a lo largo del año. En general, en todas las ciudades, las concentraciones más altas de este contaminante, a lo largo del año, se registraron entre enero y junio, en tanto que, a lo largo de los años, se observa una ligera tendencia a la baja en las concentraciones registradas del año 2017 a la fecha en Irapuato y Abasolo. En el resto de las ciudades, el comportamiento a lo largo de los años muestra cierta estabilidad con pequeñas variaciones al alza y a la baja de un año a otro.

- Con respecto a ozono, se registró cumplimiento de los límites normados de protec-

ción a la salud en Purísima del Rincón y León. En el caso de León es importante señalar que esta evaluación de cumplimiento se realizó tomando en consideración la única estación de monitoreo que cumplió con los criterios de suficiencia de datos. En las estaciones donde no se obtuvo suficiencia de datos si se registraron concentraciones superiores al umbral de referencia, sin embargo, esto no se puede asumir como incumplimiento debido a los criterios establecidos en la propia normatividad.

- El incumplimiento de la NOM de ozono se registró en Silao, Celaya, Irapuato y Salamanca. En prácticamente todas las estaciones de monitoreo de estos sitios se superaron tanto el límite normado de protección a la salud de una como de ocho horas. En general, las concentraciones más altas tanto como promedio de una como de ocho horas se presentaron en Celaya y Silao. En estas mismas ciudades se superó con mayor frecuencia el límite normado de una hora u 8 horas (Celaya - 53 días y Silao -25 días).

- A lo largo del año, las concentraciones más altas de ozono se registraron entre enero y junio en Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao, en tanto que en León y Purísima del Rincón altas concentraciones pueden ocurrir prácticamente en cualquier época del año. Por otra parte, a lo largo de los años, las concentraciones de este contaminante muestran una ligera tendencia a la baja a partir del año 2020 y ello se ve reflejado en el indicador sobre el número días con concentraciones superiores al límite norma-do de protección a la salud como promedio de una hora en Irapuato, León, Salamanca y Silao.

- A lo largo de los años, las concentraciones de ozono muestran una ligera tendencia a la baja a partir del año 2020 y ello se ve reflejado en el indicador sobre el número días con concentraciones superiores al límite normado de protección a la salud como promedio de una hora en Irapuato, León, Salamanca y Silao.

- Los límites normados de protección a la salud con respecto al dióxido de azufre, tanto como promedio de una como de 24 horas sólo fueron superados en la ciudad de Salamanca, registrándose concentraciones notablemente más altas en la estación Cruz Roja. En total, en la ciudad se superó el límite normado de protección a la salud, como promedio de una hora en 143 días y nuevamente fue la estación Cruz Roja donde esto ocurrió con mayor frecuencia con un total de 135 días a lo largo del año.

- A lo largo del año las concentraciones de dióxido de azufre muestran una tendencia relativamente homogénea en todas las ciudades de la entidad y no es posible definir un periodo en el que dichas concentraciones sean notablemente más altas o bajas que en el resto del año. Por otra parte, a través de los años, lo más destacado es la tendencia a la baja que han registrado las concentraciones de este contaminante en la ciudad de Salamanca del año 2007 a la fecha. En este periodo de tiempo es notable la reducción que han experimentado indicadores como la mediana, los percentiles 75 y 90 así como el máximo.

- En general, en los años más recientes, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambien-

tal ha experimentado una disminución en la mayoría de las ciudades de Guanajuato. Así, por ejemplo, en el periodo 2019 a 2023 el número de días en esta condición pasó de 196 a 153 en Celaya, de 171 a 88 en Irapuato y de 115 a 69 en Silao. Sólo la ciudad de Salamanca muestra una tendencia distinta, pues en el mismo periodo de tiempo el número de días en esta condición pasó de 147 a 205.

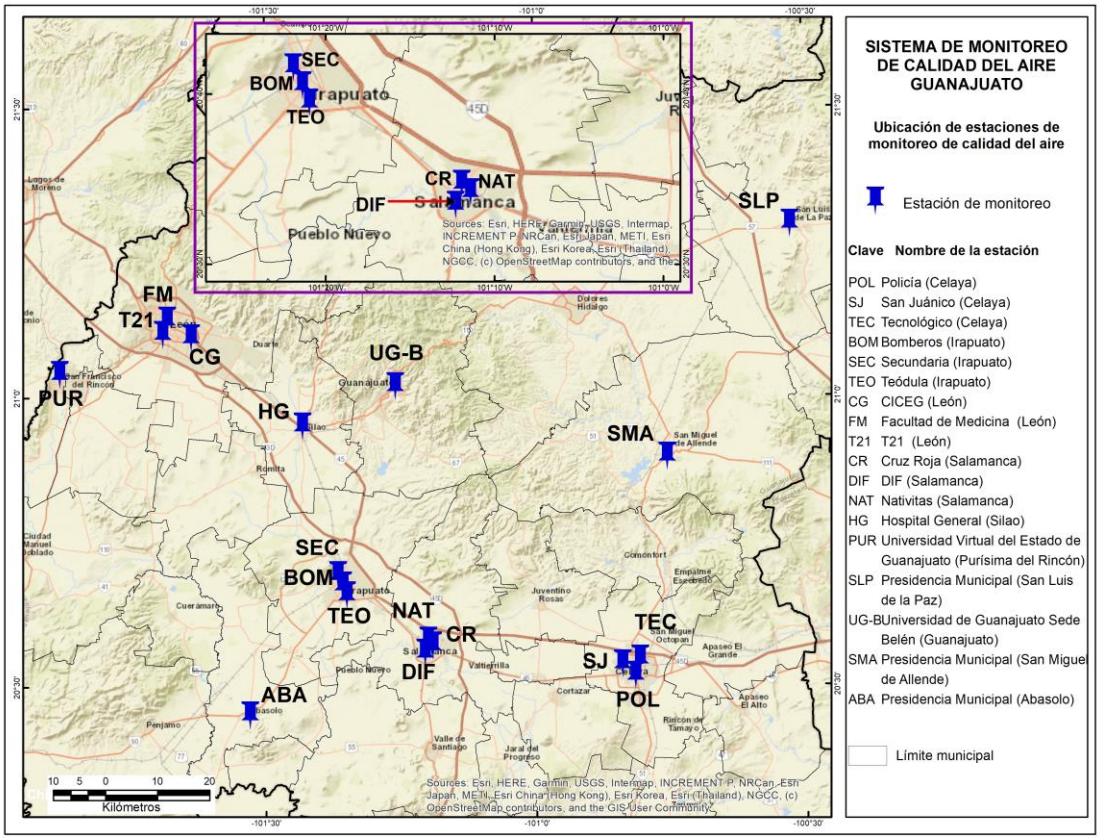
7.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 7.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2023 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
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)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	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 (2017)	✓	¤	✓	¤	¤	¤
San Luis de la Paz	Presidencia Municipal	SLP	Automático (2017)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Guanajuato	Universidad de Guanajuato Sede Belén	UG-B	Automático (2017)	¤	✓	¤	¤	¤	¤
San Miguel de Allende	Presidencia Municipal	SMA	Automático (2017	¤	✓	¤	¤	¤	¤
Abasolo	Presidencia Municipal	ABA	Automático (2017)	¤	✓	¤	¤	¤	¤

¤ = 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 Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato.

Figura 7.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Guanajuato, 2023

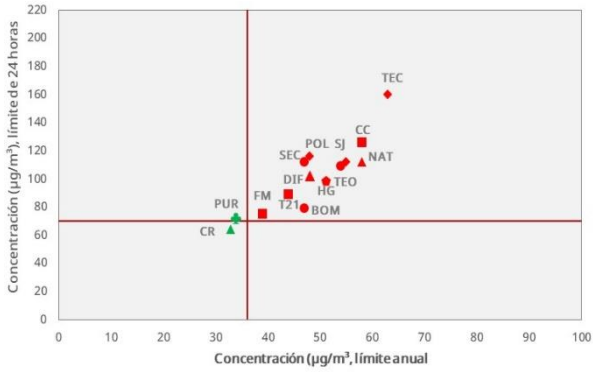


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato.

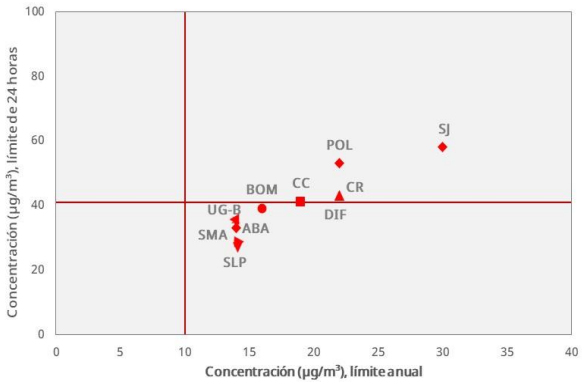
7.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 7.2. Guanajuato. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

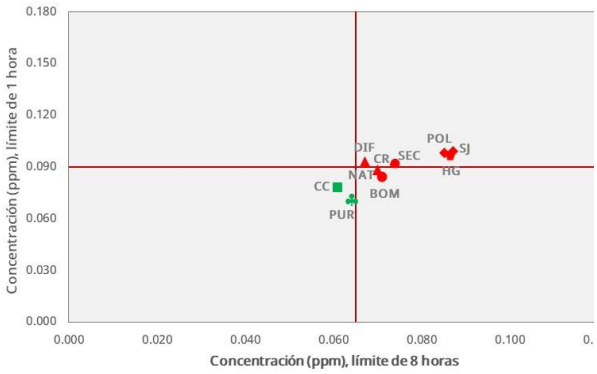
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



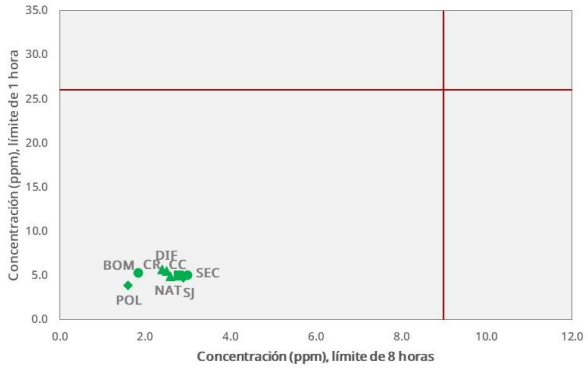
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



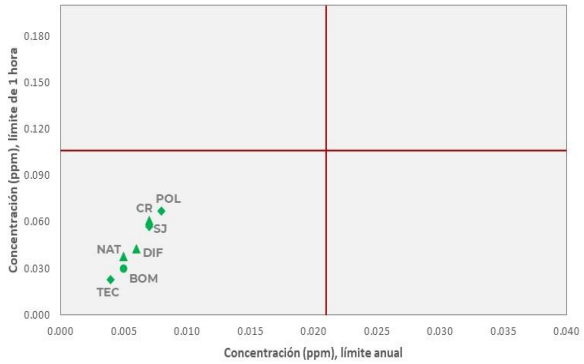
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



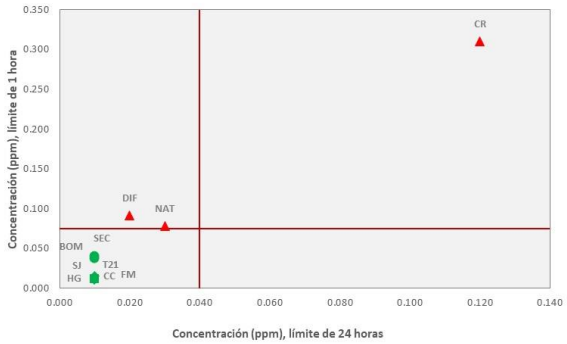
Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)



◆ Celaya
POL–Policía
SJ – San Juanico
TEC – Tecnológico

● Irapuato
BOM – Bomberos
SEC – Secundaria
TEO – Teódula

■ León
CC – CICEG
FM – Facultad de medicina
T21 – 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

Tabla 7.2. Guanajuato. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Celaya			Irapuato			León			Salamanca		
			POL	SJ	TEC	BOM	SEC	TEO	CC	FM	T21	CR	DIF	NAT
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	116	112	160	79	112	109	126	75	89	64	102	112
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	48	55	63	47	47	54	58	39	44	33	48	58
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	53	58	¤	39	¤	DI	41	DI	DI	43	43	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	22	30	¤	16	¤	DI	19	DI	DI	22	22	¤
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.098	0.099	DI	0.084	0.092	DI	0.078	DI	DI	0.091	0.093	0.088
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.085	0.087	DI	0.071	0.074	DI	0.061	DI	DI	0.073	0.067	0.070
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	3.9	4.8	¤	5.3	5.0	DI	4.9	DI	DI	5.7	5.5	4.9
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	1.6	2.9	¤	1.9	3.0	DI	2.8	DI	DI	2.4	2.5	2.6
(4) NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	0.067	0.057	0.023	0.030	DI	DI	DI	DI	DI	0.061	0.043	0.038
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	0.008	0.007	0.004	0.005	DI	DI	DI	DI	DI	0.007	0.006	0.005
(5) SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	0.016	¤	0.040	0.037	DI	0.012	0.012	0.017	0.310	0.092	0.078
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	0.01	0.01	¤	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.12	0.02	0.03

(1) NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
(2) NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
(3) NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
(4) NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
(5) NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Contaminante	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	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	98	70	¤	¤	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	51	34	¤	¤	¤	¤
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	¤	28	35	29	33
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	DI	¤	14	14	14	14
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.097	0.070	¤	¤	¤	¤
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.086	0.064	¤	¤	¤	¤
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤
	8 h	Máximo 8 h ≤ 9 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤
(4) NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	DI	¤	¤	¤	¤	¤
(5) SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.010	¤	¤	¤	¤	¤
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	0.01	¤	¤	¤	¤	¤

(1) NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
(2) NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
(3) NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
(4) NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
(5) NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

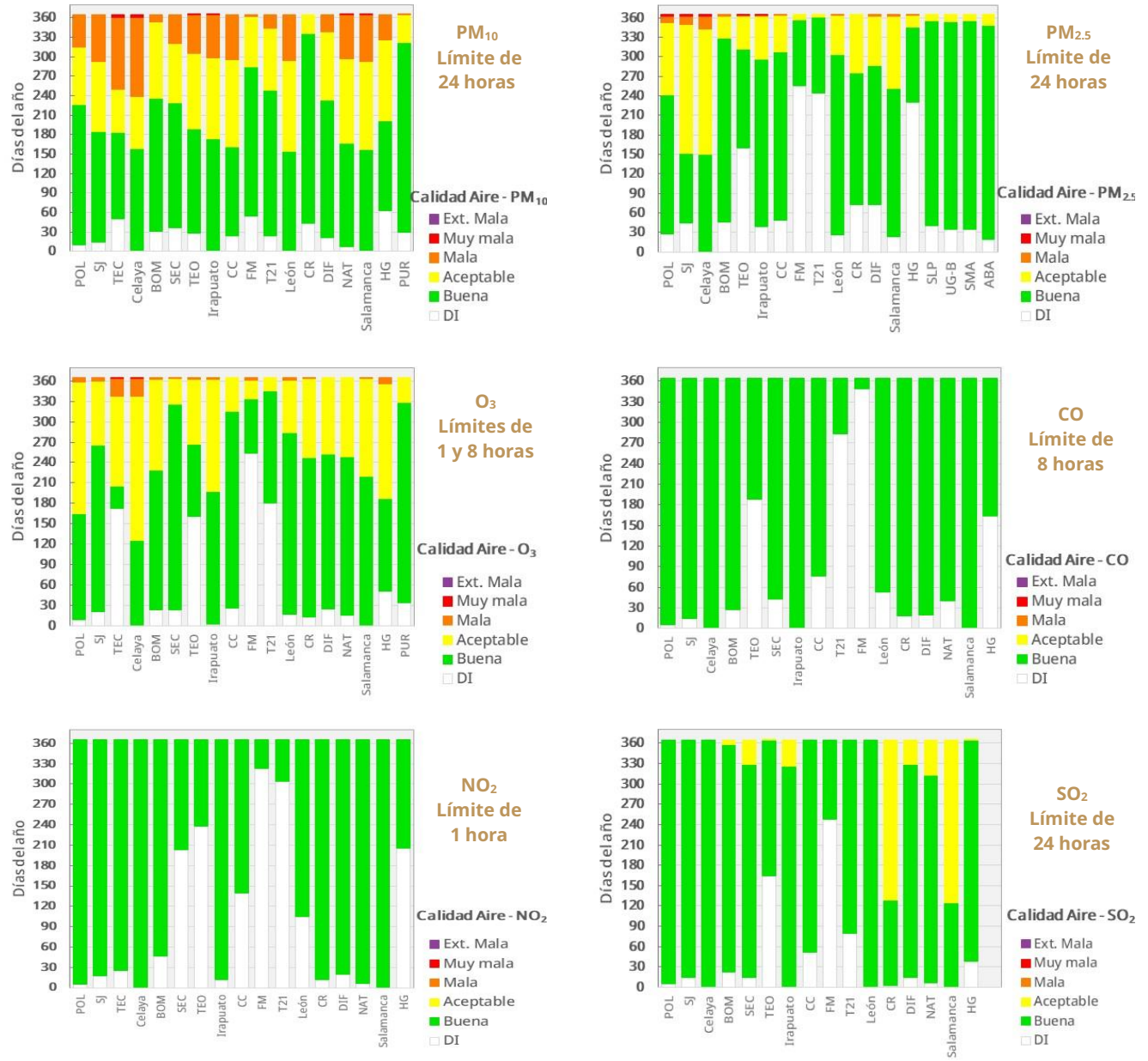
Tabla 7.3. Guanajuato. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		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	364	365	365	365	302	335	¤	¤	¤	¤
	No. días > 70 µg/m³	139	86	94	100	57	3	¤	¤	¤	¤
	% días > 70 µg/m³	38.2	23.6	25.8	27.4	18.9	0.9	¤	¤	¤	¤
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	364	326	338	341	135	¤	325	330	330	345
	No. días > 41 µg/m³	46	2	4	5	0	¤	0	0	0	0
	% días > 41 µg/m³	12.6	0.6	1.2	1.5	0.0	¤	0.0	0.0	0.0	0.0
O_3	No. días con datos válidos	365	345	348	364	315	332	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	53	8	5	7	25	0	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	14.5	2.3	1.4	1.9	7.9	0.0	¤	¤	¤	¤
CO	No. días con datos válidos	364	347	326	365	207	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 26 o 9 ppm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	¤	¤	¤	¤	¤
NO_2	No. días con datos válidos	365	353	260	365	160	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.106 ppm	0	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.106 ppm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	¤	¤	¤	¤	¤
SO_2	No. días con datos válidos	365	347	364	365	327	¤	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	1	0	143	0	¤	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	0.0	0.3	0.0	39.2	0.0	¤	¤	¤	¤	¤

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

7.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 7.3. Guanajuato. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Celaya
POL–Policía
SJ – San Juanico
TEC – Tecnológico

Irapuato
BOM–Bomberos
SEC–Secundaria
TEO – Teódula

León
CC – CICEG
FM – Facultad de Medicina
T21 – 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

7.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 7.4. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

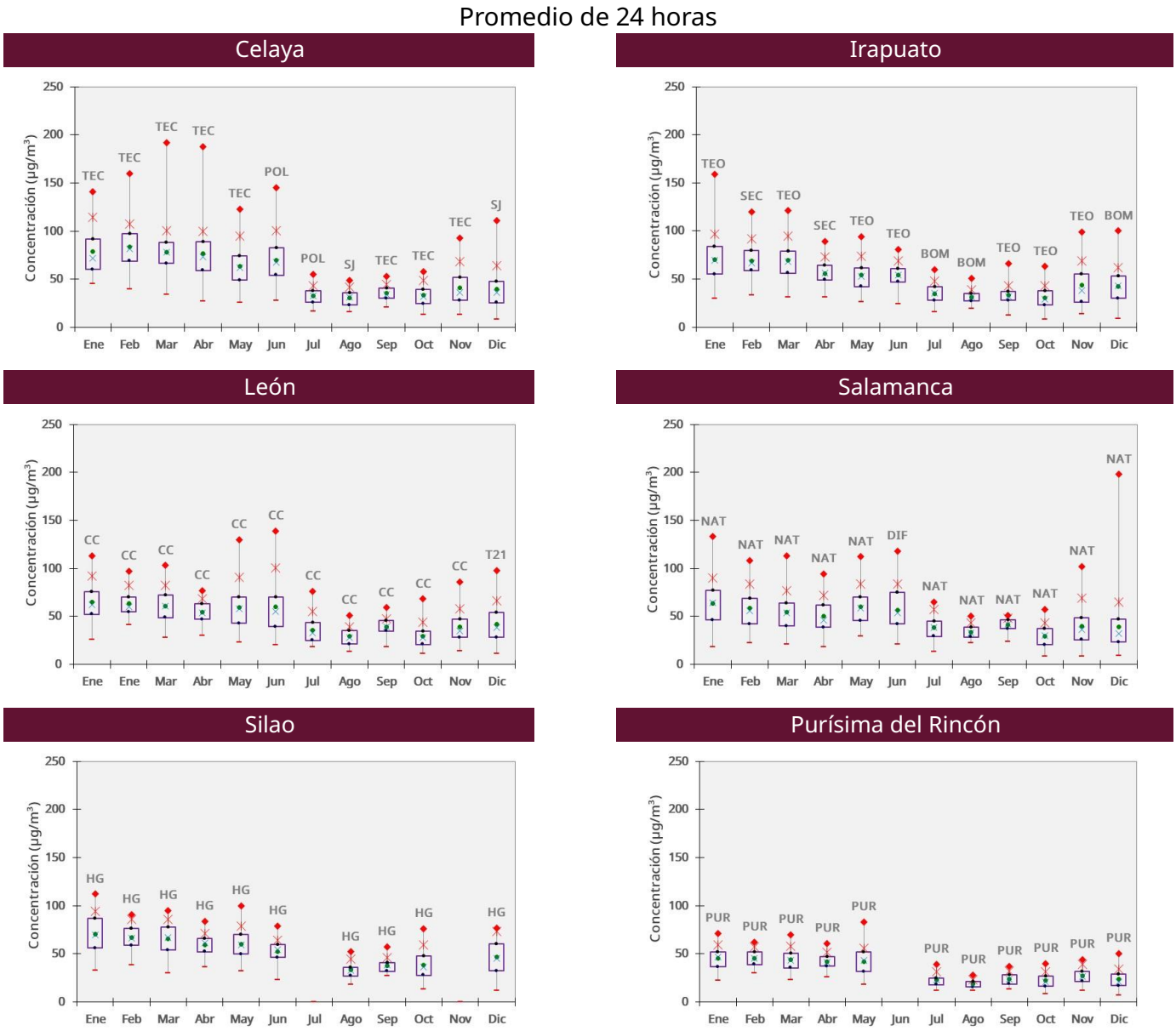


Figura 7.5. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

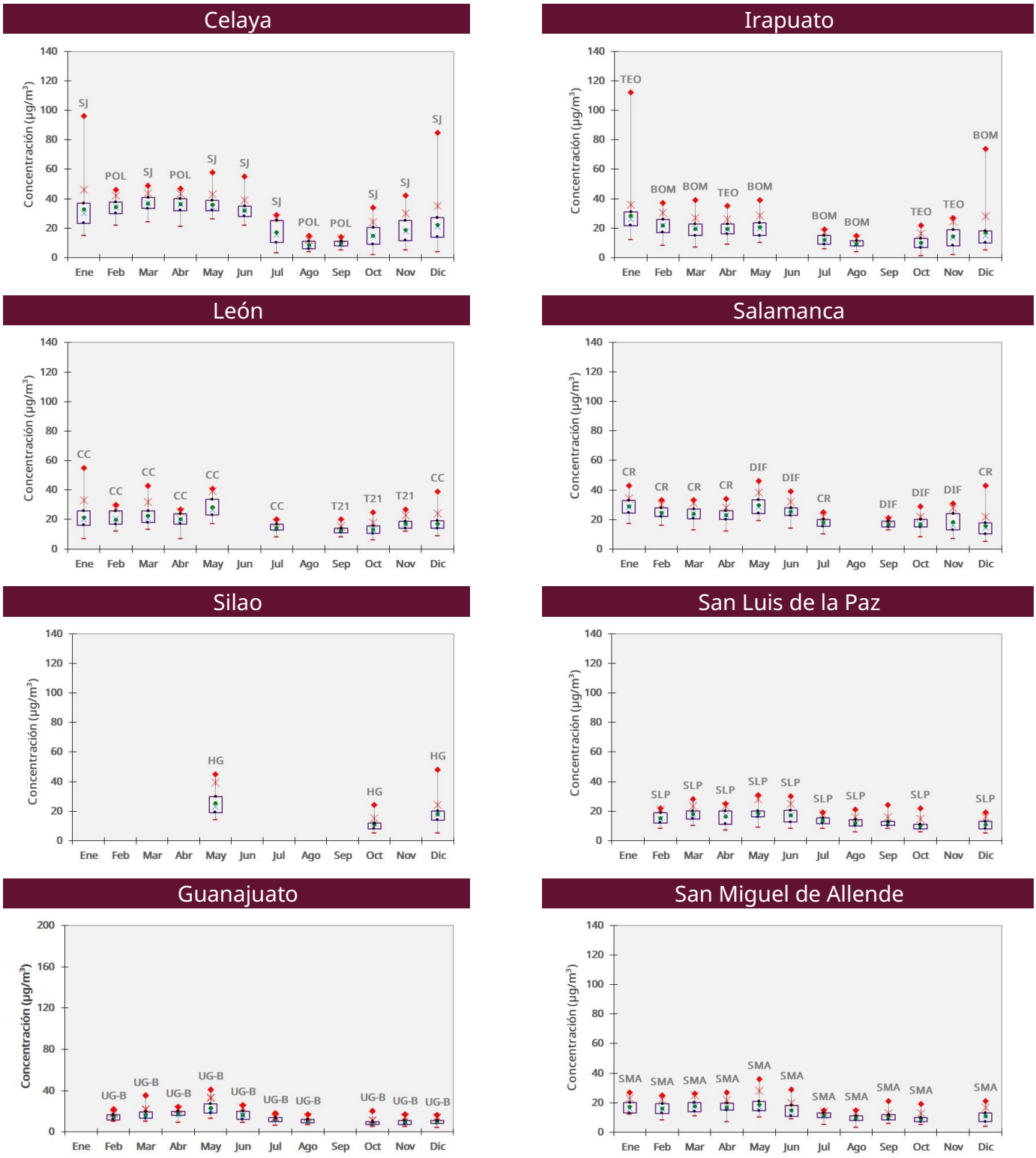




Figura 7.6. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

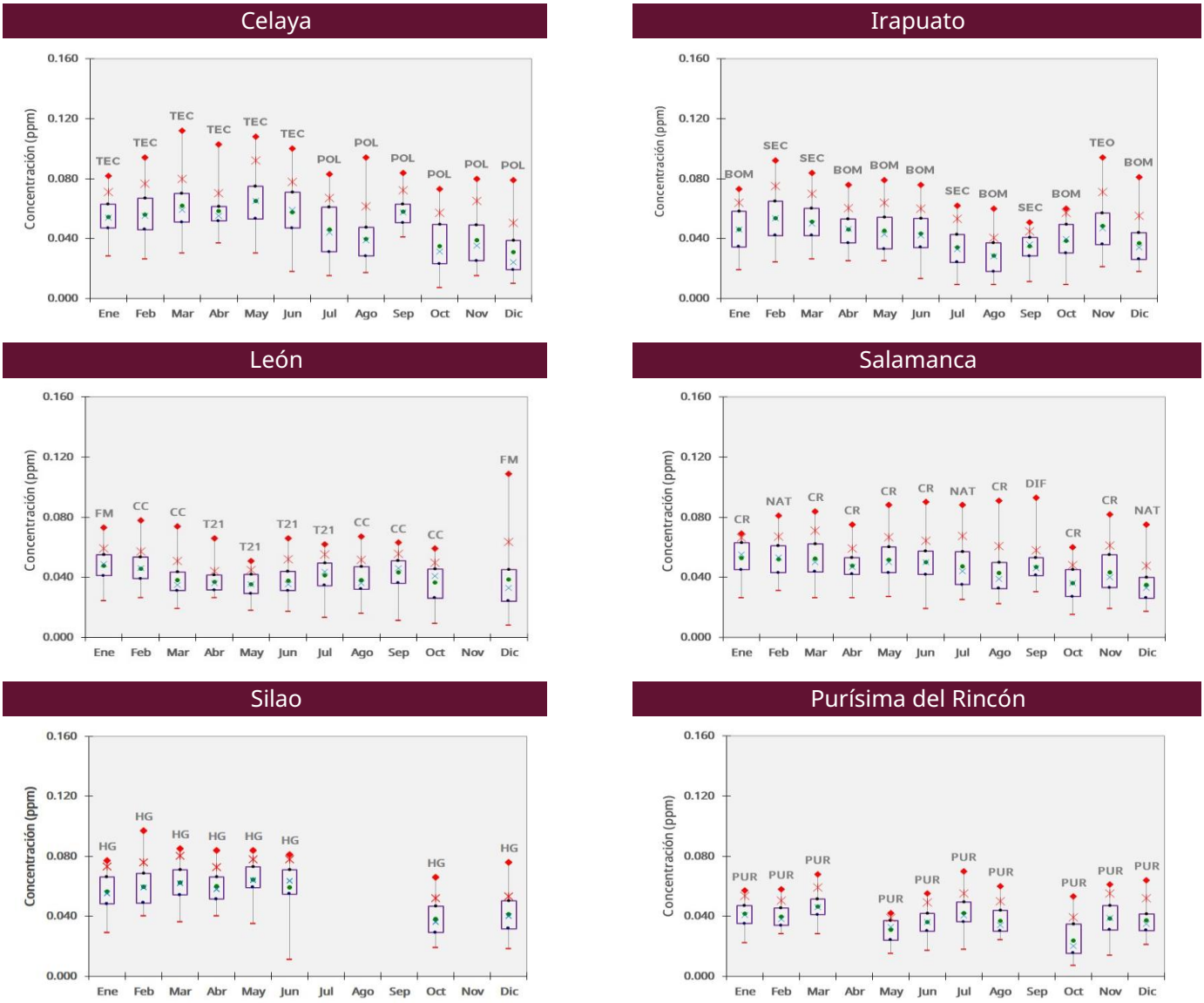
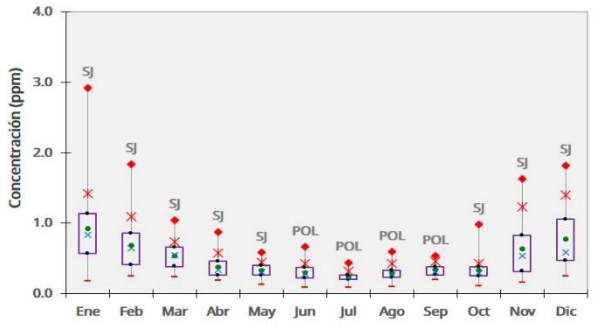


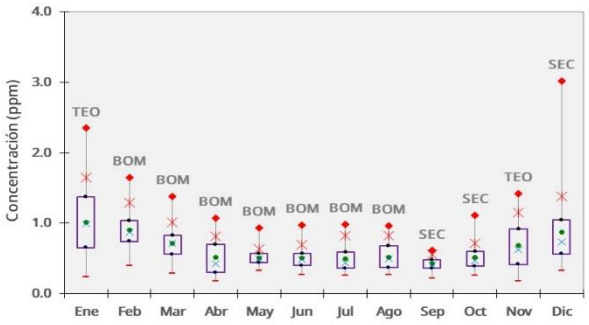
Figura 7.7. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas

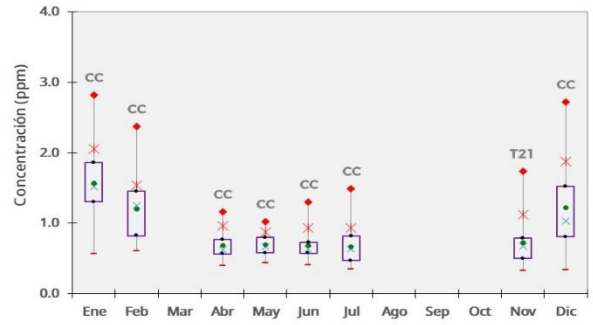
Celaya



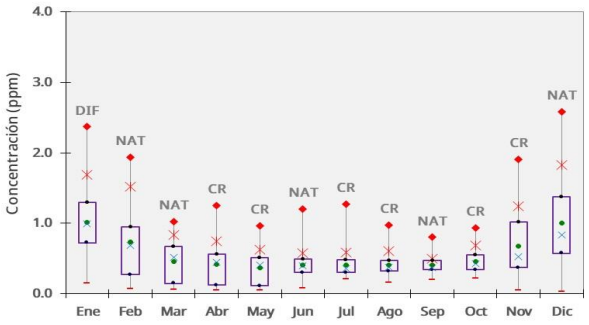
Irapuato



León



Salamanca



Silao

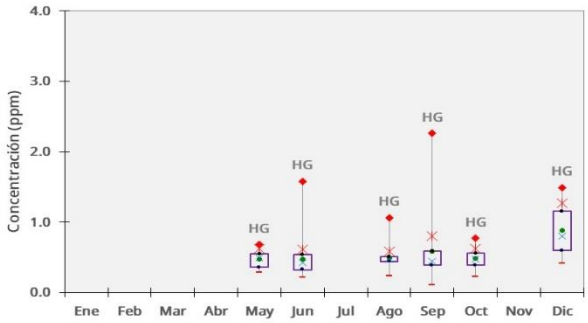


Figura 7.8. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

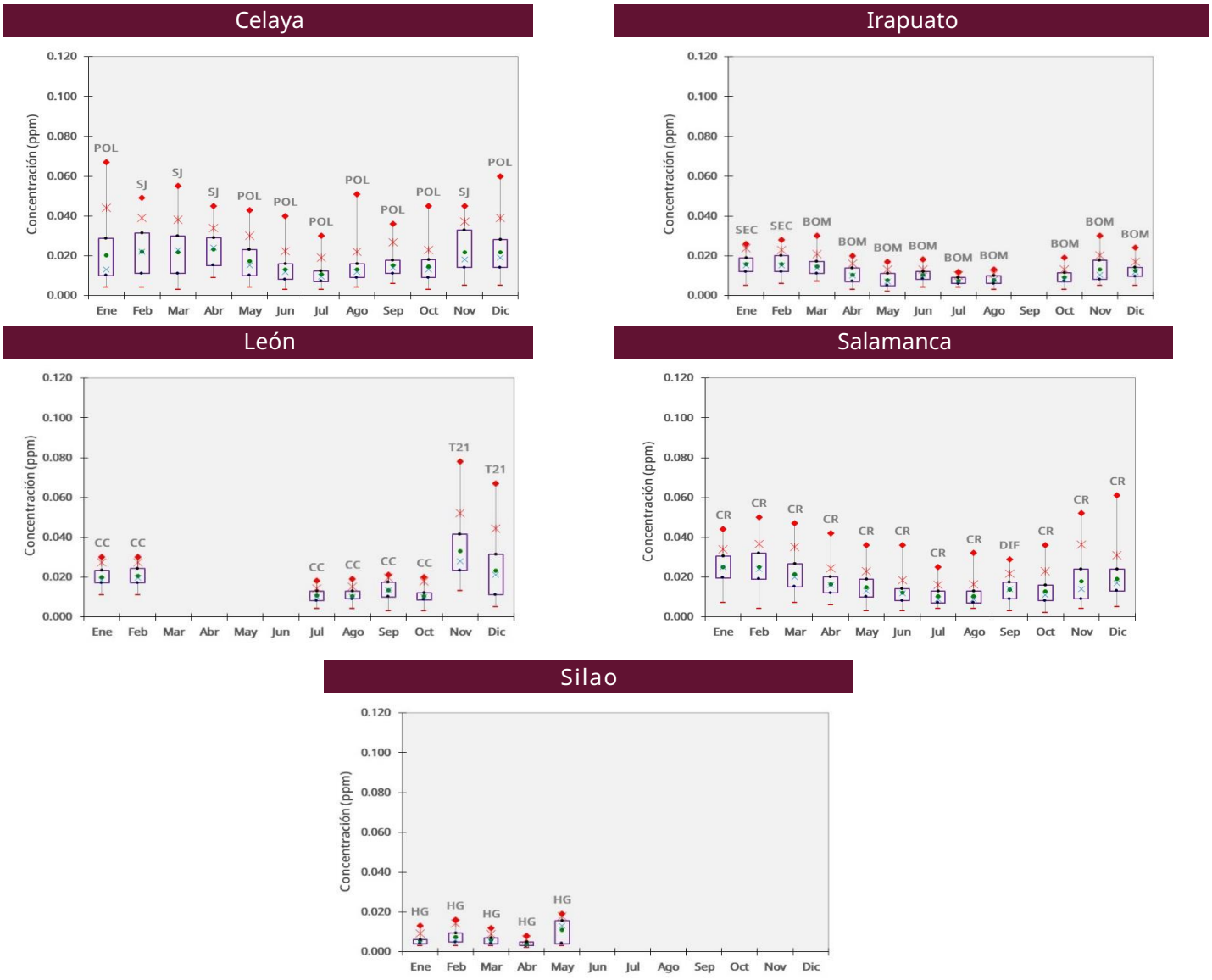


Figura 7.9. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

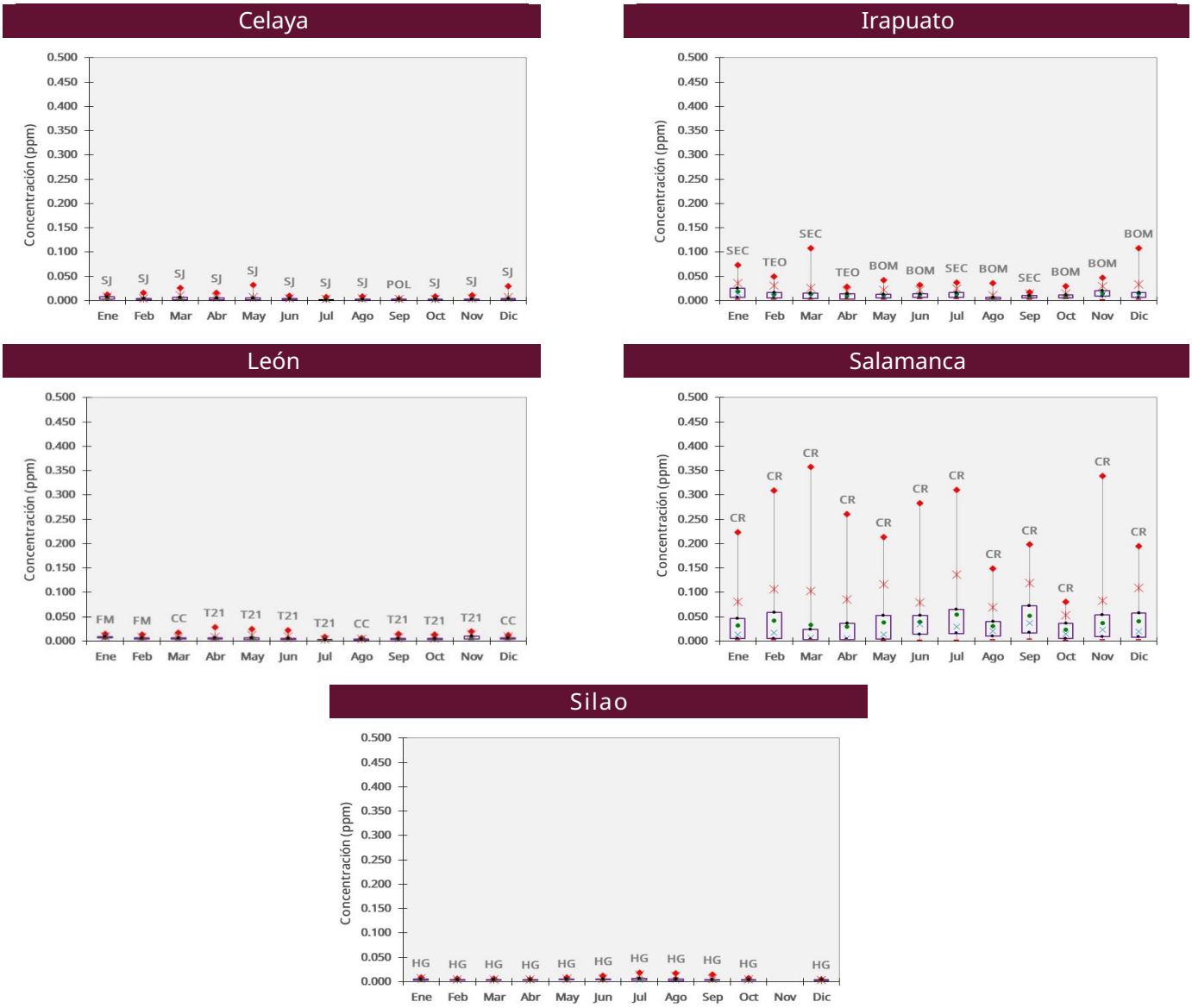
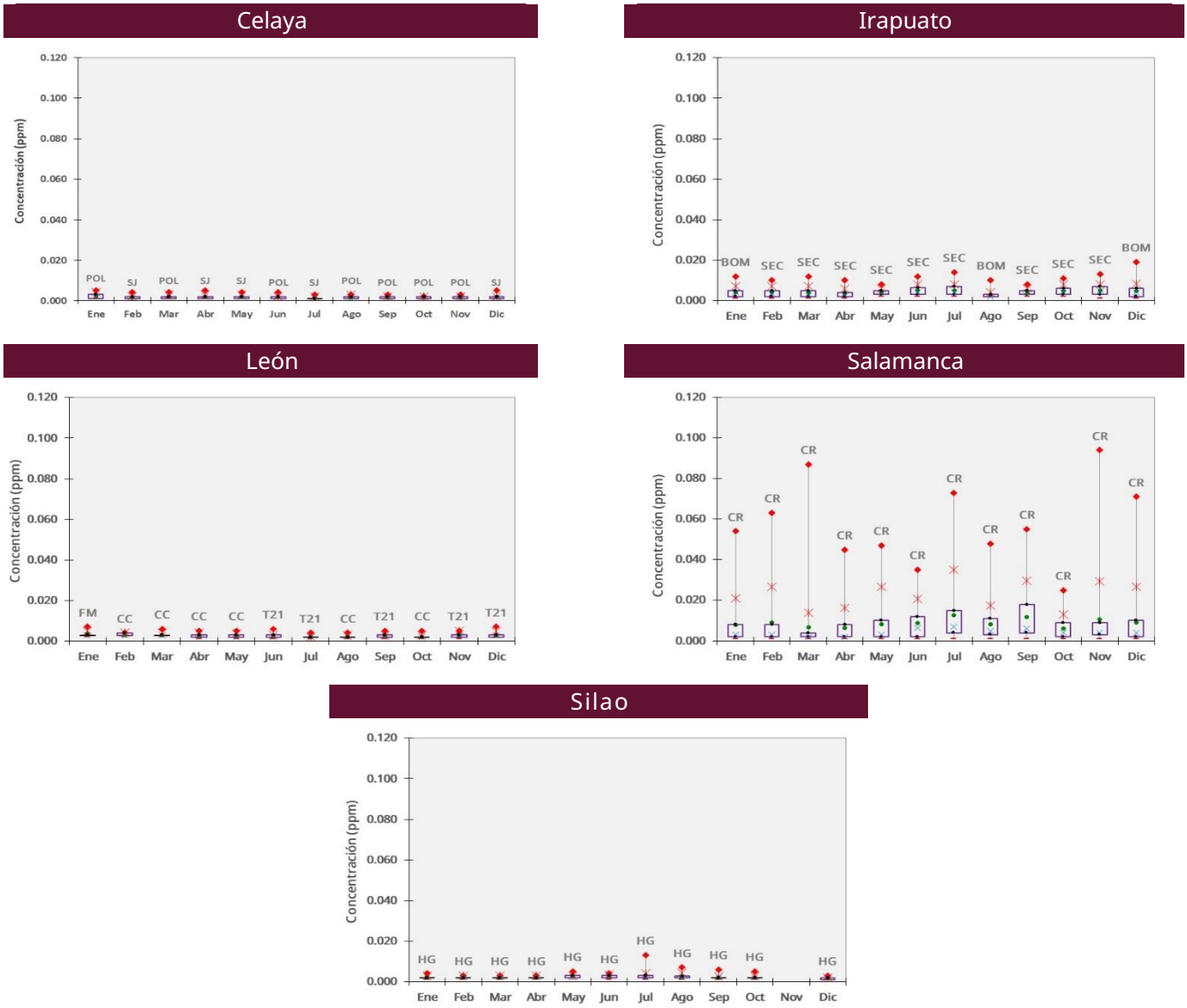


Figura 7.10. Guanajuato. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

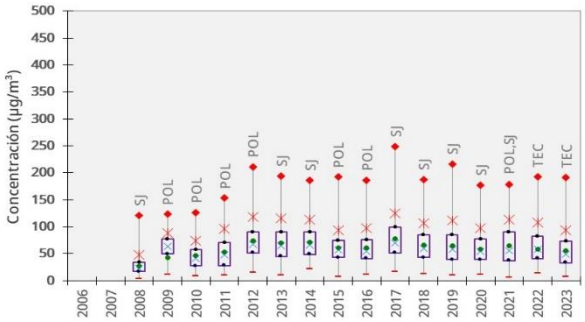
Promedio de 24 horas



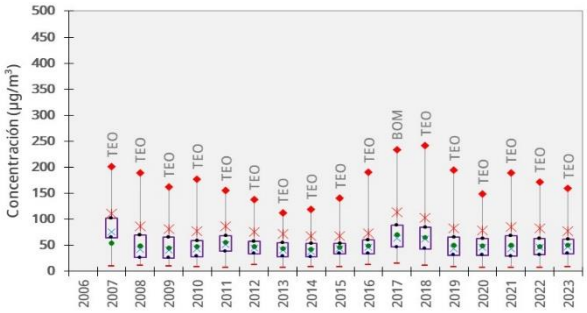
7.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2000 – 2023

Figura 7.11. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023

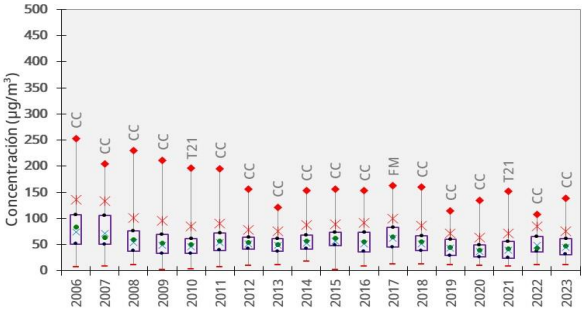
Celaya
(2006 – 2023)



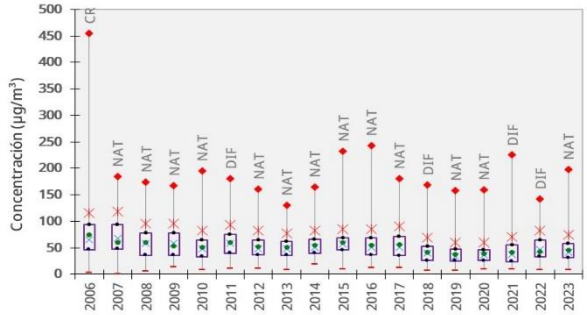
Irapuato
(2006 – 2023)



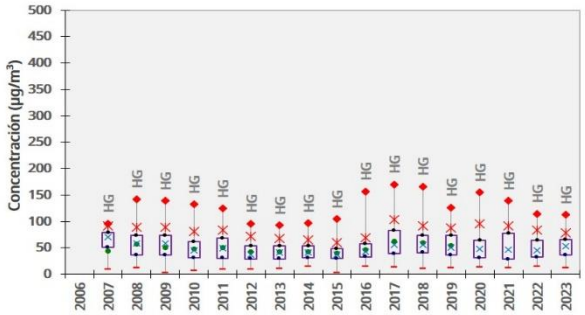
León
(2006 – 2023)



Salamanca
(2006 – 2023)



Silao
(2006– 2023)



Purísima del Rincón
(2014 – 2023)

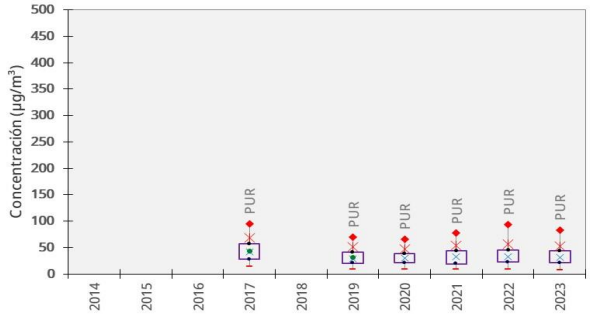
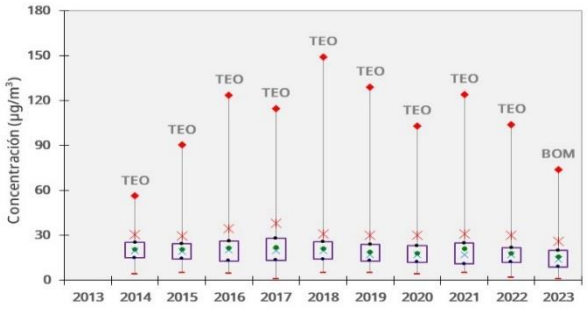


Figura 7.12. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

Celaya (2013 – 2023)



Irapuato (2013 – 2023)



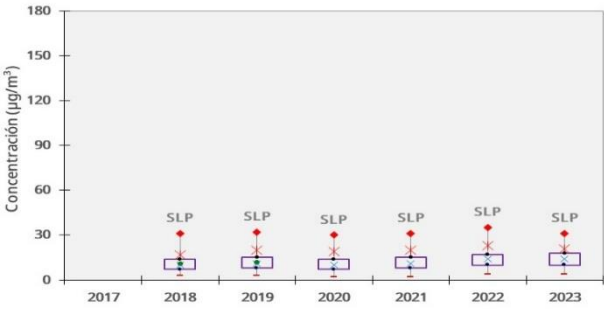
León (2013 – 2023)



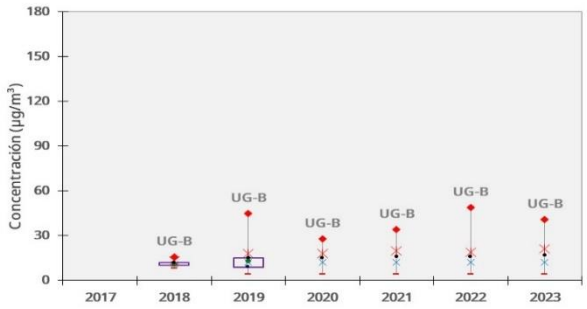
Salamanca (2013 – 2023)



San Luis de la Paz (2017 – 2023)



Guanajuato (2017 – 2023)



San Miguel de Allende (2017 – 2023)



Abasolo (2017 – 2023)

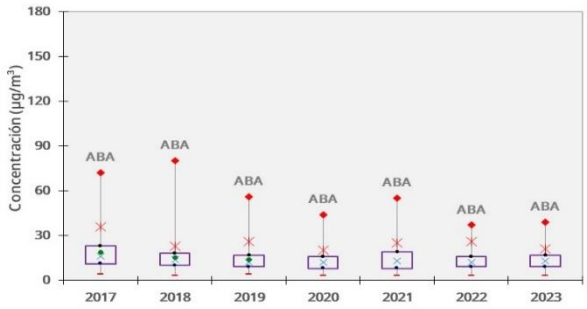
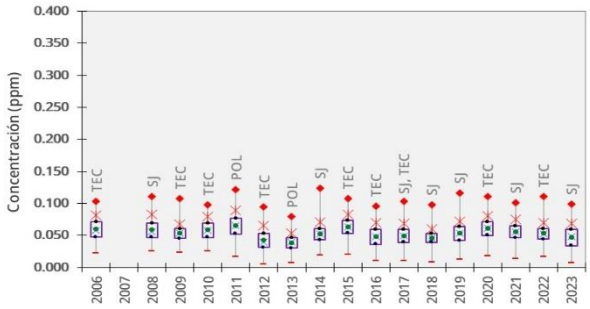
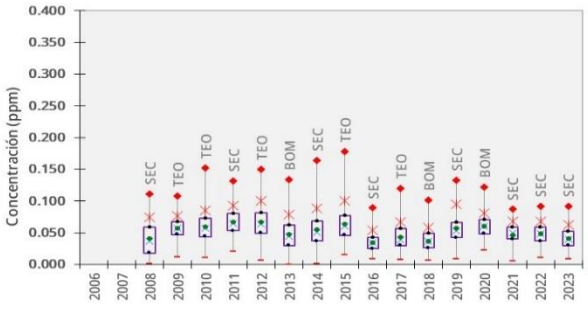


Figura 7.13. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023

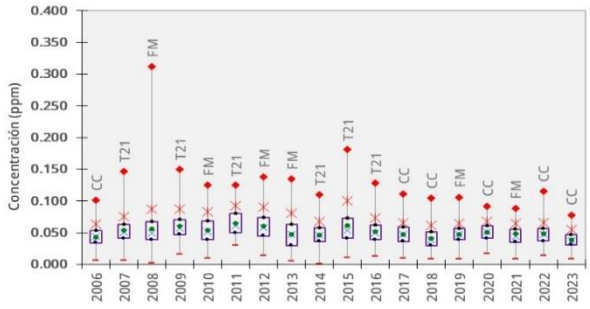
Celaya
(2006– 2023)



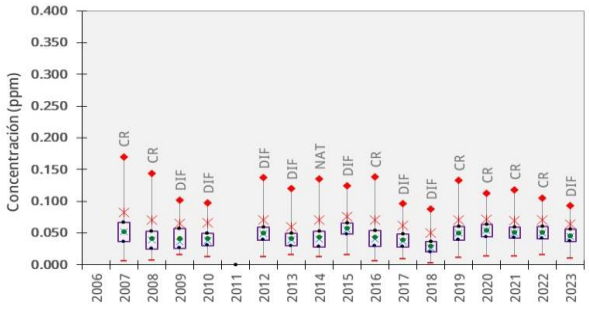
Irapuato
(2006– 2023)



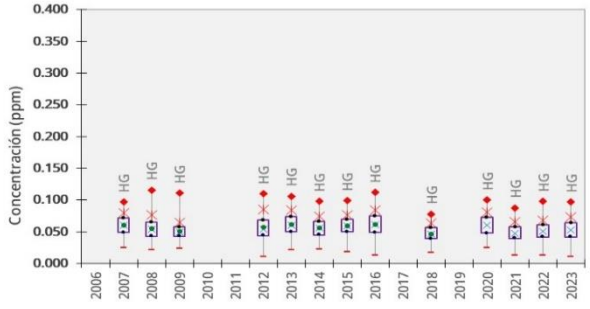
León
(2006 – 2023)



Salamanca
(2006 – 2023)



Silao
(2006 – 2023)



Purísima del Rincón
(2017– 2023)

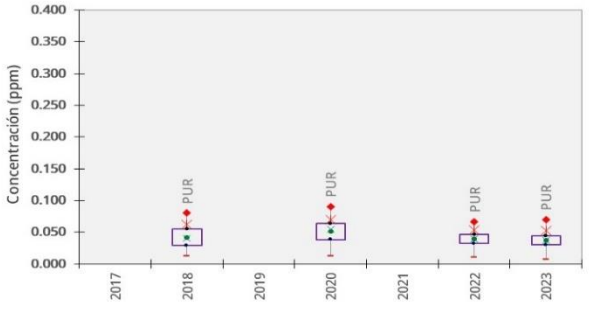
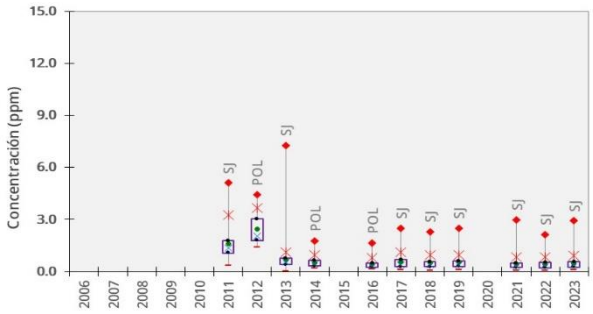
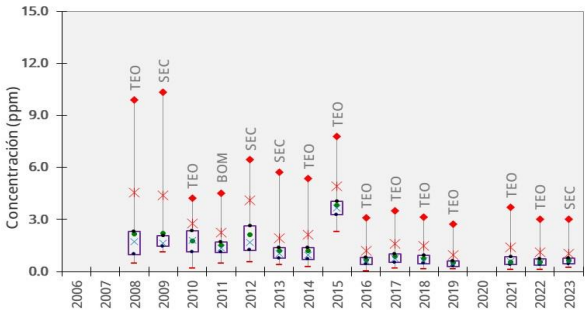


Figura 7.14. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023

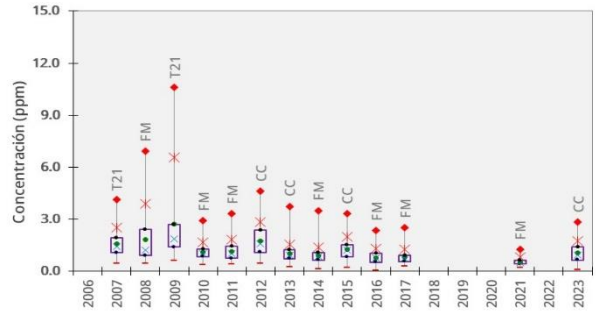
Celaya
(2006 – 2023)



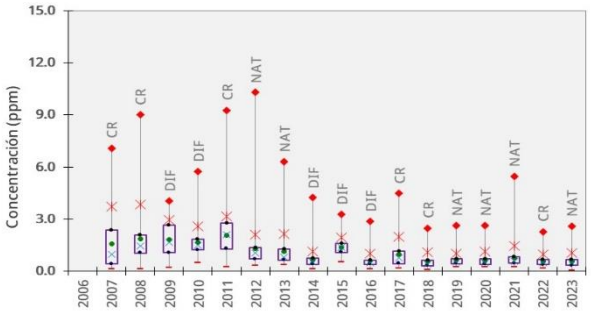
Irapuato
(2006 – 2023)



León
(2006 – 2023)



Salamanca
(2006 – 2023)



Silao
(2006 – 2023)

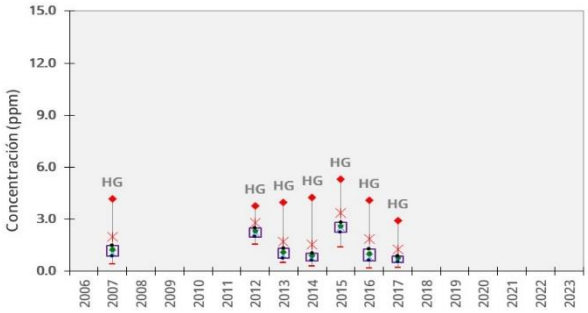
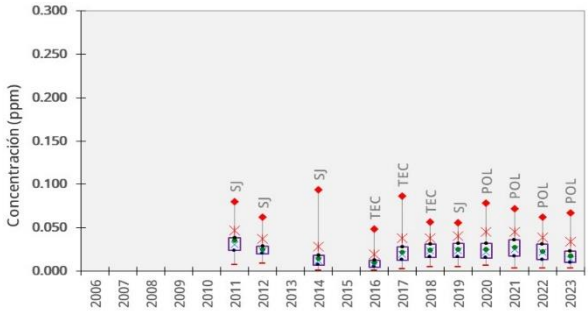
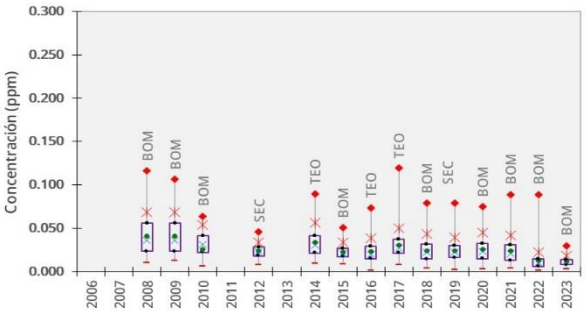


Figura 7.15. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2006 – 2023

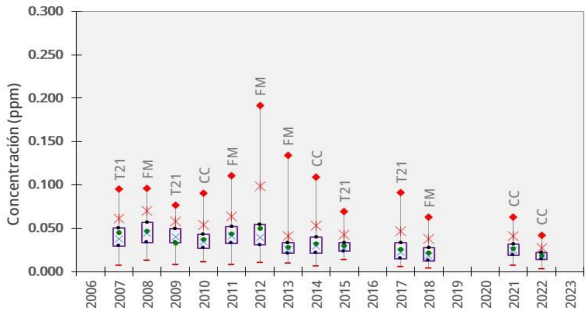
Celaya
(2006 – 2023)



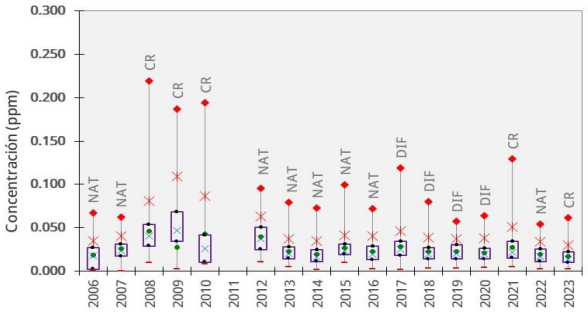
Irapuato
(2006 – 2023)



León
(2006 – 2023)



Salamanca
(2006 – 2023)



Silao
(2006 – 2023)

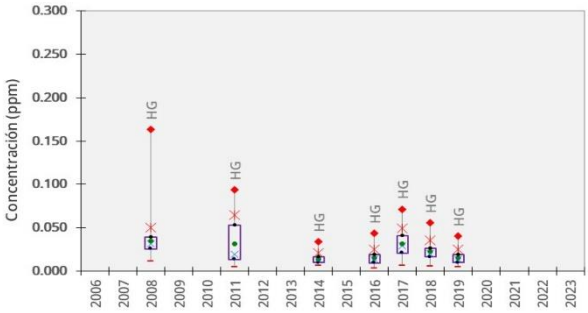
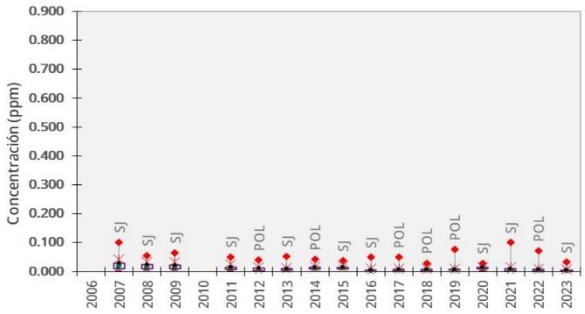
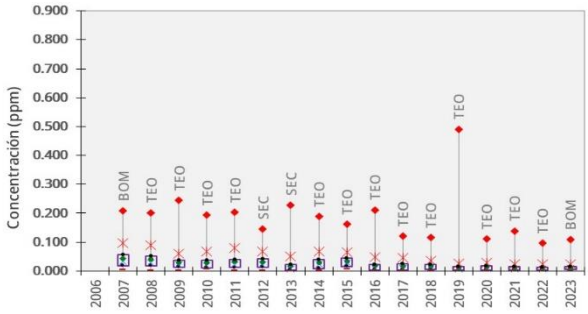


Figura 7.16. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximos), por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

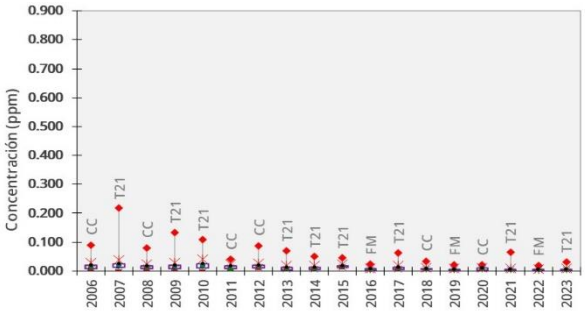
Celaya
(2006 – 2023)



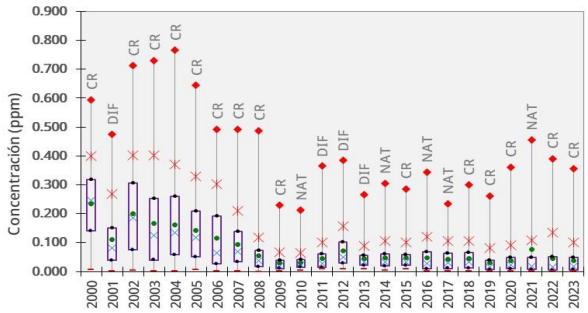
Irapuato
(2006 – 2023)



León
(2006 – 2023)



Salamanca
(2000 – 2023)



Silao
(2006 – 2023)

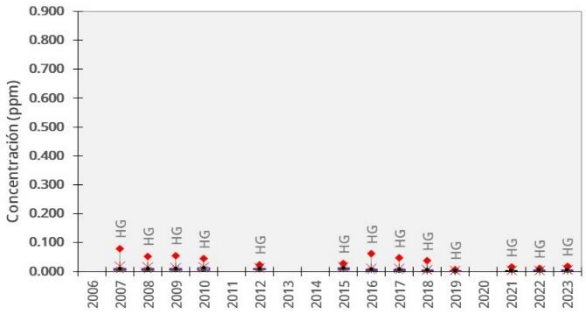
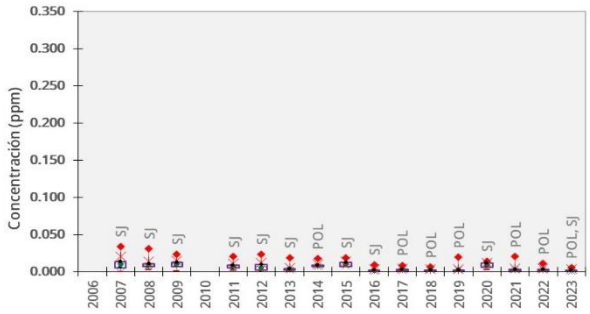
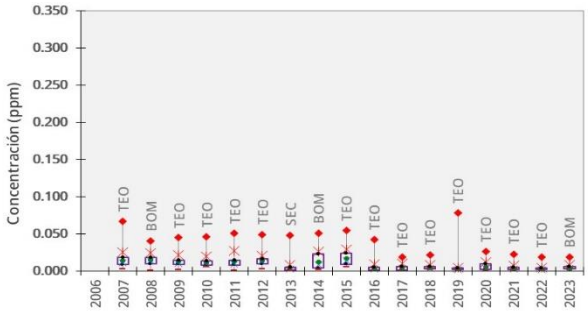


Figura 7.17. Guanajuato. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

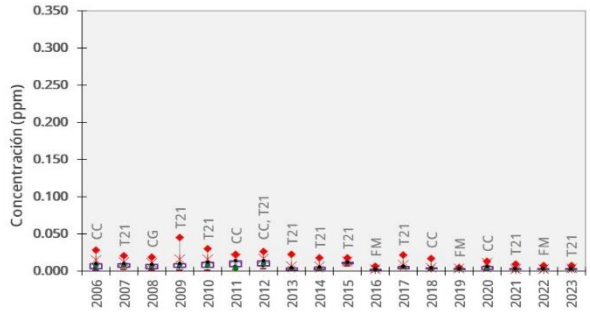
Celaya
(2006 – 2023)



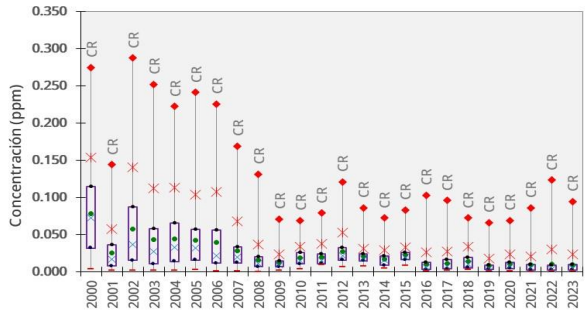
Irapuato
(2006 – 2023)



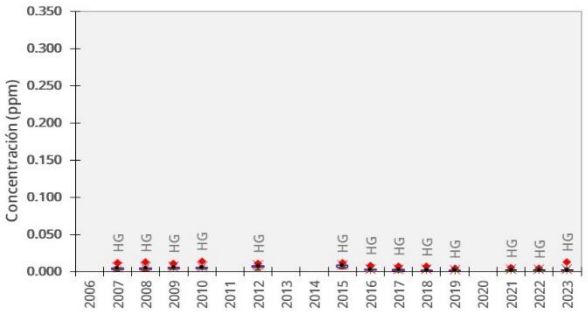
León
(2006 – 2023)



Salamanca
(2000 – 2023)



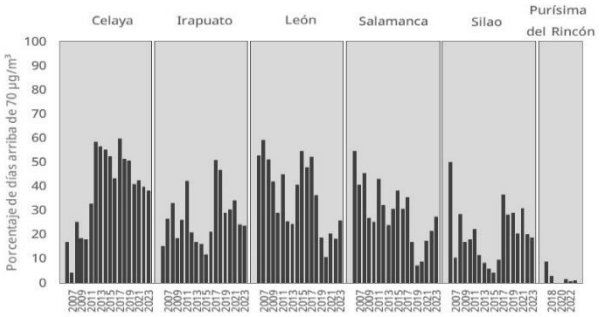
Silao
(2006 – 2023)



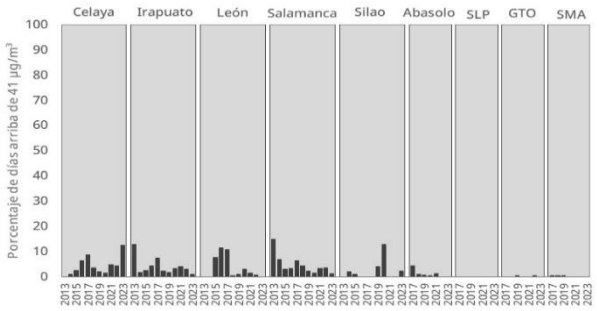
7.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 7.18. Guanajuato. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2000 – 2023

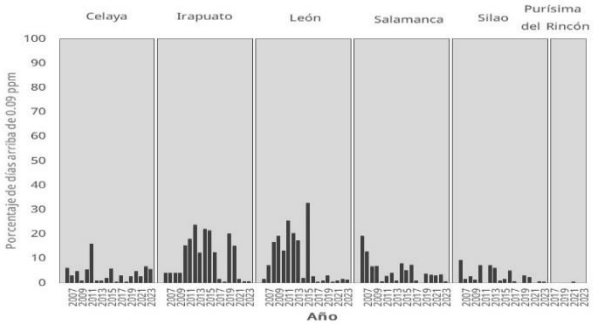
PM_{10} – Límite de 24 horas (2006 – 2023)



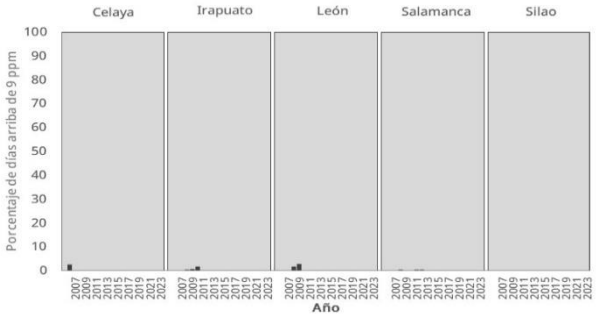
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2013 – 2023)



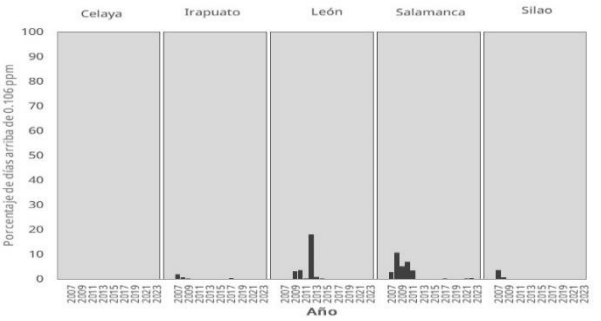
O_3 – Límite de 1 hora (2006 – 2023)



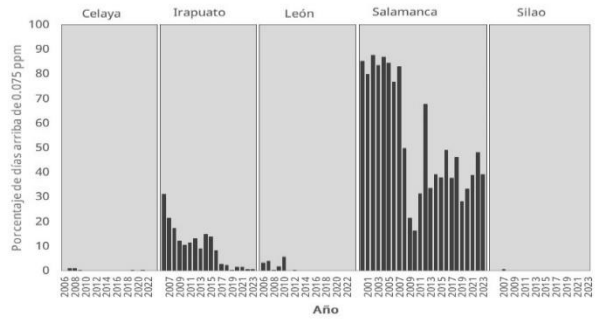
CO – Límite de 8 horas (2006 – 2023)



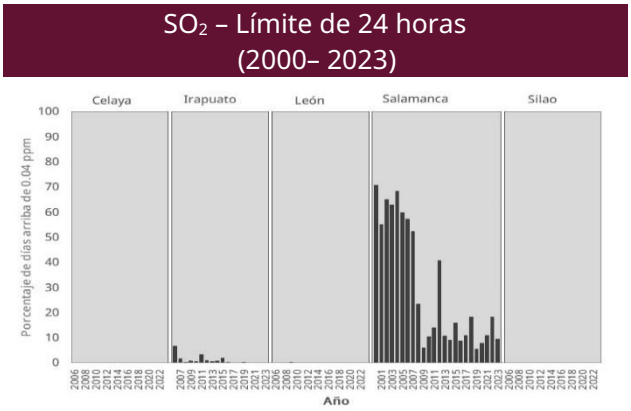
NO_2 – Límite de 1 hora (2006 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (2000 – 2023)



SLP = San Luis de la Paz, GTO = Guanajuato, SMA = San Miguel de Allende



7.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 7.19. Guanajuato. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2006 – 2023

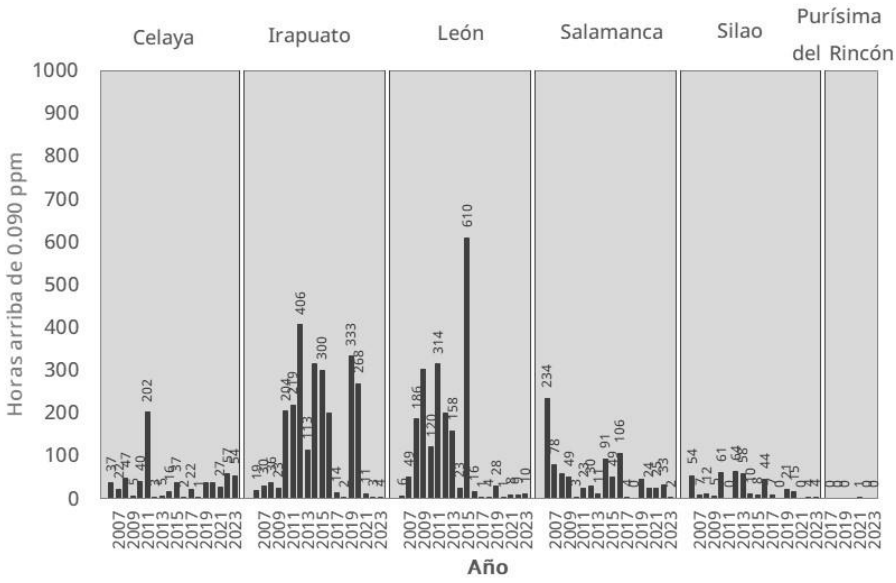
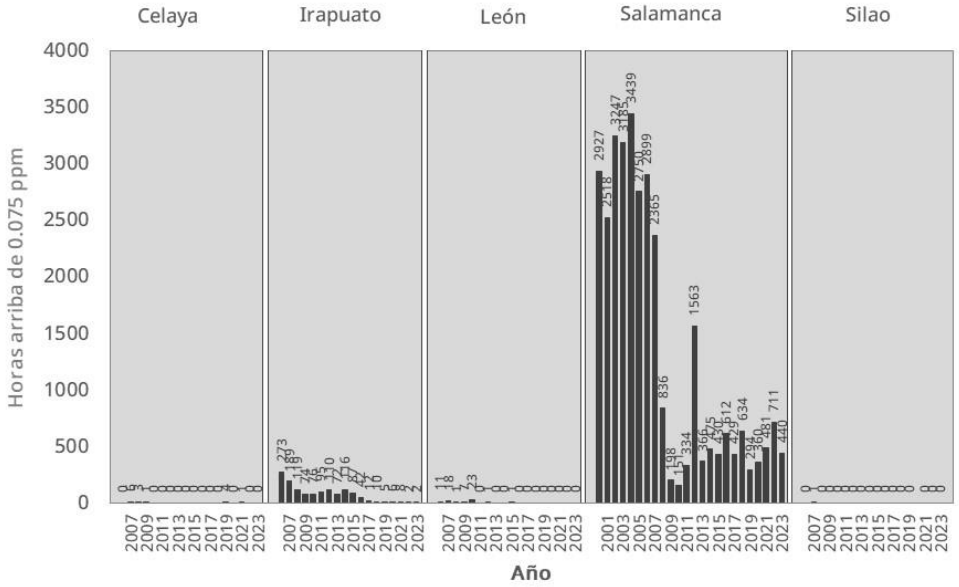


Figura 7.20. Guanajuato. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2000 – 2023



7.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 7.4. Guanajuato. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2000 – 2023

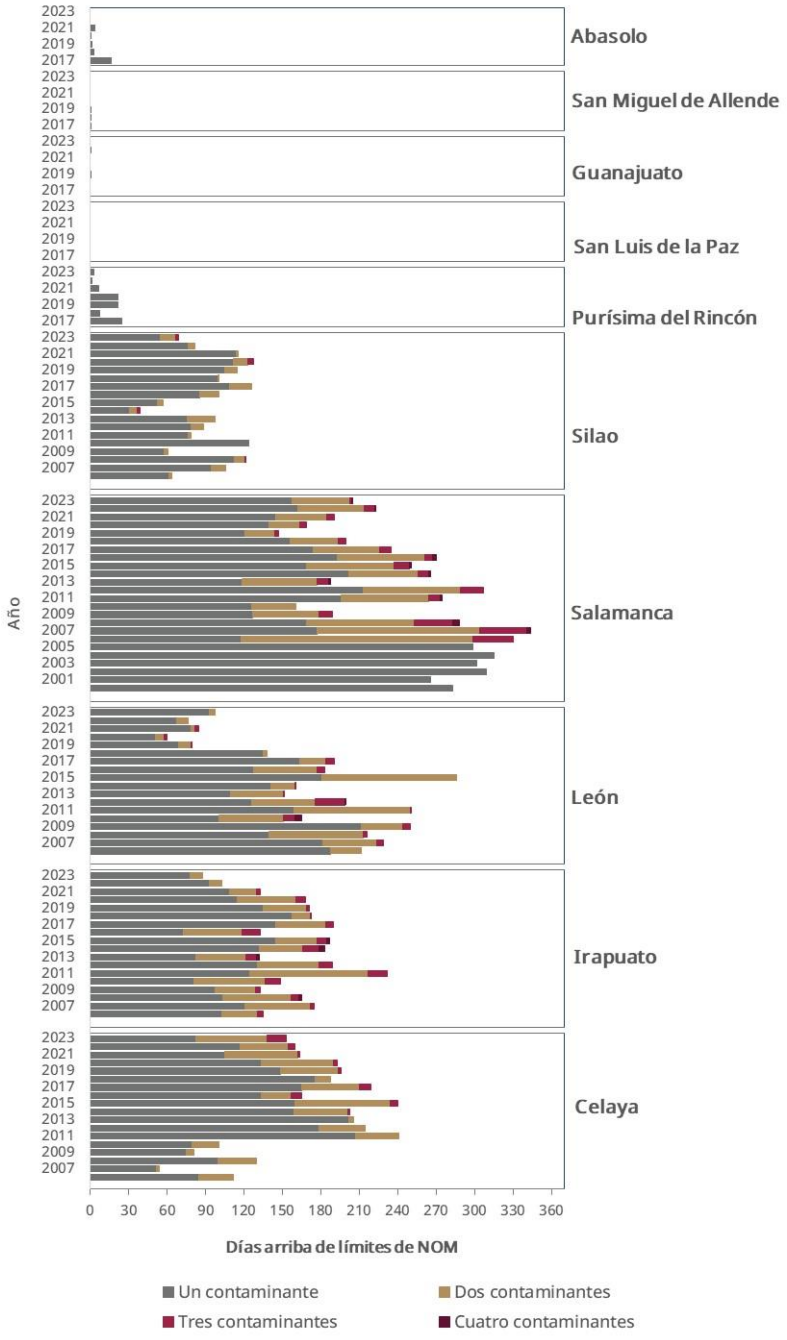
Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 Contaminante	2 Contaminantes	3 Contaminantes	4 Contaminantes
Celaya						
2006	365	112	85	27	0	0
2007	345	54	52	2	0	0
2008	366	130	100	30	0	0
2009	365	81	75	6	0	0
2010	365	101	80	21	0	0
2011	365	241	207	34	0	0
2012	366	215	179	36	0	0
2013	365	206	202	4	0	0
2014	365	203	159	42	2	0
2015	365	240	160	74	6	0
2016	366	165	134	23	8	0
2017	365	219	165	45	9	0
2018	365	188	176	12	0	0
2019	365	196	149	45	2	0
2020	366	193	134	56	3	0
2021	365	164	105	57	2	0
2022	365	160	117	38	5	0
2023	365	153	83	55	15	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
Irapuato						
2006	330	135	103	28	4	0
2007	362	175	121	51	3	0
2008	365	165	104	53	6	2
2009	365	133	98	31	4	0
2010	365	149	81	56	12	0
2011	365	232	125	92	15	0
2012	366	189	131	48	10	0
2013	365	132	83	39	8	2
2014	365	183	132	34	13	4
2015	365	187	145	32	8	2
2016	366	133	73	46	14	0
2017	365	190	145	39	6	0
2018	365	173	158	14	1	0
2019	365	171	135	34	2	0
2020	366	168	115	46	7	0
2021	365	133	109	21	3	0
2022	365	103	93	10	0	0
2023	365	88	78	10	0	0
León						
2006	356	212	188	24	0	0
2007	364	229	182	42	5	0
2008	366	216	140	73	3	0
2009	365	250	212	32	6	0
2010	365	165	101	50	9	5
2011	365	251	159	91	1	0
2012	366	200	126	50	23	1
2013	365	152	110	41	1	0
2014	365	161	141	19	1	0
2015	365	286	181	105	0	0
2016	366	183	128	49	6	0
2017	365	191	164	20	7	0
2018	365	138	135	3	0	0
2019	365	80	69	10	1	0
2020	364	60	51	7	2	0
2021	365	85	79	3	3	0
2022	365	77	68	9	0	0
2023	365	98	93	5	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	330	118	181	31	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
2007	365	344	177	127	37	3
2008	366	288	169	84	30	5
2009	365	189	127	52	10	0
2010	365	161	126	35	0	0
2011	365	275	196	68	9	2
2012	366	307	213	76	18	0
2013	365	188	119	58	9	2
2014	365	266	202	54	8	2
2015	365	251	169	68	12	2
2016	366	270	193	68	6	3
2017	365	235	174	52	9	0
2018	365	200	156	38	6	0
2019	365	147	121	23	3	0
2020	366	169	140	24	5	0
2021	365	191	145	40	6	0
2022	365	223	162	52	8	1
2023	365	205	158	45	1	1
Silao						
2006	227	64	62	2	0	0
2007	365	106	95	11	0	0
2008	350	122	113	8	1	0
2009	325	61	58	3	0	0
2010	364	124	124	0	0	0
2011	359	79	77	2	0	0
2012	361	89	79	10	0	0
2013	363	98	76	22	0	0
2014	364	39	31	6	2	0
2015	361	57	53	4	0	0
2016	363	101	86	15	0	0
2017	362	126	109	17	0	0
2018	363	101	100	1	0	0
2019	363	115	105	10	0	0
2020	324	128	112	11	5	0
2021	364	116	114	2	0	0
2022	346	82	77	5	0	0
2023	365	69	55	12	2	0
Purísima del Rincón						
2017	286	25	25	0	0	0
2018	307	8	8	0	0	0
2019	333	3	22	0	0	0
2020	363	22	22	0	0	0
2021	343	7	7	0	0	0
2022	329	2	2	0	0	0
2023	355	3	3	0	0	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
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
2021	314	0	0	0	0	0
2022	320	0	0	0	0	0
2023	325	0	0	0	0	0
Guanajuato						
2017	245	0	0	0	0	0
2018	350	0	0	0	0	0
2019	331	1	1	0	0	0
2020	349	0	0	0	0	0
2021	356	0	0	0	0	0
2022	298	1	1	0	0	0
2023	330	0	0	0	0	0
San Miguel de Allende						
2017	333	1	1	0	0	0
2018	346	1	1	0	0	0
2019	333	1	1	0	0	0
2020	351	0	0	0	0	0
2021	315	0	0	0	0	0
2022	353	0	0	0	0	0
2023	330	0	0	0	0	0
Abasolo						
2017	313	17	17	0	0	0
2018	299	3	3	0	0	0
2019	294	2	2	0	0	0
2020	311	1	1	0	0	0
2021	317	4	4	0	0	0
2022	328	0	0	0	0	0
2023	345	0	0	0	0	0

Figura 7.21. Guanajuato. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2000 – 2023



Hidalgo



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Hidalgo, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado (SEMARNATH), estuvo integrado por 16 estaciones de monitoreo distribuidas de la siguiente manera: 4 estaciones en la ciudad de Pachuca de Soto y una estación en cada uno de los siguientes municipios: Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo de Bravo, Zapotlán de Juárez y Mixquiahula de Juárez. Para este año los datos disponibles revelaron que:

- En Tizayuca y Tulancingo se registró cumplimiento de las normas de calidad del aire para monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. En Atitalaquia y Atotonilco las de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. En Tepeji del Río sólo la NOM de CO. En Tepeapulco las NOM de ozono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. En Huichapan las de partículas PM_{10}, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. En Zapotlán de Juárez la de partículas PM_{10}. Finalmente, en Tula de Allende y en Mixquiahuala de Juárez, no se pudo realizar evaluación de cumplimiento de ninguno de los contaminantes medidos por insuficiencia de información.

- En Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tlaxcoapan, Tizayuca y Tulancingo, se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas PM_{10}, en tanto que el incumplimiento de los límites normados con respecto a $PM_{2.5}$ ocurrió en Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Lolotla y Tulancingo.

- Las concentraciones más altas tanto de PM_{10} como de $PM_{2.5}$ se registraron en Atotonilco y Atitalaquia, sitios en donde se registró la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de ambos contaminantes. En el caso de las PM_{10} el total de días al año en esta condición fue de 162 y 59, en tanto que en el caso de las $PM_{2.5}$ fue de 9 y 4, respectivamente.

- A lo largo del año, en la mayoría de las ciudades de Hidalgo las concentraciones más altas de PM_{10} se registraron entre noviembre y junio. Esto es particularmente evidente en Atotonilco, que muestra la serie de datos más completa a lo largo del año. En el caso de las $PM_{2.5}$ este comportamiento se puede observar con claridad en Atotonilco, Tepeji y Tulancingo. A lo largo de los años, las PM_{10} muestran una tendencia muy estable en los niveles de concentración registrados en todas las ciudades. Sólo Tulancingo muestra una leve tendencia al alza en el periodo 2020 a 2023. En el caso de las $PM_{2.5}$ no es posible establecer ningún tipo de tendencia dada la escasez de información.

- Se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a ozono en Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Huichapan y Tulancingo. En tanto que en Pachuca y en Mixquiahuala, no fue posible realizar la evaluación de cumplimiento de NOM por insuficiencia de información.

- Las concentraciones más altas de ozono se registraron en Tepeji del Río, ciudad en la que también se registró la mayor cantidad de días con concentraciones superiores a algunos de los límites normados de protección a la salud

con respecto a este contaminante con un total de 99, lo que representa el 30 % de los días del año.

- En general, el periodo del año donde se registraron las concentraciones más altas de ozono en la mayoría de las ciudades de Hidalgo que midieron este contaminante fue entre febrero y junio, en tanto que, a lo largo de los años, no fue posible establecer alguna tendencia pues se observan variaciones aleatorias tanto al alza como a la baja a lo largo del tiempo. Sólo en Tepeji del Río se empieza a establecer una tendencia creciente en los niveles de concentración registrados en el periodo 2020 a 2023.

- Con respecto al dióxido de azufre destaca el incumplimiento de los límites normados de protección a la salud en Atitalaquia, Atotonilco y Tepeji del Río. En los tres sitios se registraron concentraciones superiores al límite normado de una hora. Las concentraciones más altas se registraron en Tepeji, seguida por las de Atitalaquia. En estos sitios también se registraron con mayor frecuencia niveles de concentración superiores a los límites normados, con un total de 56 y 40 días en esta condición, respectivamente. Tula de Allende registró una cantidad aun mayor de días con concentraciones superiores a los límites normados, pero esto no se vio reflejado en incumplimiento de NOM debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos que establece la propia normatividad para asumir como válida tal evaluación.

- Los límites normados de protección a la salud con respecto a dióxido de nitrógeno sólo fueron superados en Tepeji del Río y ello ocurrió en un total de ocho días a lo largo del año.

- El número total de días del año 2023 en que se superó al menos un límite normado de cualquier contaminante fue de 58 en Pachuca, 64 en Tula de Allende, 39 en Tizayuca, 88 en Atitalaquia, 167 en Atotonilco, 30 en Tulancingo, 1 en Huichapan, 11 en Tepeapulco, 145 en Tepeji del Río y 3 en Mixquiahuala de Juárez.

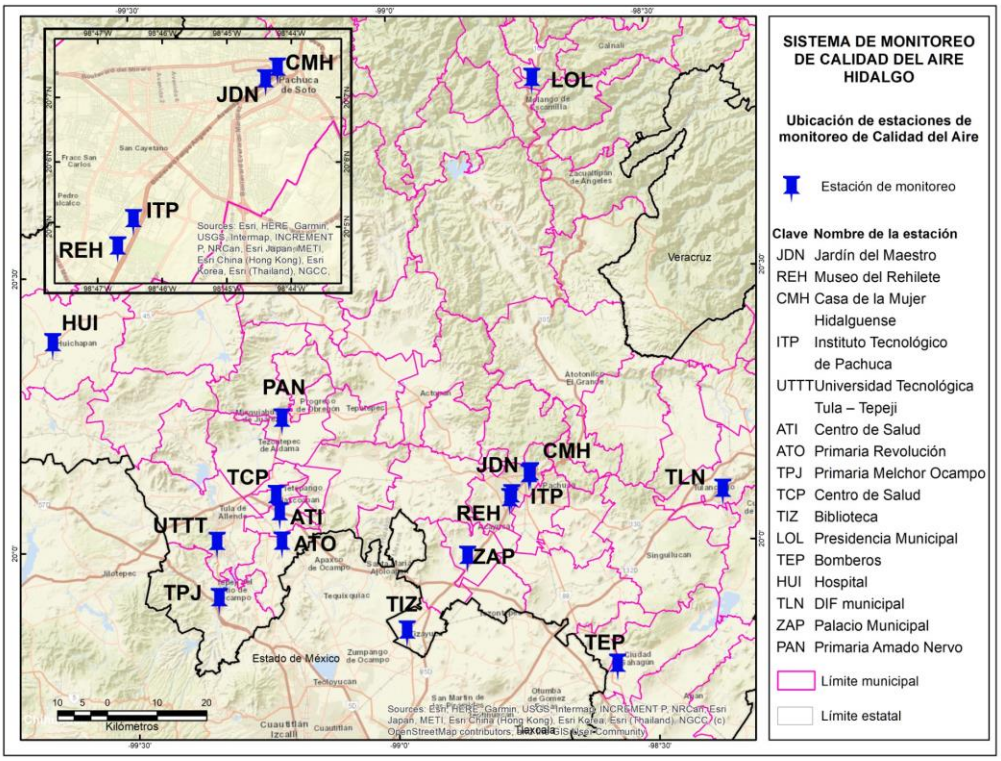
8.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 8.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2023 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
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	Universidad Tecnológica de Tula Tepeji	UTTT	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 de Ocampo	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 de Bravo	DIF Municipal	TLN	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zapotlán de Juárez	Palacio Municipal	ZAP	Manual (2014)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Mixquiahuala de Juárez	Primaria Amado Nervo	PAN	Automático (2023)	✓	✓	✓	✓	¤	¤

¤ = 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 Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.

Figura 8.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Hidalgo, 2023

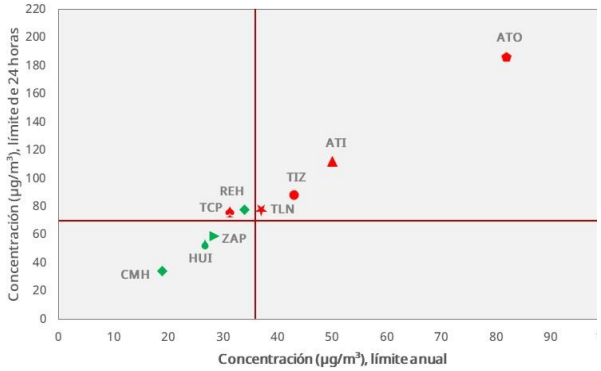


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.

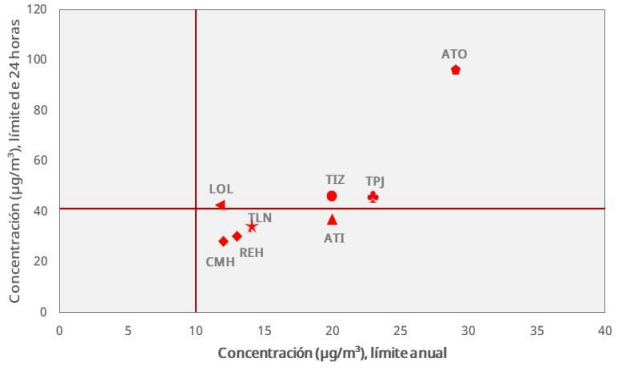
8.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 8.2. Hidalgo. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

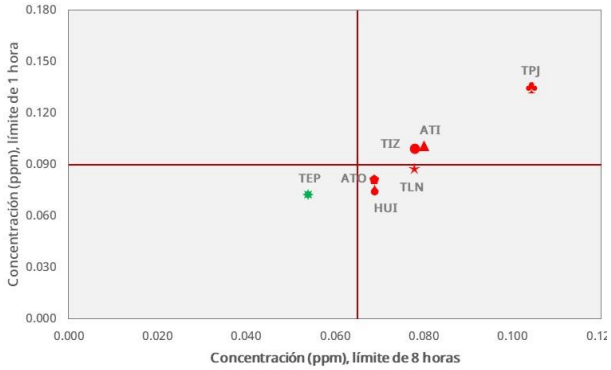
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



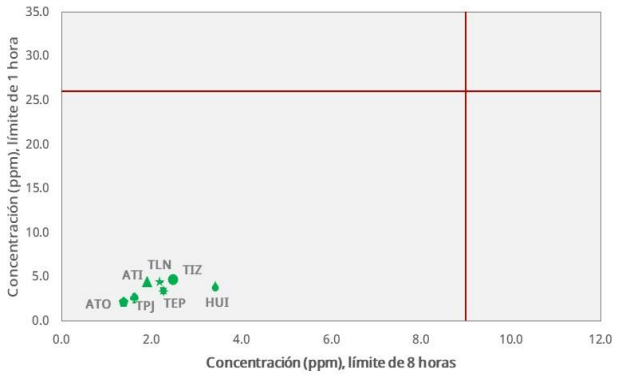
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



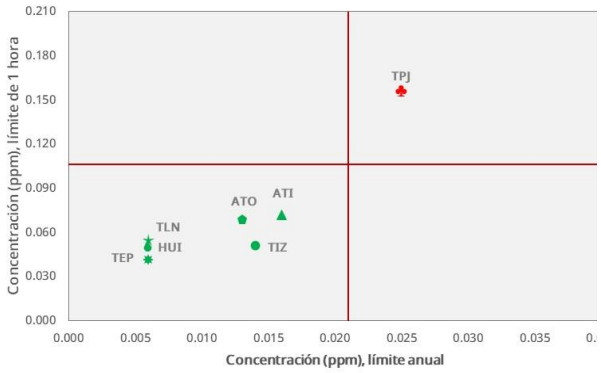
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



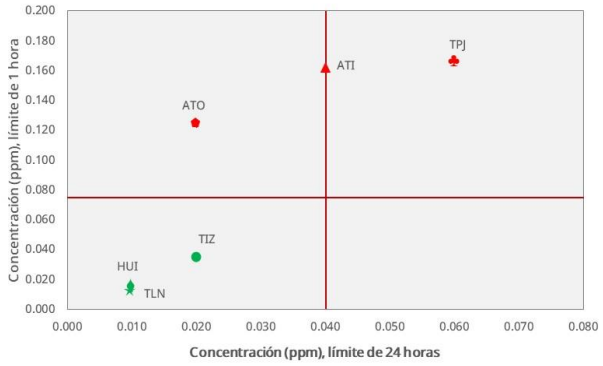
Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)



◆ Pachuca
JDN – Jardín del Maestro
REH – Museo del Rehilete
CMH – Casa de la Mujer Hidalguense
ITP – Instituto Tecnológico de Pachuca

■ Tula de Allende
UTTT – Universidad Tecnológica de Tula Tepeji

▲ Atitalaquia
ATI – Centro de Salud

⬟ Atotonilco
ATO – Primaria Revolución

♣ Tepeji del Río
TPJ – Primaria Melchor Ocampo

♠ Mixquiahuala de Juárez
PAN – Primaria Amado Nervo

♠ Tlaxcoapan
TCP – Centro de Salud

● Tizayuca
TIZ – Biblioteca

◀ Lolotla
LOL – Presidencia Municipal

✸ Tepeapulco
TEP – Bomberos

♦ Huichapan
HUI–Hospital

★ Tulancingo de Bravo
TLN – DIF Municipal

▶ Zapotlán de Juárez
ZAP – Palacio Municipal

Tabla 8.2. Hidalgo. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Pachuca				Tula de Allende UTTT	Atitalaquia ATI	Atotonilco ATO	Tepeji del Río TPJ
			JDN	REH	CMH	ITP				
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	DI	78	34	DI	DI	112	187	DI
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	DI	34	19	DI	DI	50	82	DI
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	30	28	¤	DI	37	96	44
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	DI	13	12	¤	DI	20	29	23
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	DI	DI	¤	¤	DI	0.101	0.080	0.136
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	DI	DI	¤	¤	DI	0.080	0.069	0.104
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	DI	2.0	¤	¤	DI	4.5	2.3	2.8
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	DI	DI	¤	¤	DI	1.9	1.4	1.6
(4) NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	DI	DI	¤	¤	DI	0.072	0.069	0.154
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	DI	DI	¤	¤	DI	0.016	0.013	0.025
(3) SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	¤	¤	DI	0.162	0.123	0.166
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	DI	¤	¤	DI	0.04	0.02	DI

(1) NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
(2) NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
(3) NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
(4) NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
(5) NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b)

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Contaminante	Límite normado		Tlaxcoapan TCP	Tizayuca TIZ	Lolotla LOL	Tepeapulco TEP	Huichapan HUI	Tulancingo TLN	Zapotlán de Juárez ZAP	Mixquiahuala de Juárez PAN
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	76	88	¤	DI	52	78	59	DI
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	31	43	¤	DI	27	37	28	DI
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	¤	46	41	DI	DI	32	¤	DI
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	¤	20	12	DI	DI	14	¤	DI
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	¤	0.099	¤	0.073	0.075	0.087	¤	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	¤	0.078	¤	0.054	0.069	0.078	¤	DI
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	¤	4.7	¤	3.6	3.6	4.3	¤	¤
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	¤	2.5	¤	2.2	3.4	2.2	¤	¤
(4) NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	¤	0.051	¤	0.043	0.050	0.053	¤	¤
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	¤	0.014	¤	0.006	0.006	0.006	¤	¤
(5) SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	¤	0.035	¤	DI	0.013	0.012	¤	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	¤	0.02	¤	0.01	0.01	0.01	¤	DI

(1) NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
(2) NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
(3) NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
(4) NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
(5) NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b)

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Tabla 8.3. Hidalgo. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

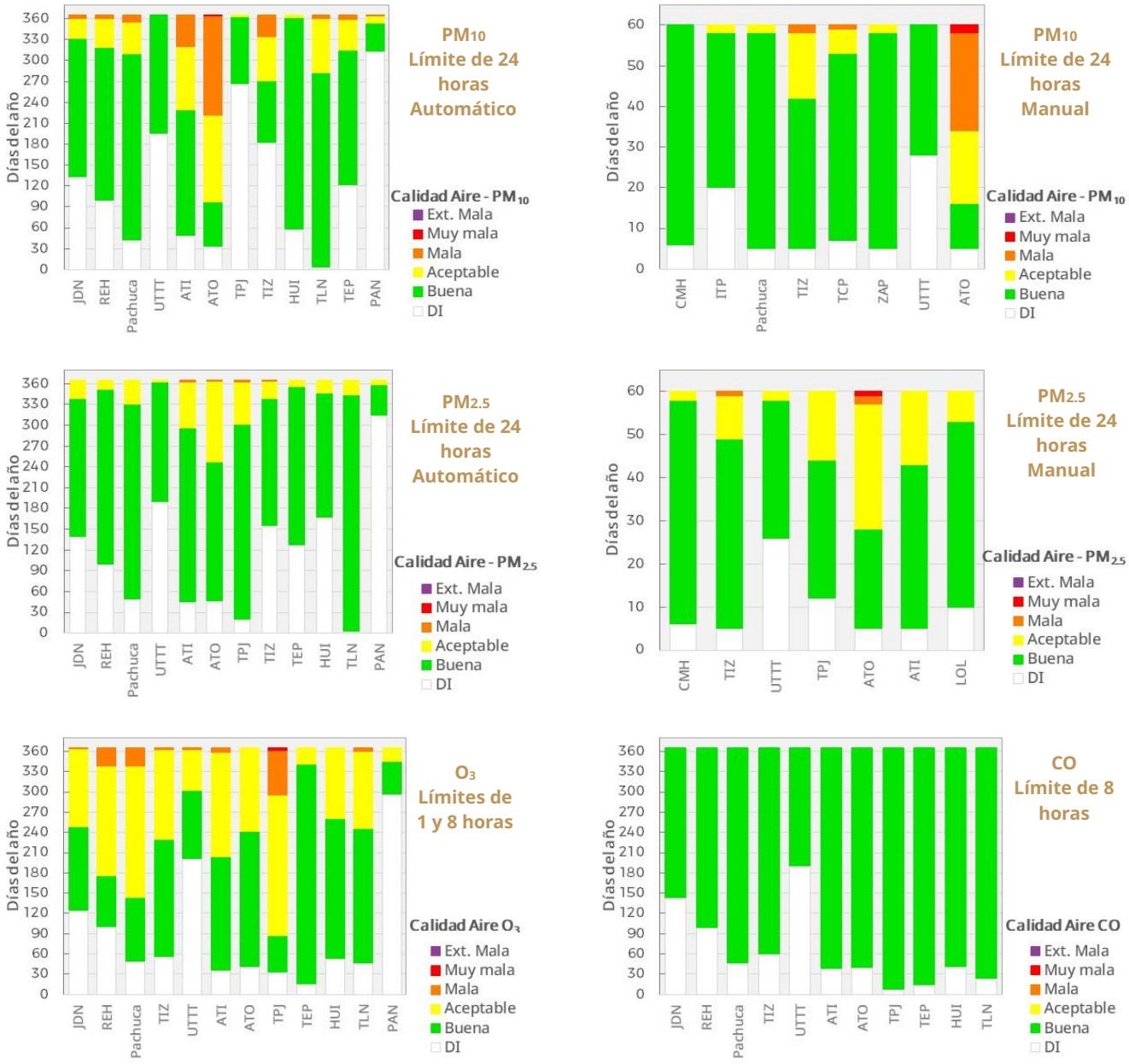
Ciudad		Pachuca	Tula de Allende	Atitalaquia	Atotonilco	Tepeji del Río	Tizayuca	Tepeapulco	Huichapan	Tulancingo	Tlaxcoapan*	Lolotla*	Zapotlán de Juárez*	Mixquia-huala de Juárez
PM_{10}	No. días con datos válidos	323	169	316	331	98	182	244	307	362	53	¤	55	51
	No. días > 70 µg/m³	14	0	59	162	0	35	11	0	8	1	¤	0	1
	% días > 70 µg/m³	4.3	0.0	18.7	48.9	0.0	19.2	4.5	0.0	2.2	1.9	¤	0.0	2.0
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	315	175	320	318	345	209	238	197	362	¤	50	¤	51
	No. días > 41 µg/m³	0	0	4	9	3	1	0	0	0	¤	0	¤	0
	% días > 41 µg/m³	0.0	0.0	1.3	2.8	0.9	0.5	0.0	0.0	0.0	¤	0.0	¤	0.0
O_3	No. días con datos válidos	316	164	329	324	332	309	349	311	318	¤	¤	¤	68
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	48	5	8	1	99	6	0	1	22	¤	¤	¤	1
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	15.2	3.0	2.4	0.3	29.8	1.9	0.0	0.3	6.9	¤	¤	¤	1.5
CO	No. días con datos válidos	325	177	329	333	360	312	353	326	346	¤	¤	¤	¤
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤
	% días > 26 o 9 ppm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	¤	¤	¤	¤
NO_2	No. días con datos válidos	303	180	318	305	360	310	323	266	318	¤	¤	¤	¤
	No. días > 0.106 ppm	0	0	0	0	8	0	0	0	0	¤	¤	¤	¤
	% días > 0.106 ppm	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	¤	¤	¤	¤
SO_2	No. días con datos válidos	319	185	334	339	328	310	303	317	346	¤	¤	¤	39
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	60	40	17	56	2	0	0	0	¤	¤	¤	1
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	0.0	32.4	12.0	5.0	17.1	0.6	0.0	0.0	0.0	¤	¤	¤	2.6

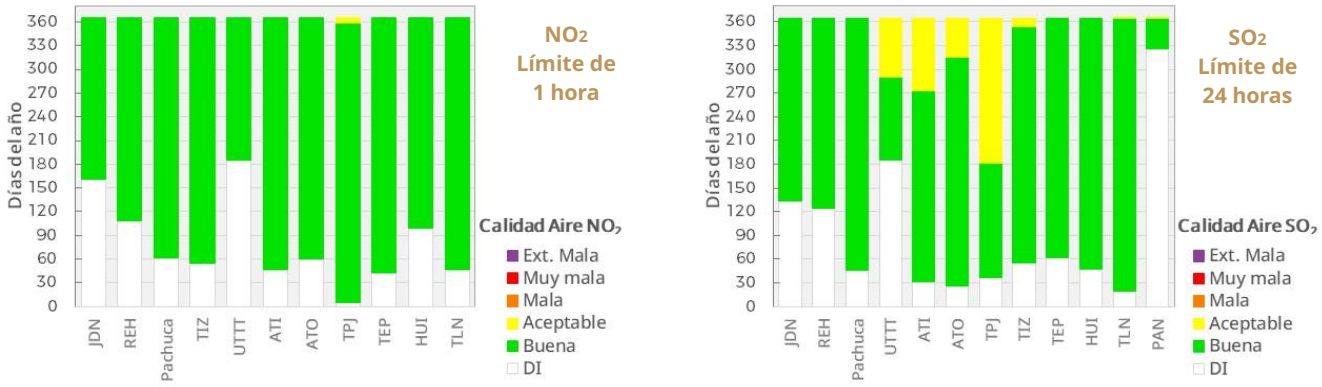
***** Monitoreo manual

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

8.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 8.3. Hidalgo. Número de días según condición de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo en el año 2023





Pachuca
JDN – Jardín del Maestro
REH – Museo del Rehilete
CMH – Casa de la Mujer Hidalguense
ITP – Instituto Tecnológico de Pachuca

Tula de Allende
UTTT – Universidad Tecnológica de Tula Tepeji

Atitalaquia
ATI – Centro de Salud

Mixquiahuala de Juárez
PAN – Primaria Amado Nervo

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

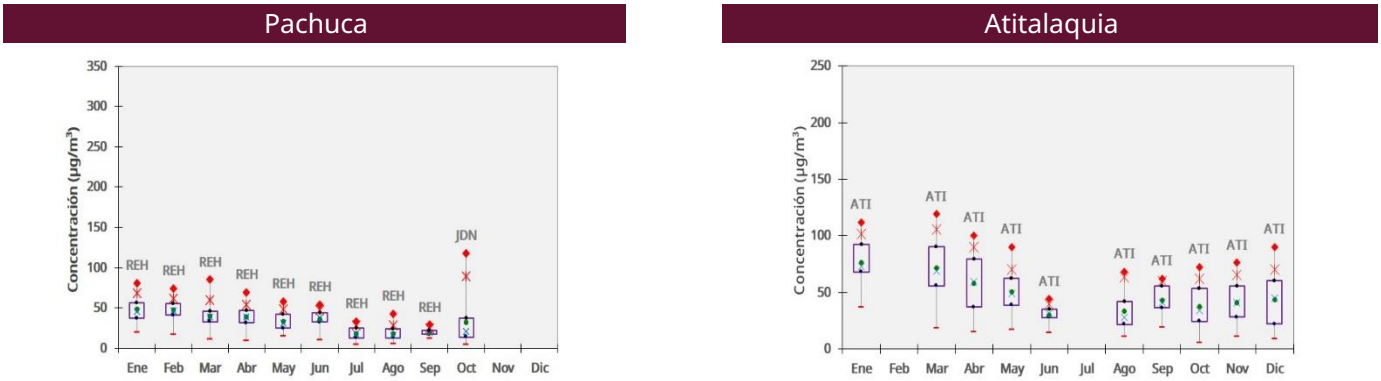
Tulancingo de Bravo
TLN – DIF Municipal

Zapotlán de Juárez
ZAP – Palacio Municipal

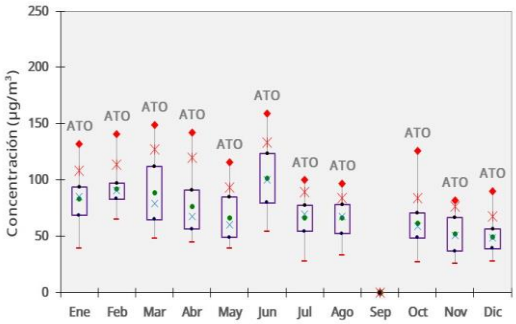
8.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 8.4. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

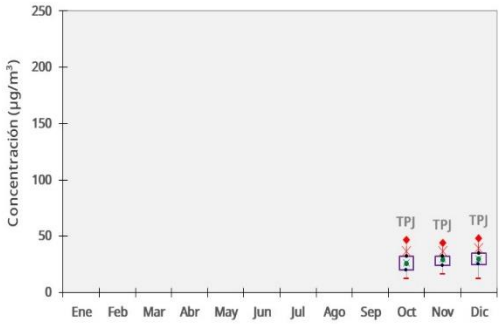
Promedio de 24 horas



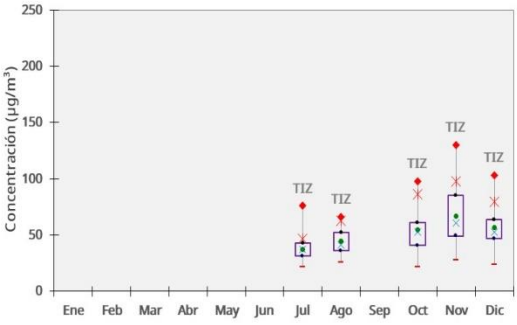
Atotonilco



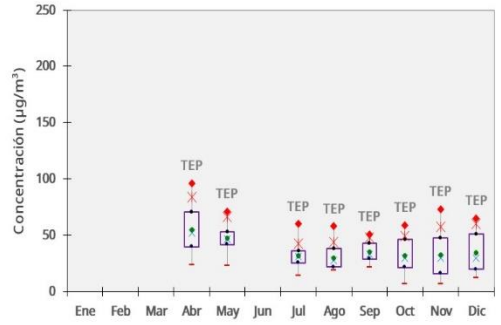
Tepeji del Río



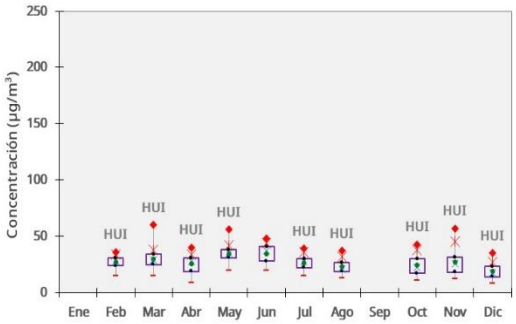
Tizayuca



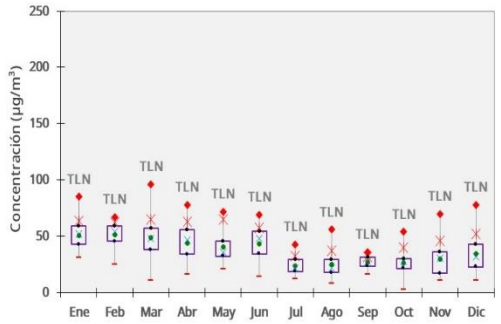
Tepeapulco



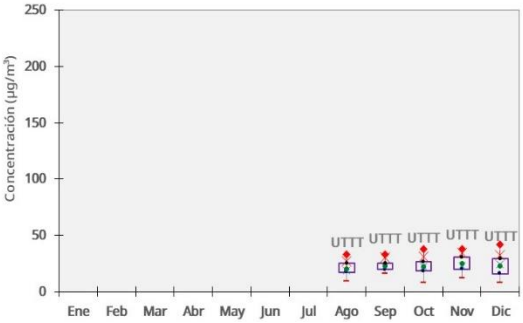
Huichapan



Tulancingo



Tula de Allende



Mixquiahuala de Juárez

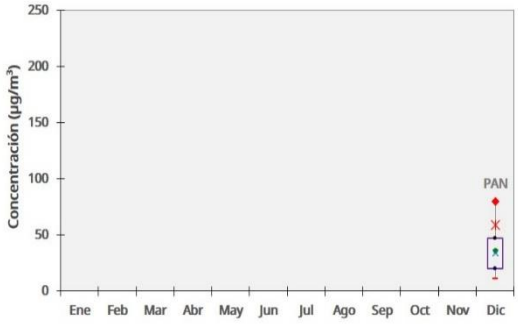
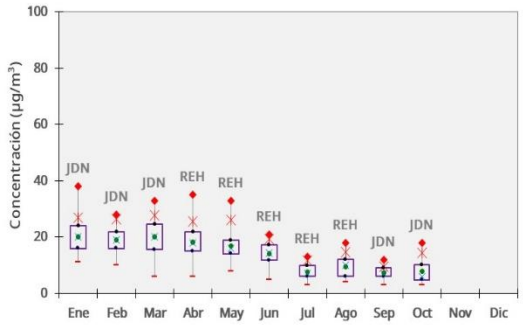


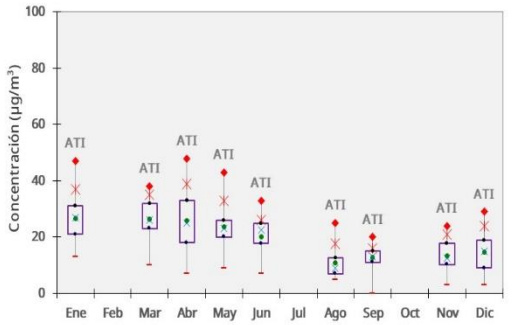
Figura 8.5. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

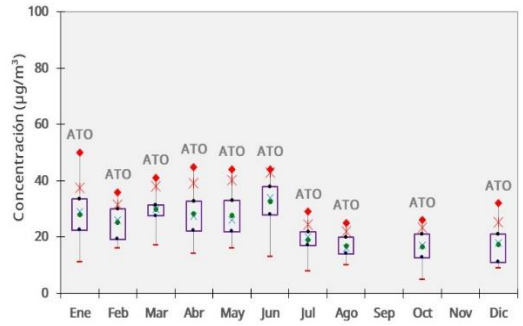
Pachuca



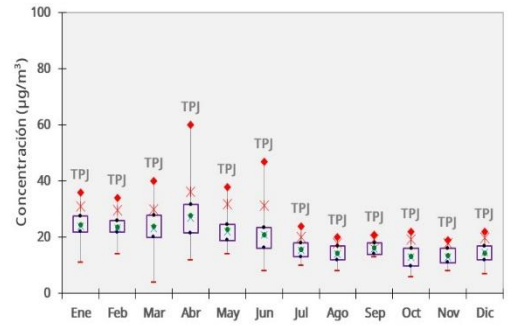
Atitalaquia



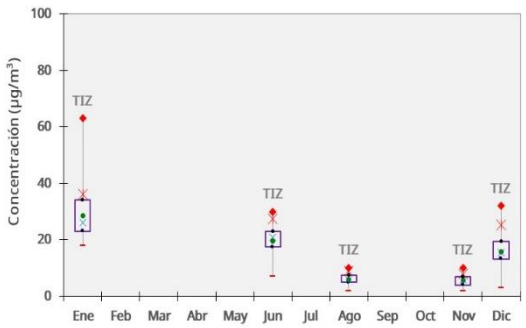
Atotonilco



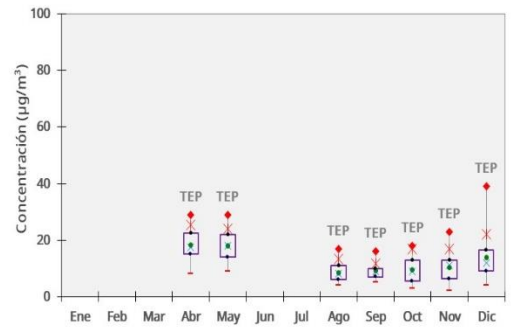
Tepeji del Río



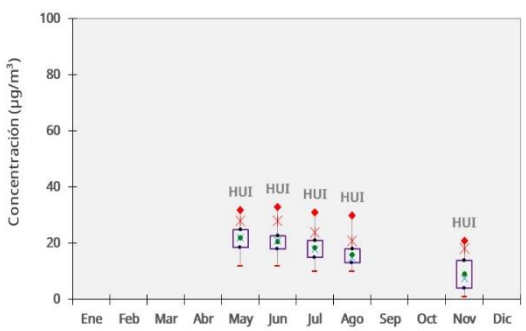
Tizayuca



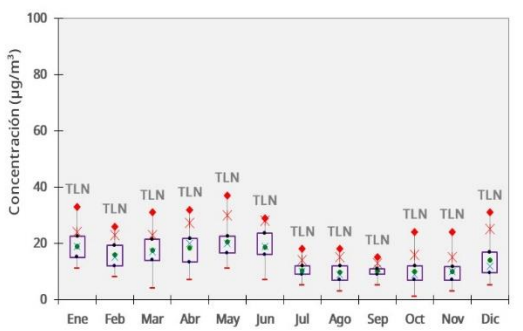
Tepeapulco



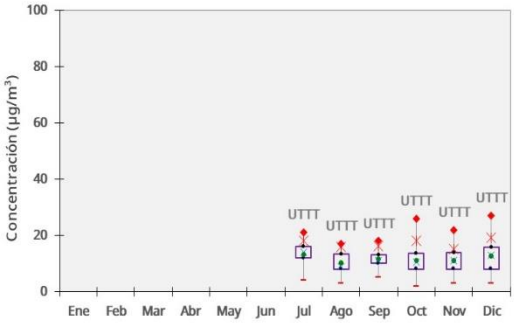
Huichapan



Tulancingo



Tula de Allende



Mixquiahuala de Juárez

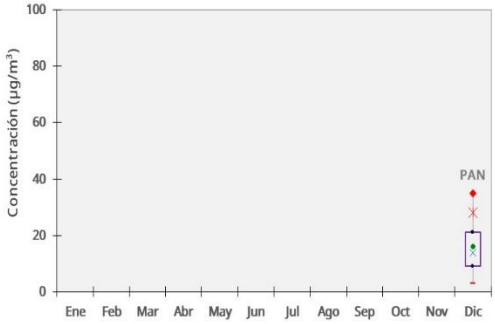
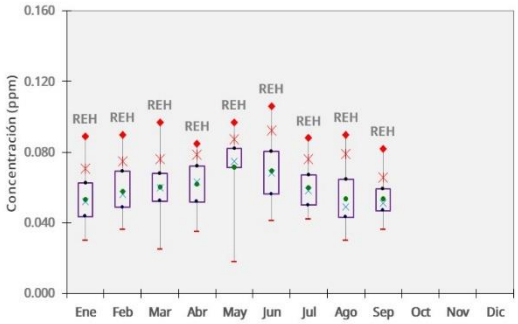


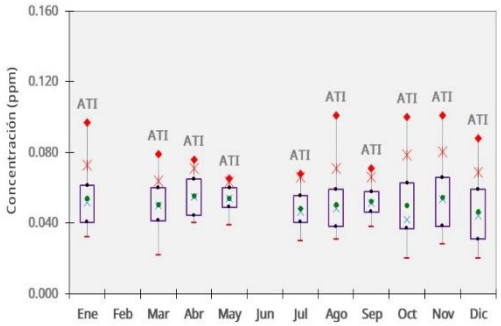
Figura 8.6. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

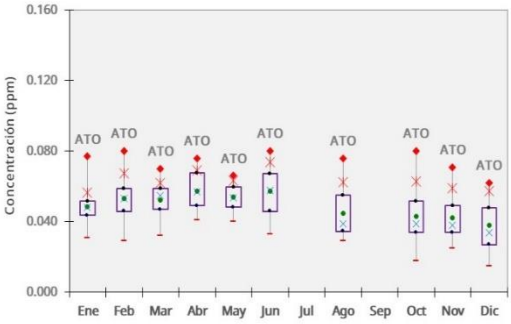
Pachuca



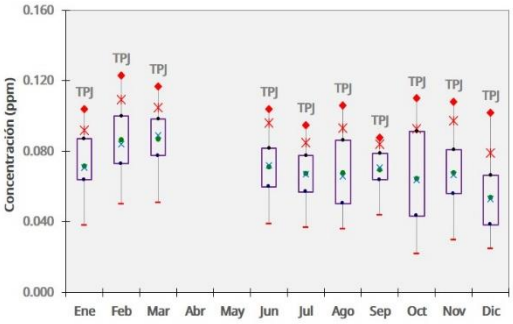
Atitalaquia



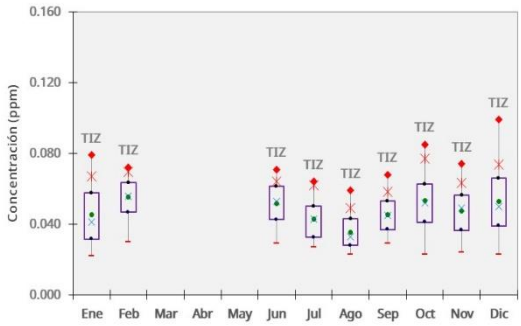
Atotonilco



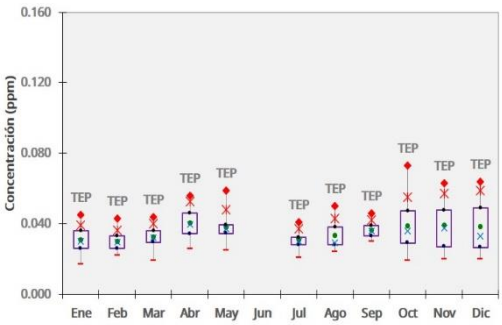
Tepeji del Río



Tizayuca



Tepeapulco



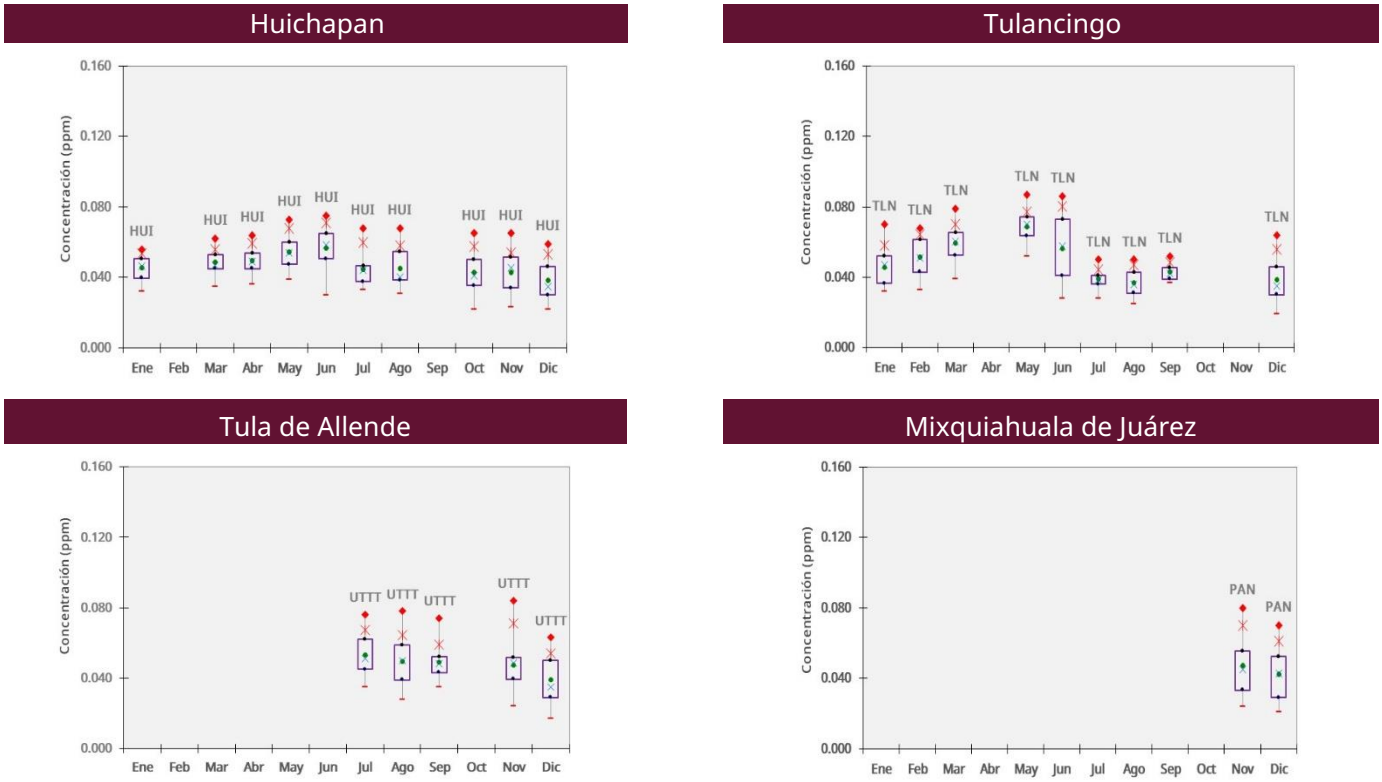
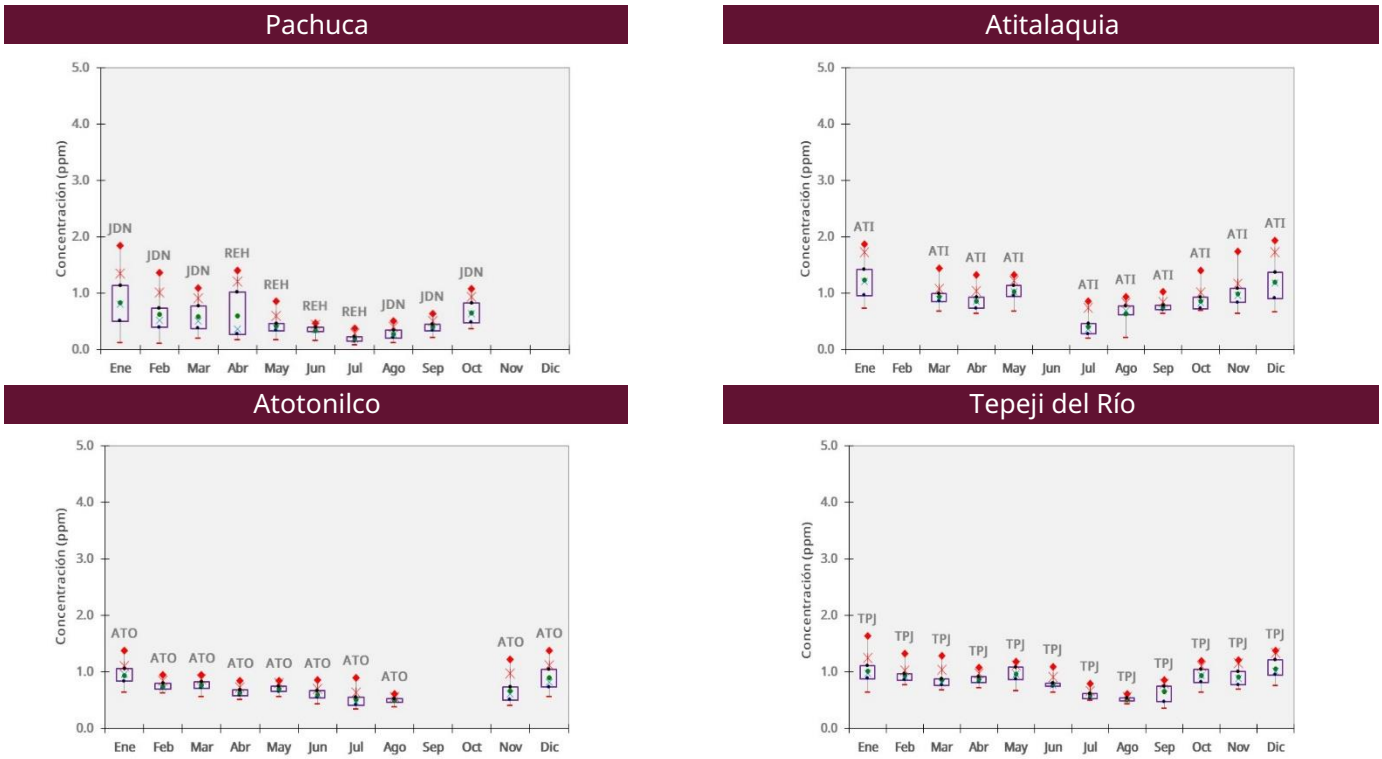


Figura 8.7. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas



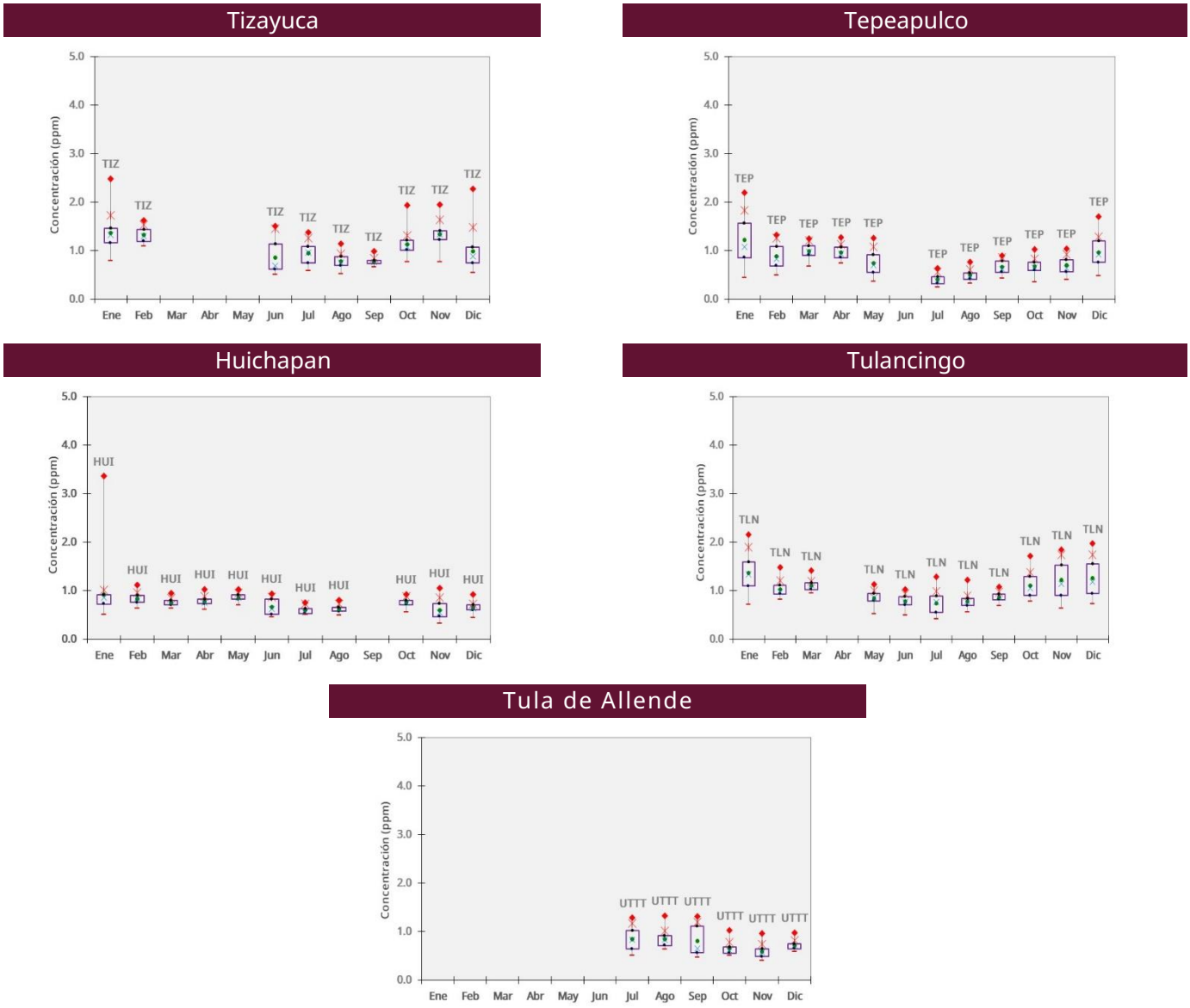
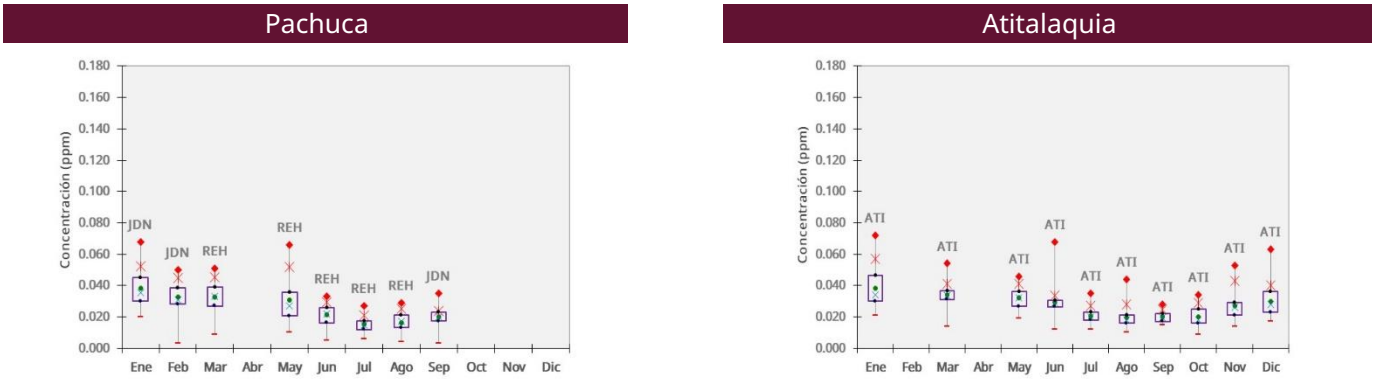
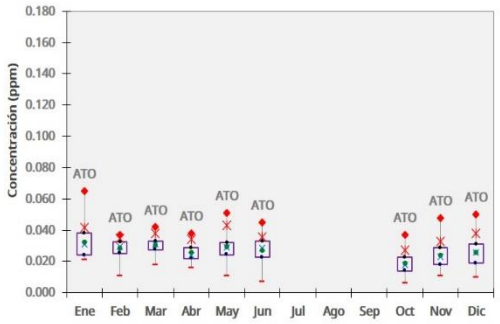


Figura 8.8. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

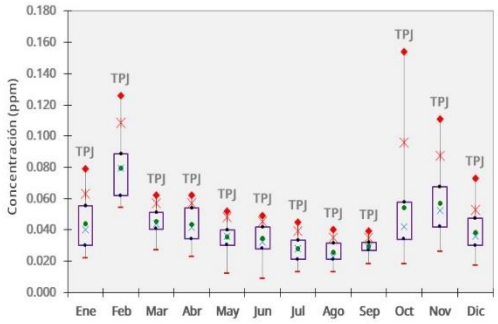
Máximo diario de 1 hora



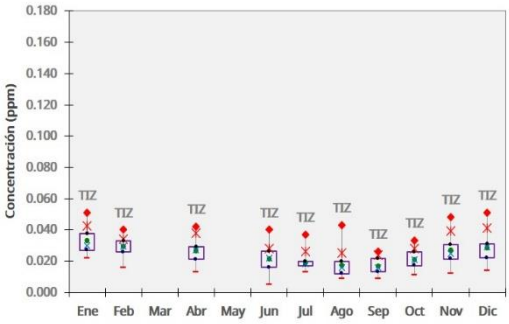
Atotonilco



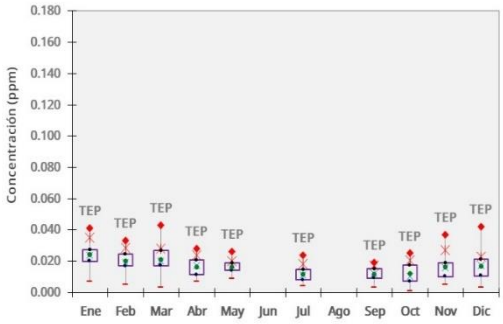
Tepeji del Río



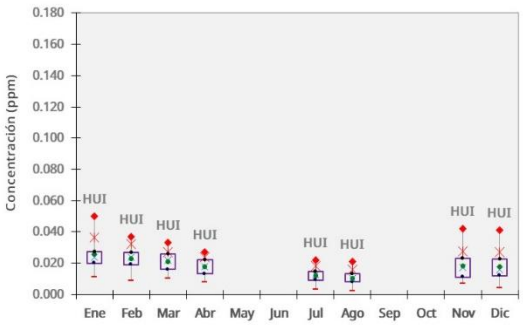
Tizayuca



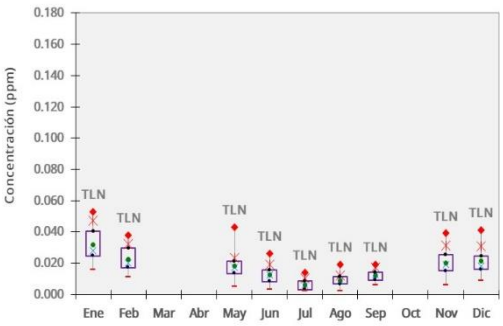
Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo



Tula de Allende

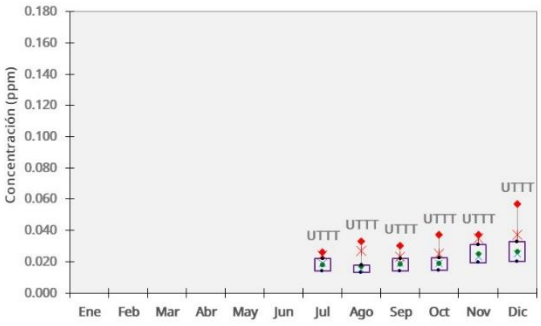
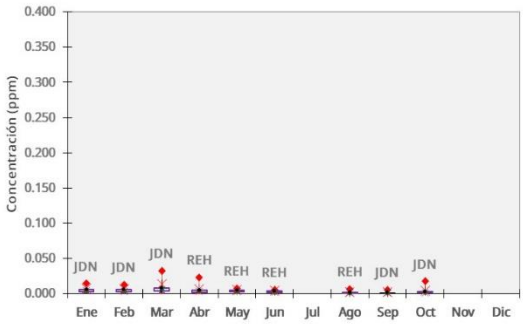


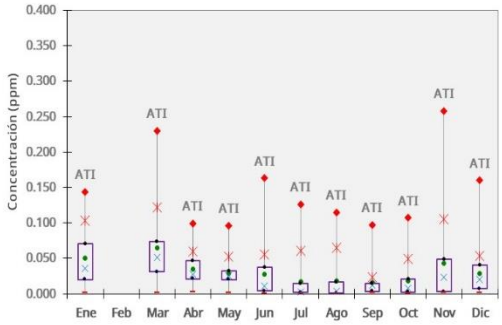
Figura 8.9. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

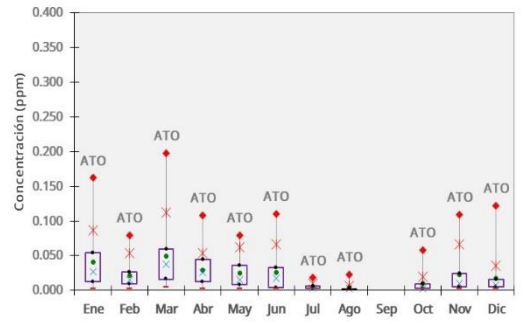
Pachuca



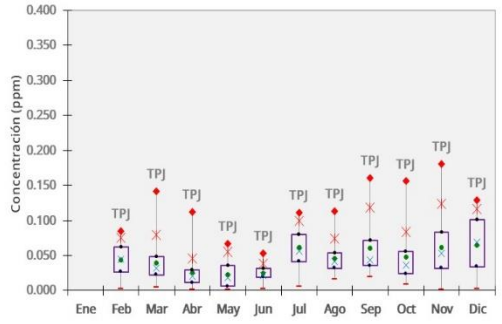
Atitalaquia



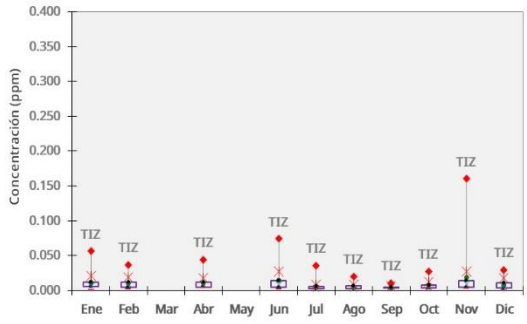
Atotonilco



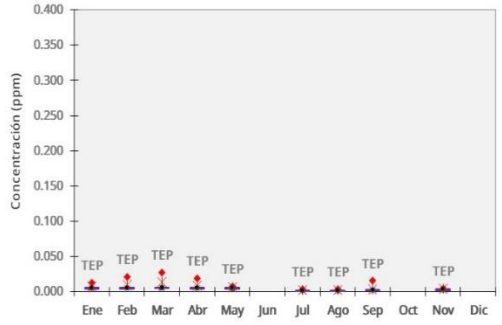
Tepeji del Río



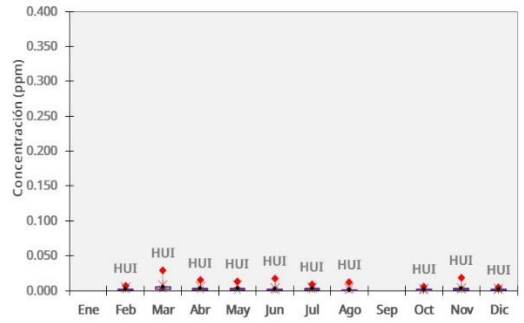
Tizayuca



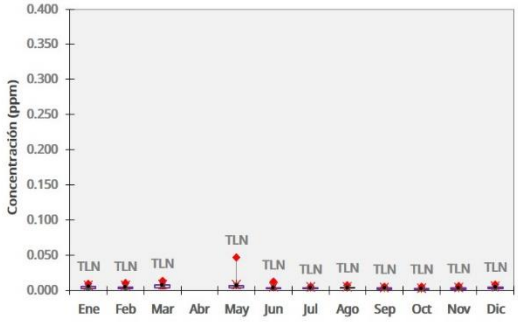
Tepeapulco



Huichapan



Tulancingo



Tula de Allende

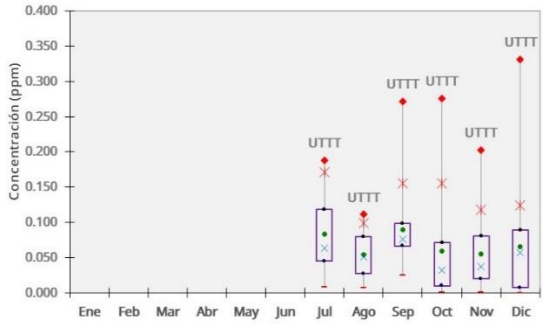
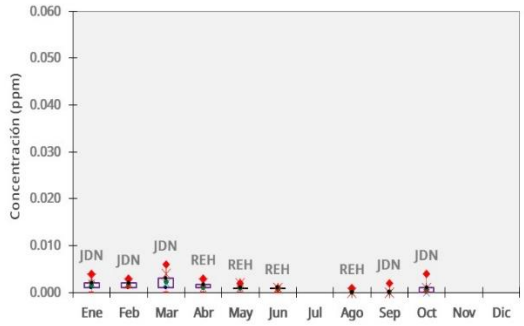


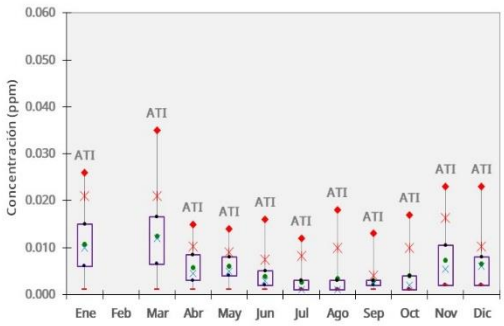
Figura 8.10. Hidalgo. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

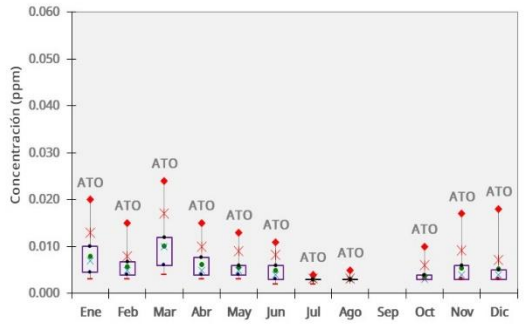
Pachuca



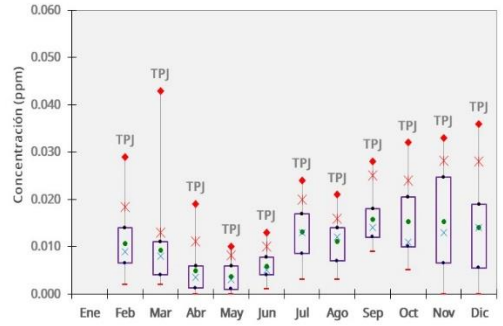
Atitalaquia



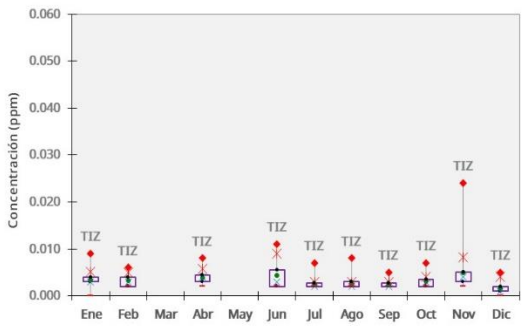
Atotonilco



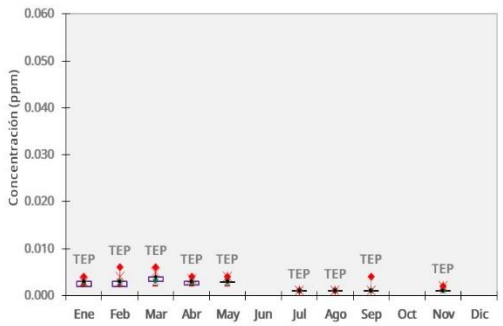
Tepeji del Río



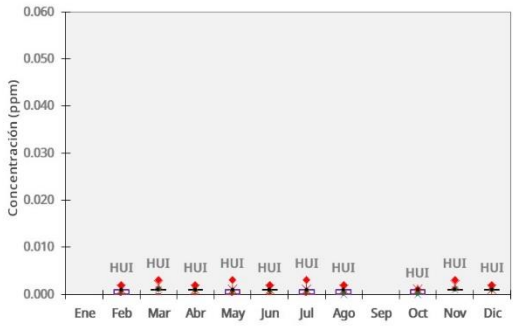
Tizayuca



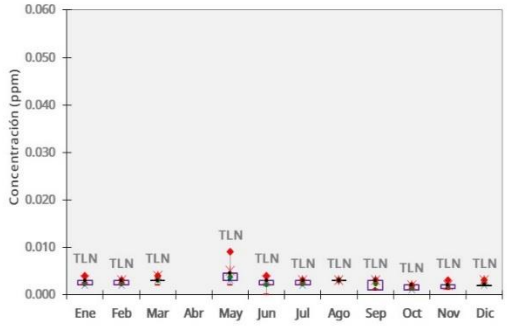
Tepeapulco



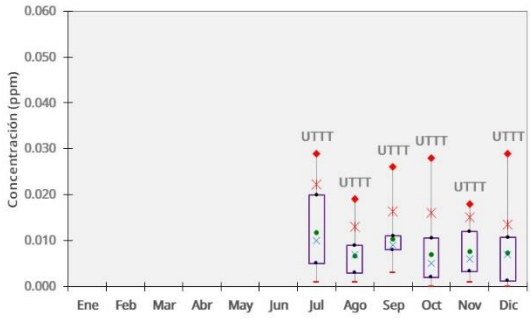
Huichapan



Tulancingo



Tula de Allende



8.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2013 – 2023

Figura 8.11. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

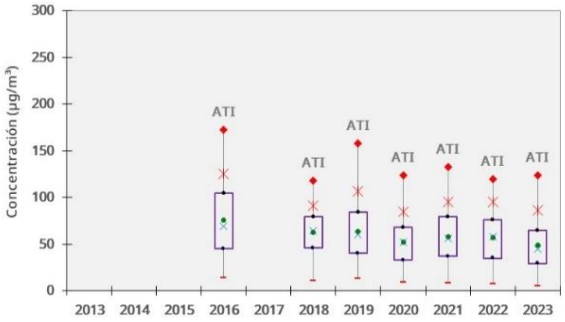
Pachuca (2013 – 2023)



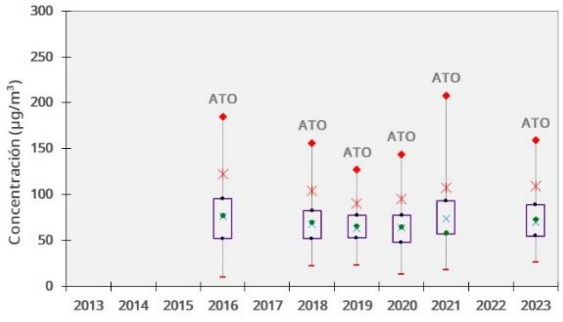
Tula de Allende (2013 – 2023)



Atitalaquia (2013 – 2023)



Atotonilco (2013 – 2023)



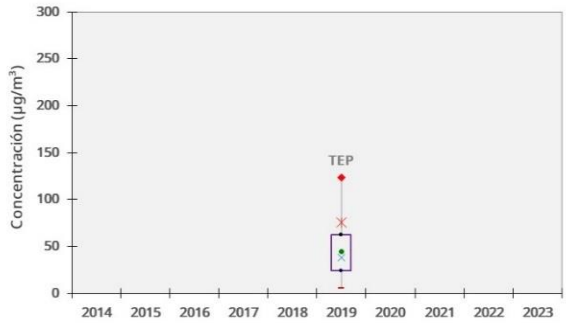
Tepeji del Río (2013 – 2023)



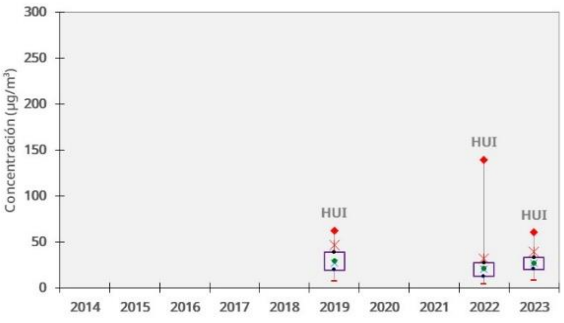
Tizayuca (2013 – 2023)



Tepeapulco (2014 – 2023)



Huichapan (2014 – 2023)



Tulancingo (2015 – 2023)

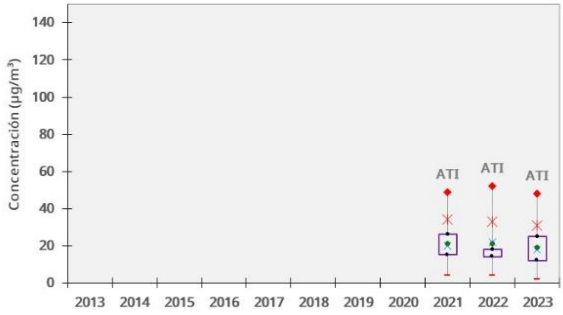


Figura 8.12. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

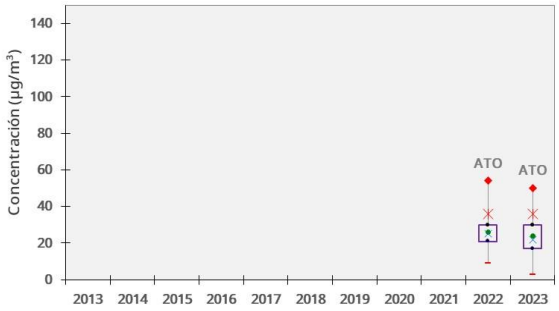
Pachuca
(2013 – 2023)



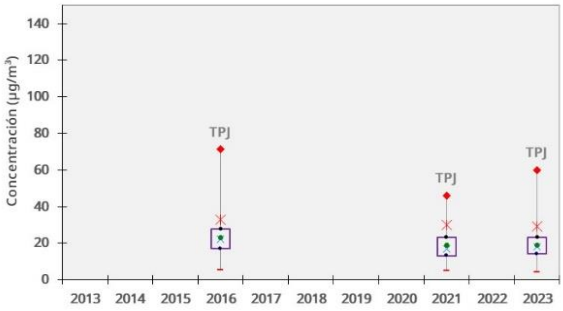
Atitalaquia
(2013 – 2023)



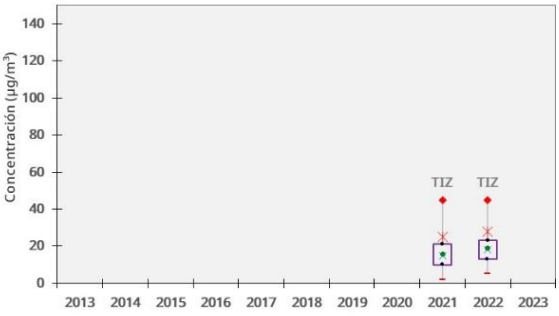
Atotonilco
(2013 – 2023)



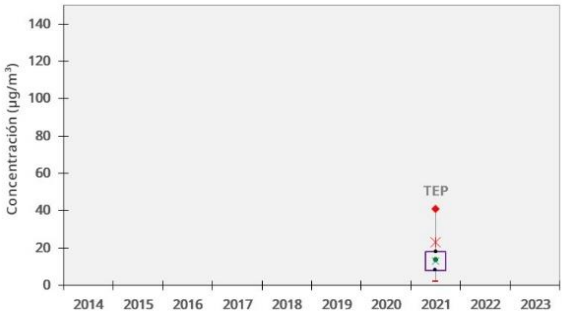
Tepeji del Río
(2013 – 2023)



Tizayuca
(2013 – 2023)



Tepeapulco
(2014 – 2023)

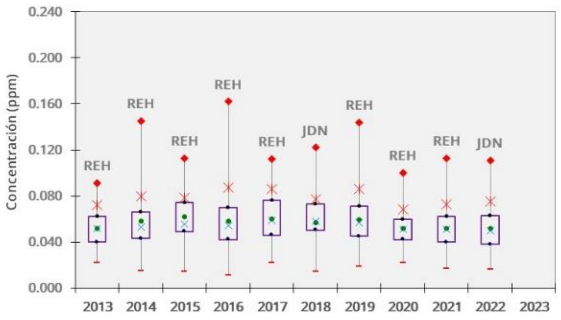


Tulancingo
(2015 – 2023)



Figura 8.13. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

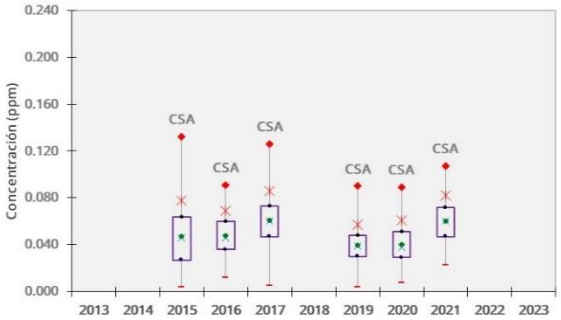
Pachuca
(2013– 2023)



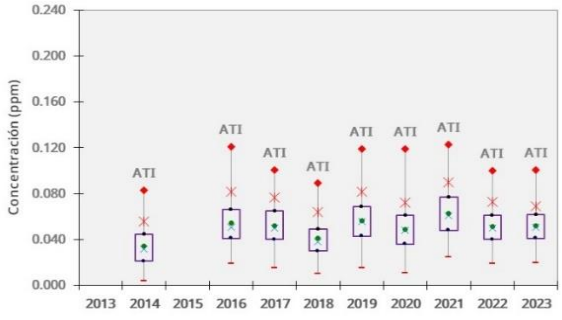
Tizayuca
(2013 – 2023)



Tula de Allende
(2013 – 2023)



Atitalaquia
(2013 – 2023)



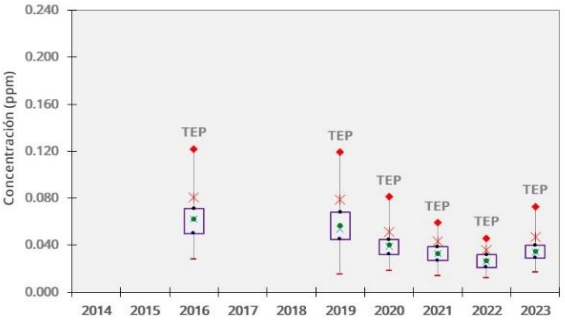
Atotonilco
(2013 – 2023)



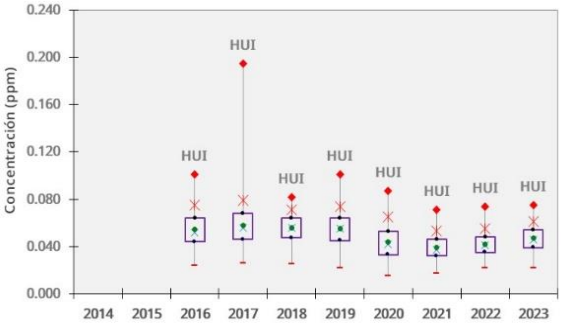
Tepeji del Río
(2013 – 2023)



Tepeapulco
(2014 – 2023)



Huichapan
(2014 – 2023)



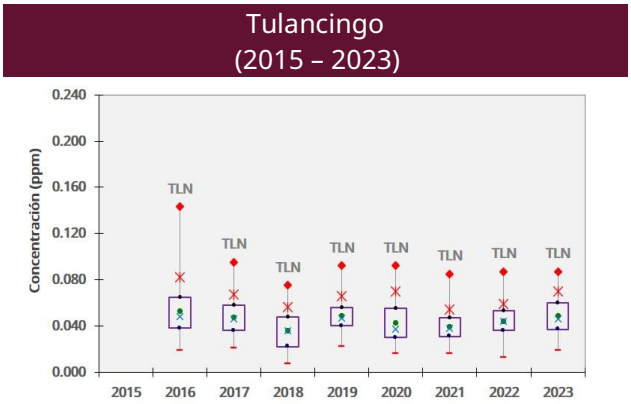
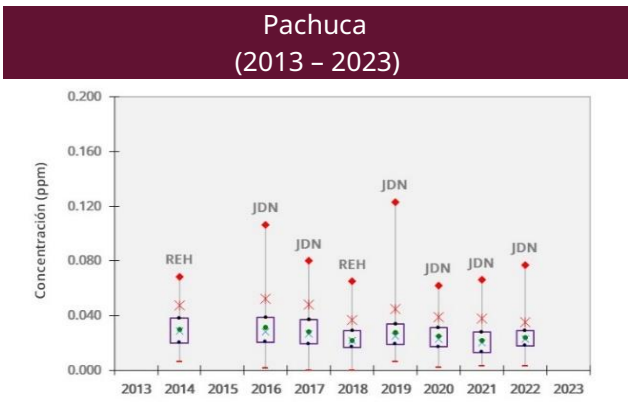
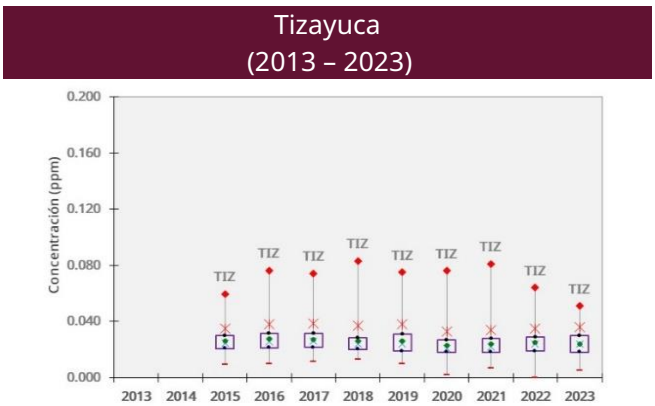
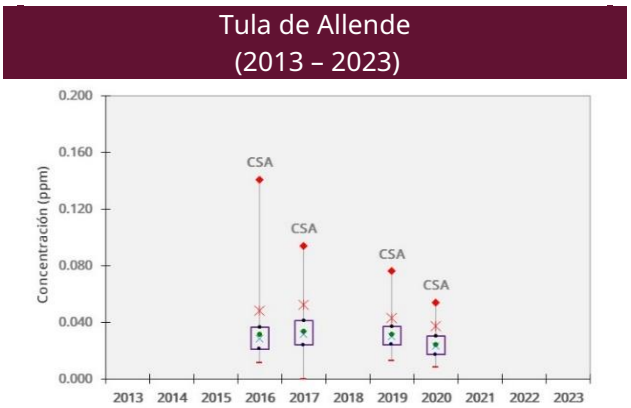
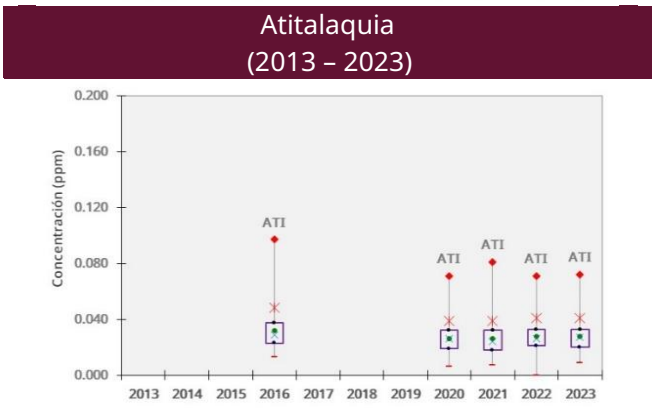


Figura 8.14. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023









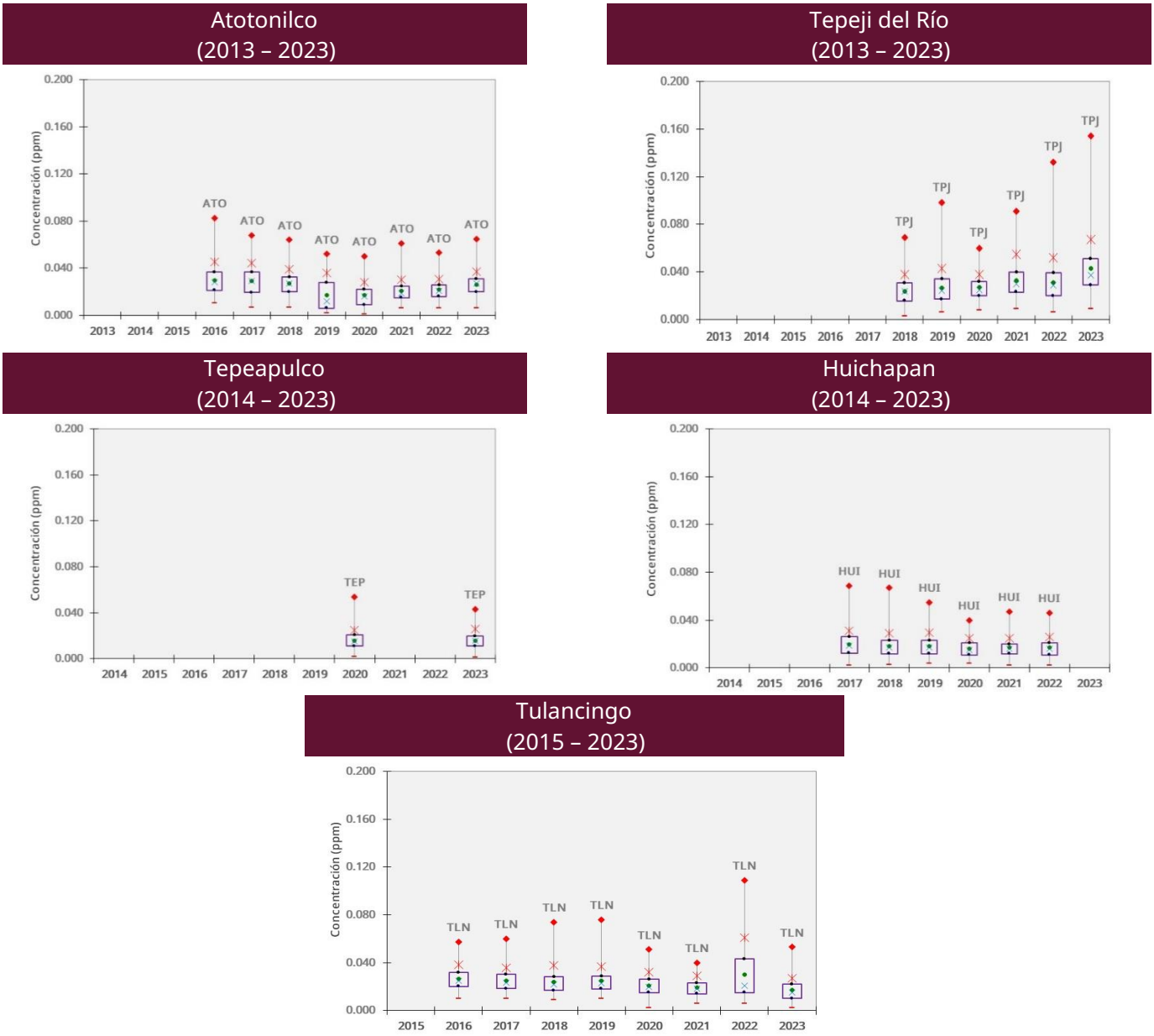
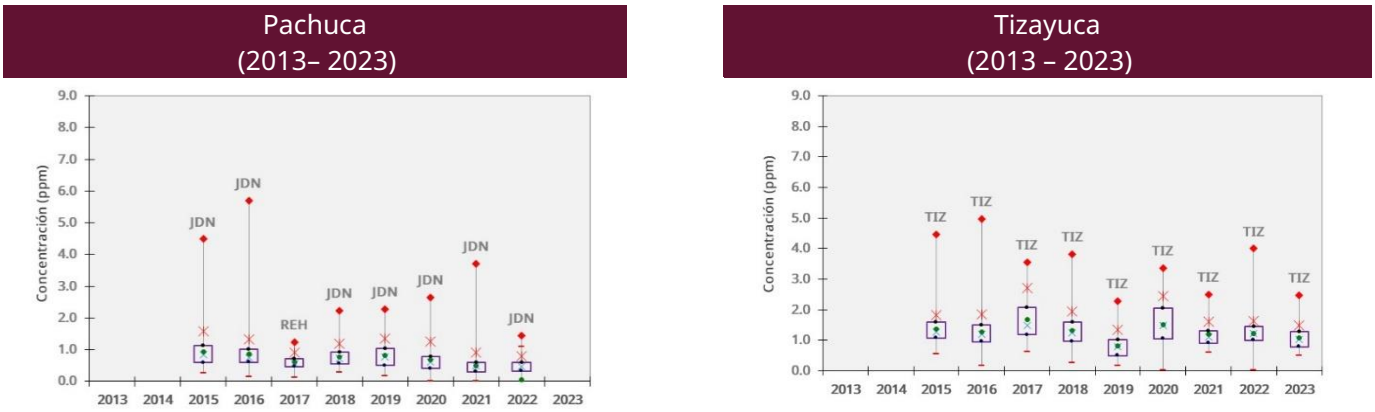
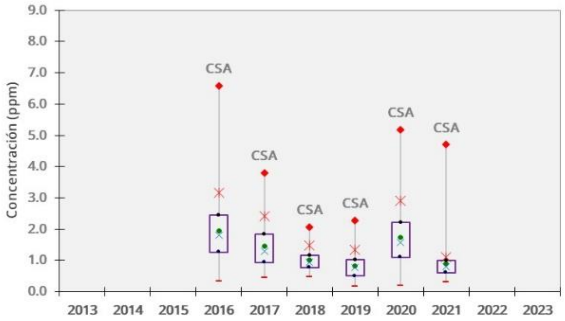


Figura 8.15. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023



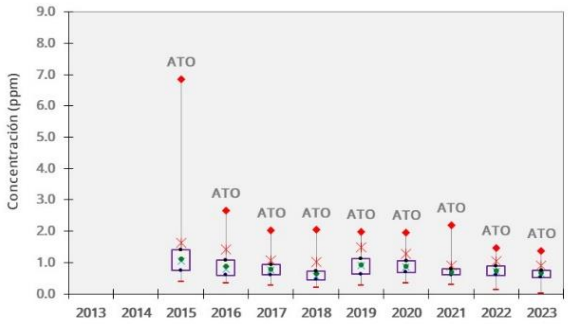
Tula de Allende (2013 – 2023)



Atitalaquia (2013 – 2023)



Atotonilco (2013 – 2023)



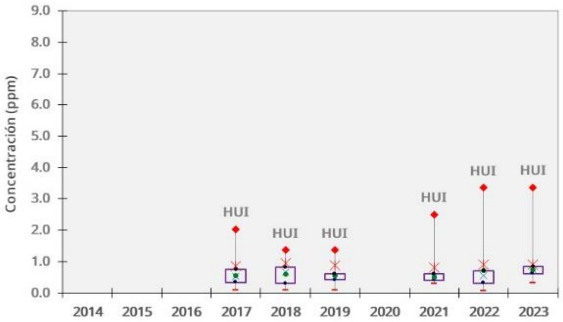
Tepeji del Río (2013 – 2023)



Tepeapulco (2014 – 2023)



Huichapan (2014 – 2023)

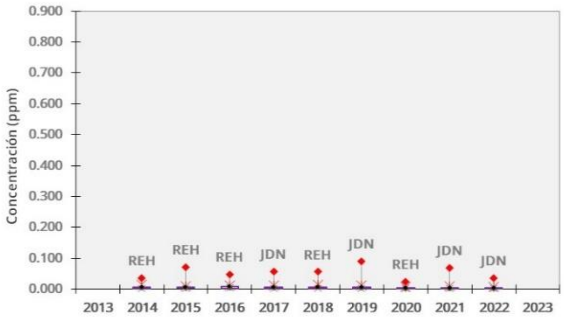


Tulancingo (2015 – 2023)



Figura 8.16. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos diarios), por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

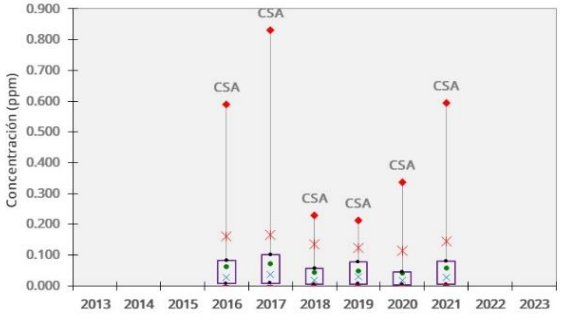
Pachuca (2013– 2023)



Tizayuca (2013 – 2023)



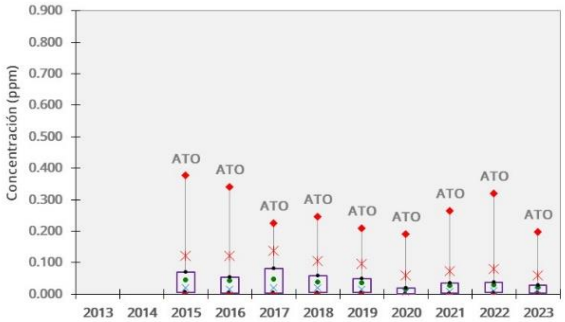
Tula de Allende (2013 – 2023)



Atitalaquia (2013 – 2023)



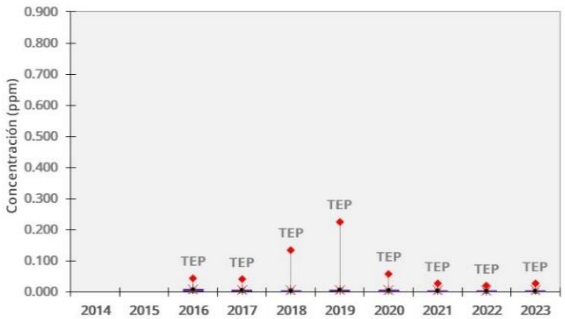
Atotonilco (2013 – 2023)



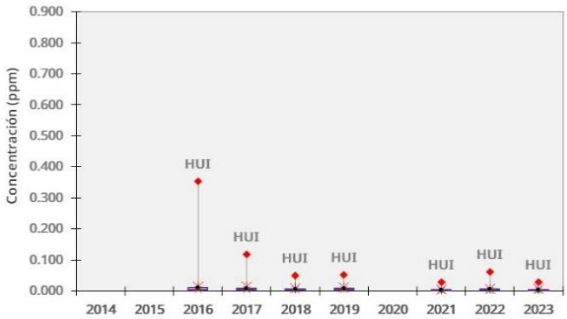
Tepeji del Río (2013 – 2023)



Tepeapulco (2014 – 2023)



Huichapan (2014 – 2023)



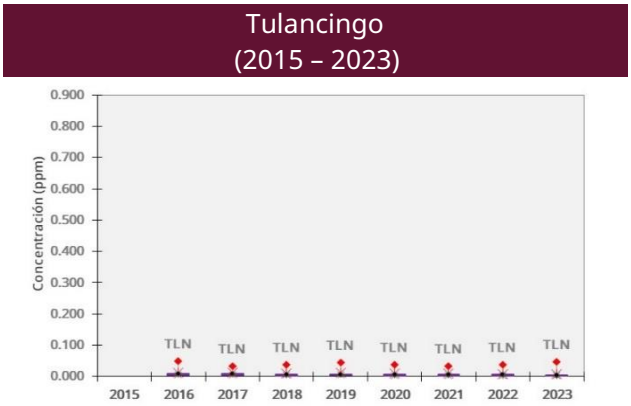
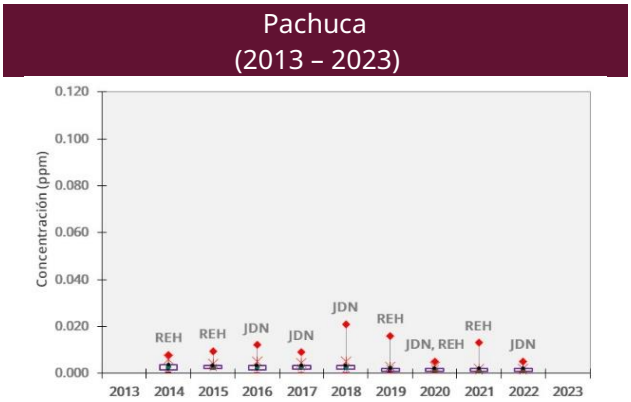
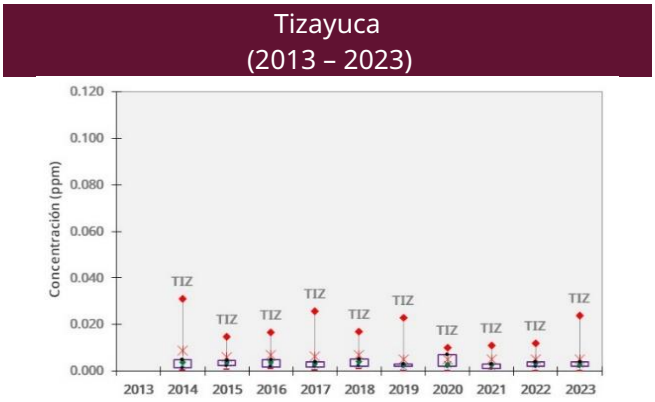
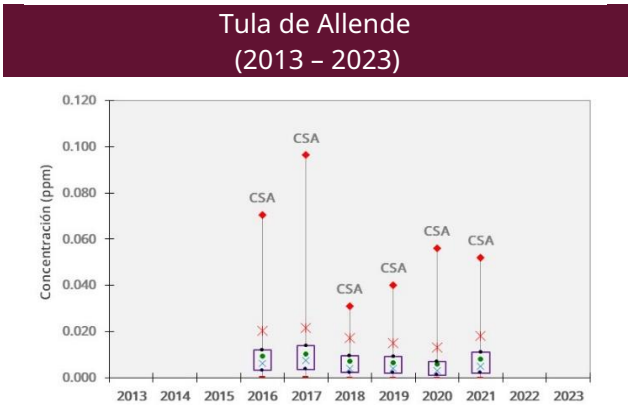
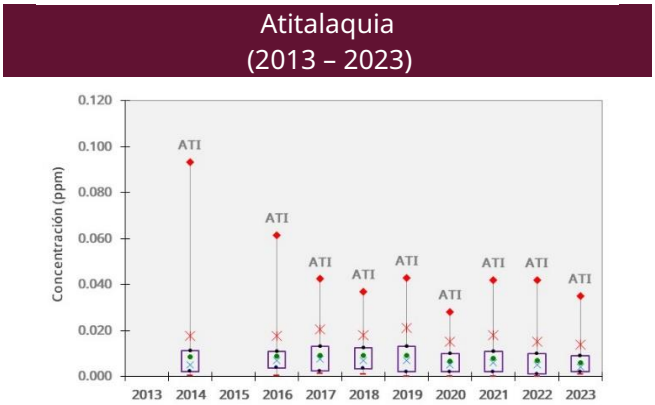


Figura 8.17. Hidalgo. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (promedio de 24 horas), por ciudad, en el periodo 2013 – 2023









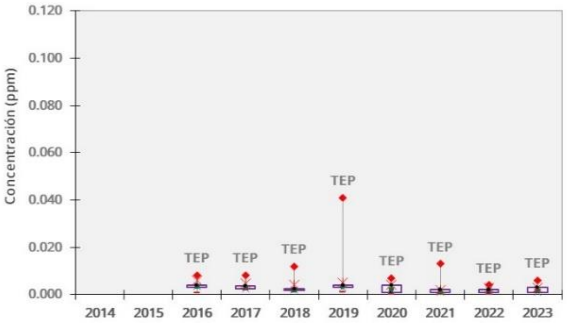
Atotonilco (2013 – 2023)



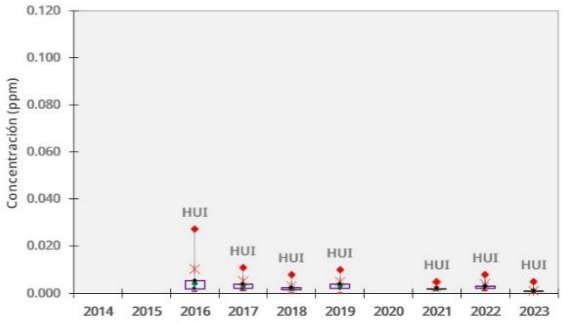
Tepeji del Río (2013 – 2023)



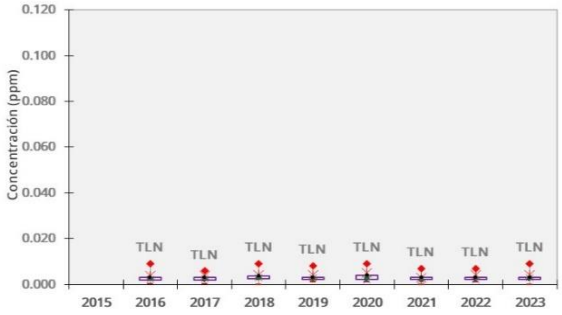
Tepeapulco (2014 – 2023)



Huichapan (2014 – 2023)



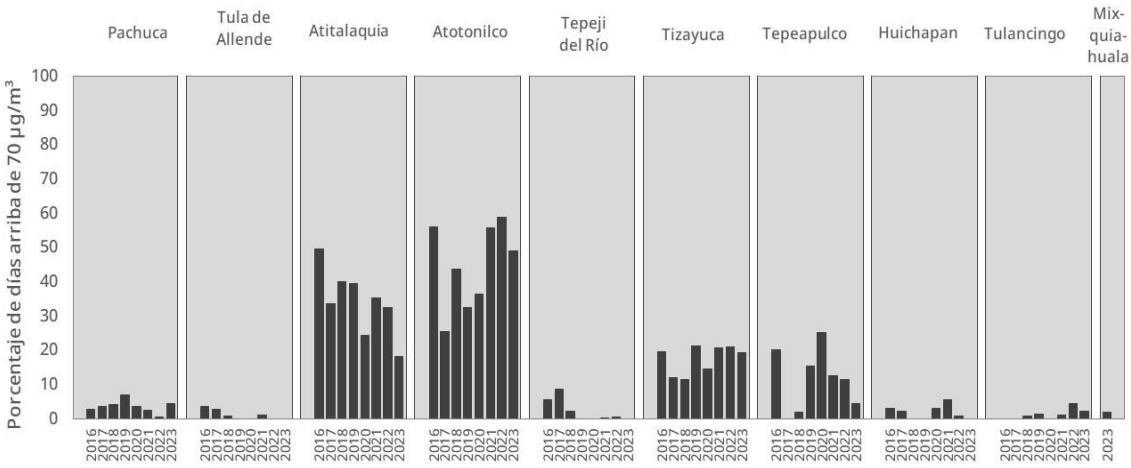
Tulancingo (2015 – 2023)



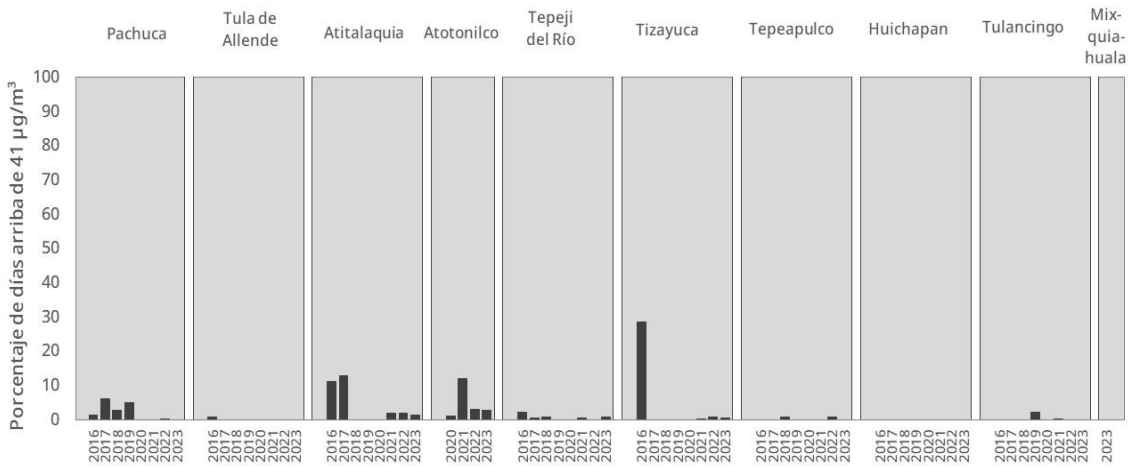
8.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 8.18. Hidalgo. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2023

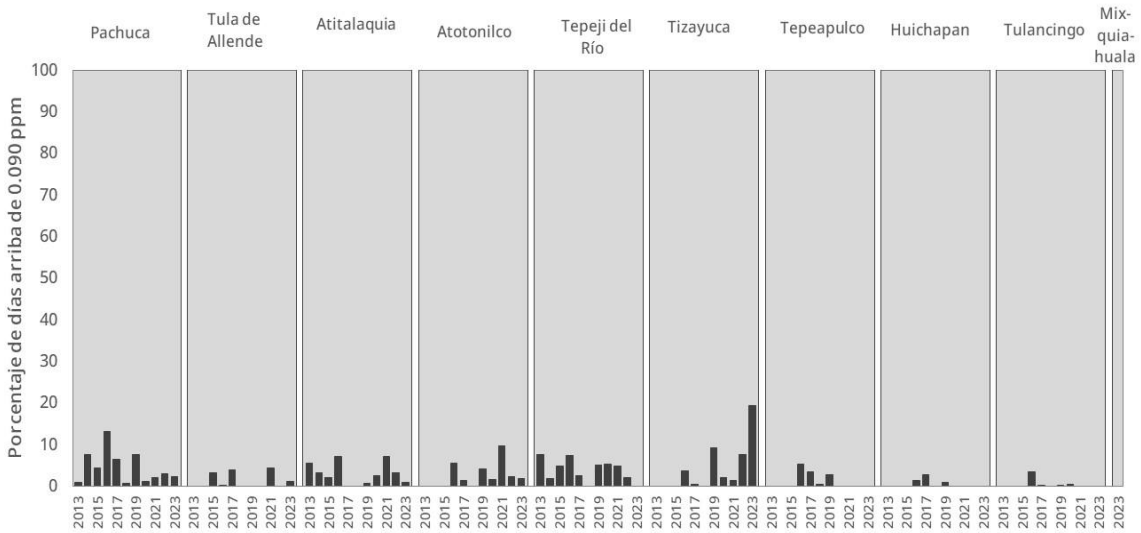
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2016 – 2023)



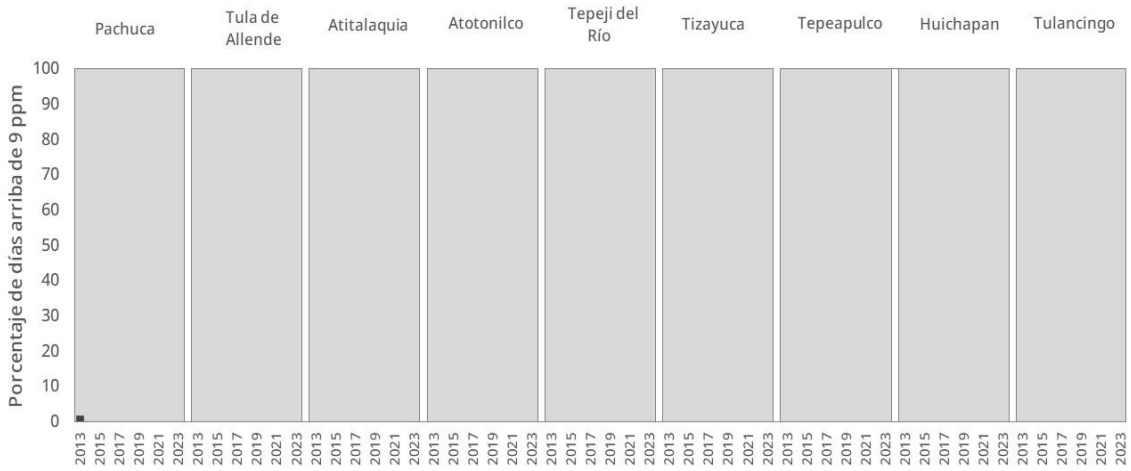
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2016 – 2023)



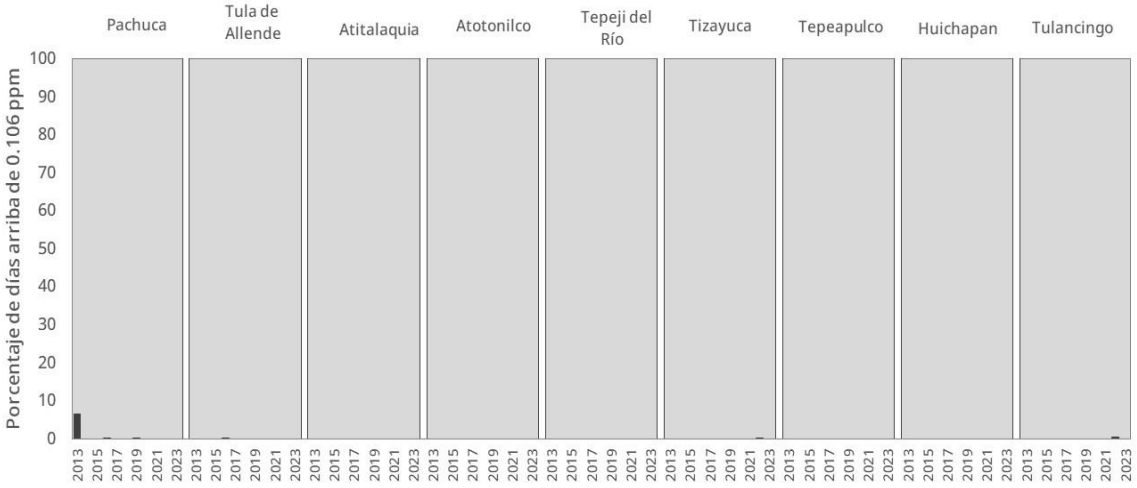
O_3 – Límite de 1 hora
(2013 – 2023)



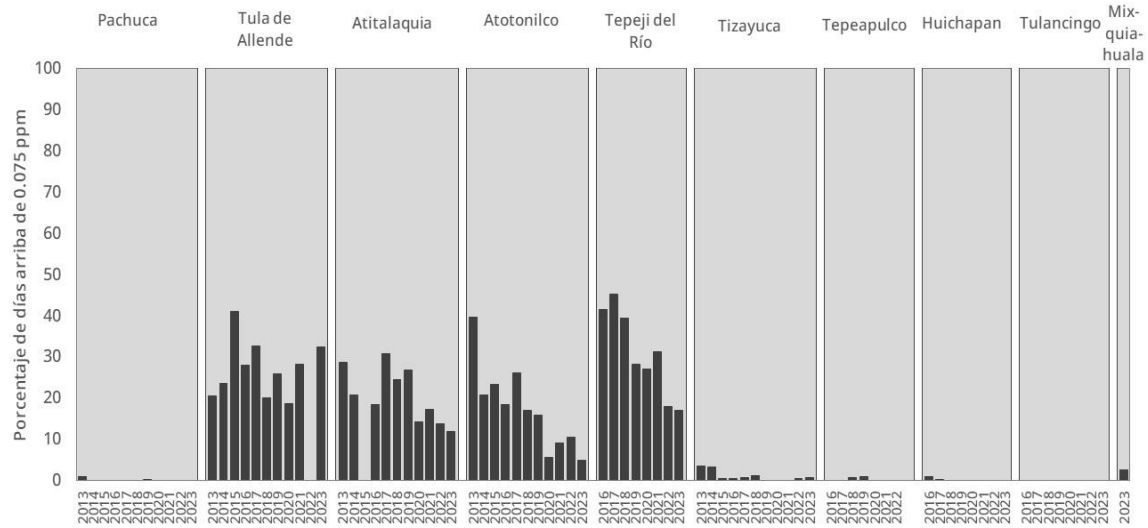
CO – Límite de 8 horas
(2013 – 2023)



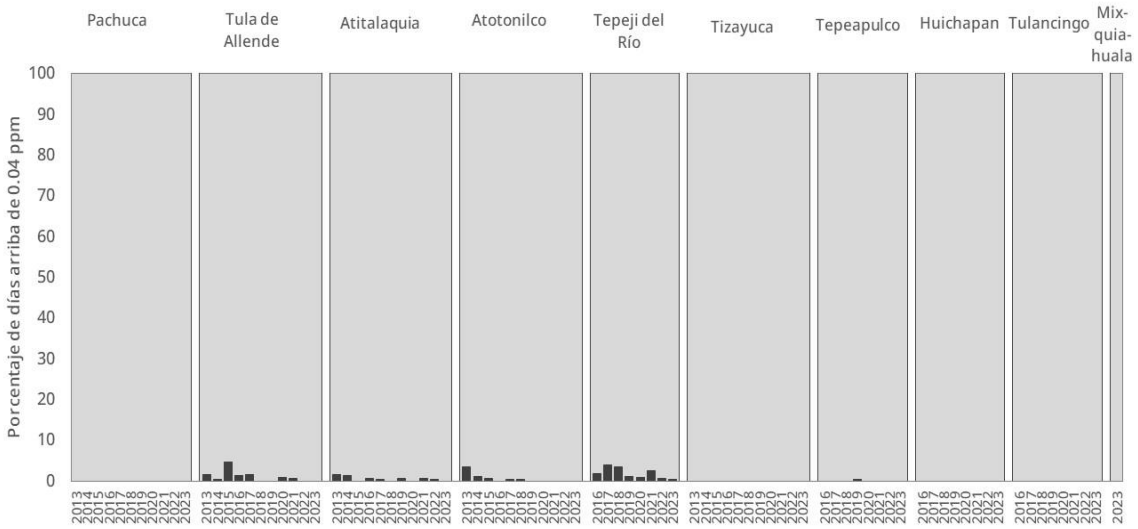
NO_2 – Límite de 1 hora
(2013 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2013 – 2023)



SO_2 – Límite de 24 horas
(2013 – 2023)



8.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 8.19. Hidalgo. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2013 – 2023

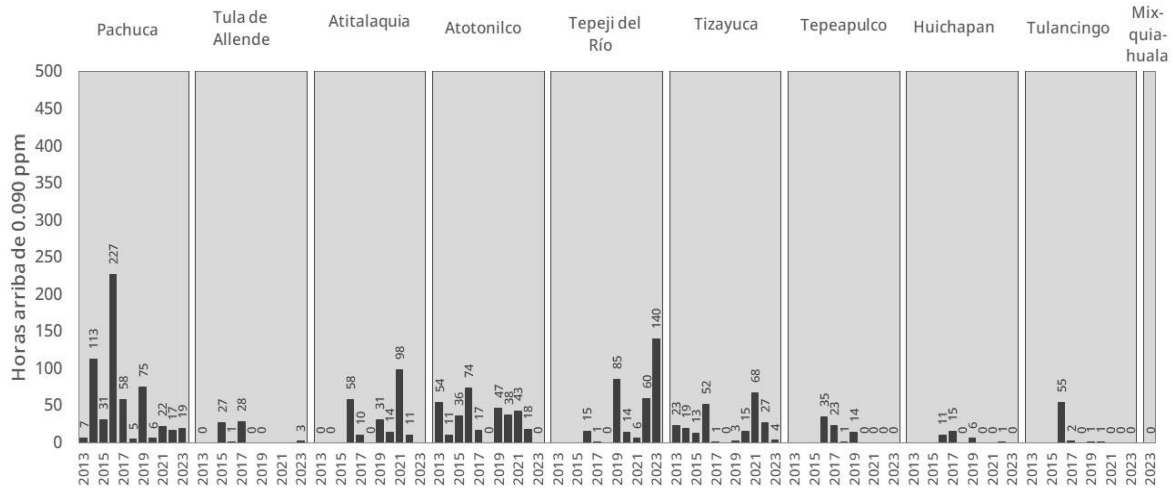
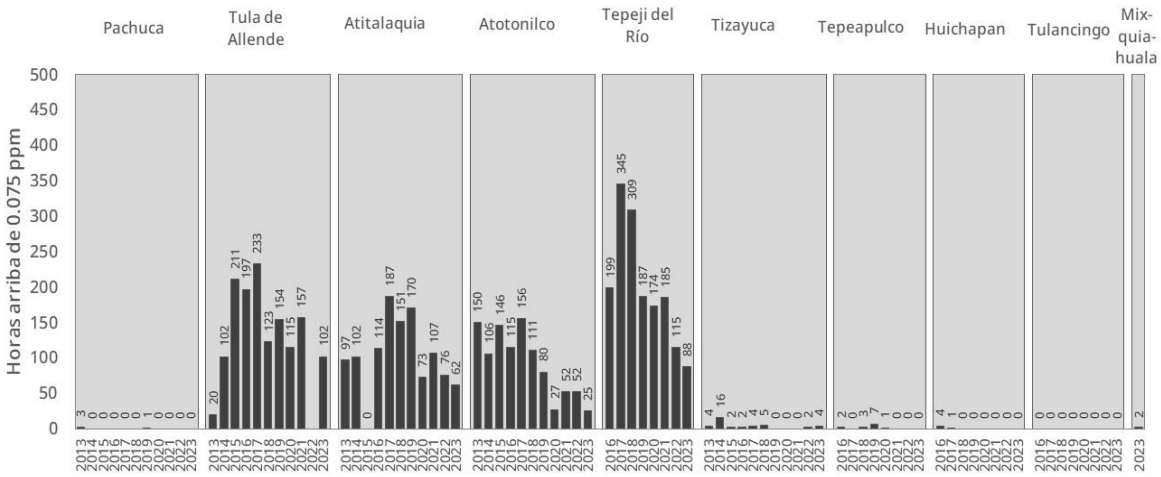


Figura 8.20. Hidalgo. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2023



8.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 8.4. Hidalgo. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado vigente de uno o más contaminantes en el periodo 2013 – 2023

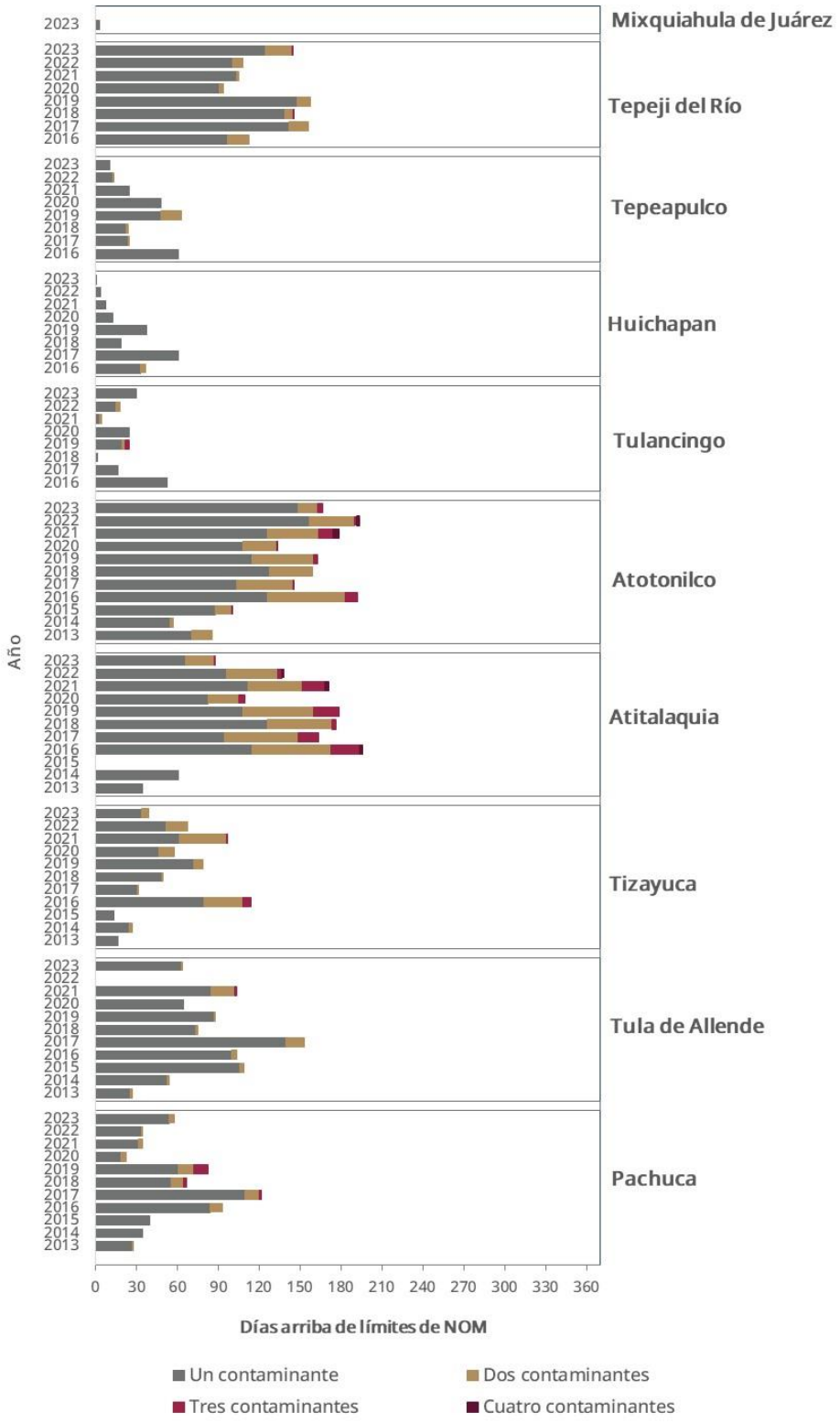
Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 Contaminante	2 Contaminantes	3 Contaminantes	4 Contaminantes
Pachuca						
2013	359	28	27	1	0	0
2014	301	35	35	0	0	0
2015	355	40	40	0	0	0
2016	366	93	84	9	0	0
2017	365	122	110	10	2	0
2018	365	67	56	9	2	0
2019	365	83	61	11	11	0
2020	366	23	19	4	0	0
2021	365	35	32	3	0	0
2022	365	35	34	1	0	0
2023	331	58	54	4	0	0
Tula de Allende						
2013	333	27	26	1	0	0
2014	306	54	53	1	0	0
2015	347	109	106	3	0	0
2016	354	104	100	4	0	0
2017	361	153	140	13	0	0
2018	353	75	74	1	0	0
2019	362	88	87	1	0	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
2020	364	65	65	0	0	0
2021	308	104	85	17	2	0
2022	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2023	180	64	63	1	0	0
Tizayuca						
2013	134	17	17	0	0	0
2014	324	27	25	2	0	0
2015	332	14	14	0	0	0
2016	357	114	80	28	6	0
2017	363	32	31	1	0	0
2018	358	50	49	1	0	0
2019	364	79	72	7	0	0
2020	354	58	47	11	0	0
2021	355	97	62	34	1	0
2022	359	68	52	16	0	0
2023	315	39	5	0	0	0
Atitalaquia						
2013	209	35	35	0	0	0
2014	322	61	61	0	0	0
2015	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2016	363	196	115	58	21	2
2017	365	164	95	54	15	0
2018	365	176	126	48	2	0
2019	355	179	108	52	19	0
2020	357	110	83	22	5	0
2021	360	171	112	40	16	3
2022	355	138	96	38	3	1
2023	338	88	66	21	1	0
Atotonilco						
2013	287	86	71	15	0	0
2014	276	57	55	2	0	0
2015	361	101	88	12	1	0
2016	340	192	126	57	9	0
2017	362	146	104	41	1	0
2018	351	159	128	31	0	0
2019	332	163	115	45	3	0
2020	348	134	108	25	1	0
2021	346	179	126	38	10	5
2022	354	193	157	33	2	1
2023	341	167	149	14	4	0
Tulancingo						
2016	365	53	53	0	0	0
2017	360	17	17	0	0	0
2018	365	2	2	0	0	0
2019	365	25	20	2	3	0
2020	339	25	25	0	0	0
2021	362	5	3	2	0	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
2022	365	18	15	3	0	0
2023	362	30	30	0	0	0
Huichapan						
2016	311	37	33	4	0	0
2017	342	61	61	0	0	0
2018	353	19	19	0	0	0
2019	361	38	38	0	0	0
2020	332	13	13	0	0	0
2021	344	8	8	0	0	0
2022	357	4	4	0	0	0
2023	327	1	1	0	0	0
Tepeapulco						
2016	323	61	61	0	0	0
2017	324	25	24	1	0	0
2018	350	24	23	1	0	0
2019	338	63	48	15	0	0
2020	341	48	48	0	0	0
2021	317	25	25	0	0	0
2022	353	14	13	1	0	0
2023	353	11	11	0	0	0
Tepeji del Río						
2016	364	113	97	16	0	0
2017	342	156	142	14	0	0
2018	358	146	139	6	1	0
2019	345	158	148	10	0	0
2020	333	94	91	3	0	0
2021	341	105	104	1	0	0
2022	353	108	101	7	0	0
2023	362	145	125	19	1	0
Mixquiahuala de Juárez						
2023	68	3	3	0	0	0

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

Figura 8.21. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2023



Jalisco



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), a cargo de la Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado, estuvo conformado por diez estaciones de monitoreo; cuatro de las cuales se localizan en el municipio de Guadalajara (Centro, Miravalle, Oblatos y Vallarta), dos más en el municipio de Zapopan (Atemajac y Las Águilas), y una en cada uno de los siguientes municipios: El Salto (Las Pintas), Tonalá (Loma Dorada), Tlajomulco de Zúñiga (Santa Fe) y Tlaquepaque (Tlaquepaque). Para este año los datos disponibles revelaron que:

- Al igual que en el año 2022, en 2023 los equipos de medición de dióxido de nitrógeno en todas las estaciones de monitoreo se reportaron fuera de operación, en tanto que los datos colectados con respecto a las concentraciones de dióxido de azufre fueron invalidados debido a que se identificaron problemas operativos asociados a la falta de calibración de todos los equipos de medición.

- En todas las estaciones de monitoreo, en donde se contó con información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud, tanto de corto como de largo plazo, con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono, estos límites fueron superados.

- En el caso particular de las concentraciones de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) el límite normado de protección a la salud como promedio de 24 horas fue superado en el 59% de los días del año.

- Las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10}, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual se registraron en Las Pintas (en el municipio de El Salto) y Loma Dorada (en Tonalá). Sitios en los que también se registraron con mayor frecuencia, concentraciones superiores el límite normado de protección a la salud como promedio de 24 horas, con un total de 171 y 149 días del año, respectivamente. En la estación Santa Fe también se registraron 151 días con concentraciones superiores el límite normado de protección a la salud como promedio de 24 horas.

- A lo largo del año, las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10} se registraron entre noviembre y junio, en tanto que a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante han registrado una ligera tendencia al alza en los cuatro años más recientes. Este mismo comportamiento se observa en el indicador sobre el porcentaje de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud.

- Para partículas suspendidas $PM_{2.5}$ sólo se obtuvo información suficiente para las estaciones Miravalle (Guadalajara), Las Águilas (Zapopan) y Tlaquepaque (Tlaquepaque). En todas ellas se superaron los dos límites normados (24 horas y anual), siendo Tlaquepaque el sitio donde se registraron las concentraciones más altas.

- Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre noviembre y junio, en tanto que a lo largo de los años no es posible establecer alguna tendencia debido a la medición irregular del contaminante a través de los años.

- Con respecto al ozono destaca que sólo las estaciones Loma Dorada (Tonalá), Las Pintas (El Salto), Centro (Guadalajara) y Las Águilas (Zapopan), registraron información suficiente a lo largo del año como para permitir la evaluación de cumplimiento de NOM la cual, en todos los casos, resultó negativa al superarse los dos límites normados de protección a la salud. Las concentraciones más altas, tanto de una como de ocho horas, se registraron en la estación Las Pintas (El Salto), en tanto que los límites normados de protección a la salud se superaron con más frecuencia en Las Águilas (AGU), Centro (CEN) y Las Pintas (PIN), con 138, 130 y 106 días en del año, respectivamente.

- A lo largo del año, el ozono registró sus concentraciones más altas en el periodo que va de marzo a julio, con un segundo pico entre octubre y diciembre, en tanto que a lo largo de los años se aprecia una ligera tendencia a la baja en el periodo 2017 a 2021 y un pequeño repunte entre 2021 y 2023. Esta tendencia se replica tanto en el indicador sobre el porcentaje de días como en el número de horas por año con concentraciones superiores al límite normado, como promedio de una hora, de protección a la salud.

- En 2023, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 281, lo que equivale al 77% de los días del año. En general, este indicador registró un repunte con respecto a lo observado en los años tres años previos, cuando el número de días en esta condición representó el 53%, 57% y 68%, respectivamente.

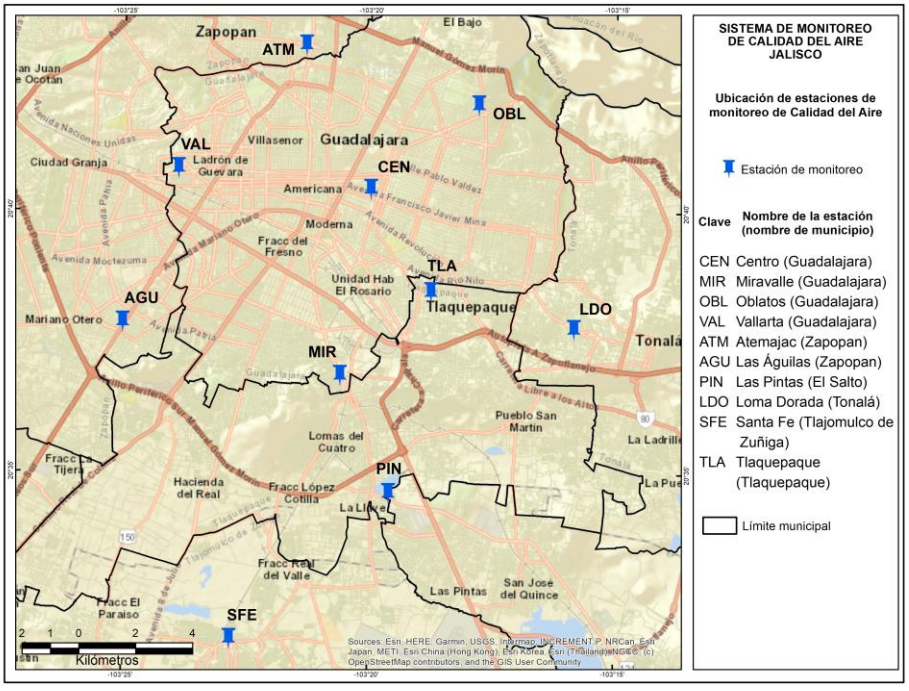
9.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 9.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2023 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)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Vallarta	VAL	Automático (1993)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zapopan	Atemajac	ATM	Automático (1993)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Las Águilas	AGU	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 9.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, 2023

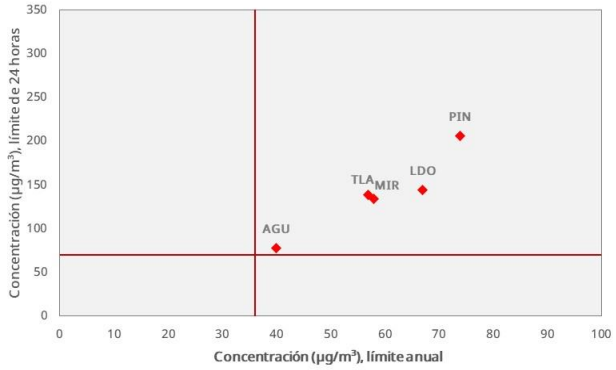


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco.

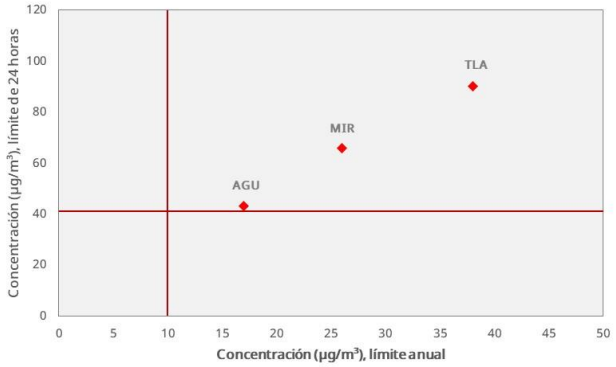
9.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 9.2. Zona Metropolitana de Guadalajara. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

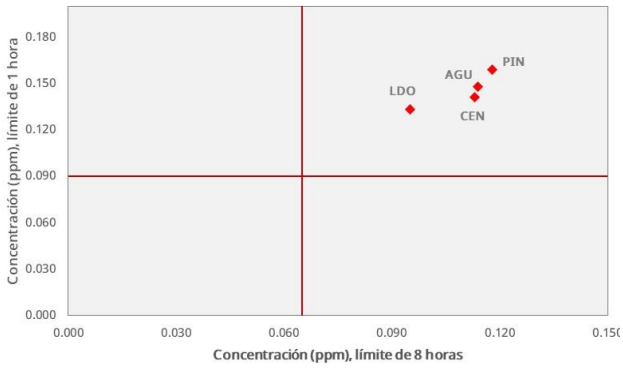
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m³- línea vertical)



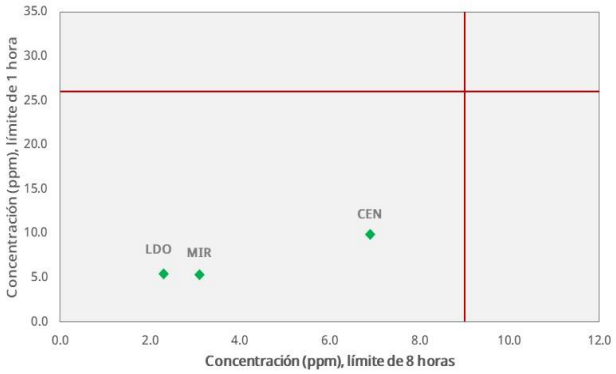
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m³- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm - línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm – línea vertical)



Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm - línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm – línea vertical)



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

Tabla 9.2. Zona Metropolitana de Guadalajara. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Estación									
			Guadalajara				Zapopan		El Salto	Tonalá	Tlajomulco de Zúñiga	Tlaquepaque
			CEN	MIR	OBL	VAL	AGU	ATM	PIN	LDO	SFE	TLA
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	DI	134	FO	DI	78	FO	206	144	DI	139
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	DI	58	FO	DI	40	FO	74	67	DI	57
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	66	¤	DI	43	¤	DI	DI	DI	90
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	DI	29	¤	DI	17	¤	DI	DI	DI	38
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.141	DI	FO	DI	0.148	FO	0.159	0.133	DI	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.113	DI	FO	DI	0.114	FO	0.118	0.095	DI	DI
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	9.8	5.3	FO	FO	FO	FO	DI	5.4	FO	FO
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	6.9	3.1	FO	FO	FO	FO	DI	2.3	FO	FO
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
[3] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Tabla 9.3. Zona Metropolitana de Guadalajara. Porcentaje de días, en al año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

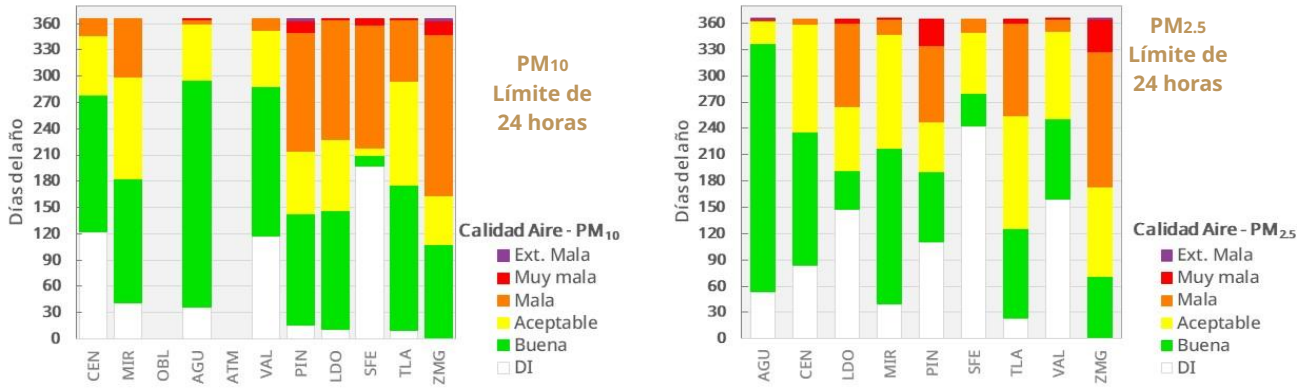
PM_{10}	No. días con datos válidos	365
	No. días > 70 µg/m³	214
	% días > 70 µg/m³	**58.6**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	365
	No. días > 41 µg/m³	214
	% días > 41 µg/m³	**58.6**
O_3	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	163
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**44.7**
CO	No. días con datos válidos	365
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	FO
	No. días > 0.106 ppm	FO
	% días > 0.106 ppm	FO
SO_2	No. días con datos válidos	INV
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	INV
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	INV

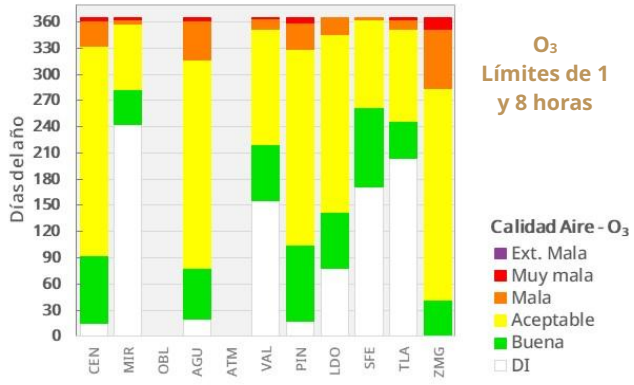
FO = Fuera de operación.

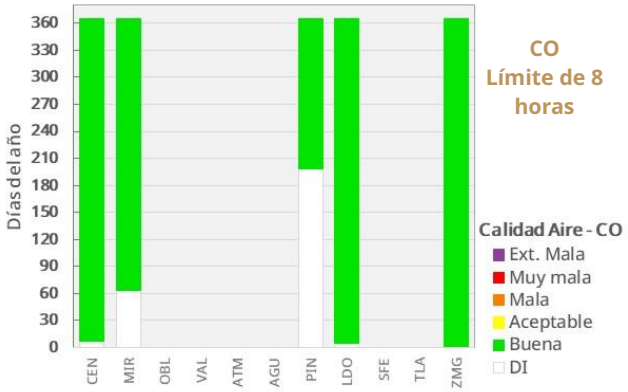
INV = Información invalidada.

9.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 9.3. Zona Metropolitana de Guadalajara. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023







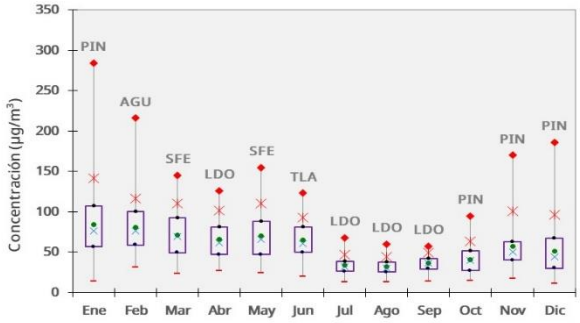
CEN – Centro, Guadalajara
OBL – Oblatos, Guadalajara
ATM – Atemajac, Zapopan
AGU – Las Águilas, Zapopan
VAL – Vallarta, Guadalajara
PIN – Las Pintas, El Salto

LDO – Loma Dorada, Tonalá
SFE – Santa Fe, Tlajomulco de Zúñiga
TLA – Tlaquepaque, Tlaquepaque
MIR – Miravalle, Guadalajara
ZMG – Zona Metropolitana de Guadalajara

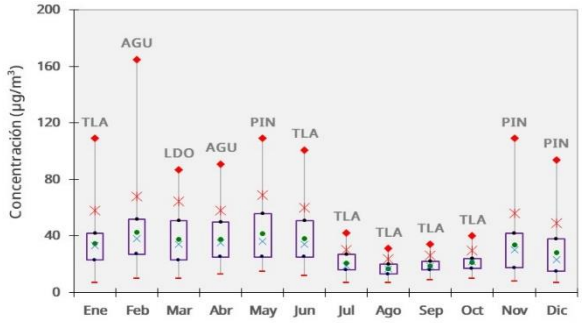
9.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 9.4. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia de las concentraciones diarias por mes, de cada contaminante, en el año 2023

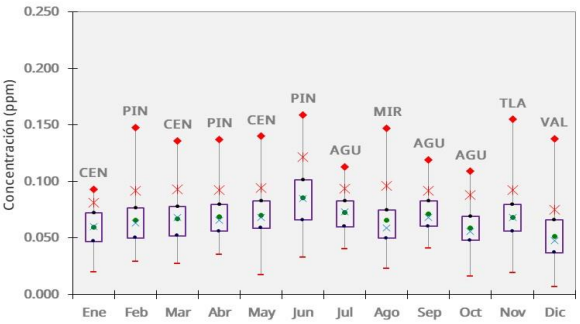
PM_{10} – Promedio de 24 horas



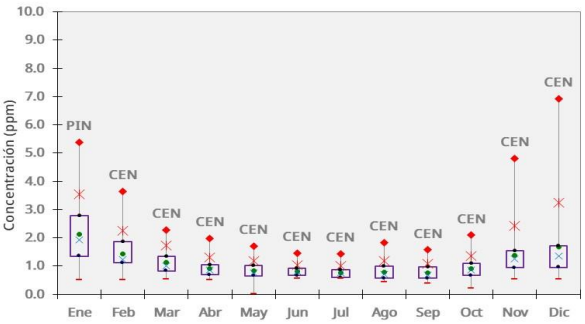
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



O_3 – Máximo diario de 1 hora



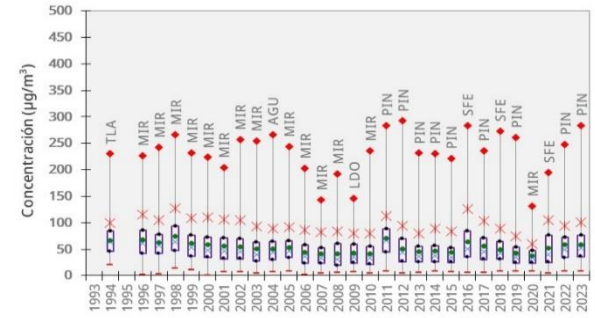
CO – Máximo diario de 8 horas



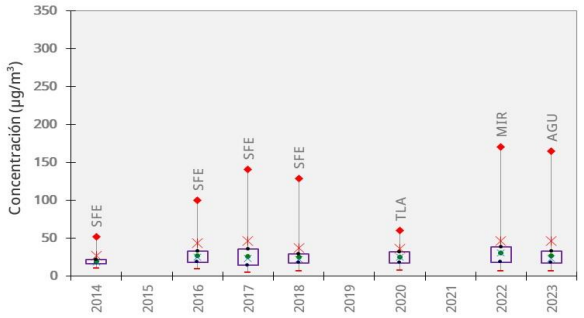
9.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo1993 – 2023

Figura 9.5. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, 1993–2023

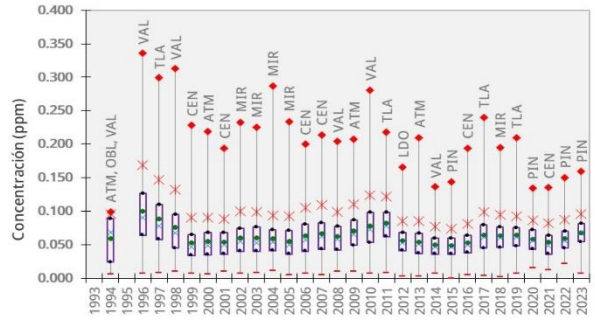
PM_{10} – Promedio de 24 horas (1993 - 2023)



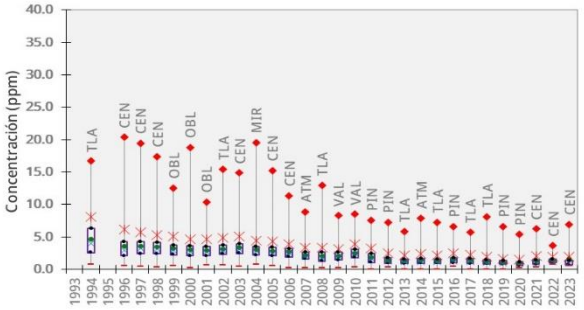
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas (2014 - 2023)



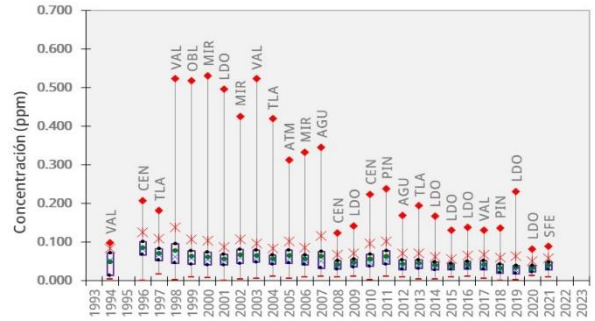
O_3 – Máximo diario de 1 hora (1993 - 2023)



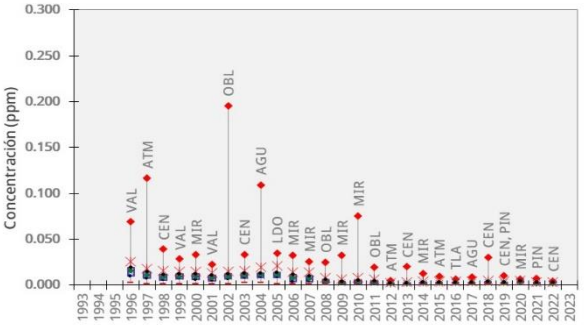
CO – Máximo diario de 8 horas (1993 - 2023)



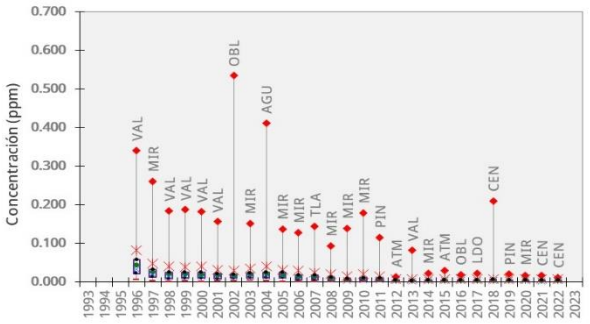
NO_2 – Máximo diario de 1 hora (1993 - 2023)



SO_2 – Promedio de 24 horas (1993 - 2023)



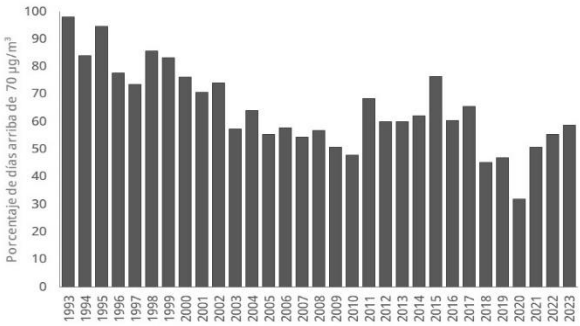
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(1993 - 2023)



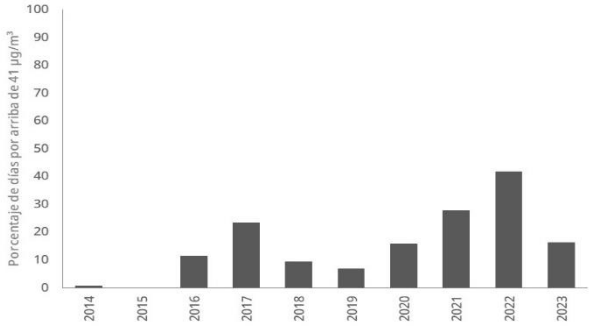
9.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 9.6. Zona Metropolitana de Guadalajara. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1993 – 2023

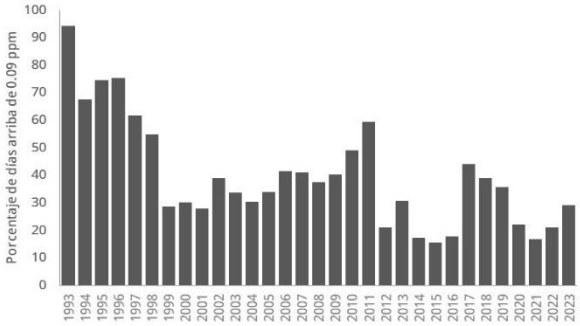
PM_{10} – Límite de 24 horas
(1993 - 2023)



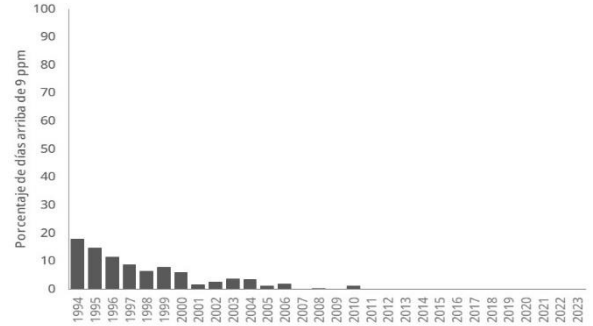
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2014 - 2023)



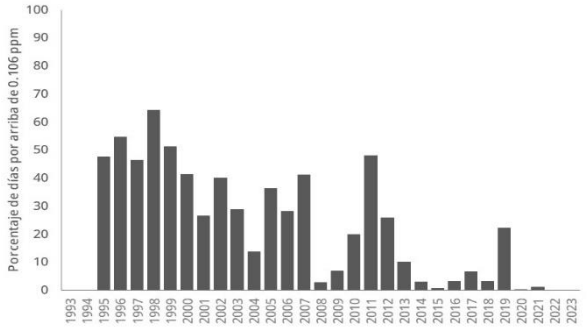
O_3 – Límite de 1 hora
(1993 – 2023)



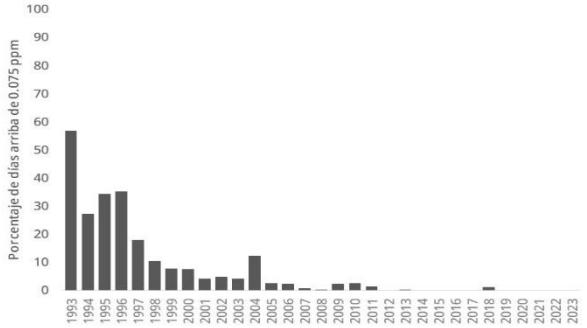
CO – Límite diario de 8 horas
(1993 - 2023)



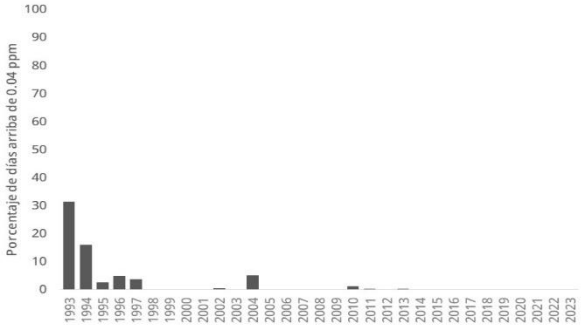
NO_2 – Límite de 1 hora
(1993 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(1993 – 2023)



SO_2 – Límite de 24 horas
(1993 – 2023)



9.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 9.7. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 1993 – 2023

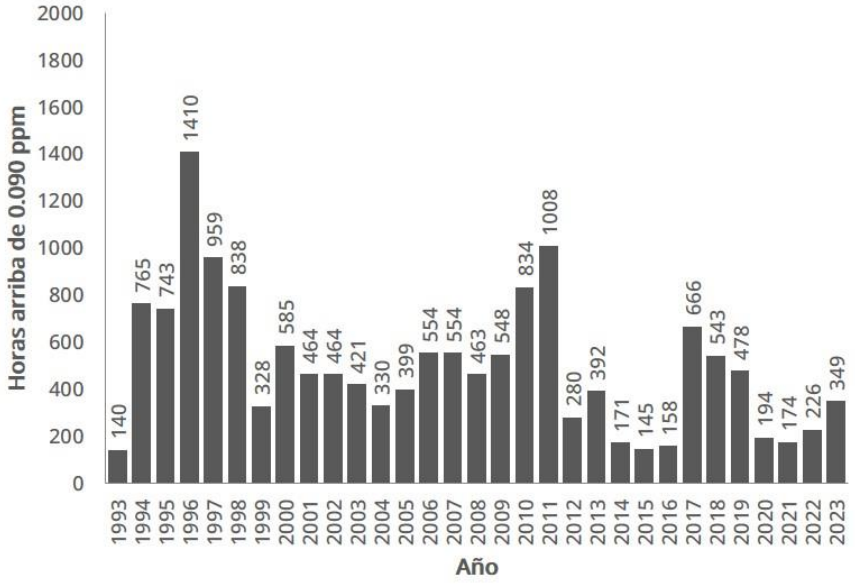
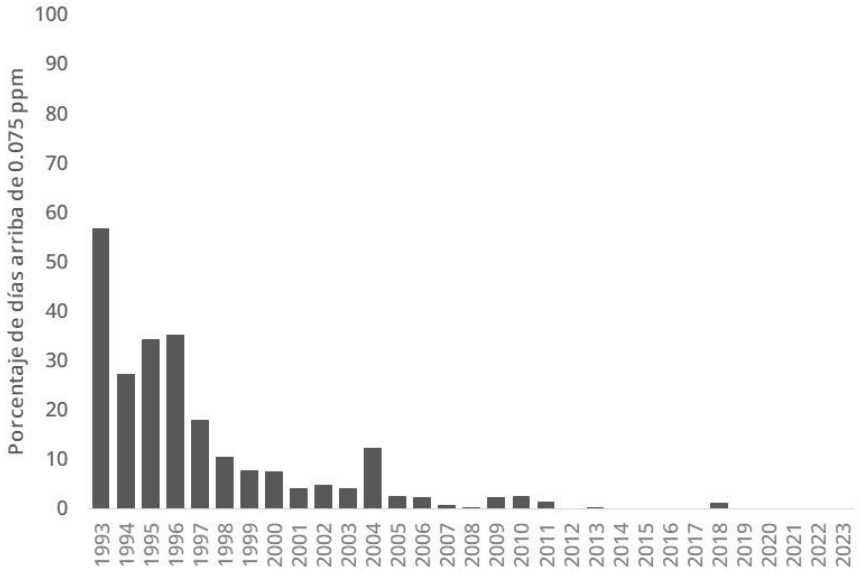


Figura 9.8. Zona Metropolitana de Guadalajara. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1993 – 2023



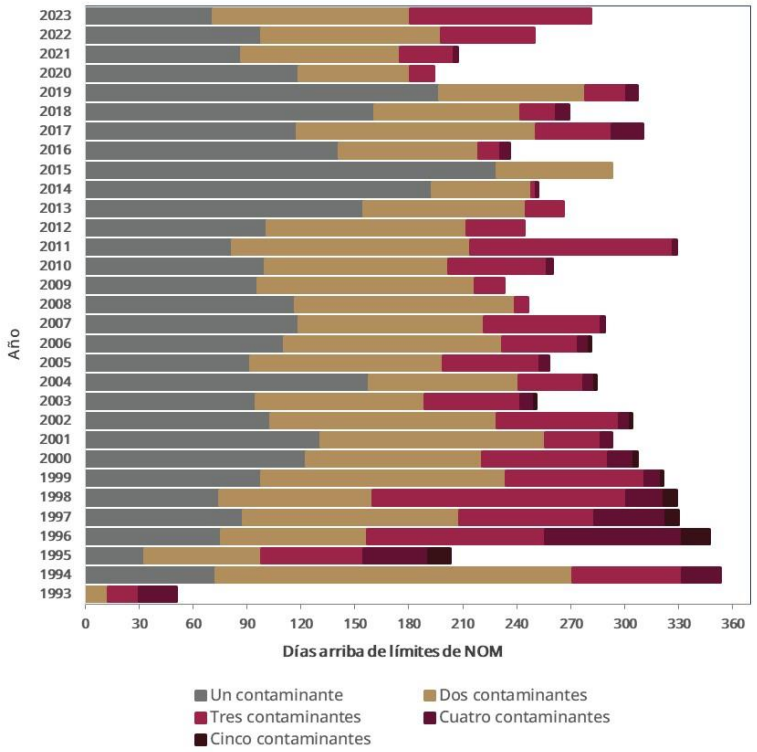
9.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 9.4. Zona Metropolitana de Guadalajara. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023

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	1	12	17	21	0
1994	365	353	73	198	61	21	0
1995	208	203	33	65	57	36	12
1996	361	347	76	81	99	76	15
1997	361	330	88	120	75	40	7
1998	356	329	75	85	141	21	7
1999	360	321	98	136	77	9	1
2000	361	307	123	98	70	14	2
2001	365	293	131	125	31	6	0
2002	363	304	103	126	68	6	1
2003	365	251	95	94	53	8	1
2004	359	284	158	83	36	6	1
2005	363	258	92	107	54	5	0
2006	365	281	111	121	42	6	1
2007	365	289	119	103	65	2	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	5 Contaminantes
2008	366	246	117	122	7	0	0
2009	365	233	96	121	16	0	0
2010	365	260	100	102	55	3	0
2011	365	329	82	132	113	2	0
2012	366	244	101	111	32	0	0
2013	365	266	155	90	21	0	0
2014	365	252	193	55	3	1	0
2015	365	293	229	64	0	0	0
2016	366	236	141	78	12	5	0
2017	365	310	118	133	42	17	0
2018	365	269	161	81	20	7	0
2019	365	307	197	81	23	6	0
2020	366	194	119	62	13	0	0
2021	364	207	87	88	30	2	0
2022	365	250	98	100	52	0	0
2023	365	281	71	110	100	0	0

Figura 9.9. Zona Metropolitana de Guadalajara. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023



Morelos



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire del estado de Morelos, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, estuvo integrado por 4 estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Cuernavaca, Cuautla, Ocuituco y Zacatepec. Salvo en Zacatepec, donde no se tiene capacidad de medición de partículas suspendidas PM_{10}, en el resto de las estaciones de monitoreo es posible realizar la medición de los seis contaminantes criterio. Para 2023, las principales conclusiones son:

- En Ocuituco y Zacatepec no se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de los límites normados de protección a la salud para ninguno de los contaminantes medidos, en tanto que en Cuernavaca y en Cuautla, tampoco se dispuso de información suficiente para hacer esta evaluación con respecto a ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.

- En Cuernavaca y Cuautla se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a las partículas suspendidas PM_{10}. En ambas ciudades, se superaron tanto el límite normado de protección a la salud definido como promedio de 24 horas, como el anual.

- En Cuernavaca también se incumplió la NOM para partículas suspendidas $PM_{2.5}$ al superarse el límite anual.

- En las cuatro ciudades se registraron concentraciones de ozono superiores al límite normado de protección a la salud, ya sea como promedio de una o de ocho horas; sin embargo, en ningún caso, ello se reflejó en incumplimiento de NOM por no cumplirse el criterio de suficiencia de datos establecido en la propia norma.

- Al igual que en años previos, en todos los días en los que se contó con información suficiente para evaluar la calidad del aire con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, predominó una condición de buena calidad del aire en las cuatro ciudades.

- En ninguna de las ciudades, para ninguno de los contaminantes medidos, se contó con información suficiente para poder caracterizar los niveles de concentración en todos los meses del año. Sin embargo, la información disponible indica que las concentraciones más altas de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), se registraron entre noviembre y mayo, en tanto que las de ozono se registraron en el mes de mayo.

- El indicador sobre porcentaje de días por año en que se rebasa el límite normado de cada contaminante muestra una tendencia a la baja en el caso de las PM_{10} en Cuernavaca y Ocuituco, así como para $PM_{2.5}$ en Cuernavaca, Zacatepec y Ocuituco. En el caso del ozono, por el contrario, se aprecia una tendencia al alza en Zacatepec y Ocuituco. Dichas tendencias, sin embargo, se deben considerar con cautela debido a la irregularidad del monitoreo de la calidad del aire a través del tiempo en las cuatro ciudades.

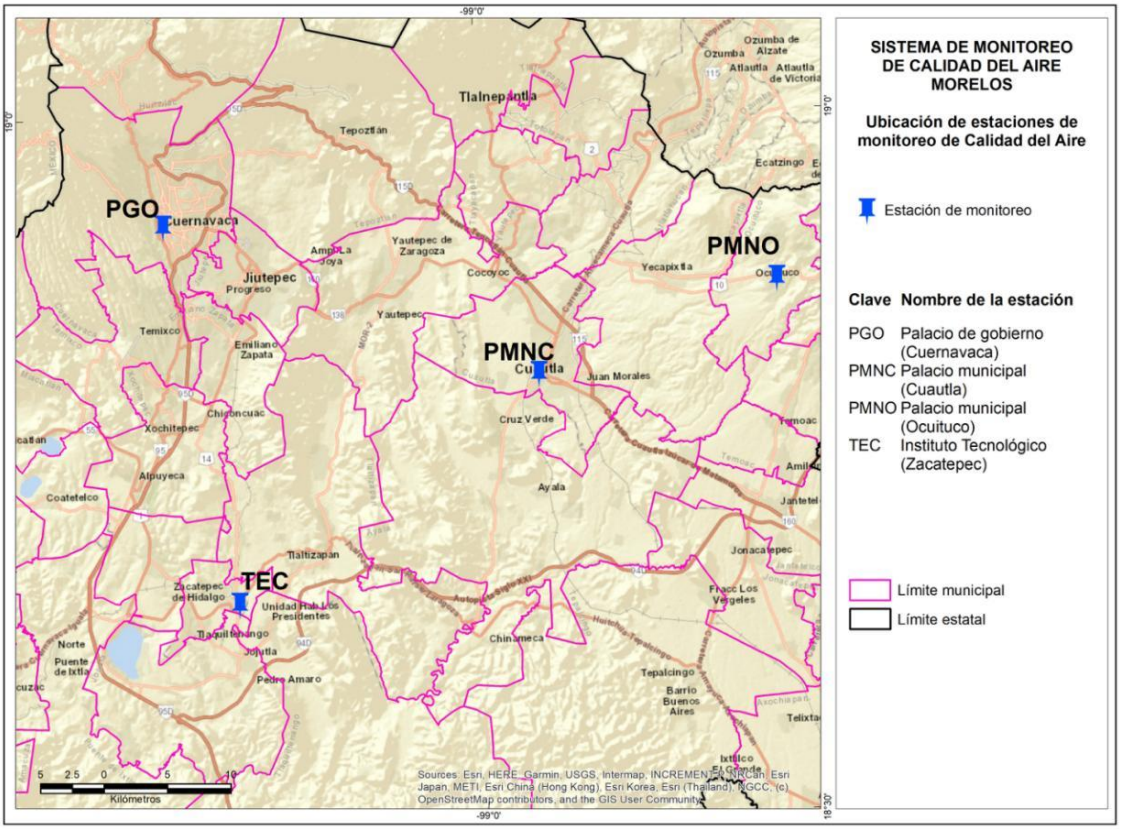
10.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 10.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2023 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
Cuernavaca	Palacio de Gobierno [1]	PGO	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cuautla	Palacio Municipal Cuautla	PMNC	Automático (2006)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ocuituco	Palacio Municipal	PMNO	Automático (2001)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zacatepec	Instituto Tecnológico [2]	TEC	Automático (2007)	¤	✓	✓	✓	✓	✓

¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
[1] La estación Palacio de Gobierno en el SINAICA tiene como nombre Cuernavaca01.
[2] La estación Instituto Tecnológico en el SINAICA tiene como nombre Tecnológico de Zacatepec.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.

Figura 10.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Morelos, 2023

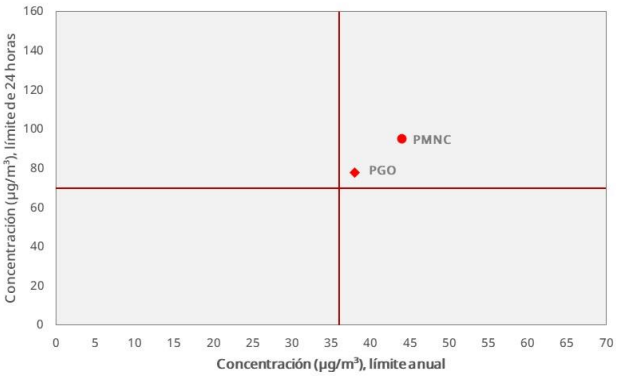


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.

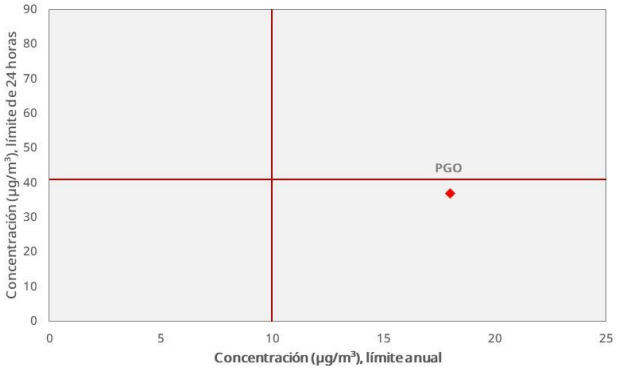
10.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 10.2. Morelos. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m³- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m³- línea vertical)



◆ Cuernavaca
PGO – Palacio de Gobierno
■ Ocuituco
PMNO – Palacio Municipal

▲ Zacatepec
TEC – Instituto Tecnológico
● Cuautla
PMNC – Palacio Municipal Cuautla

Tabla 10.2. Morelos. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, en el año 2023

Contaminante	Límite normado		Cuernavaca	Cuautla	Ocuituco	Zacatepec
			PGO	PMNC	PMNO	TEC
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	**78**	**95**	DI	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	**38**	**44**	DI	¤
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	**37**	DI	DI	FO
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	**18**	DI	DI	FO
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	DI	DI	DI	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	DI	DI	DI	DI
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	DI	DI	DI	FO
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	DI	DI	DI	FO

Contaminante	Límite normado		Cuernavaca	Cuautla	Ocuituco	Zacatepec
			PGO	PMNC	PMNO	TEC
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	DI	DI	DI	FO
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	DI	DI	DI	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	0.00	DI	0.01	0.00

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

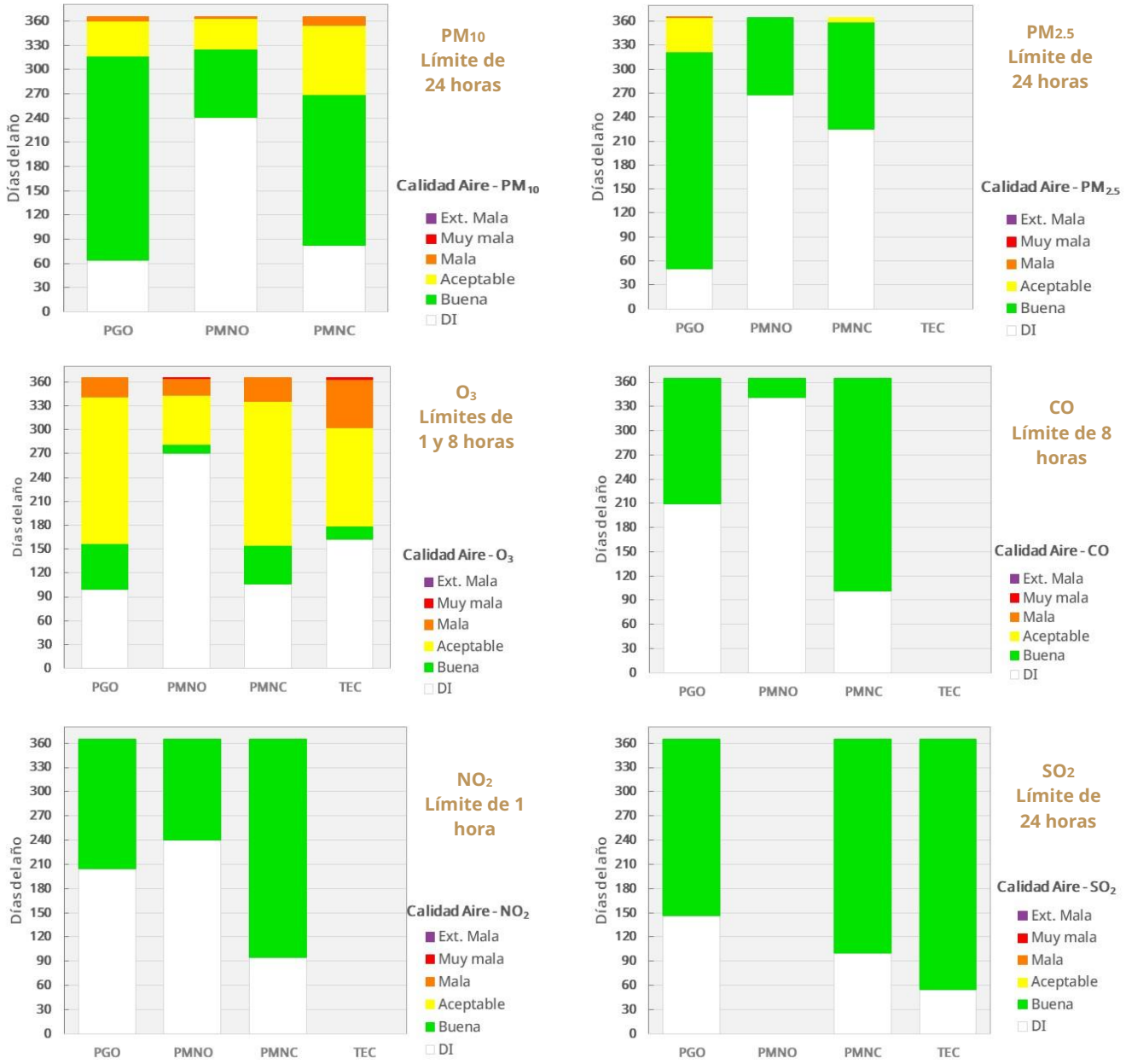
Tabla 10.3. Morelos. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		Cuernavaca	Cuautla	Ocuituco	Zacatepec
PM_{10}	No. días con datos válidos	301	283	124	¤
	No. días > 70 µg/m³	8	17	6	¤
	% días > 70 µg/m³	2.7	6.0	4.8	¤
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	315	140	97	FO
	No. días > 41 µg/m³	2	0	0	FO
	% días > 41 µg/m³	0.6	0.0	0.0	FO
O_3	No. días con datos válidos	266	259	94	203
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	47	61	29	95
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	17.7	23.6	30.9	46.8
CO	No. días con datos válidos	159	266	24	FO
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0	0	FO
	% días > 26 o 9 ppm	0.0	0.0	0.0	FO
NO_2	No. días con datos válidos	160	270	125	FO
	No. días > 0.106 ppm	0	0	0	FO
	% días > 0.106 ppm	0.0	0.0	0.0	FO
SO_2	No. días con datos válidos	219	265	FO	310
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	0	FO	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	0.0	0.0	FO	0.0

FO = Fuera de operación.
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo para el contaminante.

10.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 10.3. Morelos. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Cuernavaca
PGO – Palacio de Gobierno
Cuautla
PMNC – Palacio Municipal

Ocuituco
PMNO – Palacio Municipal
Zacatepec
TEC – Instituto Tecnológico

10.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 10.4. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

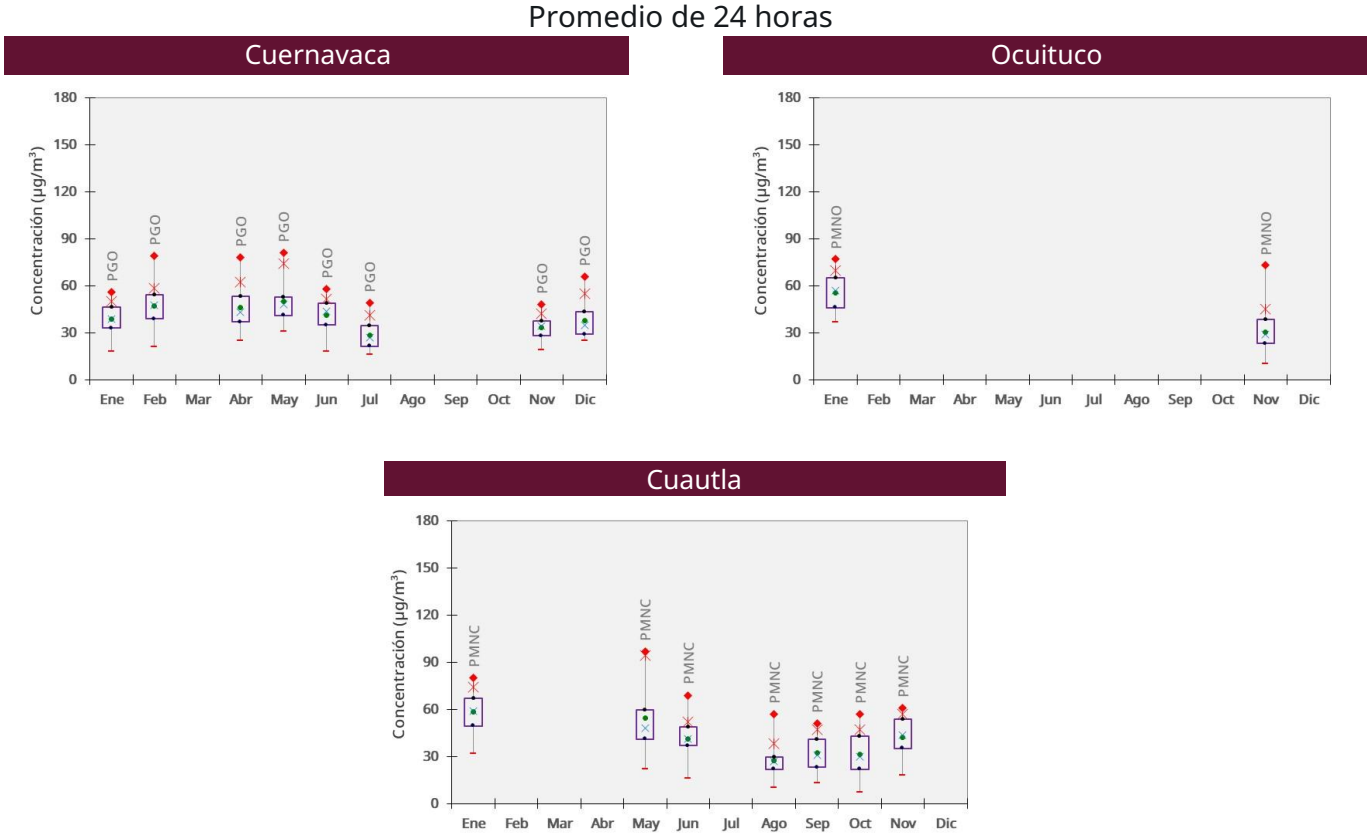
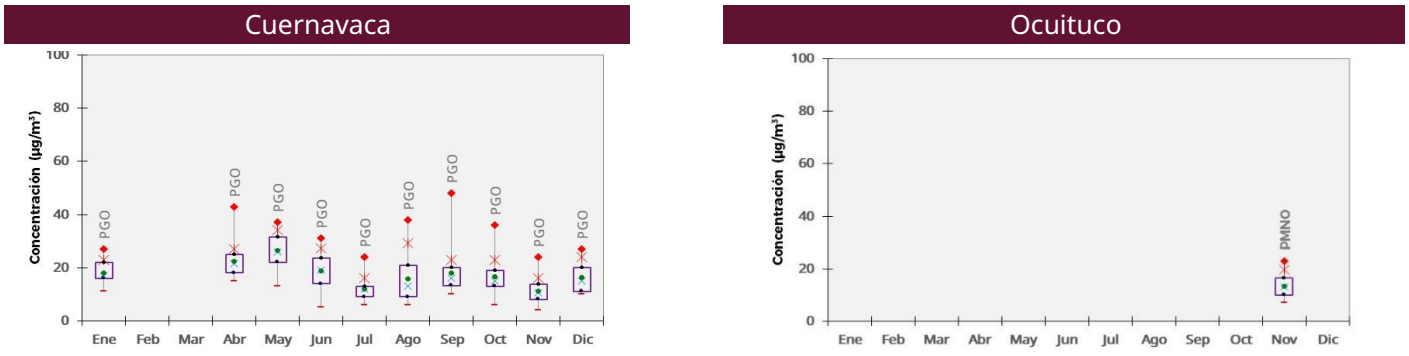


Figura 10.5. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023



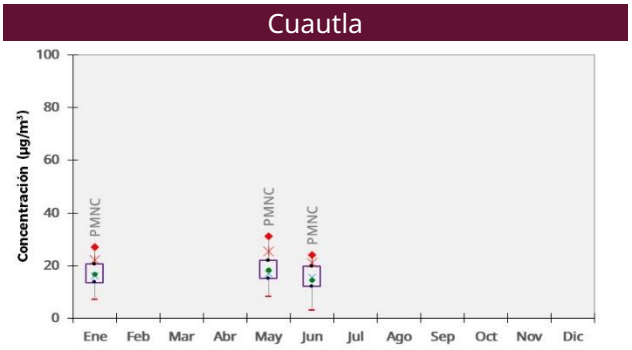


Figura 10.6. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

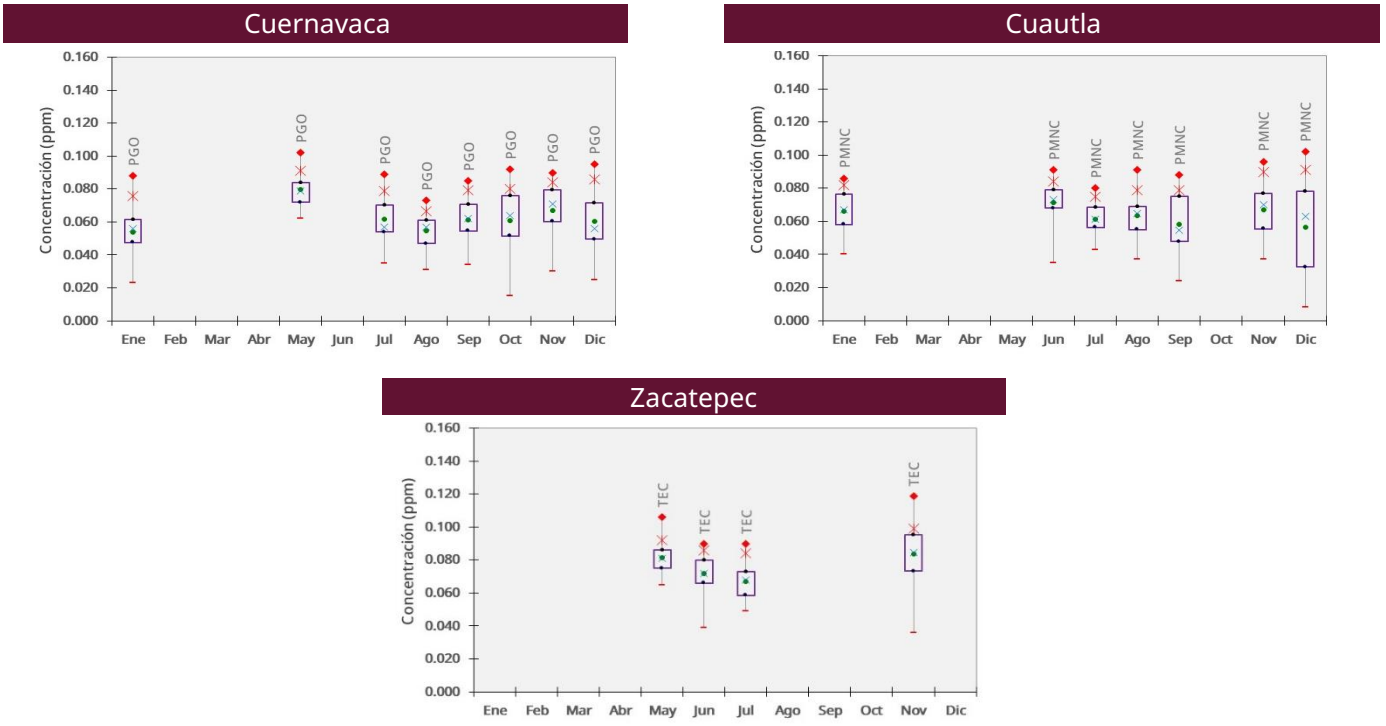
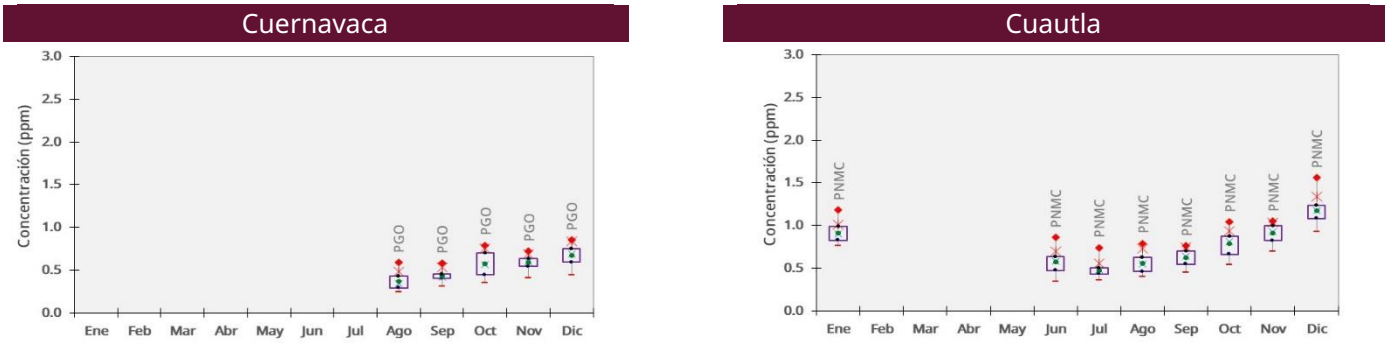


Figura 10.7. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas



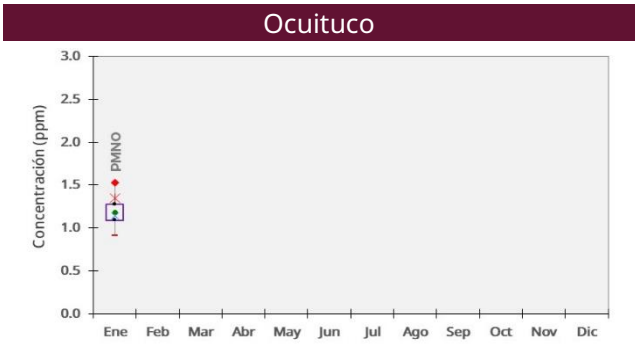


Figura 10.8. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

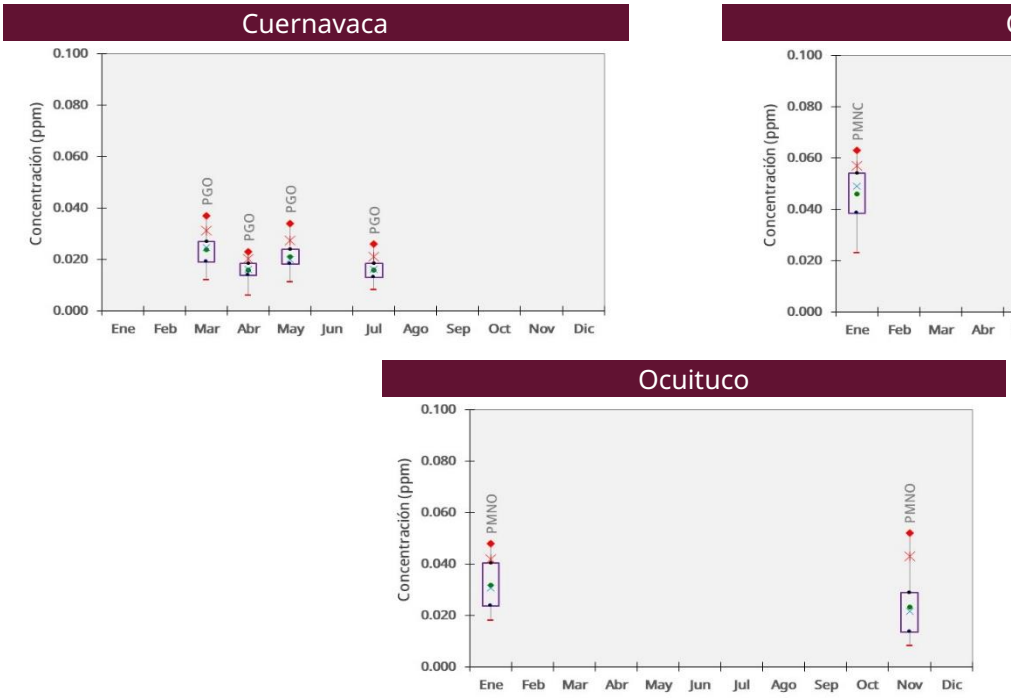
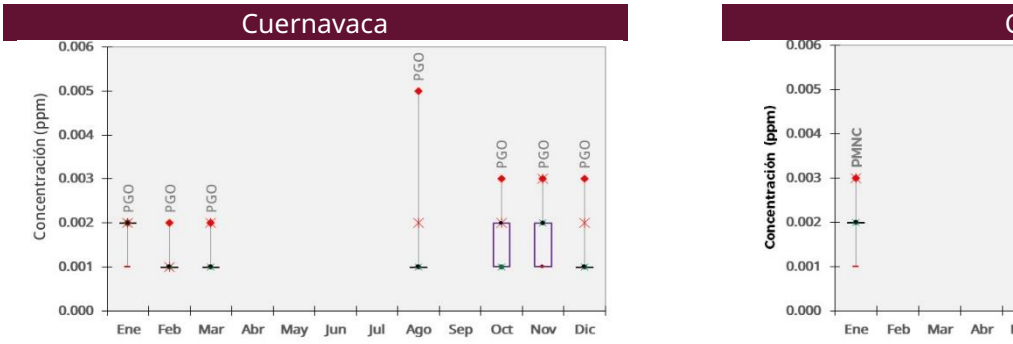


Figura 10.9. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas



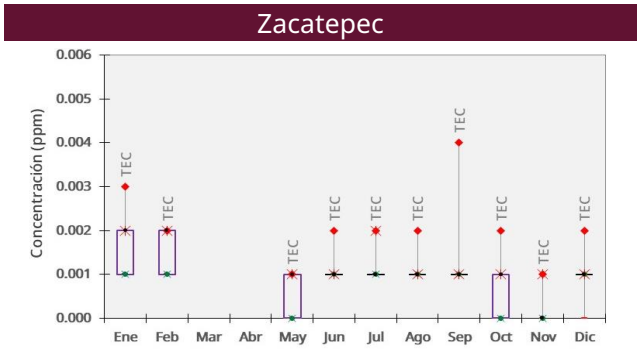
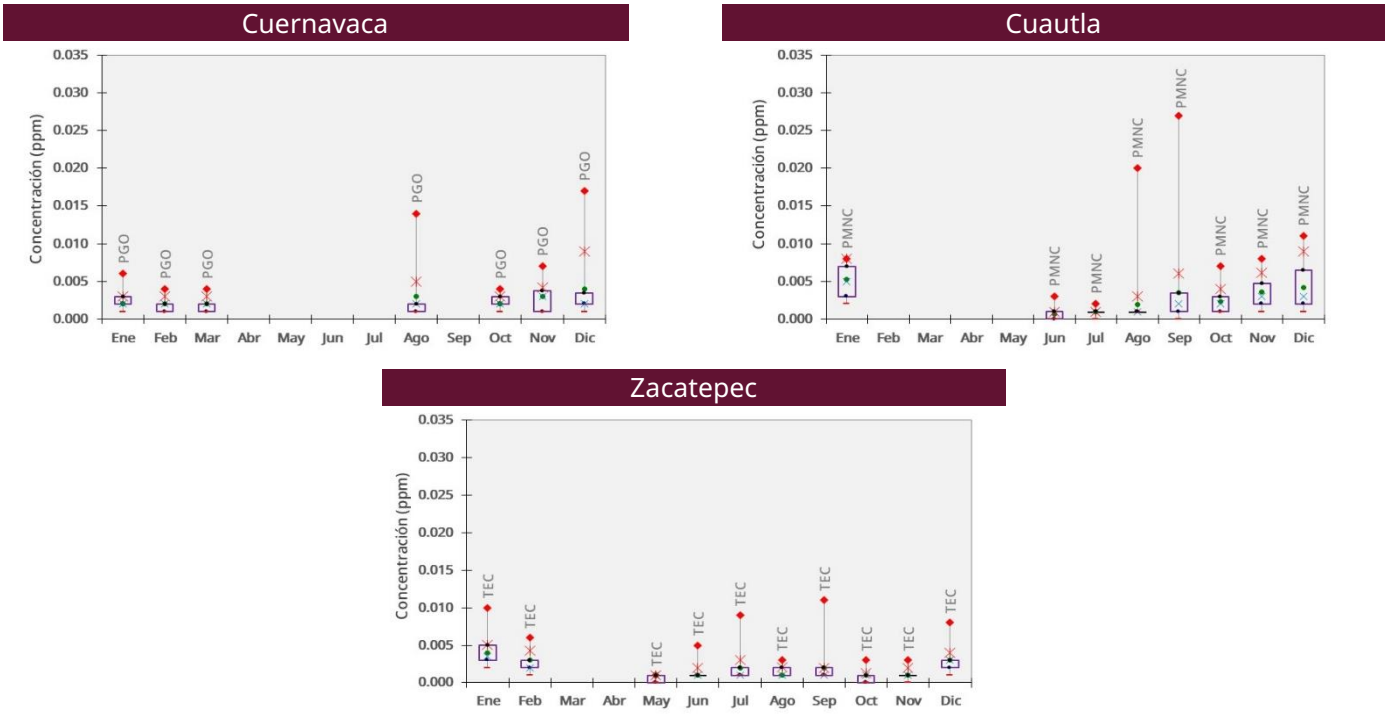


Figura 10.10. Morelos. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo de 1 hora



10.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante y ciudad, en el periodo 2014 – 2023

Figura 10.11. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

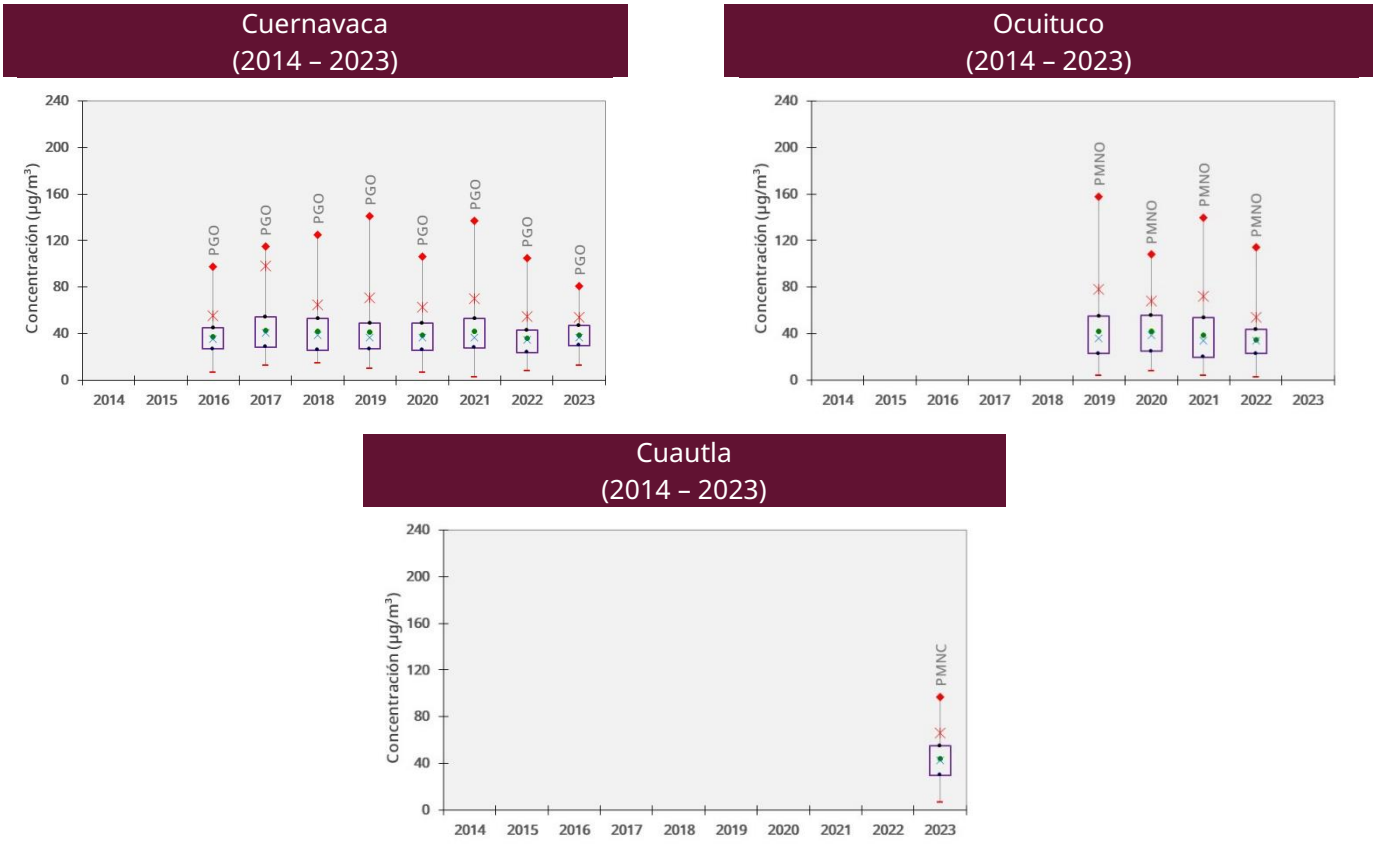
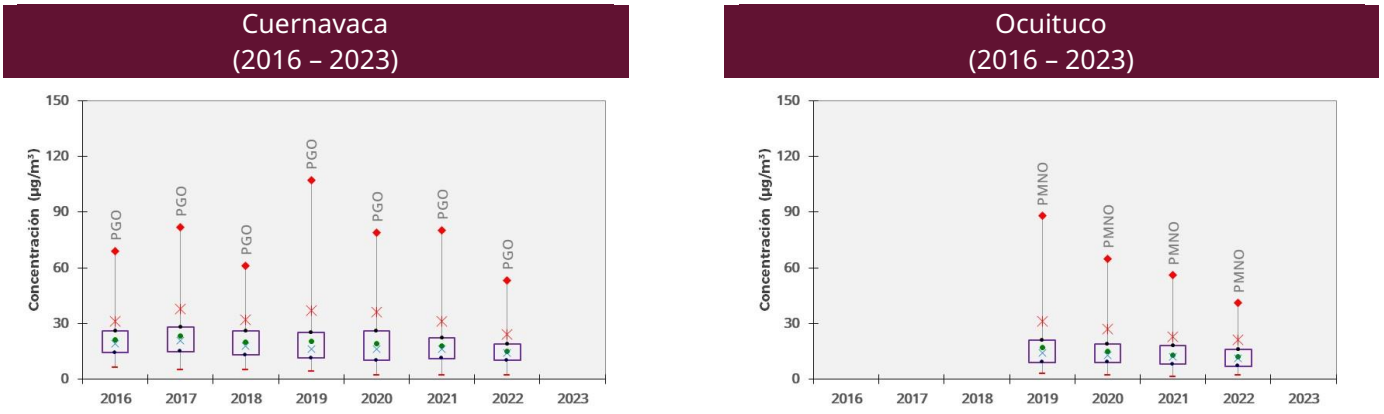


Figura 10.12. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ por ciudad, en el periodo 2016 – 2023



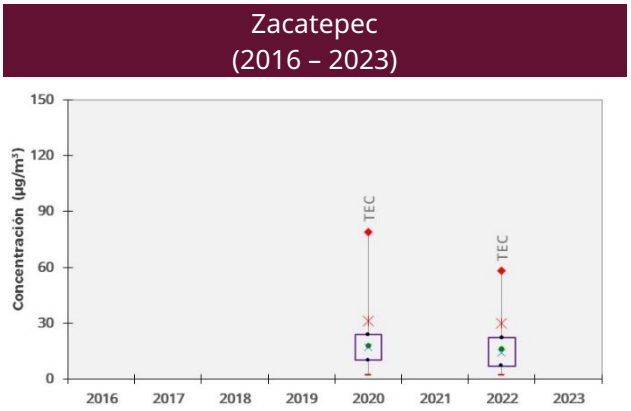


Figura 10.13. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

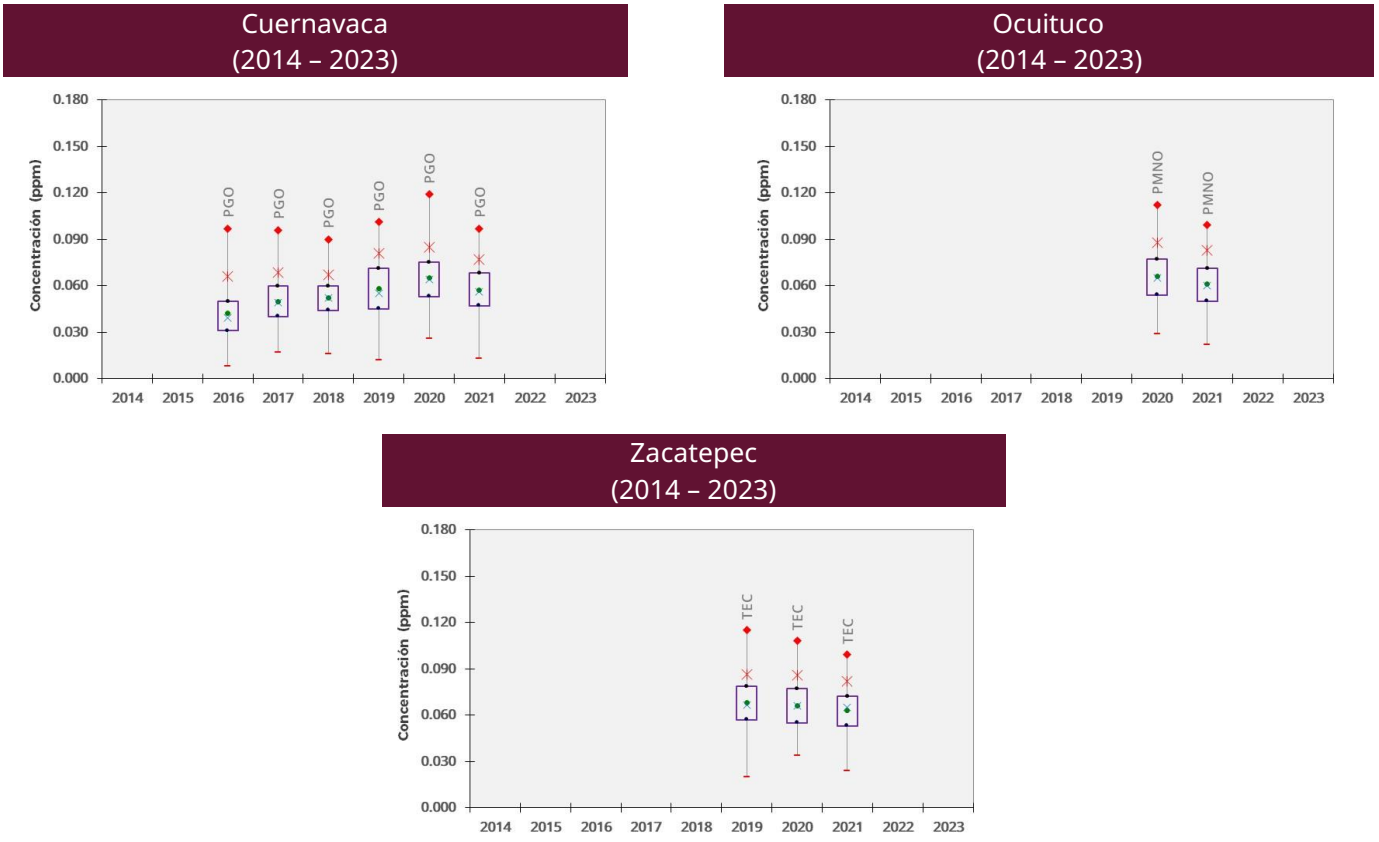
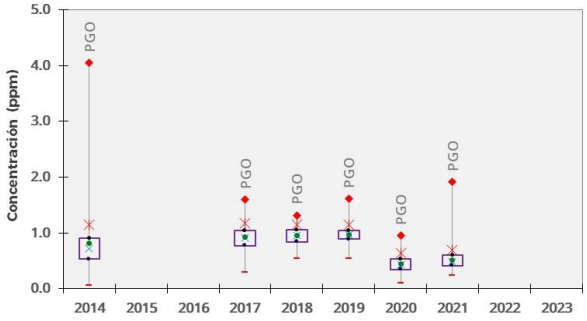


Figura 10.14. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

Cuernavaca (2014 – 2023)



Cuautla (2014 – 2023)

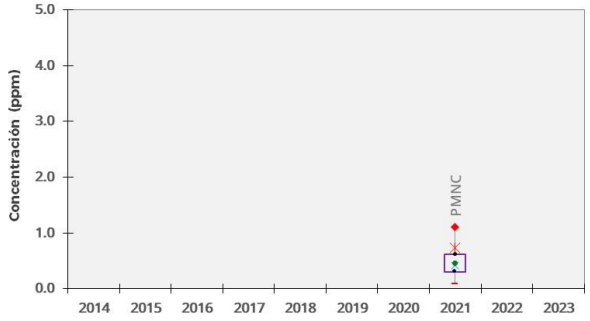
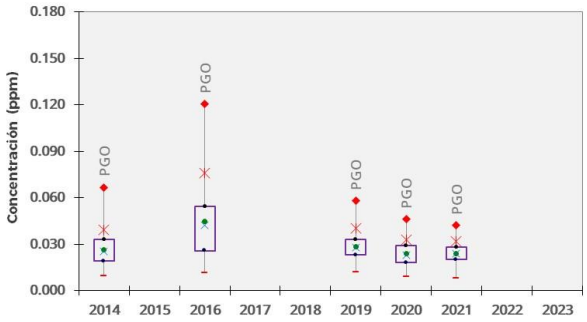
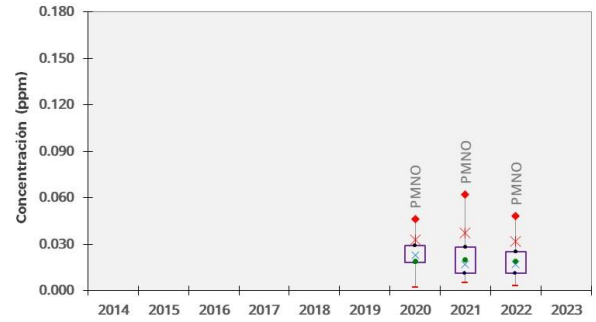


Figura 10.15. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

Cuernavaca (2014 – 2023)



Ocuituco (2014 – 2023)



Zacatepec (2014 – 2023)

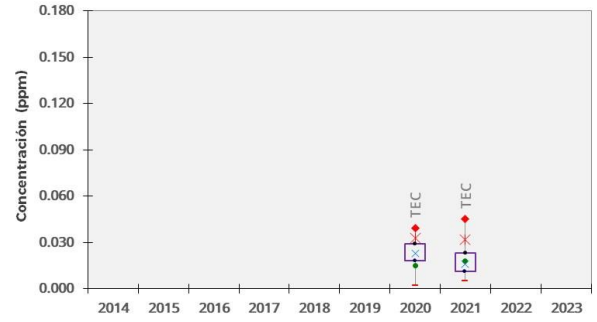
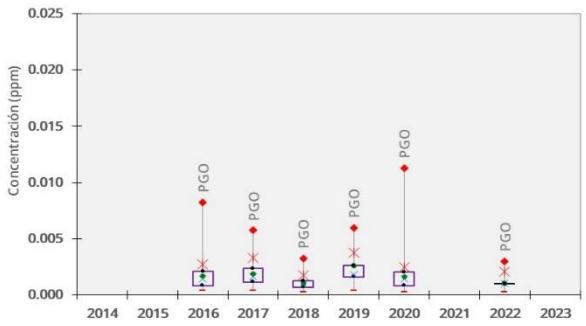


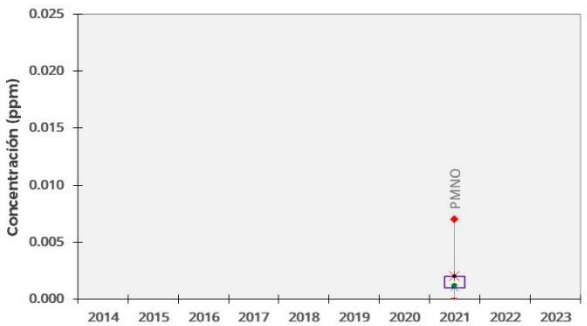
Figura 10.16. Morelos. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

Promedio de 24 horas

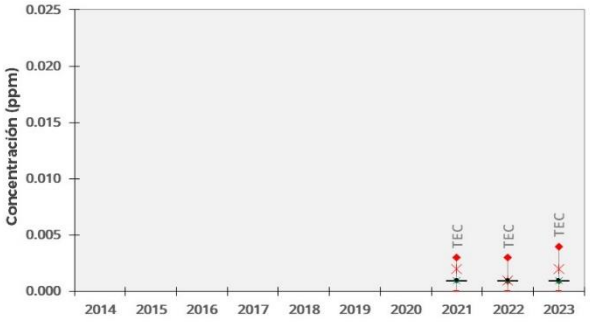
Cuernavaca (2014 – 2023)



Ocuituco (2014 – 2023)

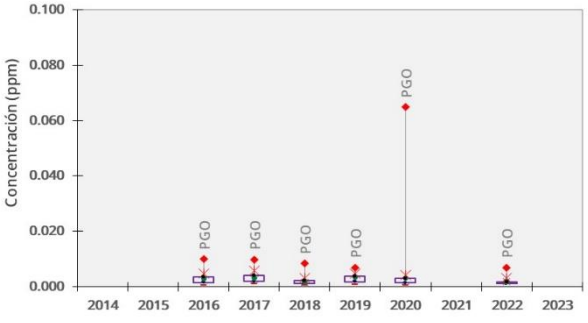


Zacatepec (2014 – 2023)

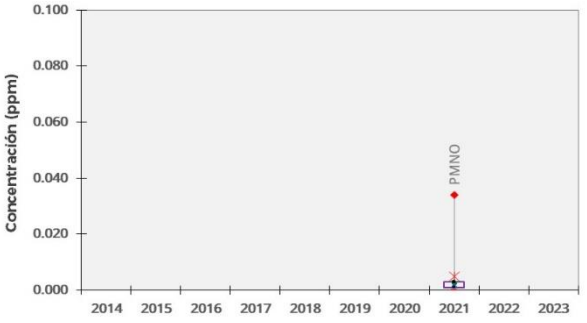


Máximo de 1 hora

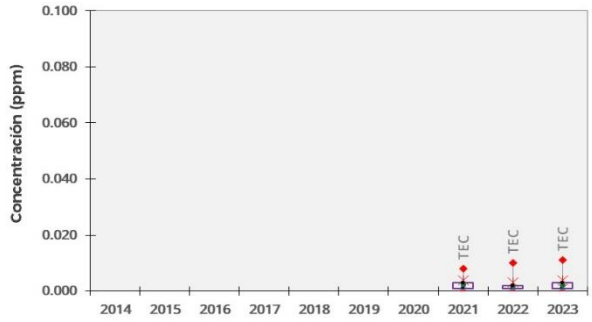
Cuernavaca (2014 – 2023)



Ocuituco (2014 – 2023)



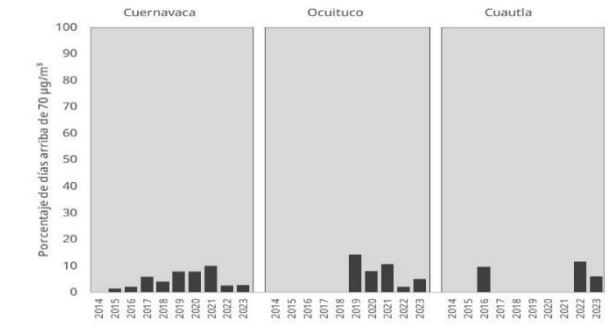
Zacatepec
(2014 – 2023)



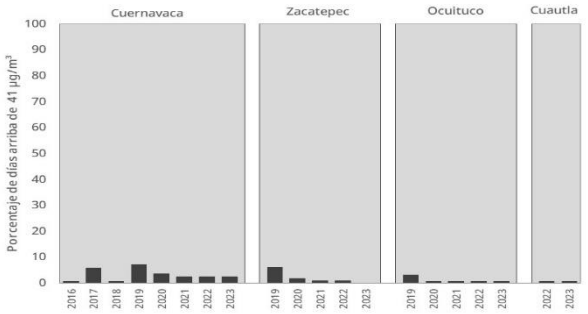
10.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 10.17. Morelos. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2023

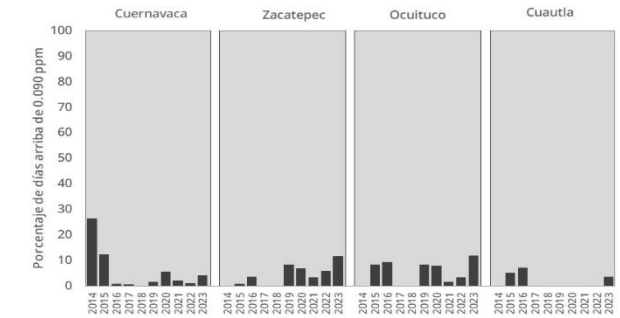
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2014 – 2023)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2016 – 2023)



O_3 – Límite de 1 hora
(2014 – 2023)

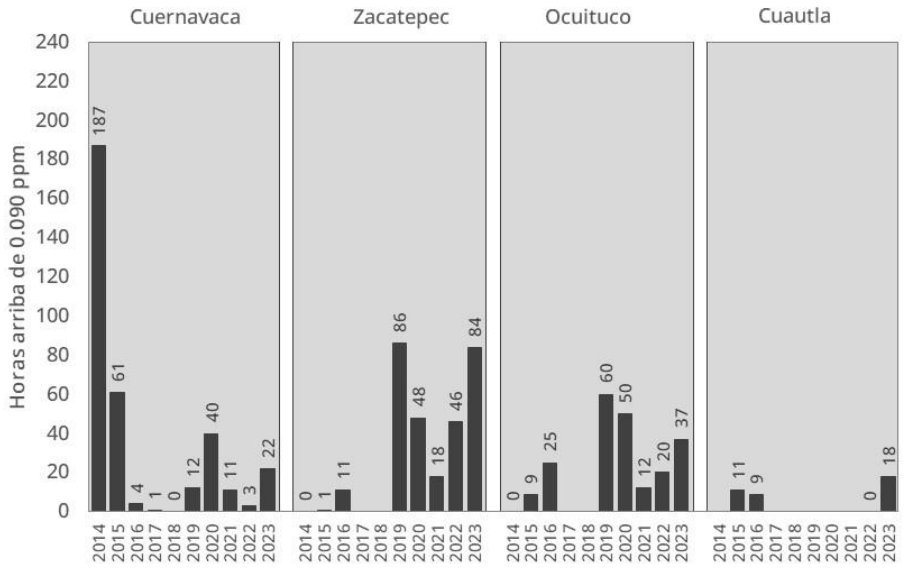


NO_2 – Límite de 1 hora
(2014 – 2023)



10.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono

Figura 10.18. Morelos. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2014 – 2023



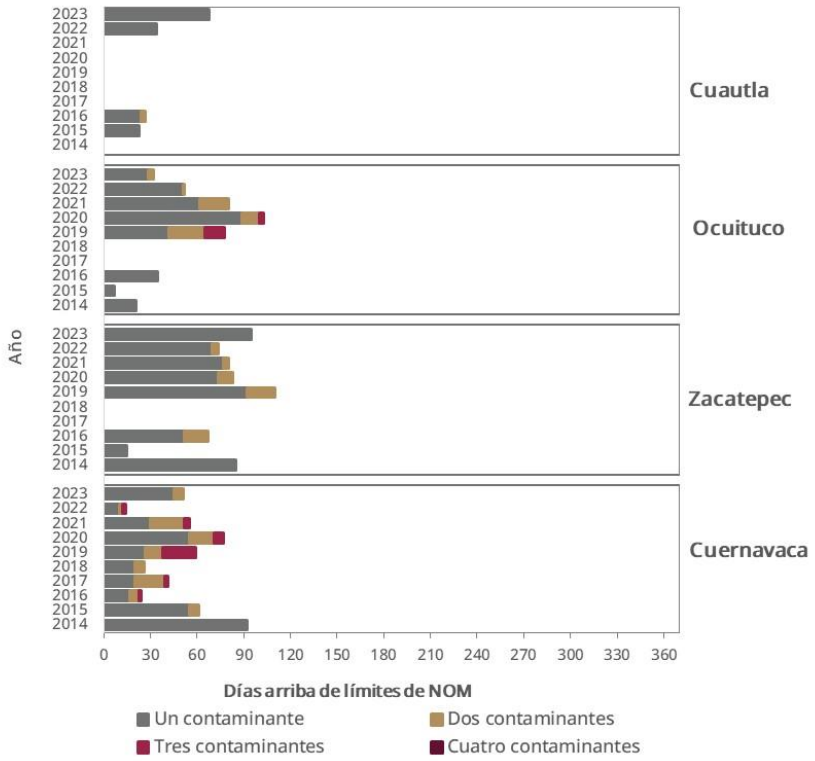
10.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 10.4. Morelos. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023

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	92	92	0	0	0
2015	216	61	55	6	0	0
2016	347	24	17	6	1	0
2017	350	41	20	19	2	0
2018	315	26	20	6	0	0
2019	365	59	27	11	21	0
2020	364	77	55	16	6	0
2021	365	55	30	22	3	0
2022	365	14	10	2	2	0
2023	365	51	45	6	0	0
Zacatepec						
2014	326	85	85	0	0	0
2015	195	15	15	0	0	0
2016	142	67	52	15	0	0
2019	339	110	92	18	0	0
2020	366	83	74	9	0	0
2021	363	80	77	3	0	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
2022	349	74	70	4	0	0
2023	313	95	95	0	0	0
Ocuituco						
2014	150	21	21	0	0	0
2015	63	7	7	0	0	0
2016	136	35	35	0	0	0
2019	320	78	42	23	13	0
2020	366	103	89	11	3	0
2021	364	80	62	18	0	0
2022	361	52	51	1	0	0
2023	126	32	29	3	0	0
Cuautla						
2015	181	23	23	0	0	0
2016	289	27	24	3	0	0
2021	331	0	0	0	0	0
2022	325	38	34	4	0	0
2023	338	73	68	5	0	0

Figura 10.19. Morelos. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023



Nayarit



En el año 2023, 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. Para este año los datos disponibles revelaron que:

- La estación de monitoreo denominada Tecnológico de Tepic (TEC) experimentó problemas operativos a lo largo del año, en tanto que la estación Universidad (UAN) entró en operación en el mes de abril. Estas circunstancias provocaron que en ninguna de ellas se haya generado información en una cantidad tal que cumpliera con los criterios de suficiencia de datos establecidos en la propia normatividad como para hacer la evaluación de cumplimiento de NOM para los diferentes contaminantes medidos.

- A nivel agregado, esto es a nivel de ciudad, sólo se puede establecer que la información disponible indica la ocurrencia de concentraciones de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) superiores a los límites de protección a la salud correspondientes. En particular el límite normado como promedio de 24 horas de PM_{10} se superó en 28 días y el de $PM_{2.5}$ en 3, lo que equivale al 8.4 y 1.3% de los días del año con información disponible, respectivamente.

- Las concentraciones más altas de partículas suspendidas a lo largo del año se registraron entre enero y junio, en el caso de las PM_{10} y entre mayo y junio en el caso de las $PM_{2.5}$. Aunque en el caso de estas últimas no se puede establecer una tendencia definitiva debido a que sólo se contó con información para el periodo de mayo a diciembre.

- A lo largo de los años las concentraciones de PM_{10} muestran una tendencia bastante estable, con ligeras variaciones aleatorias al alza y a la baja de un año a otro. Tendencia que se replica también en el indicador sobre el número de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud vigente. En el caso de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ no se puede establecer una tendencia a lo largo de los años, pues sólo se dispuso de información para el periodo 2016 a 2020.

- En ninguno de los días del año con información disponible se superó el límite normado de protección a la salud con respecto a ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.

- Con respecto al ozono destaca que las concentraciones máximas más altas, se registraron en marzo y abril, en tanto que en el resto del año no se apreció una tendencia clara, pues se registraron variaciones aleatorias al alza y a la baja de un mes a otro, sin que estas fueran significativas. Por otra parte, a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante mostraron un comportamiento muy estable. Situación que se replicó en los indicadores sobre número de días y de horas por año con concentraciones superiores al límite normado vigente.

- En 2023, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 28, lo que equivale al 8% de los días del año. En general, este indicador registró una reducción significativa respecto a lo observado en los dos años previos. En 2021 se registraron 66 días en esta condición, en tanto que en 2022 fueron 86

días. Sin embargo, es importante no perder de vistas que en 2023 los problemas operativos impidieron tener mediciones para una gran cantidad de días, por lo que este dato se debe tomar con precaución.

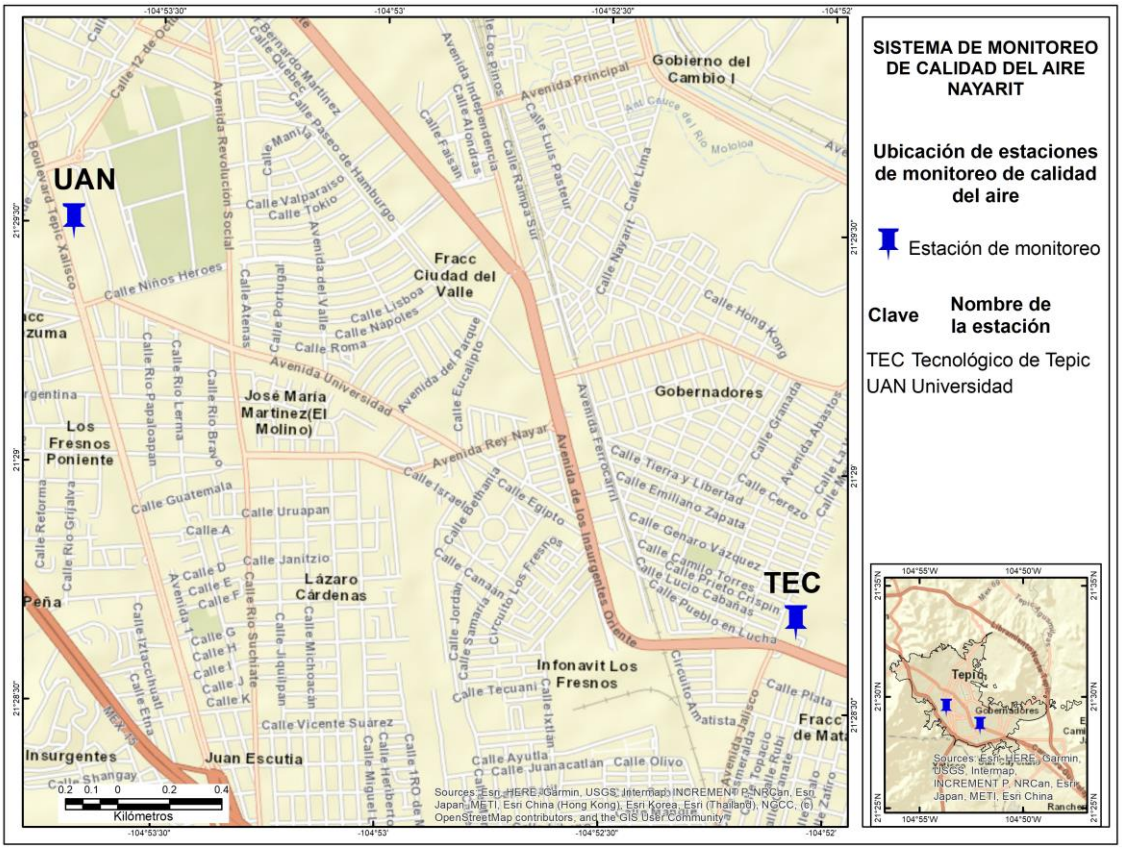
11.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 11.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2023 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
Tepic	Tecnológico de Tepic [1]	TEC	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Universidad [2]	UAN	Automático (2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
[1] La estación presentó fallas durante alguna parte del año en los analizadores de $PM_{2.5}$, CO y SO_2.
[2] La estación inició operaciones el 18 de abril de 2023 con los equipos de la antes estación Primaria.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.

Figura 11.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de Nayarit, 2023



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.

11.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Tabla 11.2. Nayarit. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Tepic	
			TEC	UAN
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	DI	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	DI	DI
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	DI	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	DI	DI
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	DI	DI
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	DI	DI
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	DI	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	0.01	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

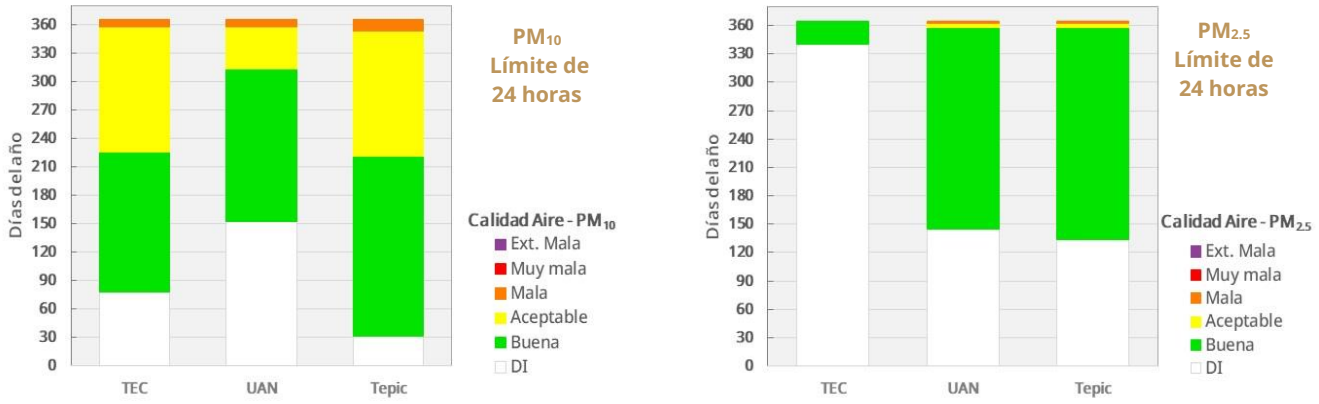
Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

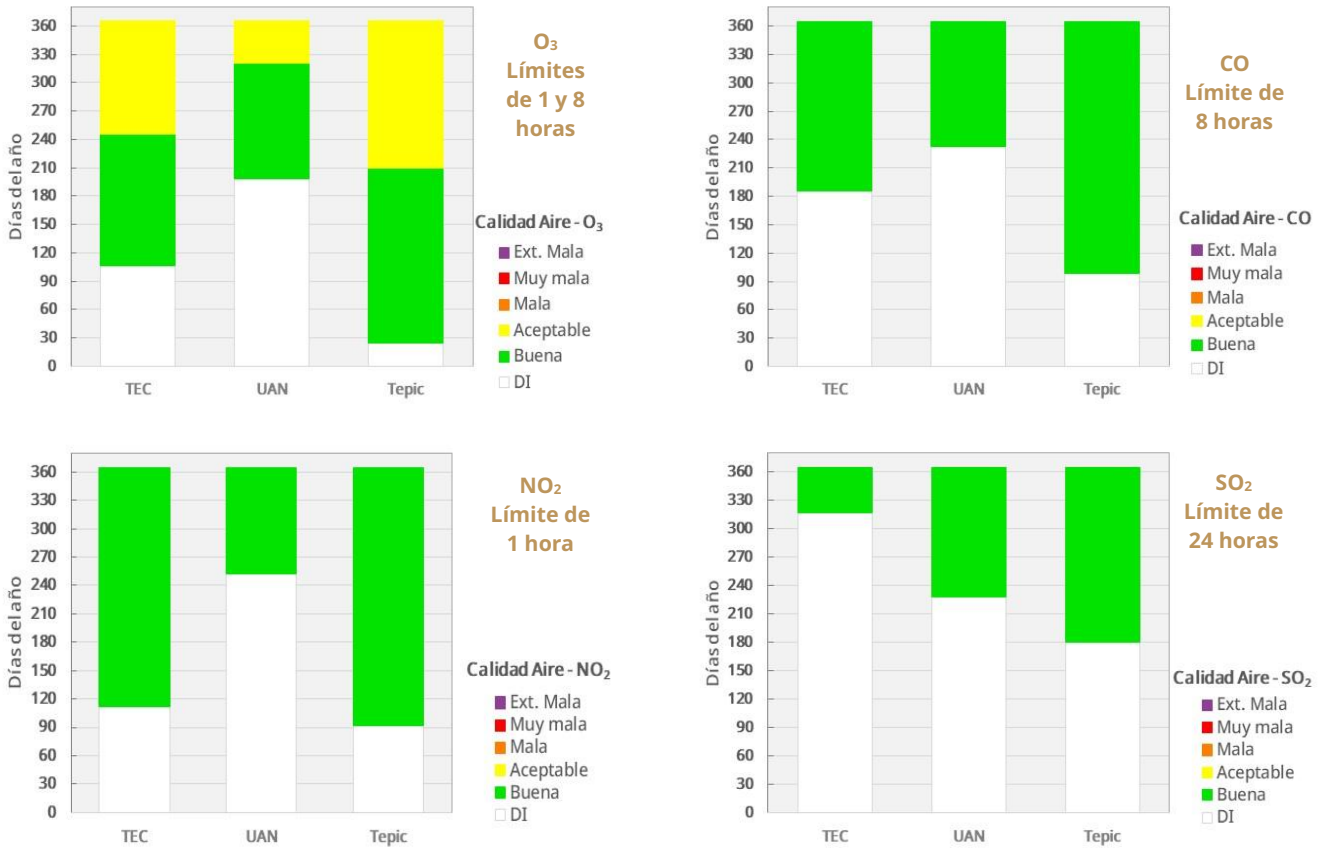
Tabla 11.3. Nayarit. Porcentaje de días del año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		Tepic
PM_{10}	No. días con datos válidos	334
	No. días > 70 µg/m³	28
	% días > 70 µg/m³	**8.4**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	231
	No. días > 41 µg/m³	3
	% días > 41 µg/m³	**1.3**
O_3	No. días con datos válidos	340
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**0.0**
CO	No. días con datos válidos	275
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	273
	No. días > 0.106 ppm	0
	% días > 0.106 ppm	**0.0**
SO_2	No. días con datos válidos	185
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**0.0**

11.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 11.2. Nayarit. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



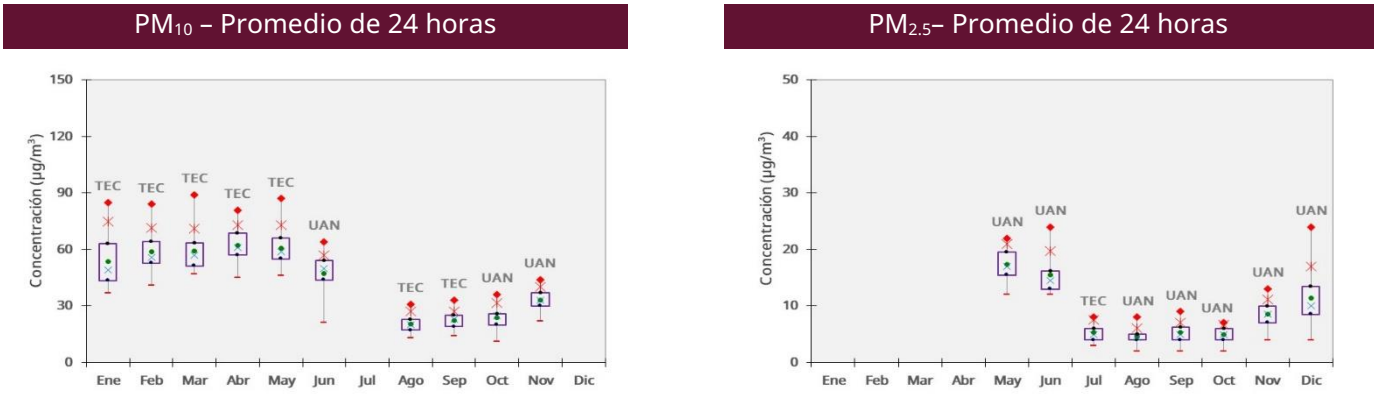


TEC – Tecnológico de Tepic

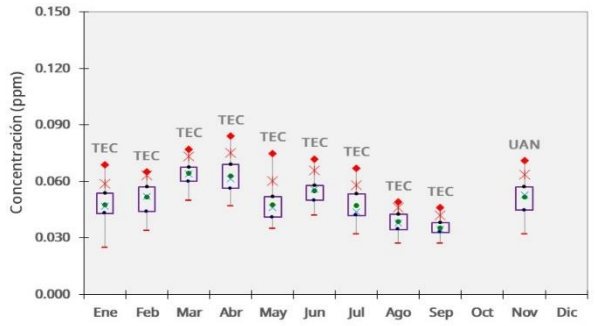
UAN – Universidad

11.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

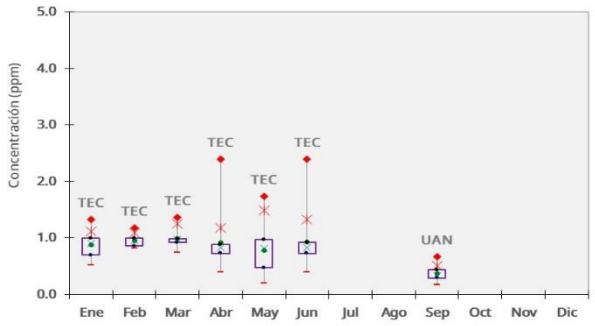
Figura 11.3. Nayarit. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023



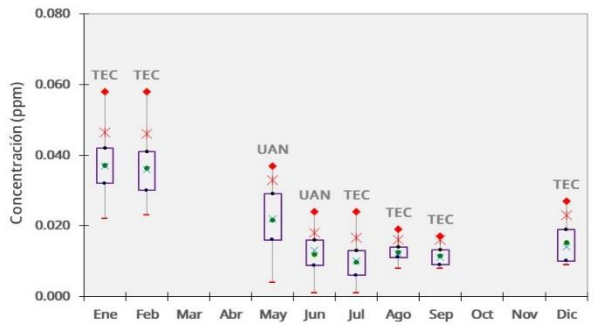
O_3 – Máximo diario de 1 hora



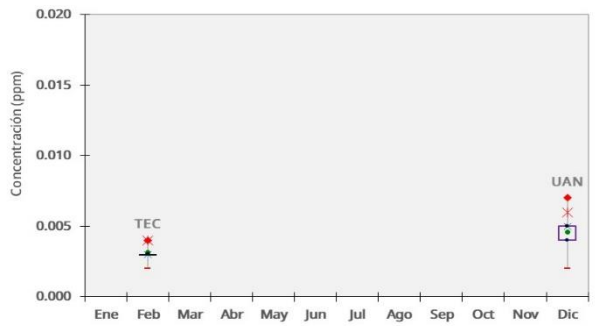
CO – Máximo diario de 8 horas



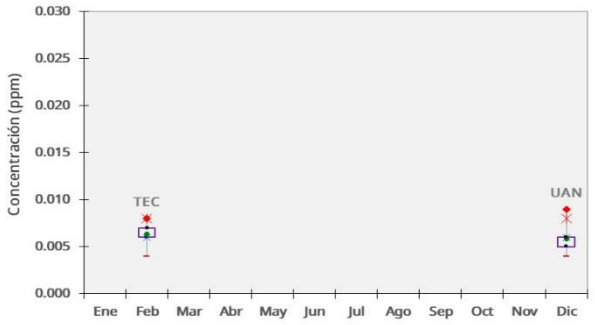
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



SO_2 – Máximo diario de 1 hora



11.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2015 – 2023

Figura 11.4. Nayarit. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2015–2023

PM_{10} – Promedio de 24 horas (2015 - 2023)



$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas (2015 - 2023)



O_3 – Máximo diario de 1 hora (2015 - 2023)



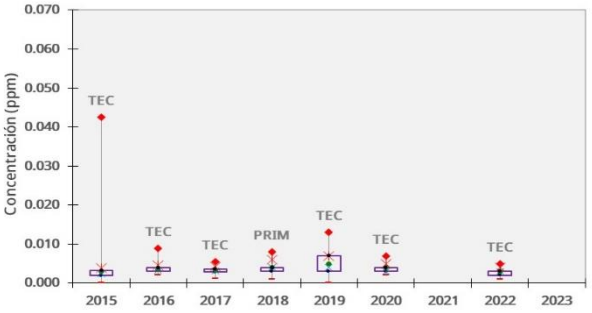
CO – Máximo diario de 8 horas (2015 - 2023)



NO_2 – Máximo diario de 1 hora (2015 - 2023)



SO_2 – Promedio de 24 horas (2015 - 2023)



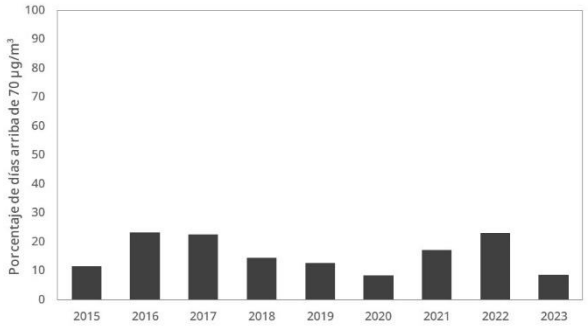
SO_2 – Máximo diario de 1 hora
(2015 - 2023)



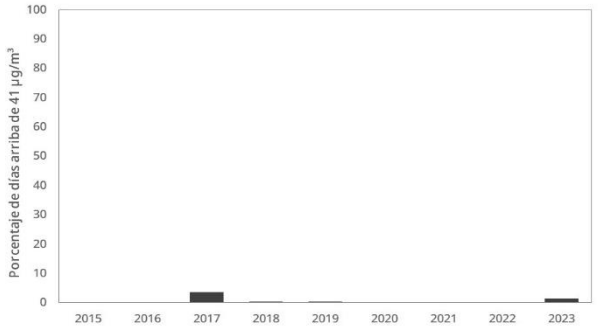
11.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 11.5. Nayarit. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2023

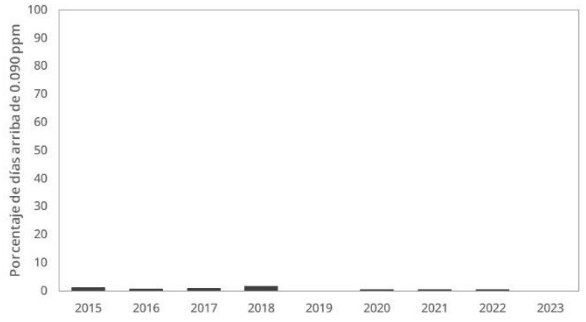
PM_{10} – Límite de 24 horas
(2015 – 2023)



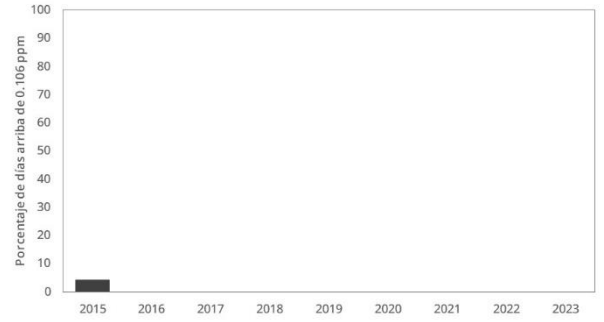
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2015 – 2023)



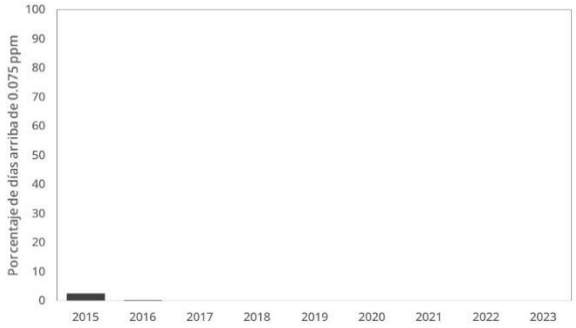
O_3 – Límite de 1 hora
(2015 – 2023)



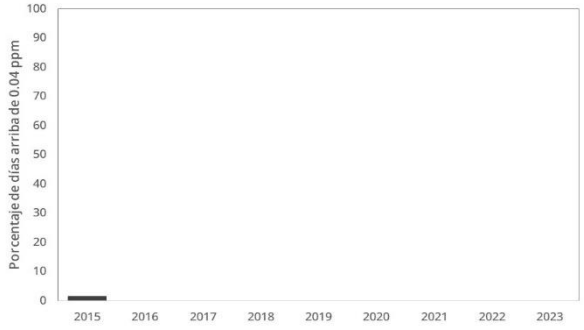
NO_2 – Límite de 1 hora
(2015 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2015 – 2023)



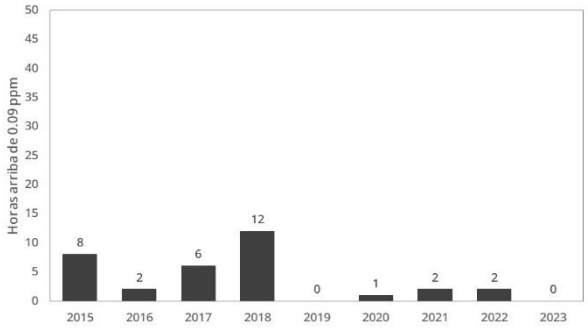
SO_2 – Límite de 24 horas
(2015 – 2023)



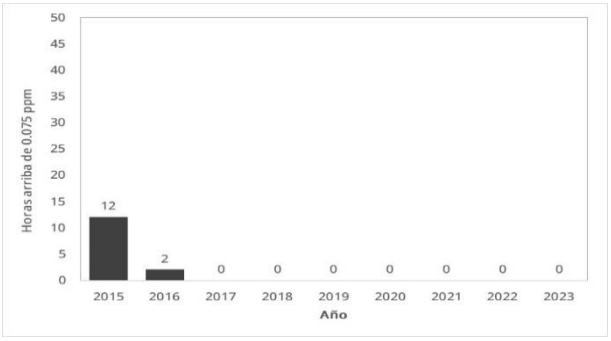
11.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 11.6. Nayarit. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2015 – 2023

O_3 – Límite de 1 hora
(2015 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2015– 2023)

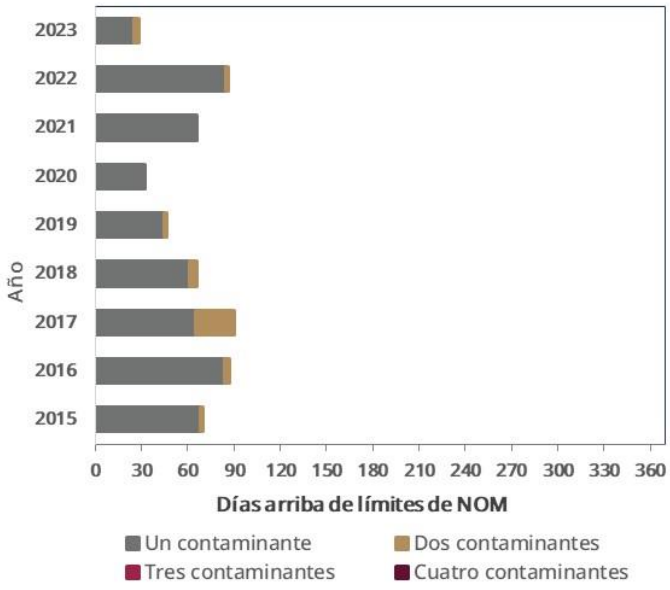


11.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 11.4. Nayarit. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023

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	70	68	2	0	0
2016	366	87	84	3	0	0
2017	365	90	65	25	0	0
2018	363	66	61	5	0	0
2019	365	46	45	1	0	0
2020	366	32	32	0	0	0
2021	365	66	66	0	0	0
2022	365	86	85	1	0	0
2023	354	28	25	3	0	0

Figura 11.7. Nayarit. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023



Nuevo León



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire 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 15 estaciones de monitoreo automático. Tres estaciones en el municipio de Monterrey (Obispado, San Bernabé y Preparatoria ITESM Eugenio Garza Lagüera), dos en San Nicolás de los Garza (San Nicolás y Universidad Autónoma de Nuevo León), dos en García (García y Misión San Juan) y una más en cada uno de los siguientes municipios: Apodaca (Apodaca), General Escobedo (Escobedo), Cadereyta de Jiménez (Cadereyta), Juárez (Juárez), Guadalupe (Instituto Tecnológico de Nuevo León), San Pedro Garza García (San Pedro), Santa Catarina (Santa Catarina) y Pesquería (Pesquería). Para este año los datos disponibles revelaron que:

- En ninguno de los días del año se superó el límite normado de protección a la salud con respecto a monóxido de carbono, pero ello si ocurrió, en al menos una estación de monitoreo, en el 59% de los días del año para el caso de las partículas suspendidas PM_{10}, 26% de los días para el ozono, 23% de los días para las partículas $PM_{2.5}$, 6% de los días para el dióxido de azufre y 9% de los días para el dióxido de nitrógeno.

- Todas las estaciones que midieron PM_{10}, superaron el límite normado de protección a la salud, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual. La estación de monitoreo en la que se registró la concentración más alta de partículas suspendidas PM_{10}, como promedio de 24 horas, fue Juárez (SE2) en el municipio del mismo nombre, en tanto que el promedio anual más alto ocurrió en la estación Apodaca, ubicada en el municipio del mismo nombre. Por otra parte, las estaciones de monitoreo en las que con mayor frecuencia se superó el límite normado de protección a la salud, como promedio de 24 horas, fueron: Apodaca (160 días), Misión San Juan (141 días), Juárez (130 días), San Nicolás (127 días) y Santa Catarina (123 días).

- A lo largo del año, las concentraciones más altas de partículas PM_{10} se registraron entre noviembre y marzo, en tanto que lo largo de los años las concentraciones de este contaminante muestran una tendencia a la baja del año 2011 a la fecha. Un ejemplo de esta tendencia se puede apreciar en el indicador sobre el número de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud. Mientras en 2011, dicho umbral se superó en el 89% de los días, en 2023 esto ocurrió en el 59% de los días del año. Esto es, en poco más de una década se ha registrado una reducción del 30% en la cantidad de días en los que se supera el umbral de protección a la salud.

- En todas las estaciones de monitoreo donde se midió partículas suspendidas $PM_{2.5}$ se superó el límite normado de protección a la salud como promedio anual, en tanto que el límite normado como promedio de 24 horas se cumplió en las estaciones Escobedo, San Pedro, Cadereyta y García, al tiempo que en todas las demás se incumplió. El límite de 24 horas se superó con mayor frecuencia en las estaciones Juárez (67 días) y Santa Catarina (34 días).

- Temporalmente las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre noviembre y marzo, en tanto que a lo largo de los años si bien se aprecia un incremento en el número

de días por año en que se supera el límite normado de protección a la salud de 2017 a 2023, también es cierto que en los tres años más recientes esta tendencia se frenó pues el porcentaje de días en esta condición se ha mantenido entre 22 y 23%. Igualmente destaca el hecho de que a pesar de esta tendencia en los años más recientes el porcentaje de días por año en que se supera el umbral de protección a la salud en la década más reciente es notablemente inferior a la cantidad de días en que ocurría esta situación en la década previa.

- Los dos límites normados de protección a la salud establecidos para ozono como promedio de una y ocho horas fueron superados en todas las estaciones de monitoreo en el año 2023. Sin embargo, las estaciones en las que con mayor frecuencia se superó al menos uno de dichos límites fueron Misión San Juan (72 días), García (54 días) y Obispado (50 días).

- A lo largo del año, el ozono registró sus concentraciones más altas entre marzo y septiembre, en tanto que a lo largo de los años se aprecia una tendencia relativamente estable con pequeños cambios al alza y a la baja. Así, por ejemplo, mientras en el periodo de 2001 a 2011 se puede observar un ligero crecimiento de las concentraciones, de 2011 a 2018 se observa un ligero decremento casi de la misma magnitud. Luego de 2018 a 2020 vuelve a crecer y de 2020 a 2023 a decrecer. La mediana en los tres años más recientes se ha mantenido entre 0.051 y 0.053 ppm. Esta tendencia general se replica en el indicador sobre el número de días con concentraciones superiores al límite normado de una hora. En los tres años más recientes este indicador a variado entre 20 y 25%.

- El dióxido de nitrógeno registró concentraciones superiores al límite normado de protección a la salud, sólo en las estaciones Universidad (donde se superó el límite anual) y Preparatoria ITESM Eugenio Garza Lagüera (donde se superaron ambos límites). En esta última estación de monitoreo se registraron concentraciones superiores al límite horario en un total de 31 días.

- El dióxido de azufre, por su parte, registró concentraciones superiores al límite diario normado como promedio de 1 hora, sólo en la estación Cadereyta y ello ocurrió en un total de 18 días a lo largo del año, lo que representó el 5% de los días del año con información válida.

- En 2023, el número de días en que se registraron concentraciones superiores a al menos un límite normado de protección a la salud fue de 250, lo que equivale al 68% de los días del año. Esto significa un incremento del 2% respecto a lo registrado en el año 2022.

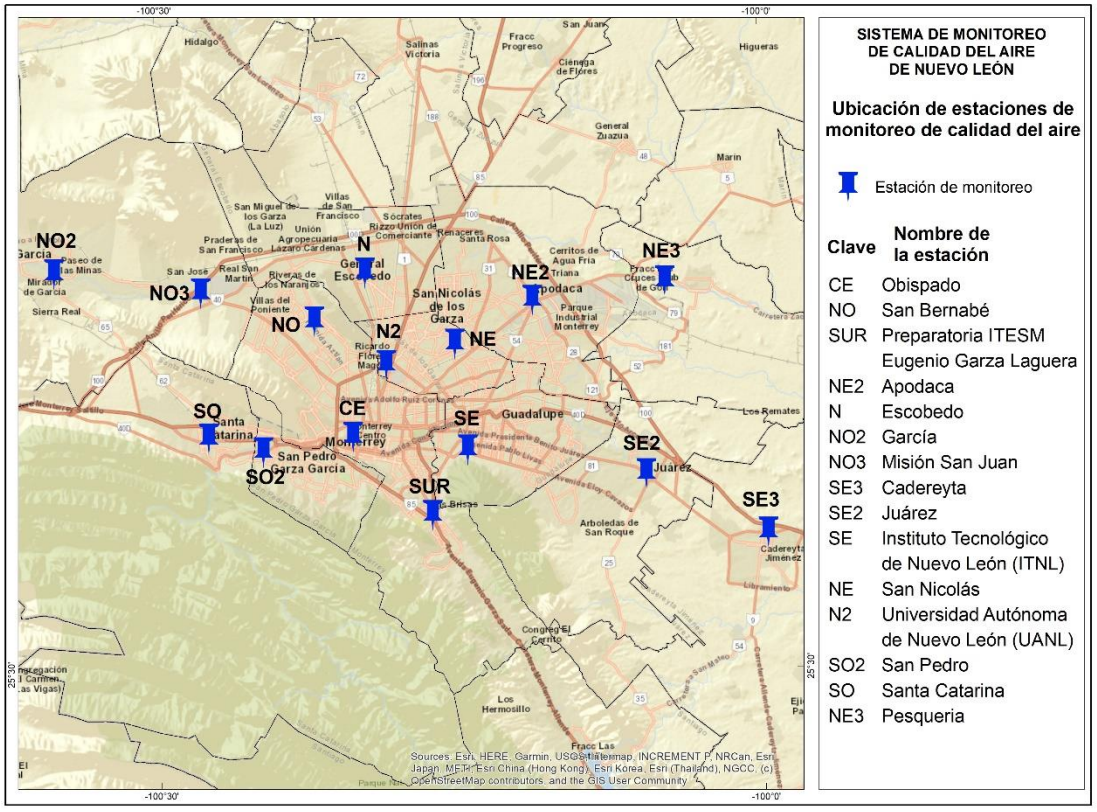
12.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 12.1. Estaciones que conformaron el SMCA del Área Metropolitana de Monterrey en el año 2023 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
Monterrey	Obispado	CE	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	San Bernabé	NO	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Preparatoria ITESM Eugenio Garza Lagüera[1]	SUR	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Apodaca	Apodaca	NE2	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
General Escobedo	Escobedo	N	Automático (2009)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
García	García	NO2	Automático (2009)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Misión San Juan	NO3	Automático (2022)	✓		✓	✓	✓	✓
Cadereyta de Jiménez	Cadereyta	SE3	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Juárez	Juárez	SE2	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Guadalupe	Instituto Tecnológico de Nuevo León – ITNL[2]	SE	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Nicolás de los Garza	San Nicolás	NE	Automático (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Universidad Autónoma de Nuevo León – UANL[3]	N2	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Pedro Garza García	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.
[1] En informes anteriores el nombre de la estación era Pueblo Serena.
[2] En informes anteriores el nombre de la estación era La Pastora.
[3] En informes anteriores el nombre de la estación era Universidad.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio de Ambiente del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Figura 12.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey, 2023

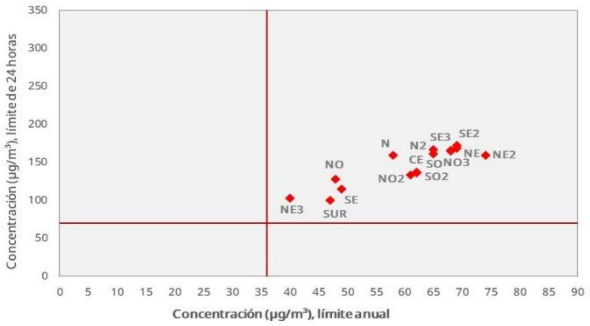


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nuevo León.

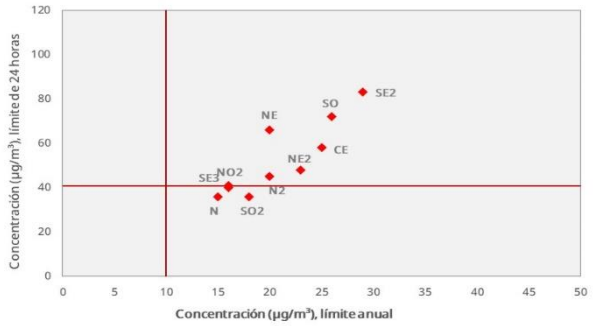
12.2. Evaluación del cumplimiento de normas oficiales mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 12.2. Área Metropolitana de Monterrey. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

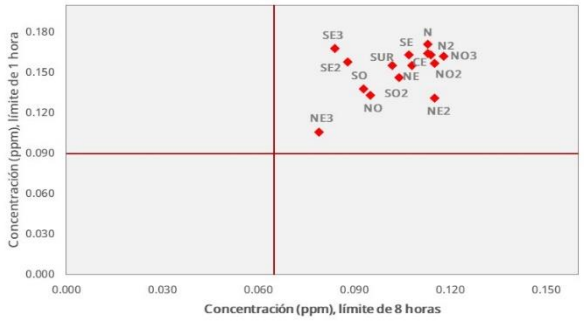
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m³- línea vertical)



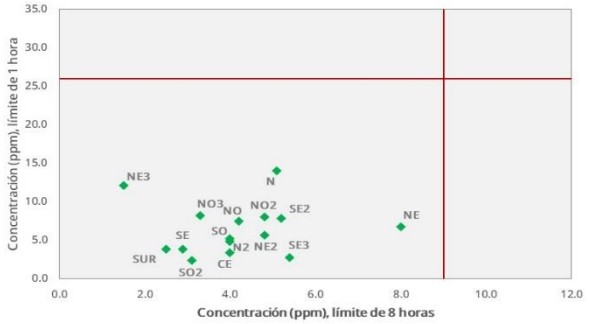
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m³- línea vertical)



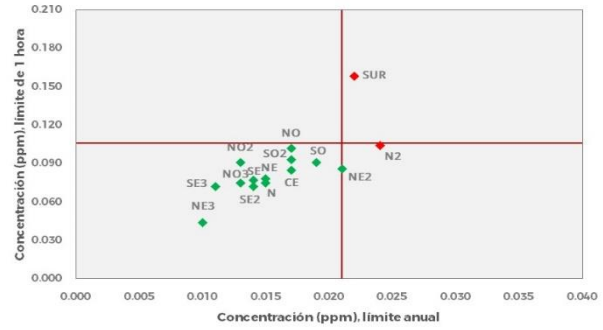
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



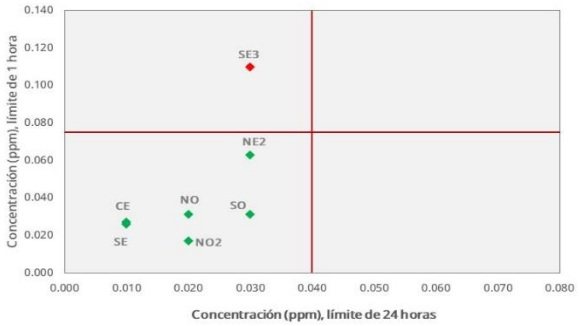
Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm–línea horizontal)
Límite de 24 horas (0.04 ppm- línea vertical)



CE– Obispado
NO – San Bernabé
SUR – Preparatoria ITESM Eugenio Garza Lagüera
NE2 – Apodaca
N – Escobedo
NO2 – García
SE3 – Cadereyta
SE2 – Juárez

SE2 – Juárez
SE – ITNL
NE – San Nicolás
N2 – UANL
SO2- San Pedro
SO – Santa Catarina
NE3 – Pesquería
NO3 – Misión San Juan

Tabla 12.2. Área Metropolitana de Monterrey. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Estación														
			Monterrey			Apodaca	Escobedo	García		Cadereyta	Juárez	Guadalupe	San Nicolás		San Pedro	Santa Catarina	Pesquería
			CE	NO	SUR	NE2	N	NO2	NO3	SE3	SE2	SE	NE	N2	SO2	SO	NE3
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	137	128	100	159	159	133	165	166	172	115	169	167	136	161	103
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	62	48	47	74	58	61	68	68	69	49	69	65	62	65	40
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	58	DI	DI	48	36	41	¤	40	83	DI	66	45	36	72	¤
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	25	DI	DI	23	15	16	¤	16	29	DI	20	20	18	26	¤
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.164	0.133	0.155	0.131	0.171	0.157	0.162	0.168	0.158	0.163	0.155	0.163	0.146	0.138	0.106
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.113	0.095	0.102	0.115	0.113	0.115	0.118	0.084	0.088	0.107	0.108	0.114	0.104	0.093	0.079
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	4.9	6.8	2.8	8.0	7.5	12.1	3.9	7.9	8.2	3.4	14.0	5.2	3.9	5.7	2.4
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	4.0	4.2	2.5	4.8	5.1	4.8	3.3	5.4	5.2	2.9	8.0	4.0	3.1	4.0	1.5
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	0.085	0.102	0.158	0.086	0.075	0.091	0.075	0.072	0.072	0.077	0.078	0.104	0.093	0.091	0.044
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	0.017	0.017	0.022	0.021	0.015	0.013	0.013	0.011	0.014	0.014	0.015	0.024	0.017	0.019	0.010
[3] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.027	0.031	DI	0.063	DI	0.017	DI	0.110	DI	0.026	DI	DI	DI	0.031	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	DI	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

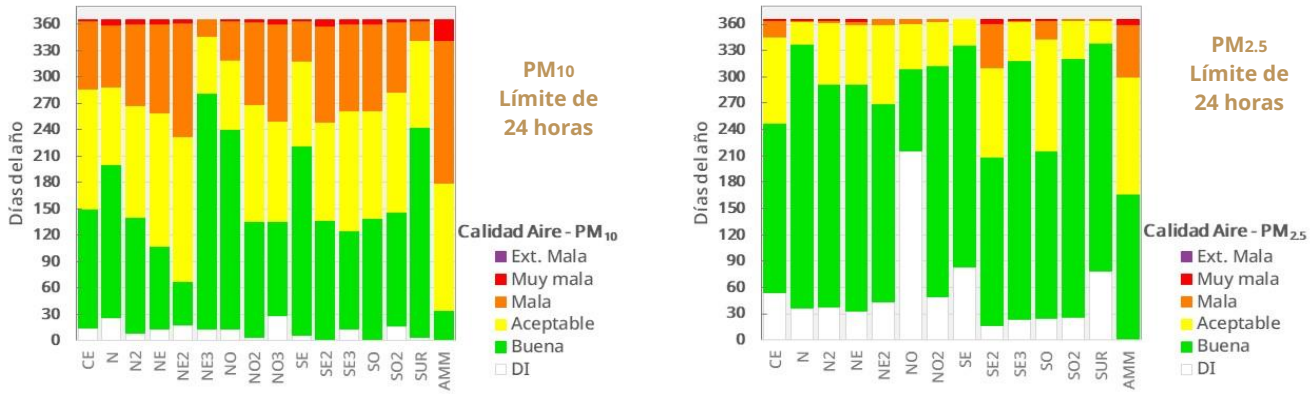
Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

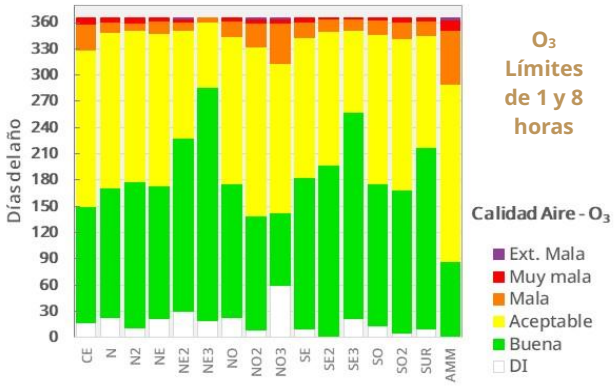
Tabla 12.3. Área Metropolitana de Monterrey. Porcentaje de días del año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

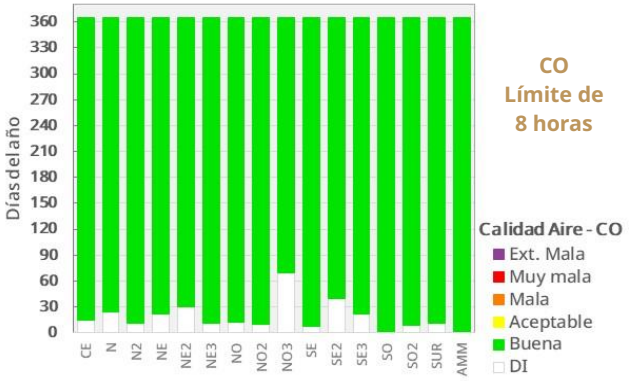
PM_{10}	No. días con datos válidos	365
	No. días > 70 µg/m³	215
	% días > 70 µg/m³	**58.9**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	365
	No. días > 41 µg/m³	85
	% días > 41 µg/m³	**23.3**
O_3	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	96
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**26.3**
CO	No. días con datos válidos	365
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.106 ppm	31
	% días > 0.106 ppm	**8.5**
SO_2	No. días con datos válidos	365
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	20
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**5.5**

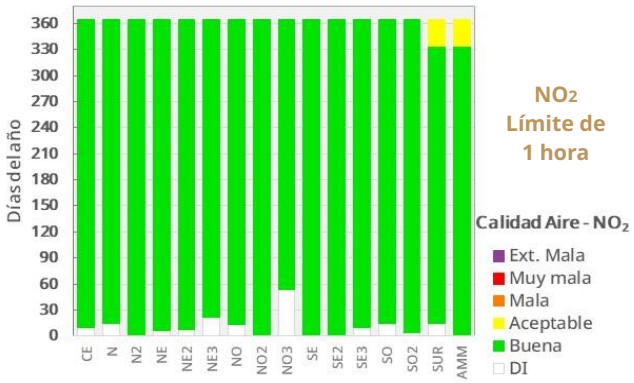
12.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

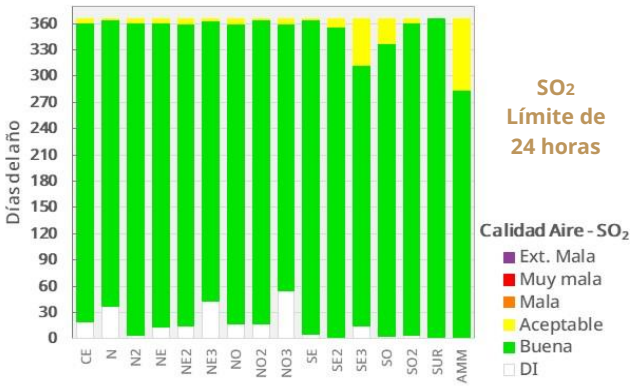
Figura 12.3. Área de Metropolitana de Monterrey. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023









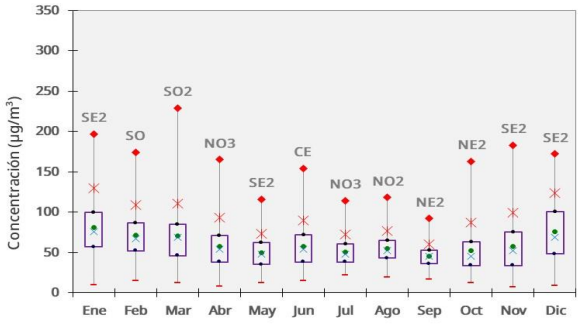


CE – Obispado
NO – San Bernabé
SUR – Preparatoria ITESM Eugenio Garza Lagüera
NE2 – Apodaca
N – Escobedo
NO2 – García
SE3 – Cadereyta
SE2 – Juárez
SE – ITNL
NE – San Nicolás
N2 – UANL
SO2- San Pedro
SO – Santa Catarina
NE3 – Pesquería
NO3 – Misión San Juan
AMM –Área Metropolitana de Monterrey

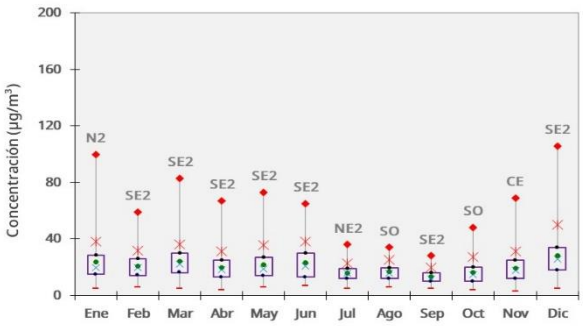
12.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 12.4. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023

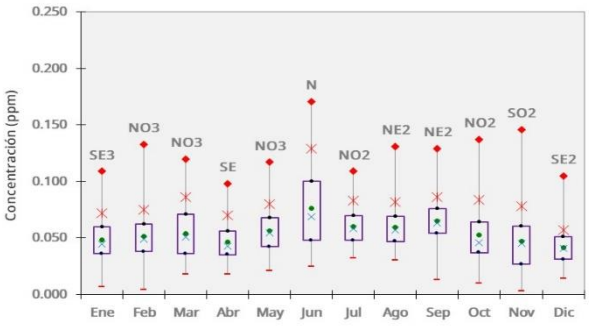
PM_{10} – Promedio de 24 horas



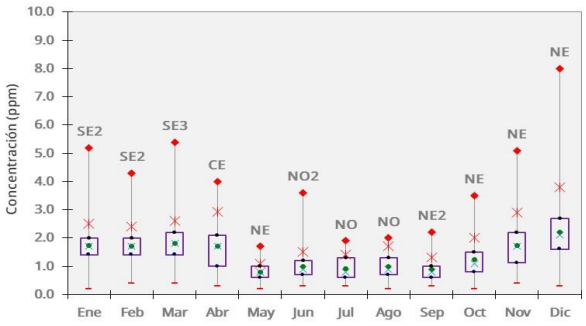
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas



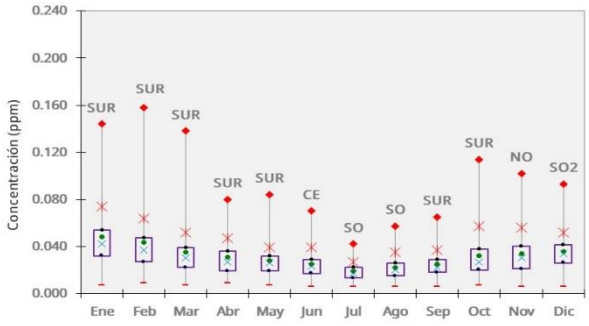
O_3 – Máximo diario de 1 hora



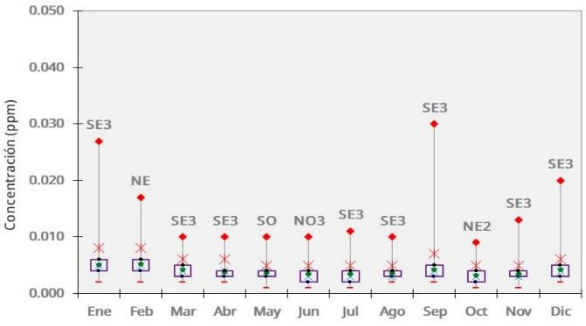
CO – Máximo diario de 8 horas



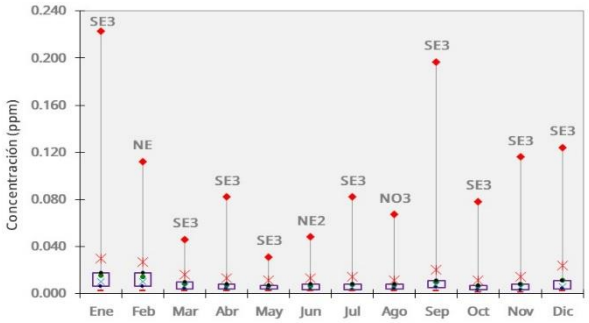
NO_2 – Máximo diario de 1 hora



SO_2 – Promedio de 24 horas



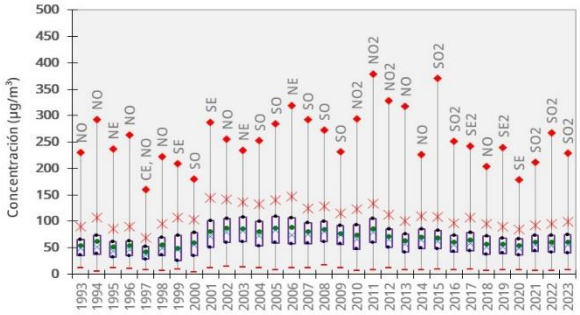
SO_2 – Máximo diario de 1 hora



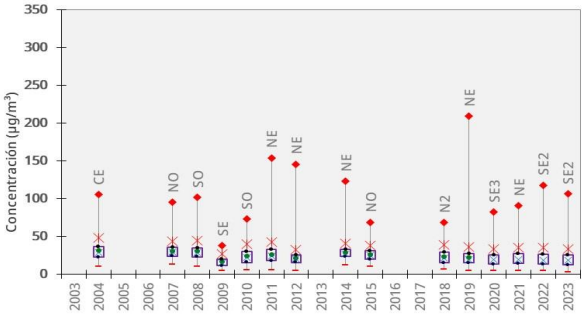
12.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo1993 – 2023

Figura 12.5. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 1993–2023

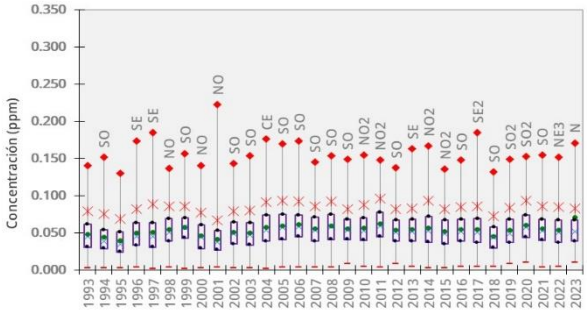
PM_{10} – Promedio de 24 horas (1993-2023)



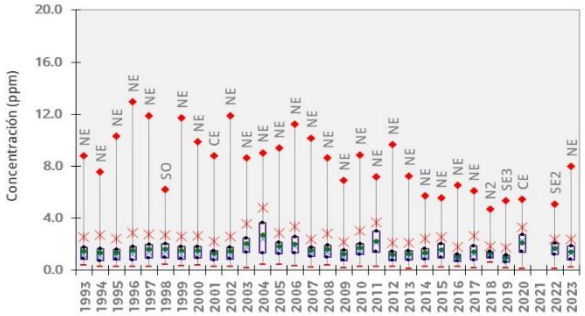
$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas (2003-2023)



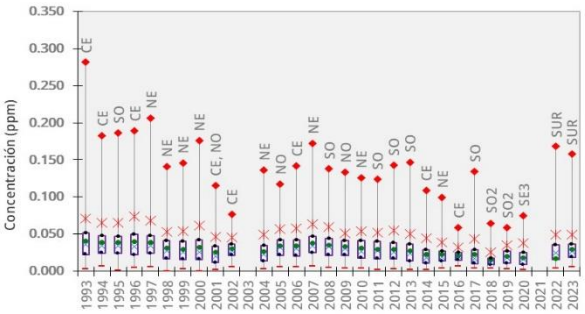
O_3 – Máximo diario de 1 hora (1993-2023)



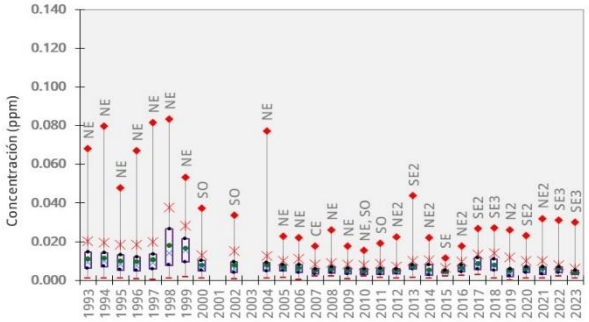
CO – Máximo diario de 8 horas (1993-2023)



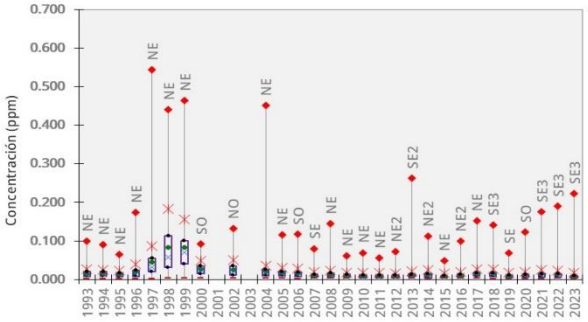
NO_2 – Máximo diario de 1 hora (1993-2023)



SO_2 – Promedio de 24 horas (1993-2023)



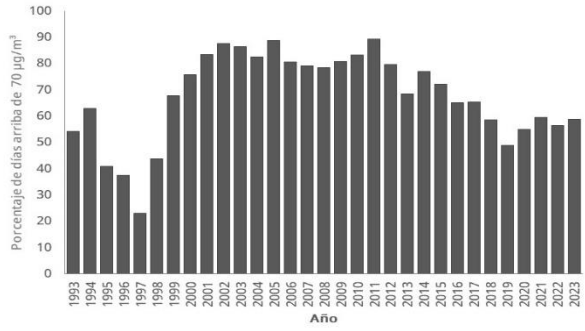
SO_2 – Máximo diario de 1 hora (1993-2023)



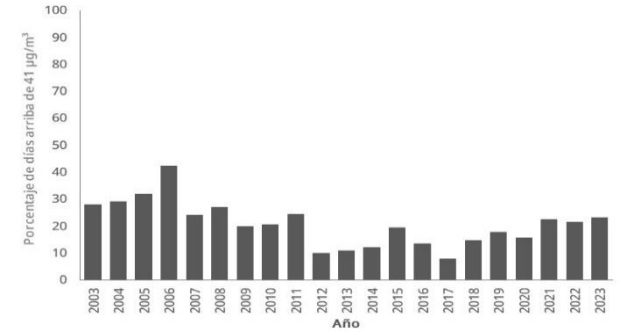
12.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 12.6. Área Metropolitana de Monterrey. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 1993 – 2023

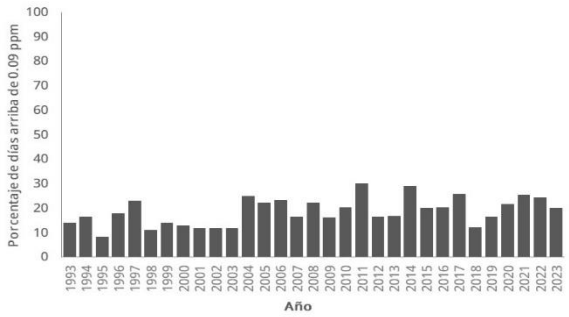
PM_{10} – Límite de 24 horas (1993 – 2023)



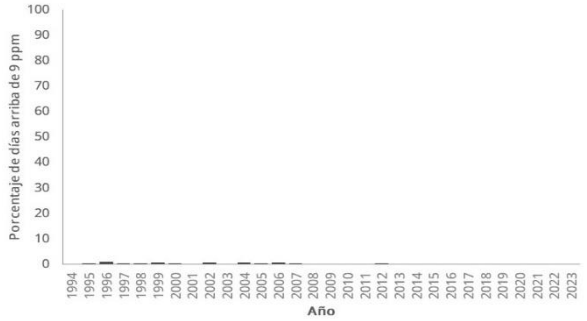
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2003 – 2023)



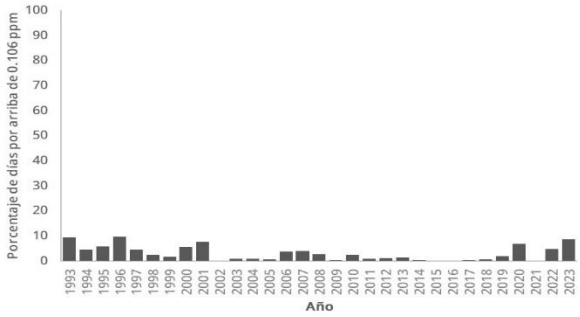
O_3 – Límite de 1 hora (1993 – 2023)



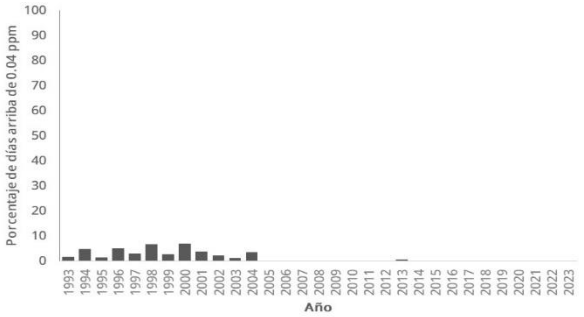
CO – Límite de 8 horas (1993 – 2023)



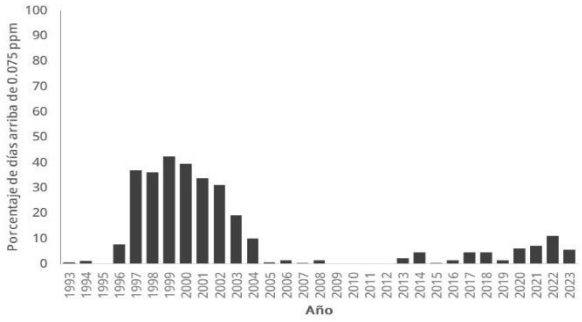
NO_2 – Límite de 1 hora (1993 – 2023)



SO_2 – Límite de 24 horas (1993 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (1993 – 2023)



12.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 12.7. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 1993 – 2023

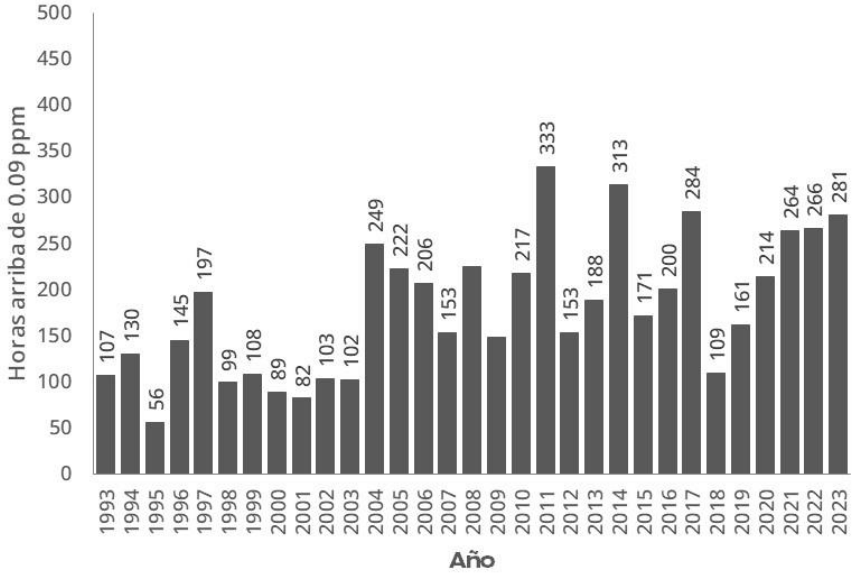
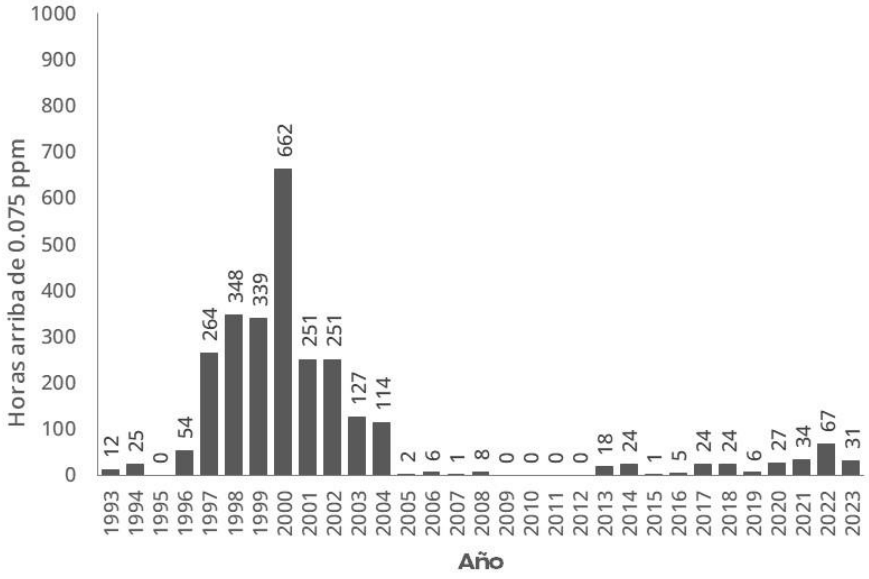


Figura 12.8. Área Metropolitana de Monterrey. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 1993 – 2023



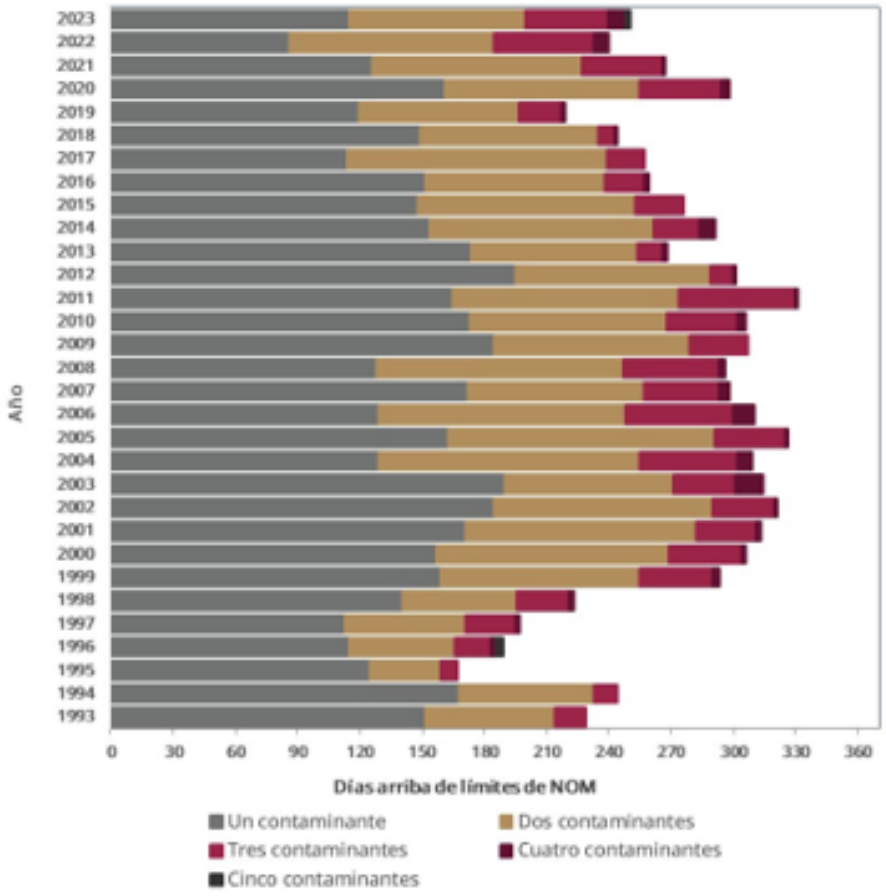
12.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 12.4. Área Metropolitana de Monterrey. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023

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	365	229	152	62	15	0	0
1994	365	244	168	65	11	0	0
1995	365	167	125	34	8	0	0
1996	366	189	115	51	17	3	3
1997	362	197	113	58	24	2	0
1998	365	223	141	55	25	2	0
1999	364	293	159	96	35	3	0
2000	363	306	157	112	35	2	0
2001	365	313	171	111	29	2	0
2002	362	321	185	105	30	1	0
2003	359	314	190	81	30	13	0
2004	366	309	129	126	47	7	0
2005	365	326	163	128	34	1	0
2006	365	310	129	119	52	10	0
2007	365	298	172	85	36	5	0
2008	366	296	128	119	46	3	0
2009	365	307	185	94	28	0	0
2010	365	306	173	95	34	4	0
2011	365	331	165	109	56	1	0
2012	366	301	195	94	11	1	0
2013	365	268	174	80	12	2	0
2014	365	291	154	108	22	7	0
2015	365	276	148	105	23	0	0
2016	366	259	152	86	19	2	0
2017	365	257	114	125	18	0	0
2018	365	244	149	86	8	1	0
2019	365	219	120	77	20	2	0
2020	366	298	161	94	39	4	0
2021	365	267	126	101	39	1	0
2022	365	240	86	99	48	7	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	5 Contaminantes
2023	365	250	115	85	40	8	2

Figura 12.9. Área Metropolitana de Monterrey. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 1993 – 2023



Puebla



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire del estado de Puebla, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial, estuvo integrado por ocho estaciones de monitoreo, cuatro de las cuales se localizan en la Ciudad de Puebla y una en cada uno de los siguientes municipios: Coronango, Atlixco, San Martín Texmelucan y Tehuacán. Las estaciones de los tres últimos municipios empezaron a operar en 2023. Todas las estaciones están equipadas exclusivamente con equipo de monitoreo automático y cuentan con capacidad para medir todos los contaminantes criterio. El análisis de los datos de este año permite establecer que:

- En Puebla y Coronango, se registró cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre e incumplimiento de los límites normados para partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono. En Atlixco, San Martín Texmelucan y Tehuacán, no se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de ninguna NOM debido a que dada su reciente entrada en operación no se contó con información suficiente para tal fin.

- En todas las estaciones de monitoreo, en donde se contó con información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas PM_{10} estos fueron superados. Velódromo y Agua Santa fueron las estaciones de monitoreo en donde se superó con mayor frecuencia el valor límite normado de 24 horas con un total de 79 y 50 días a lo largo del año, respectivamente.

- Velódromo y Agua Santa fueron también, las estaciones en donde se registraron las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10}, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual.

- El análisis de tendencias muestra que las partículas PM_{10} registraron sus concentraciones más altas entre noviembre y mayo, y que a lo largo de los años las concentraciones de este contaminante, especialmente en Puebla, han registrado una ligera tendencia a la baja, particularmente del año 2019 a la fecha. En este periodo de tiempo, el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas pasó de 28 a 16%.

- En el caso de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ destaca el hecho de que sólo en tres estaciones de monitoreo se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de NOM y en todas ellas se registró incumplimiento de ésta, siendo la estación Velódromo en la que se registraron las concentraciones más altas tanto de 24 horas como anual. En esta misma estación es donde se registró la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas con un total de 71 a lo largo del año. En las estaciones Ninfas y Universidad Tecnológica sólo se incumplió el límite anual.

- En el caso de Puebla, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre diciembre y mayo, especialmente en Puebla y Coronango, que son las únicas ciudades en las que se contó con información suficiente para el análisis en prácticamente todos los meses del año. A lo largo de los años no es posible establecer alguna tendencia por la escasez de informa-

ción; sin embargo, en los años con información disponible se observa un comportamiento muy estable con variaciones poco significativas en los niveles de concentración.

- Se registró incumplimiento de la NOM para ozono en Puebla y en Coronango, en tanto que, en Atlixco y San Martín Texmelucan, se registraron concentraciones superiores a los límites normados, pero no es posible establecer incumplimiento de NOM en estas ciudades por no cumplir con el criterio de suficiencia de información que dispone la propia normatividad.

- Las concentraciones más altas de ozono, tanto de una como de ocho horas, se registraron en la estación Universidad Tecnológica de Puebla (UTP), que fue la estación donde también se superaron con más frecuencia los límites normados de protección a la salud con respecto a este contaminante (45 días).

- A lo largo del año, tanto en Puebla como en Coronango, el ozono registró sus concentraciones más altas en el periodo que va de marzo a julio, observándose un segundo pico en el mes de septiembre. Por otra parte, también en ambas ciudades, a lo largo de los años se aprecia una ligera tendencia al alza en el periodo 2014 - 2023.

- En 2023, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 119, lo que equivale al 33% de los días del año en Puebla y de 113, que equivale al 31% de los días del año en Coronango.

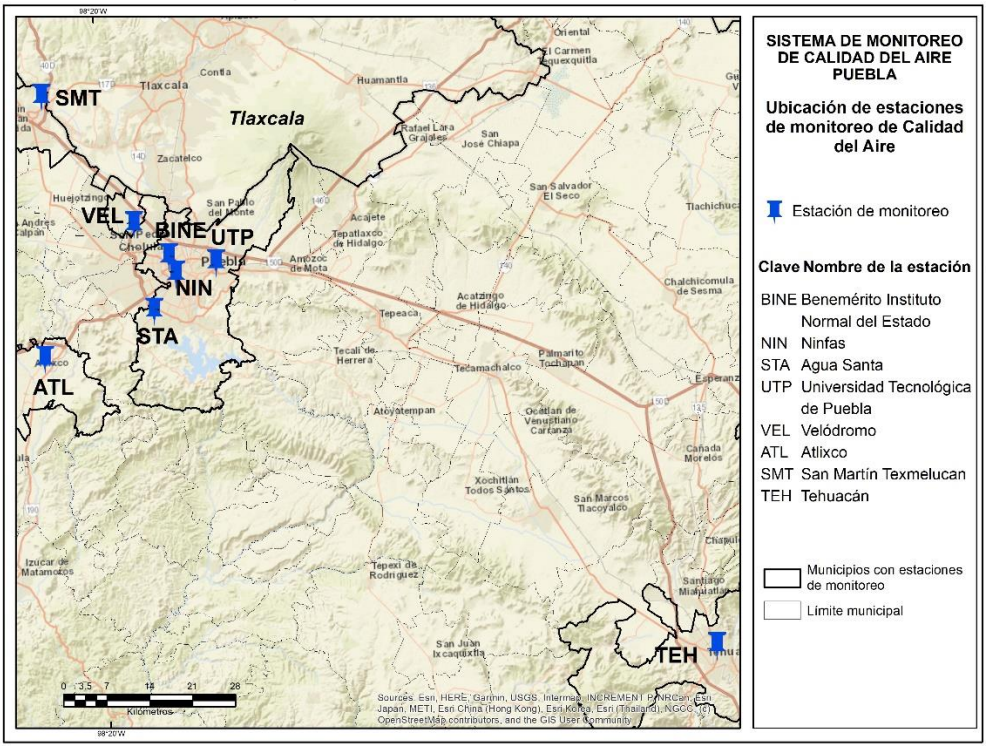
13.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 13.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2023 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
Puebla	Benemérito Instituto Normal del Estado	BINE	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ninfas	NIN	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Agua Santa	STA	Automático (2000)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Universidad Tecnológica de Puebla	UTP	Automático (2010)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Coronango	Velódromo	VEL	Automático (2012)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Atlixco	Atlixco	ATL	Automático (2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Martín Texmelucan	San Martín Texmelucan	SMT	Automático (2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tehuacán	Tehuacán	TEH	Automático (2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = 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 de Puebla.

Figura 13.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Puebla, 2023

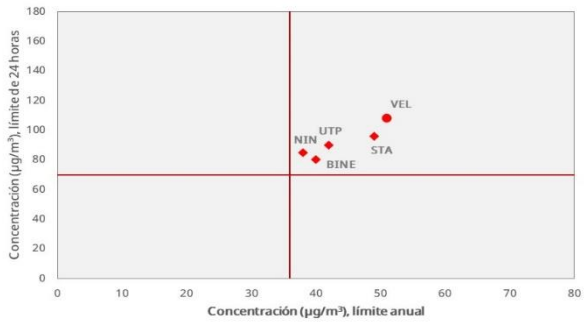


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla.

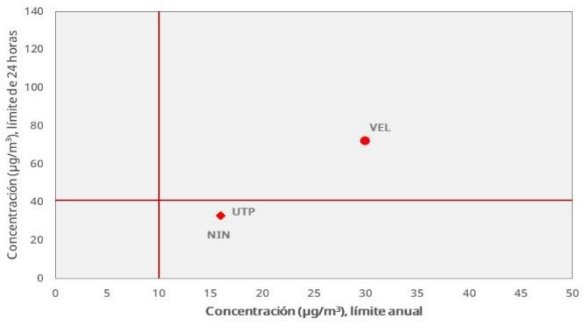
13.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 13.2. Puebla. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

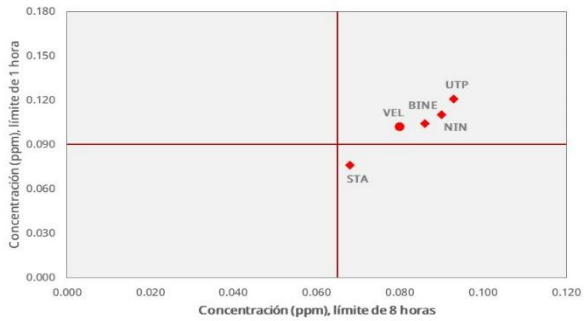
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



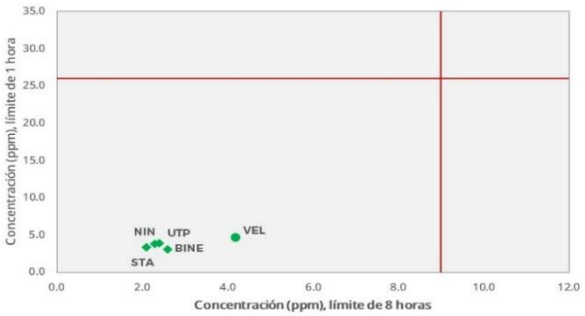
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



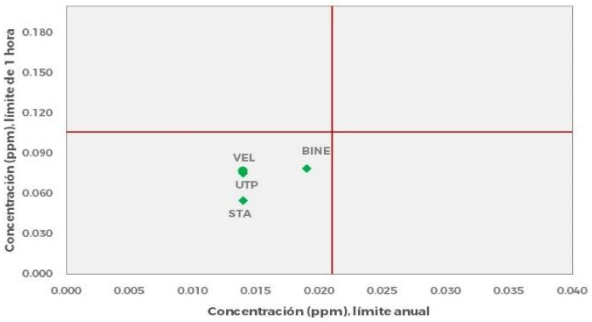
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



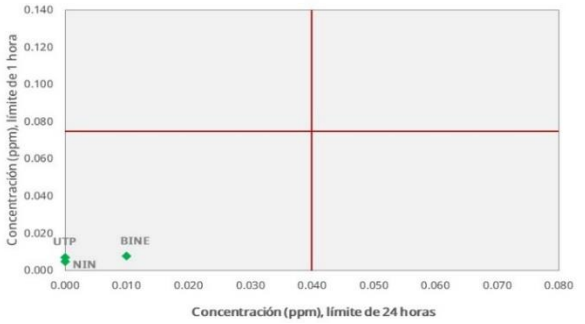
Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.04 ppm–línea vertical)



◆ Puebla
BINE – Benemérito Instituto Normal del Estado
NIN – Ninfas
STA – Agua Santa

UTP – Universidad Tecnológica de Puebla

● Coronango
VEL- Velódromo

Tabla 13.2. Puebla. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Puebla				Coronango	Atlixco	San Martín Texmelucan	Tehuacán
			BINE	NIN	STA	UTP	VEL	ATL	SMT	TEH
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	80	85	96	90	108	DI	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	40	38	49	42	51	DI	DI	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	33	DI	33	72	DI	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	DI	16	DI	16	30	DI	DI	DI
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.104	0.110	0.076	0.121	0.102	DI	DI	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.086	0.090	0.068	0.093	0.080	DI	DI	DI
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	3.1	3.8	3.3	3.9	4.6	INV	DI	DI
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	2.6	2.3	2.1	2.4	4.2	INV	DI	DI
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	0.079	DI	0.055	0.075	0.077	DI	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	0.019	DI	0.014	0.014	0.014	DI	DI	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.008	0.005	DI	0.007	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	0.01	0.00	0.01	0.00	DI	DI	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

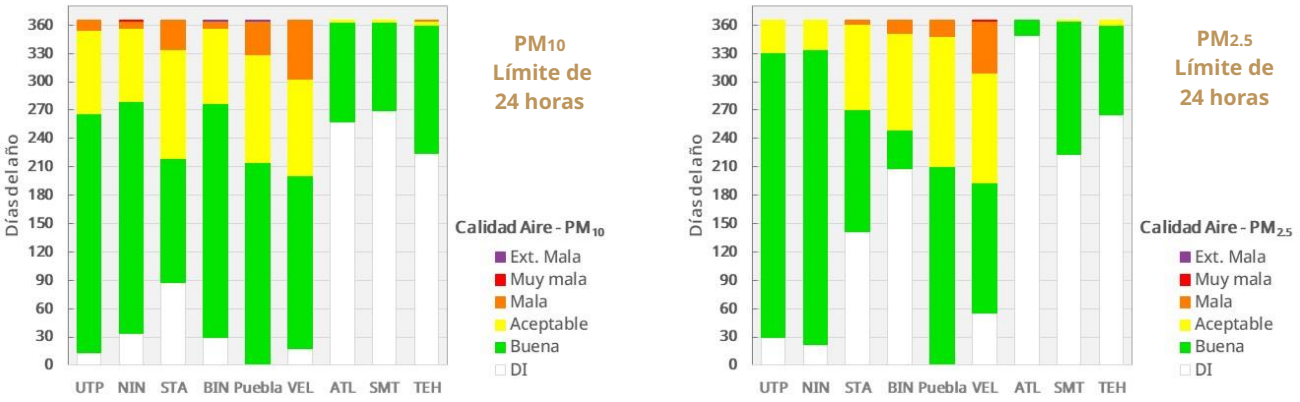
Tabla 13.3. Puebla. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

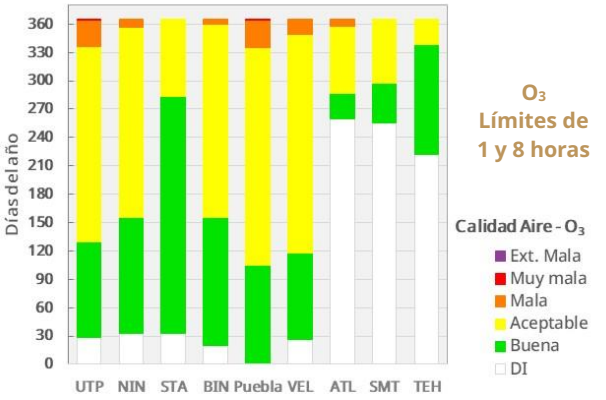
		Puebla	Coronango	Atlixco	San Martín Texmelucan	Tehuacán
PM_{10}	No. días con datos válidos	365	347	108	96	141
	No. días > 70 µg/m³	58	79	0	0	1
	% días > 70 µg/m³	**15.9**	**22.8**	**0.0**	**0.0**	**0.7**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	363	310	16	100	142
	No. días > 41 µg/m³	33	71	0	0	0
	% días > 41 µg/m³	**9.1**	**22.9**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
O_3	No. días con datos válidos	365	339	105	110	143
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	79	49	18	3	0
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**21.6**	**14.5**	**71.1**	**2.7**	**0.0**
CO	No. días con datos válidos	365	357	INV	136	143
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0	INV	0	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**	**0.0**	INV	**0.0**	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	365	275	96	38	42
	No. días > 0.106 ppm	0	0	0	0	0
	% días > 0.106 ppm	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
SO_2	No. días con datos válidos	365	246	104	96	125
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	0	0	0	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**

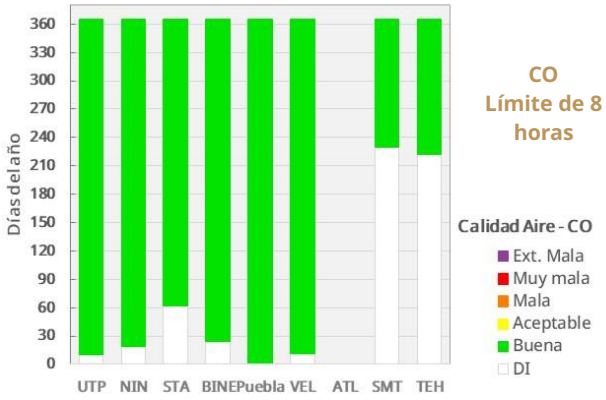
INV = Datos invalidados.

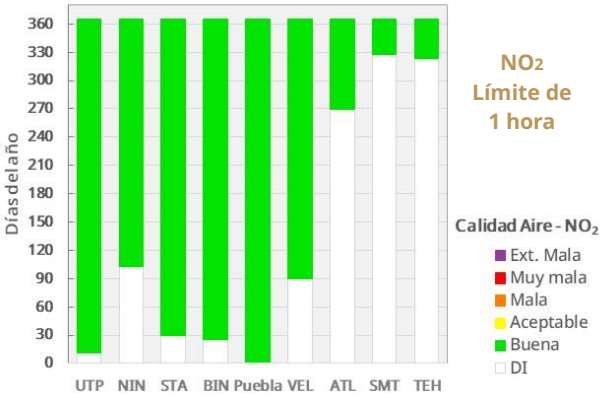
13.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

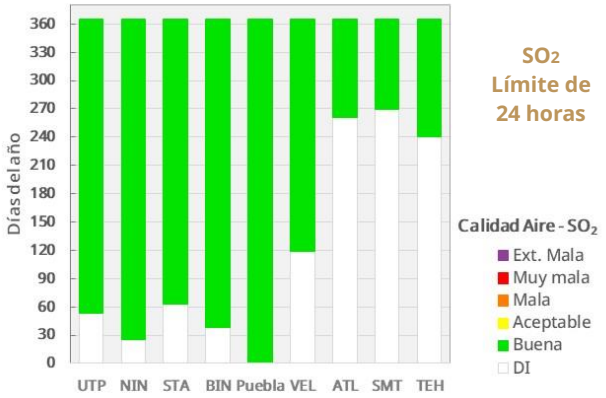
Figura 13.3. Puebla. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo en Puebla, en el año 2023











Puebla
BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado
NIN – Ninfas
STA – Agua Santa
UTP – Universidad Tecnológica de Puebla

Coronango
VEL- Velódromo

Atlixco
ATL- Atlixco

San Martín Texmelucan
SMT- San Martín Texmelucan

Tehuacán
TEH- Tehuacán

13.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias, por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 13.4. Puebla. Tendencia de las concentraciones promedio de 24 horas de PM_{10}, por mes y ciudad, en el año 2023

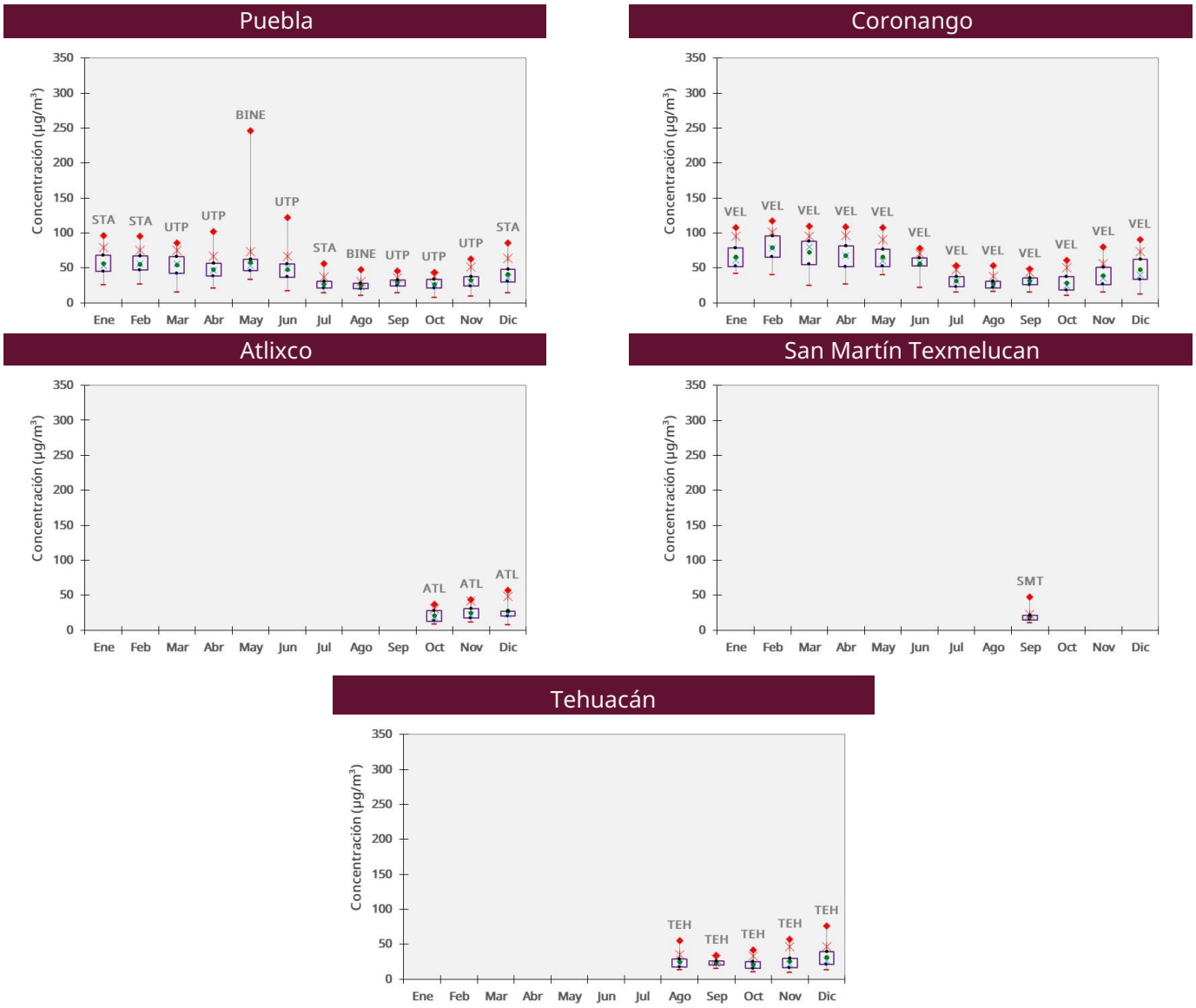


Figura 13.5. Puebla. Tendencia de las concentraciones promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$, por mes y ciudad, en el año 2023

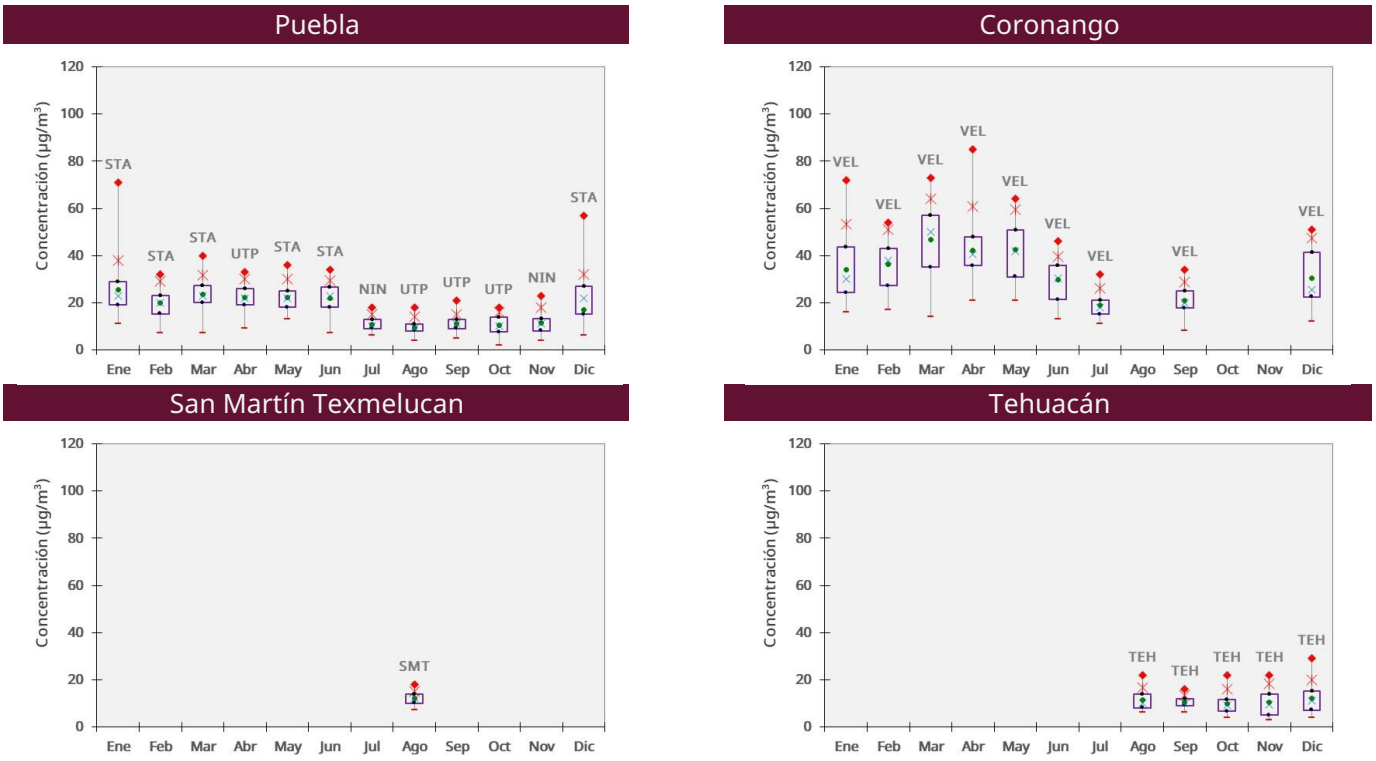
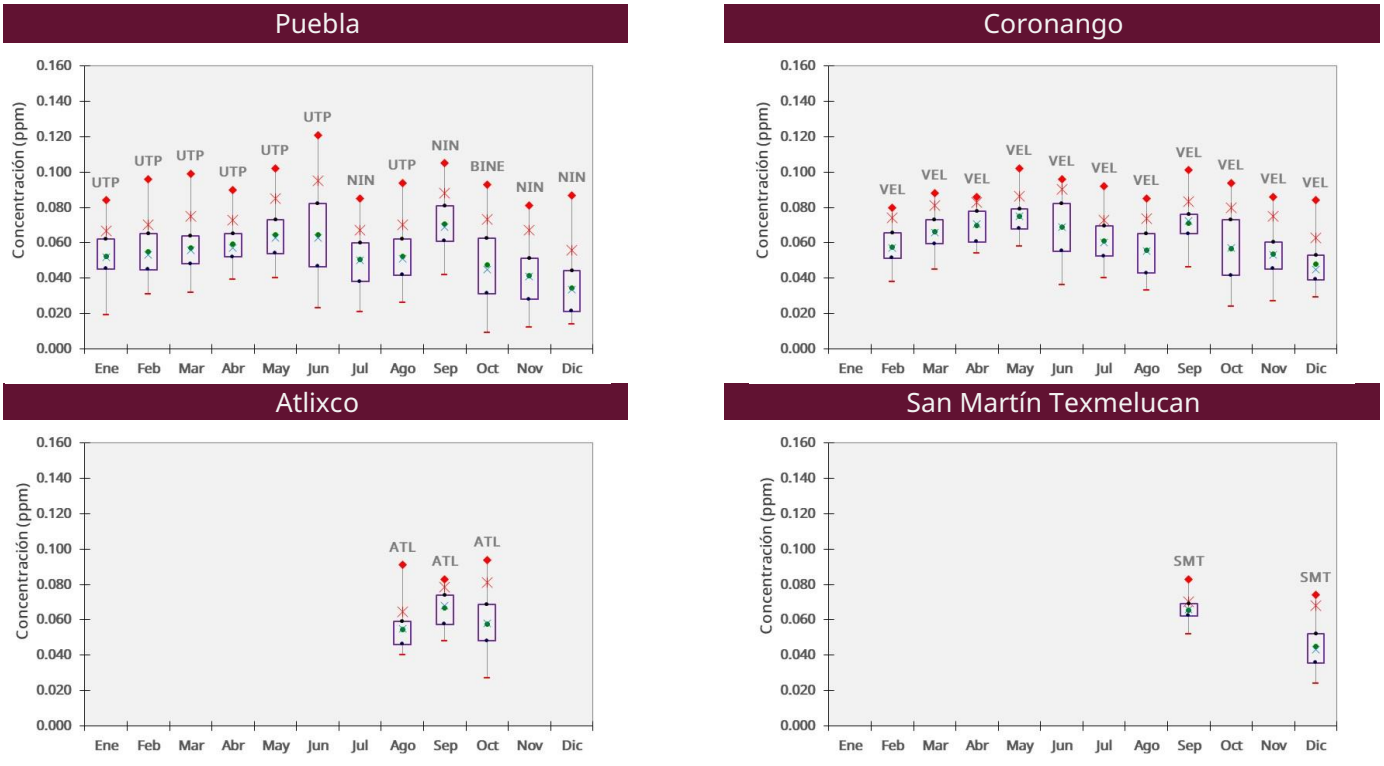


Figura 13.6. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de O_3, por mes y ciudad, en el año 2023



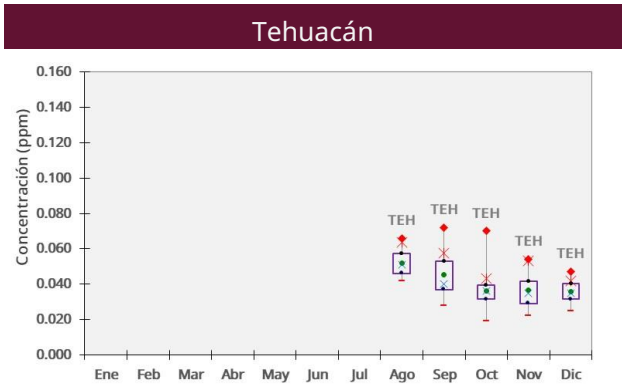


Figura 13.7. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 8 horas de CO, por mes y ciudad, en el año 2023

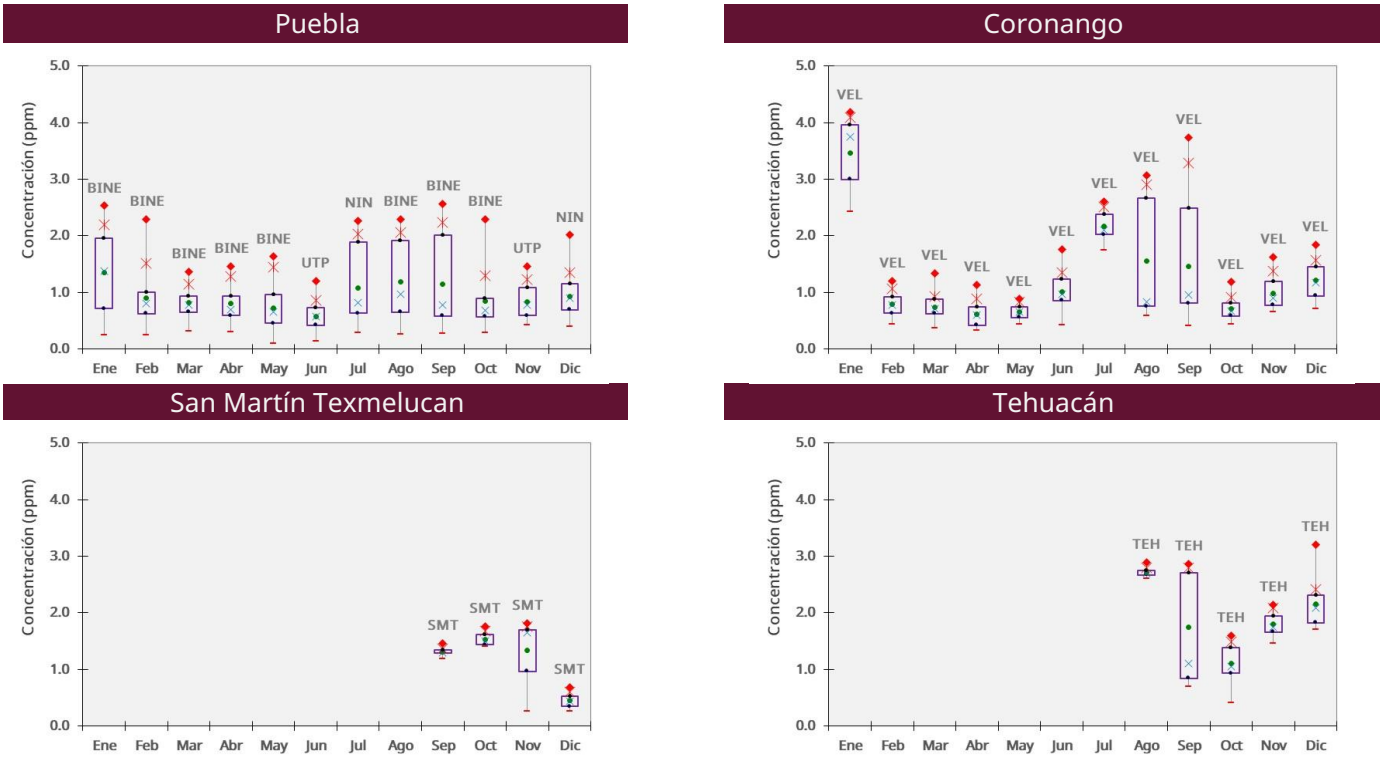


Figura 13.8. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de NO_2, por mes y ciudad, en el año 2023

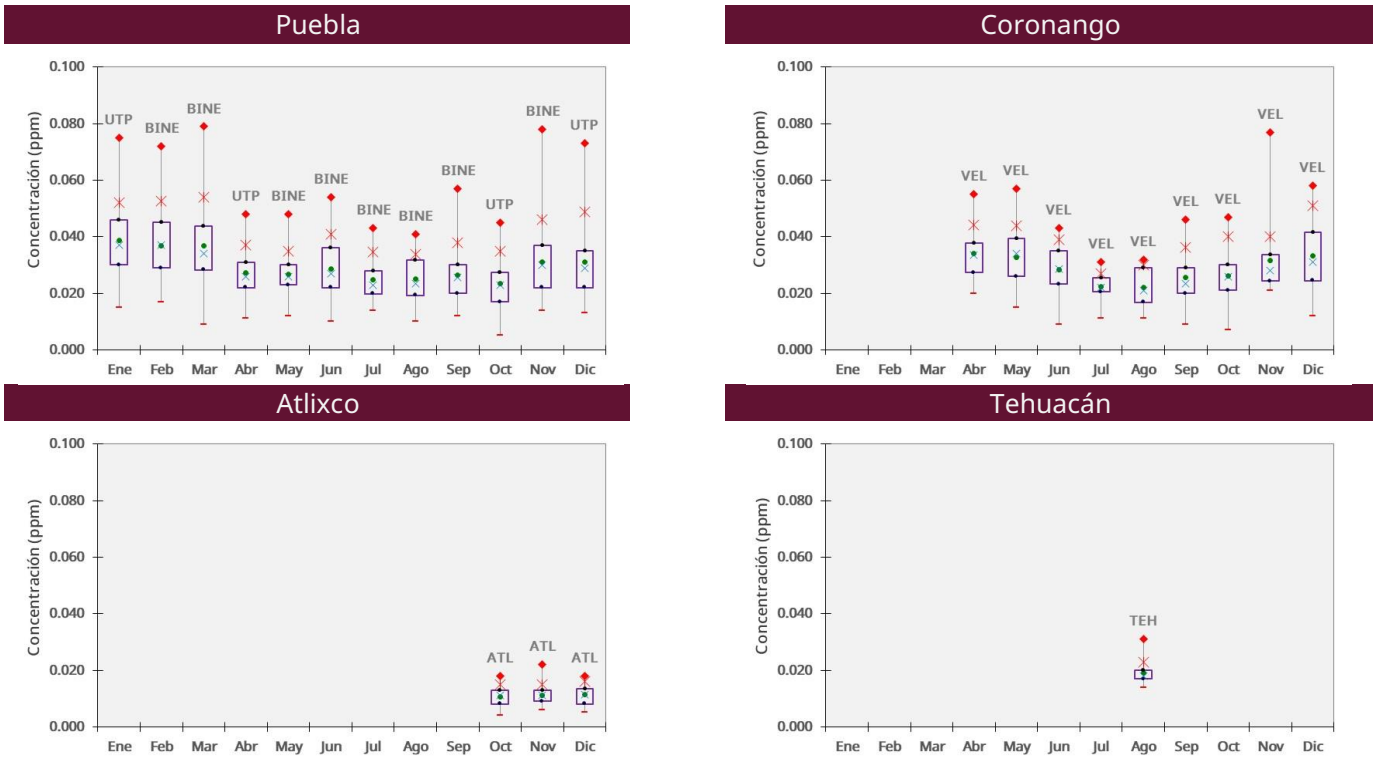
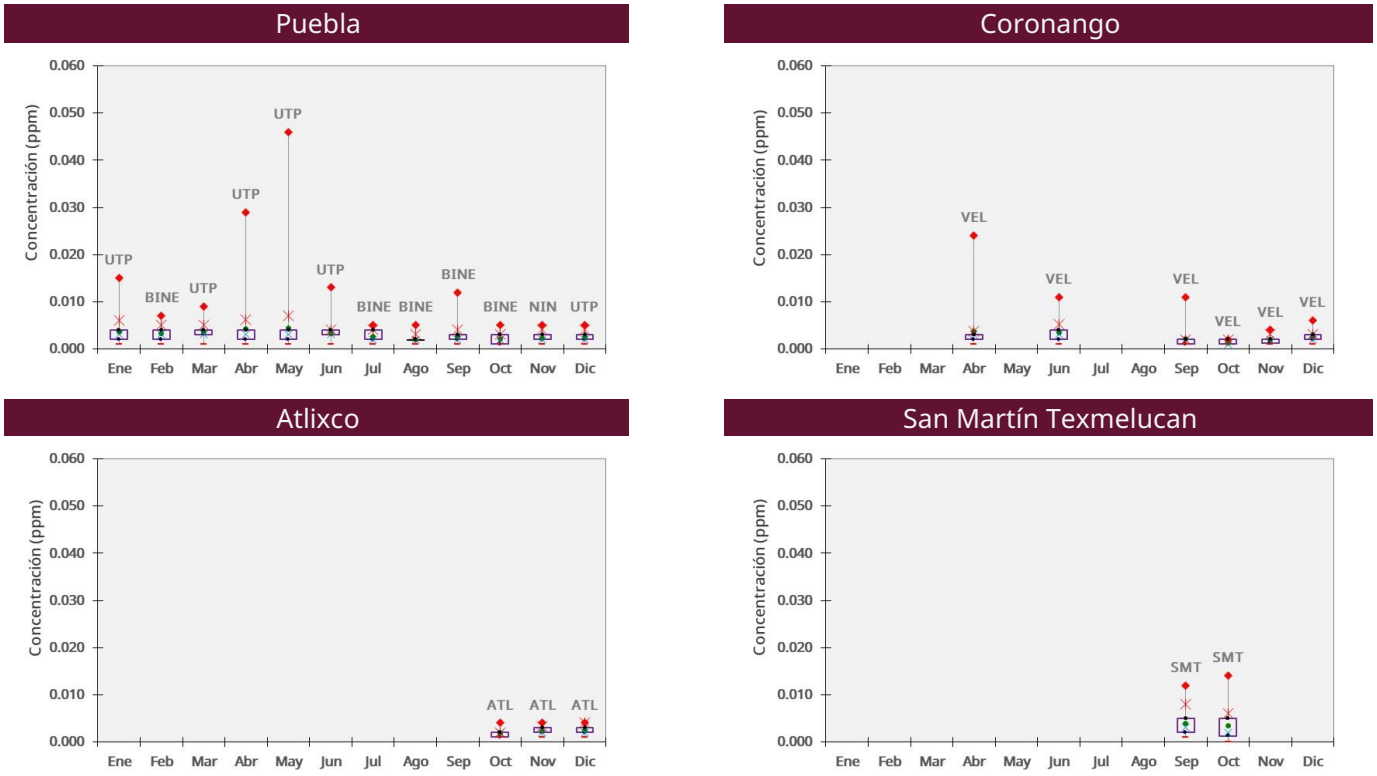


Figura 13.9. Puebla. Tendencia de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023



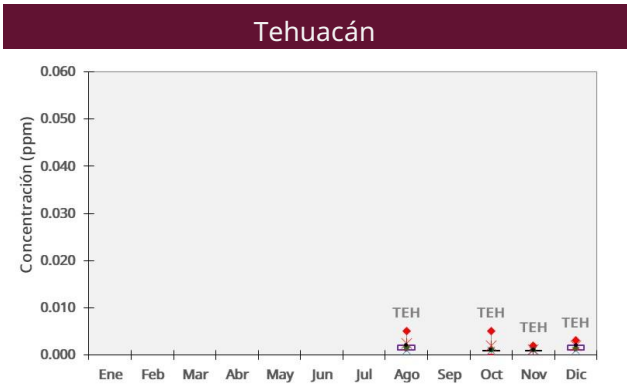
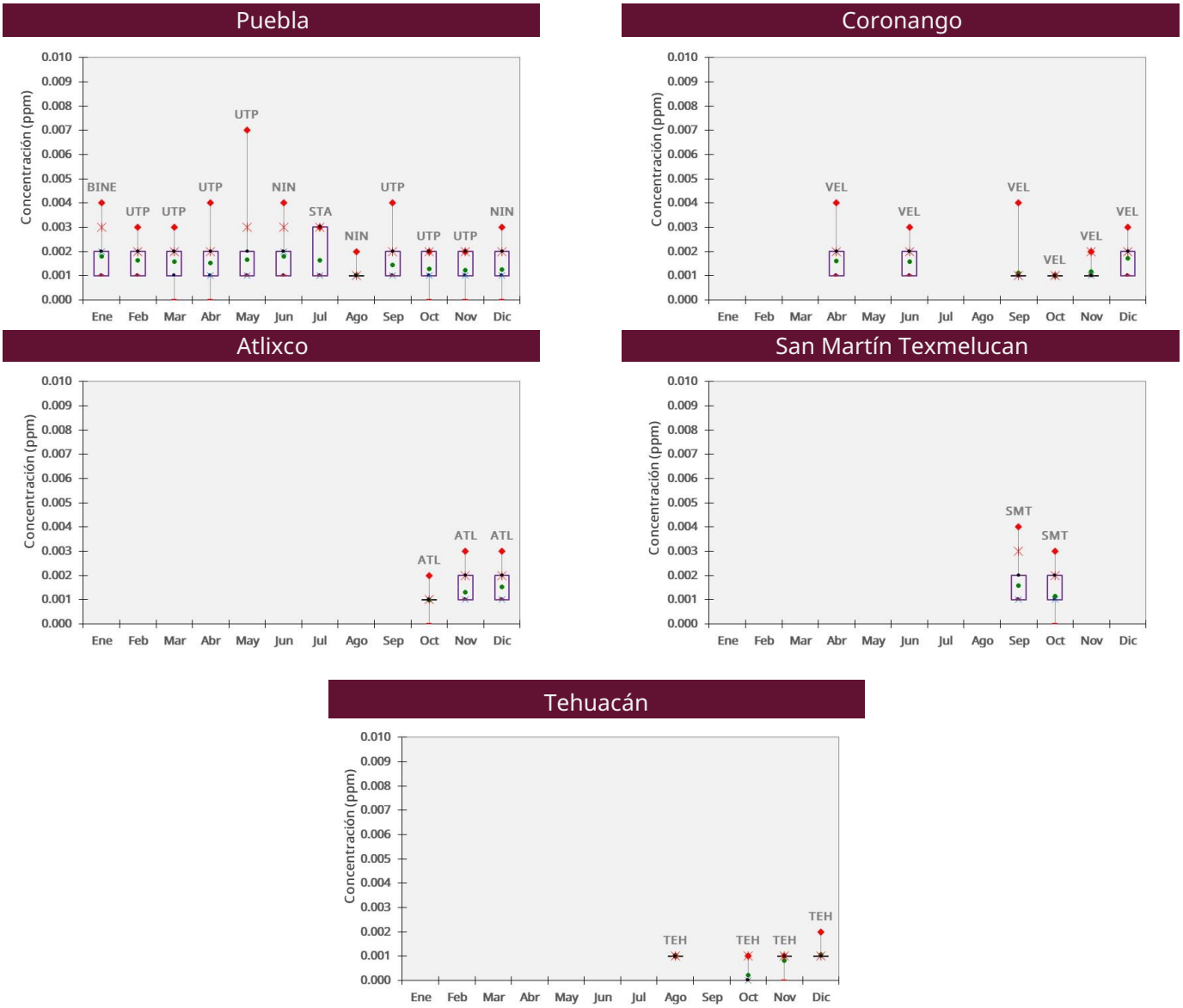


Figura 13.10. Puebla. Tendencia de las concentraciones promedio de 24 horas de SO_2, por mes y ciudad, en el año 2023



13.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2000 – 2023

Figura 13.11. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

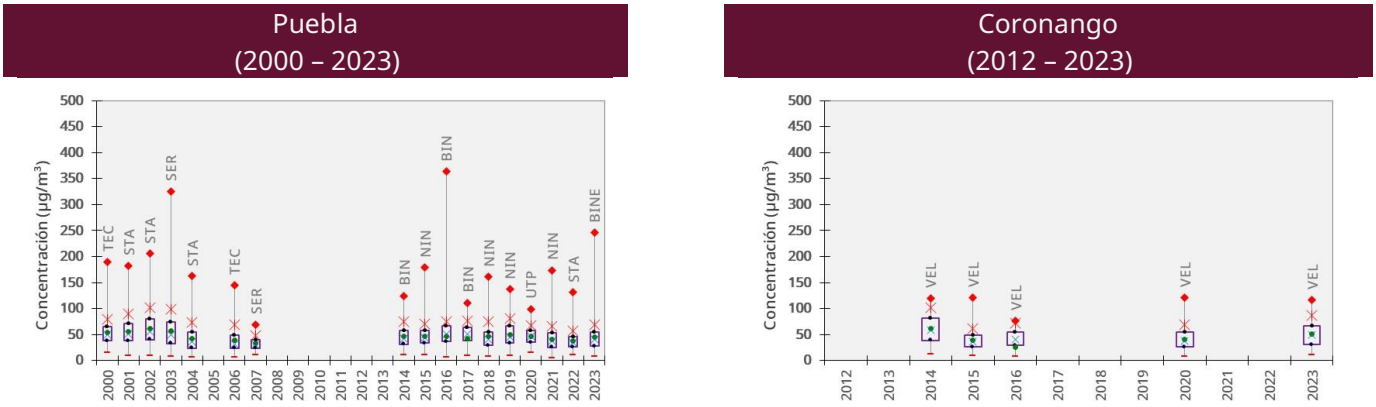


Figura 13.12. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2010 – 2023

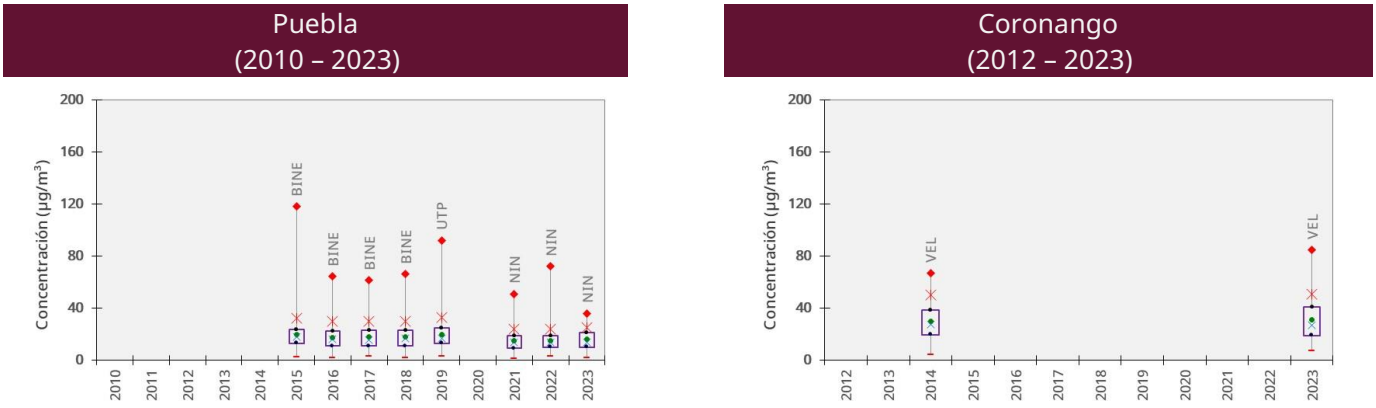


Figura 13.13. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

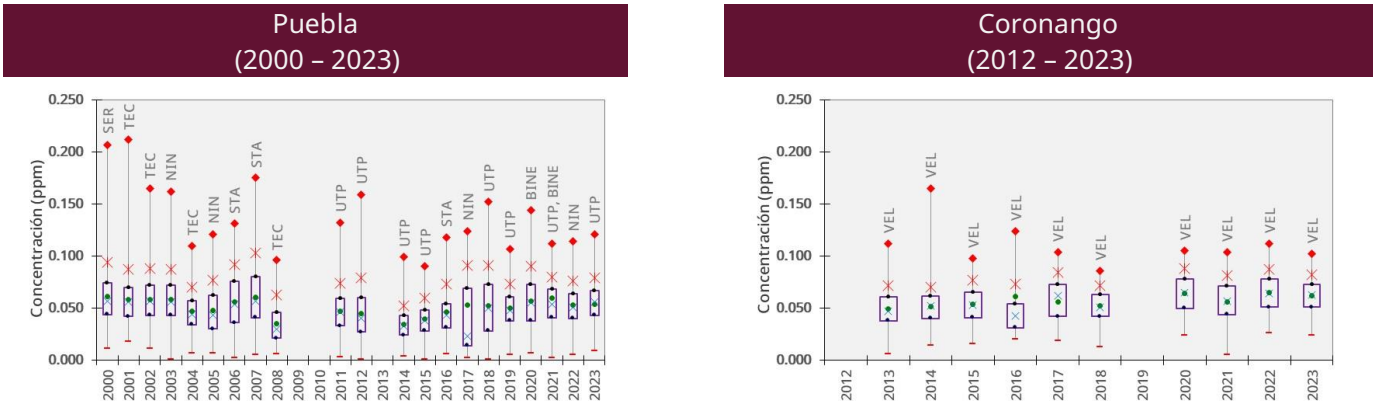


Figura 13.14. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

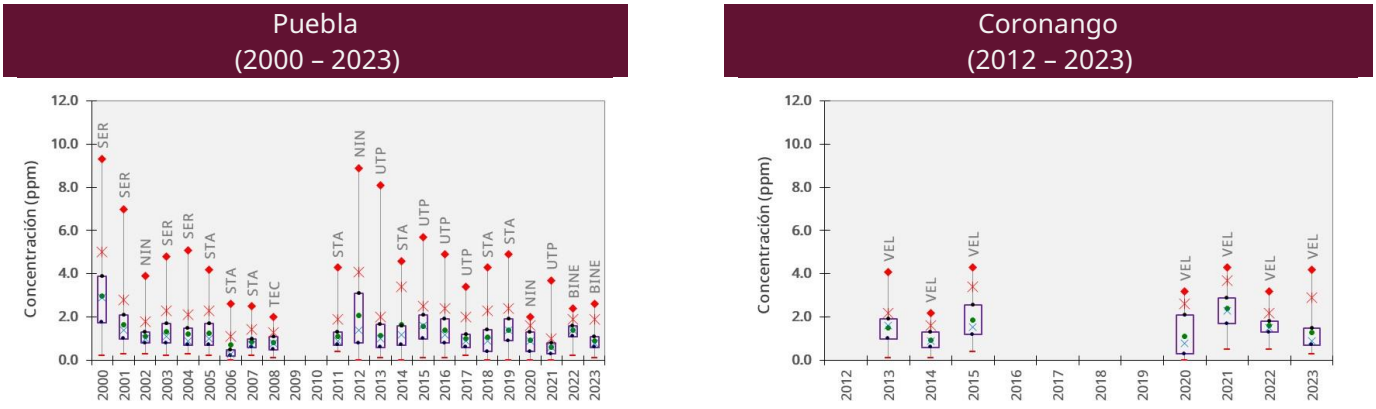


Figura 13.15. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

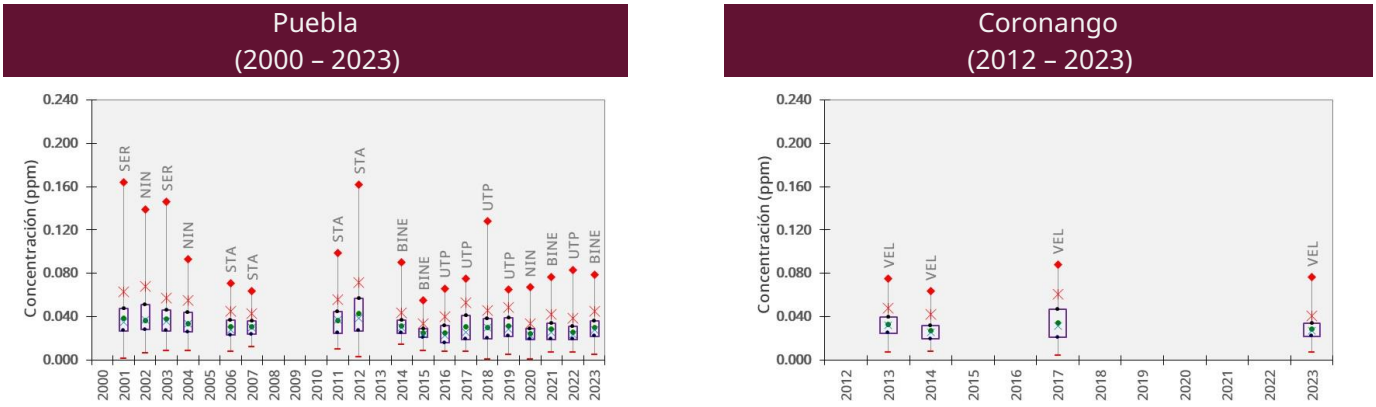


Figura 13.16. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones máximas diarias de 1 hora de SO_2, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023

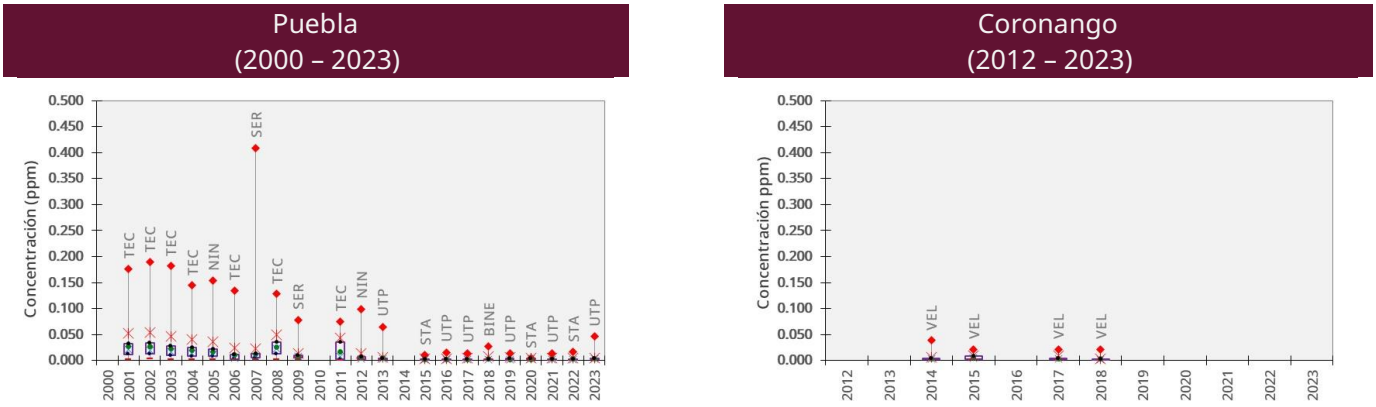
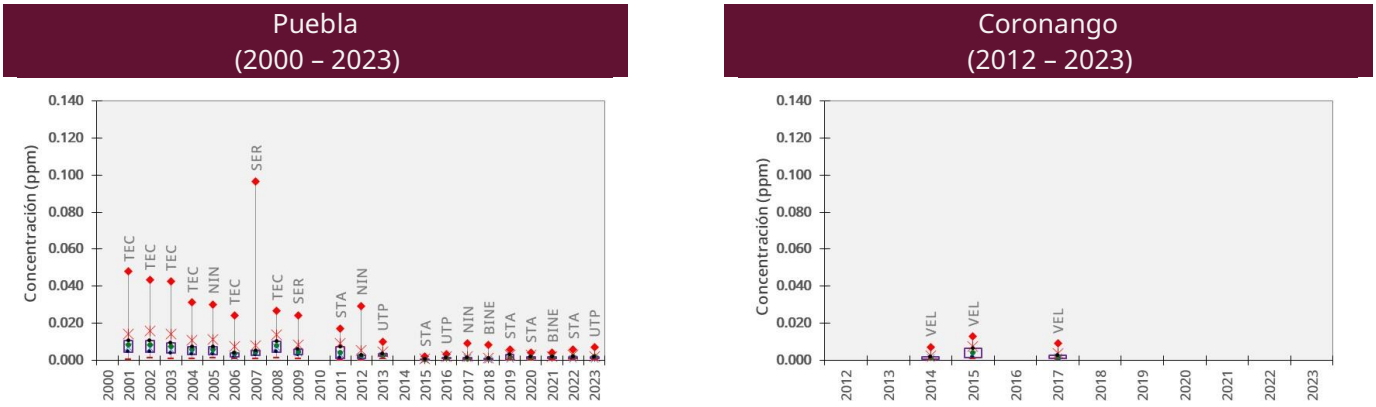
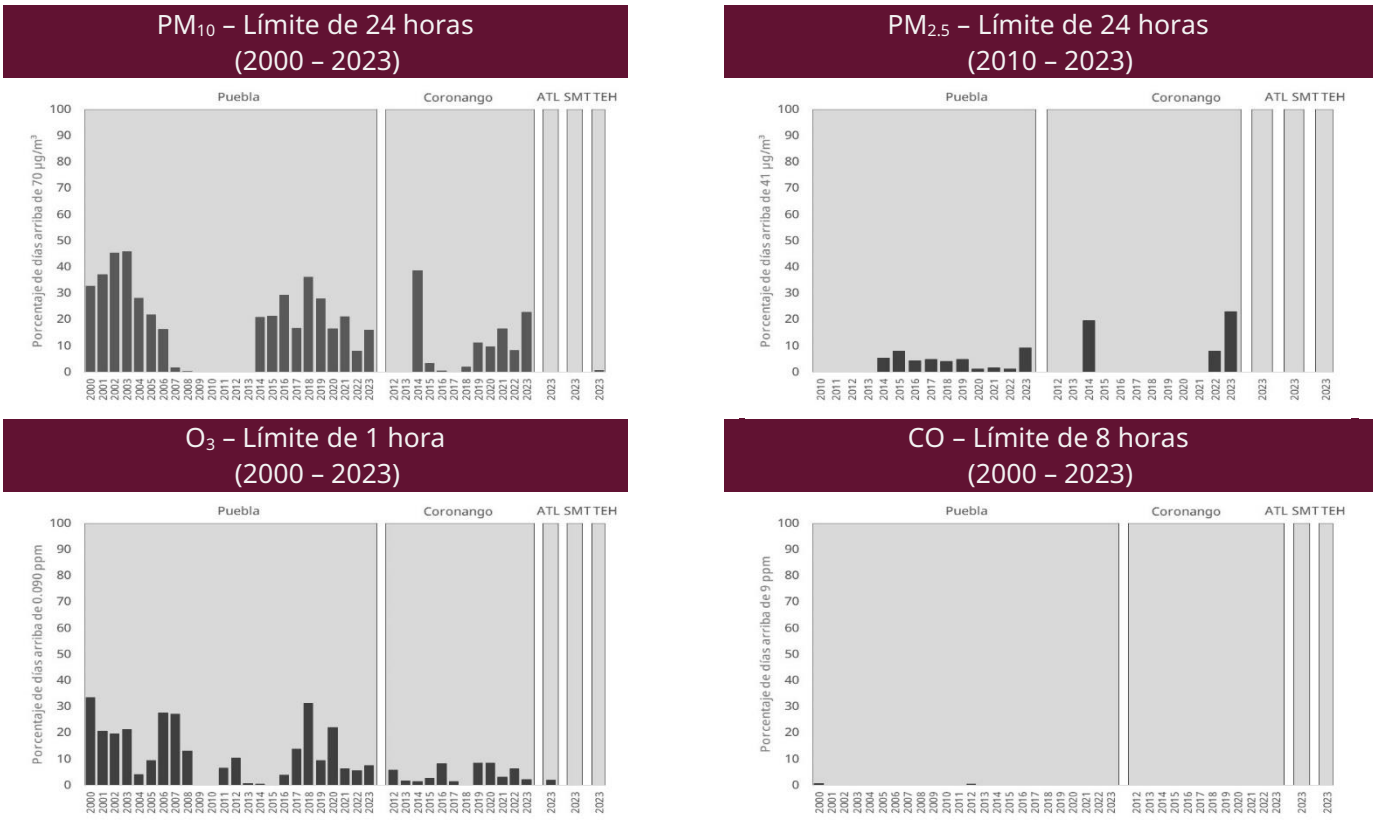


Figura 13.17. Puebla. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de 24 horas de SO_2, por ciudad, en el periodo 2000 – 2023



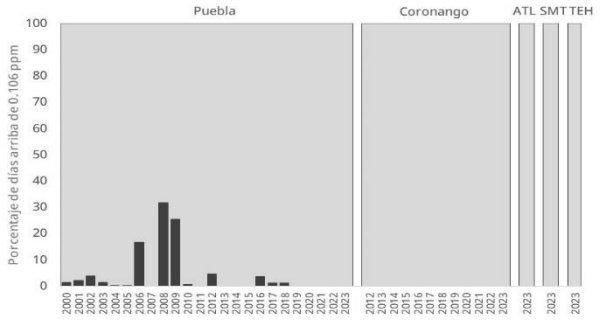
13.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 13.18. Puebla. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 2000 – 2023

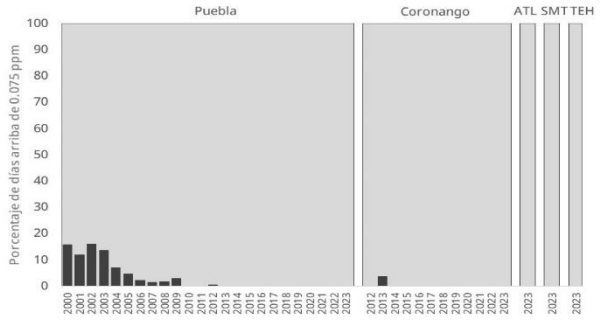


ATL- Atlixco, SMT- San Martín Texmelucan, TEH- Tehuacán

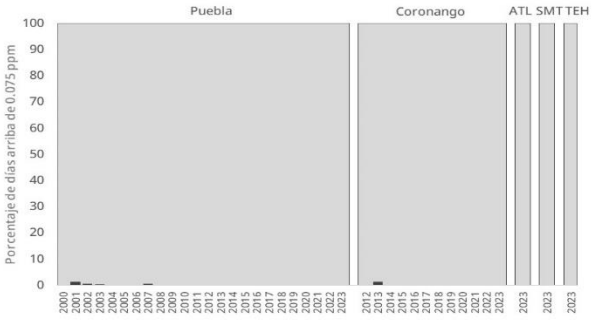
NO_2 – Límite de 1 hora
(2000 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2000 – 2023)



SO_2 – Límite de 24 horas
(2000– 2023)

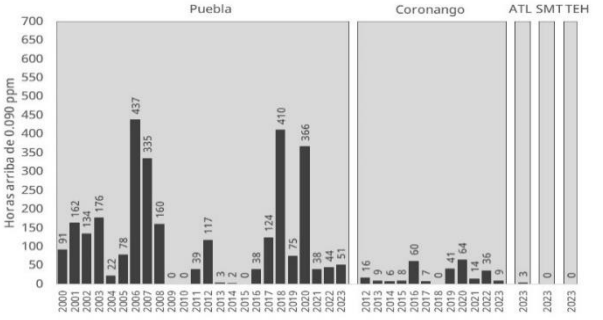


ATL- Atlixco, SMT- San Martín Texmelucan, TEH- Tehuacán

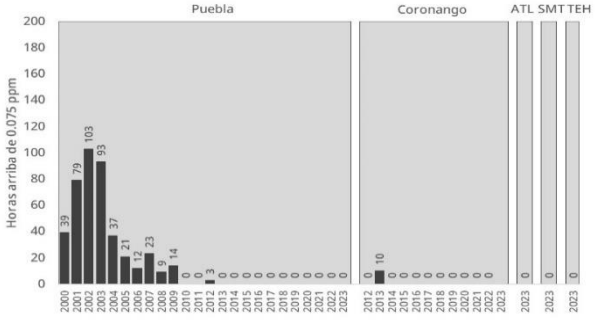
13.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 13.19. Puebla. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, 2000 – 2023

O_3 – Límite de 1 hora
(2000 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2000 – 2023)



ATL- Atlixco, SMT- San Martín Texmelucan, TEH- Tehuacán

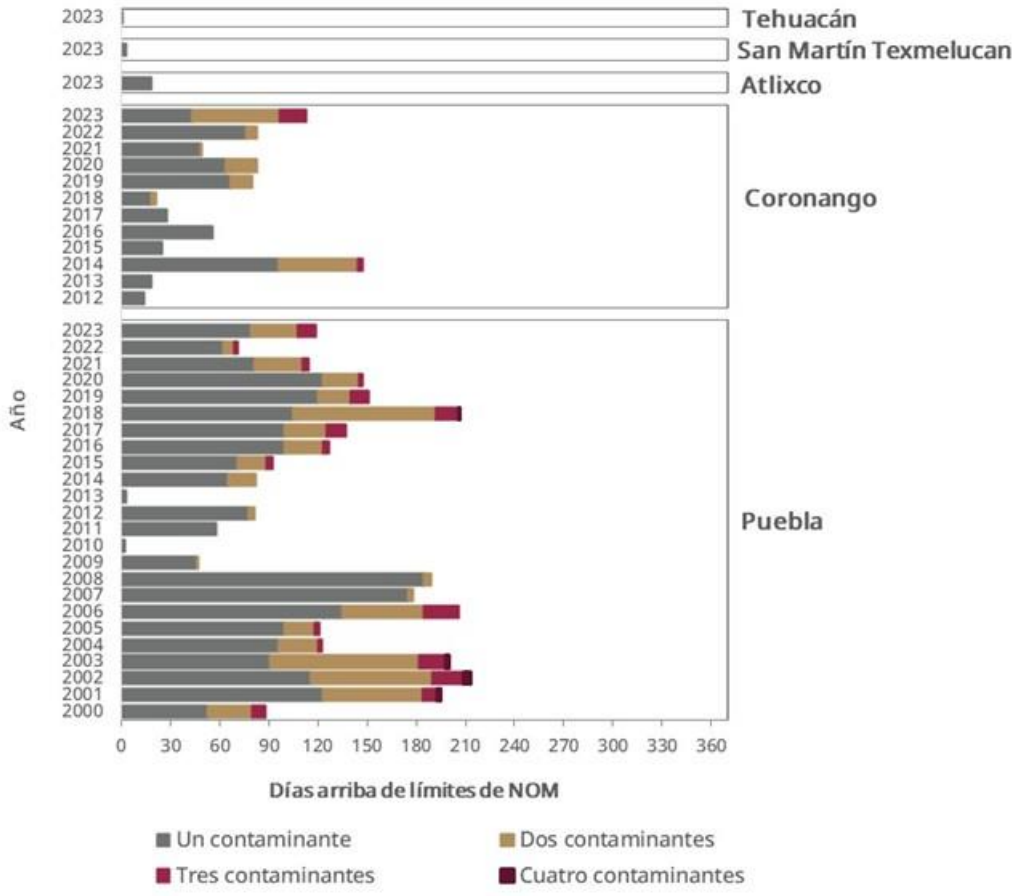
13.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 13.4. Puebla. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 2000 – 2023

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	88	53	27	8	0
2001	365	195	123	61	9	2
2002	365	213	116	74	19	4
2003	365	200	91	91	16	2
2004	366	122	96	24	2	0
2005	365	121	100	18	3	0
2006	365	206	135	50	21	0
2007	365	178	175	3	0	0
2008	361	189	185	4	0	0
2009	358	47	46	1	0	0
2010	365	2	2	0	0	0
2011	365	58	58	0	0	0
2012	366	81	78	3	0	0
2013	361	3	3	0	0	0
2014	365	82	65	17	0	0
2015	365	92	71	18	3	0
2016	366	127	100	23	4	0
2017	365	137	100	25	12	0
2018	365	207	105	87	14	1
2019	365	151	120	20	11	0
2020	366	147	123	22	2	0
2021	365	114	81	30	3	0
2022	365	71	62	7	2	0
2023	365	119	79	29	11	0
Coronango						
2012	209	14	14	0	0	0
2013	356	18	18	0	0	0
2014	348	147	96	48	3	0
2015	355	25	25	0	0	0
2016	358	56	56	0	0	0
2017	361	28	28	0	0	0
2018	362	21	18	3	0	0
2019	298	80	67	13	0	0
2020	362	83	64	19	0	0
2021	306	49	48	1	0	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
2022	344	83	76	7	0	0
2023	362	113	43	54	16	0
Atlixco						
2023	148	18	18	0	0	0
San Martín Texmelucan						
2023	136	3	3	0	0	0
Tehuacán						
2023	145	1	1	0	0	0

Figura 13.20. Puebla. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 2000 – 2023



Querétaro



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Querétaro que fue operado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable a través del Centro de Monitoreo de Calidad del Aire estuvo integrado por seis estaciones de medición; cinco que conforman la red de monitoreo de la Zona Metropolitana de Querétaro y una ubicada en el municipio de San Juan del Río. En general, para el año 2023, los datos disponibles revelaron que:

- Tanto en la Zona Metropolitana de Querétaro como en San Juan del Río se registró cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites normados para la concentración de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre como medida de protección a la salud de la población. La NOM correspondiente a Partículas Suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) se incumplió en ambos sitios y la de ozono se cumplió en San Juan del Río e incumplió en la zona metropolitana de Querétaro.

- Con respecto a las partículas suspendidas PM_{10}, destaca que estas sólo se miden en una estación de la zona metropolitana de Querétaro, zona en la que se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en 44 de los 365 días del año. Por otra parte, destaca que a lo largo del año las concentraciones más altas de este contaminante se presentaron entre enero y junio, en tanto que a lo largo de los años se registra un comportamiento variable, con periodos al alza y otros a la baja.

- Las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, se miden tanto en la zona metropolitana de Querétaro como en San Juan del Río. En ambos casos se registró incumplimiento de la NOM correspondiente como consecuencia de haber superado el límite normado de protección a la salud definido como promedio anual. Las concentraciones promedio de 24 horas, aunque registraron en un par de días concentraciones por arriba del límite normado en el caso de la zona metropolitana no supusieron incumplimiento de NOM de acuerdo con los criterios establecidos por esta. En general, las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre enero y mayo, en tanto que a lo largo de los años se observa cierta estabilidad en los niveles de concentración alcanzada en ambas ciudades.

- El ozono, por su parte, sólo registró incumplimiento de NOM en la zona metropolitana de Querétaro, debido que en todas las estaciones de monitoreo se registraron concentraciones que superaron los límites recomendados de protección a la salud tanto en su forma de promedio horario como de promedio móvil de 8 horas. Este contaminante fue también el que presentó la mayor cantidad de días con concentraciones superiores a sus límites normados con un total de 65 a lo largo del año.

- En términos de tendencia llama la atención que las concentraciones más altas de ozono se registraron en el periodo mayo – agosto en el caso de la zona metropolitana y en el periodo noviembre – marzo en el caso de San Juan del Río. Por otra parte, a lo largo de los años se empieza a observar una tendencia al alza en las concentraciones de este contaminante del año 2020 a la fecha en la zona metropolitana y de 2021 a 2023 en San Juan del Río.

- En 2023, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 107 lo que equivale al 29% de los días del año en la Zona Metropolitana de Querétaro, en tanto que en San Juan del Río esta situación sólo se registró en 6 días, lo que equivale al 1% de los días del año. En general, este indicador registró un incremento con respecto a lo observado en 2022, especialmente en el caso de la zona metropolitana donde el número de días en esta condición prácticamente se duplicó.

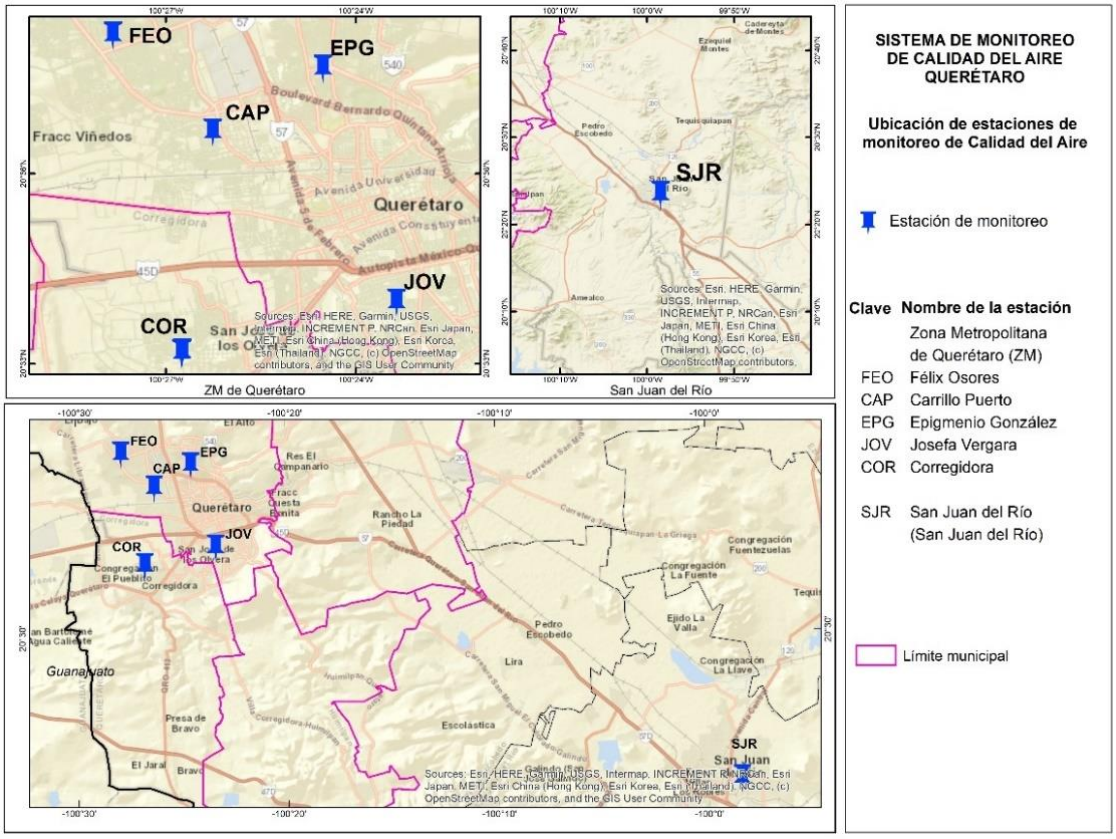
14.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 14.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes

Red de Monitoreo	Estación	Clave 2020	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Zona Metropolitana de Querétaro	Félix Osores	FEO	Automático (2017)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Carrillo Puerto	CAP	Automático (2020)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Epigmenio González	EPG	Automático (2021)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	Josefa Vergara	JOV	Automático (2021)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
	Corregidora	COR	Automático (2015)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
San Juan del Río	San Juan del Río	SJR	Automático (2015)	¤	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
¤ = No 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 Querétaro.

Figura 14.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Querétaro, 2023

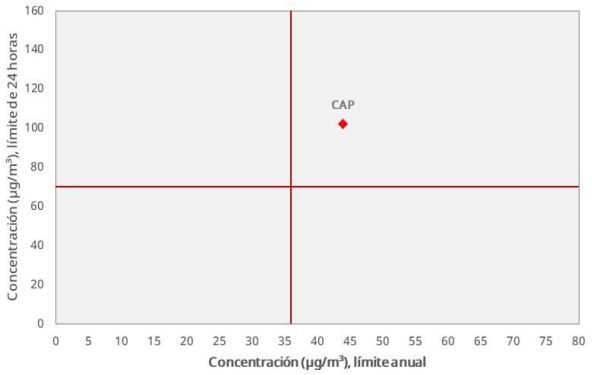


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Querétaro.

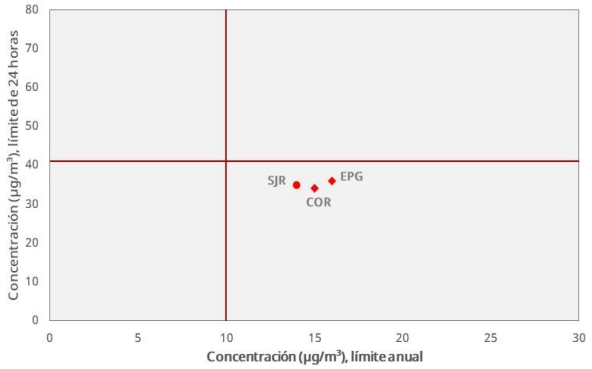
14.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 14.2. Querétaro. Evaluación del cumplimiento de NOM de calidad del aire, por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

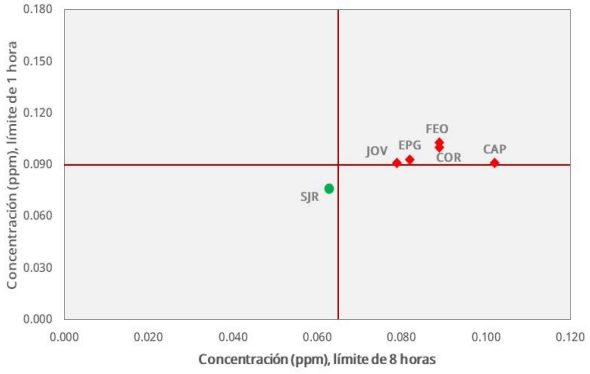
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m³- línea vertical)



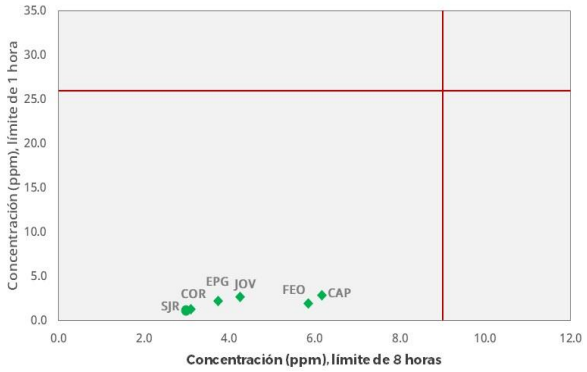
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m³- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m³- línea vertical)



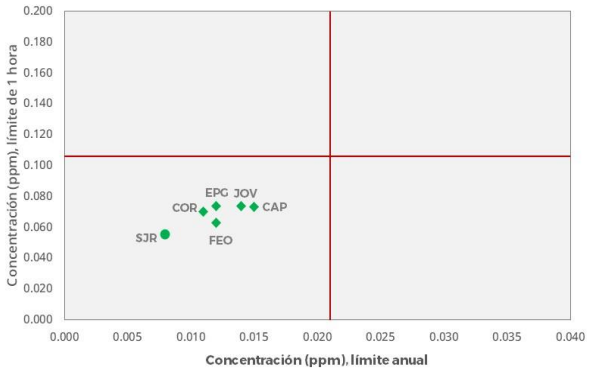
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



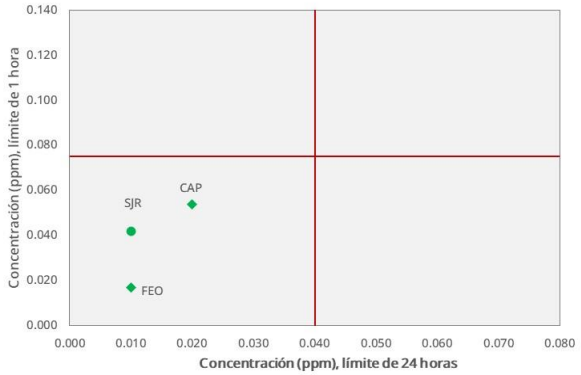
Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



Dióxido de azufre – SO_2
Límite de 1 hora (0.075 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.04 ppm–línea vertical)



◆ Zona Metropolitana de Querétaro
CAP – Carrillo Puerto
COR – Corregidora
FEO – Félix Osores
EPG – Epigmenio González
JOV – Josefa Vergara

● San Juan del Río
SJR – San Juan del Río

Tabla 14.2. Querétaro. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		ZMQ					SJR
			CAP	FEO	JOV	EPG	COR	SJR
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	102	¤	¤	¤	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	44	¤	¤	¤	¤	¤
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	¤	FO	¤	36	34	35
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	¤	FO	¤	16	15	14
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.091	0.103	0.091	0.093	0.100	0.076
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.102	0.089	0.079	0.082	0.089	0.063
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	6.2	5.9	4.3	3.7	3.1	3.0
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	2.9	1.9	2.7	2.2	1.3	1.1
(4) NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	0.073	0.063	0.074	0.074	0.070	0.055
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	0.015	0.012	0.014	0.012	0.011	0.008

Contaminante	Límite normado		ZMQ					SJR
			CAP	FEO	JOV	EPG	COR	SJR
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	0.054	0.017	DI	DI	DI	0.042
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

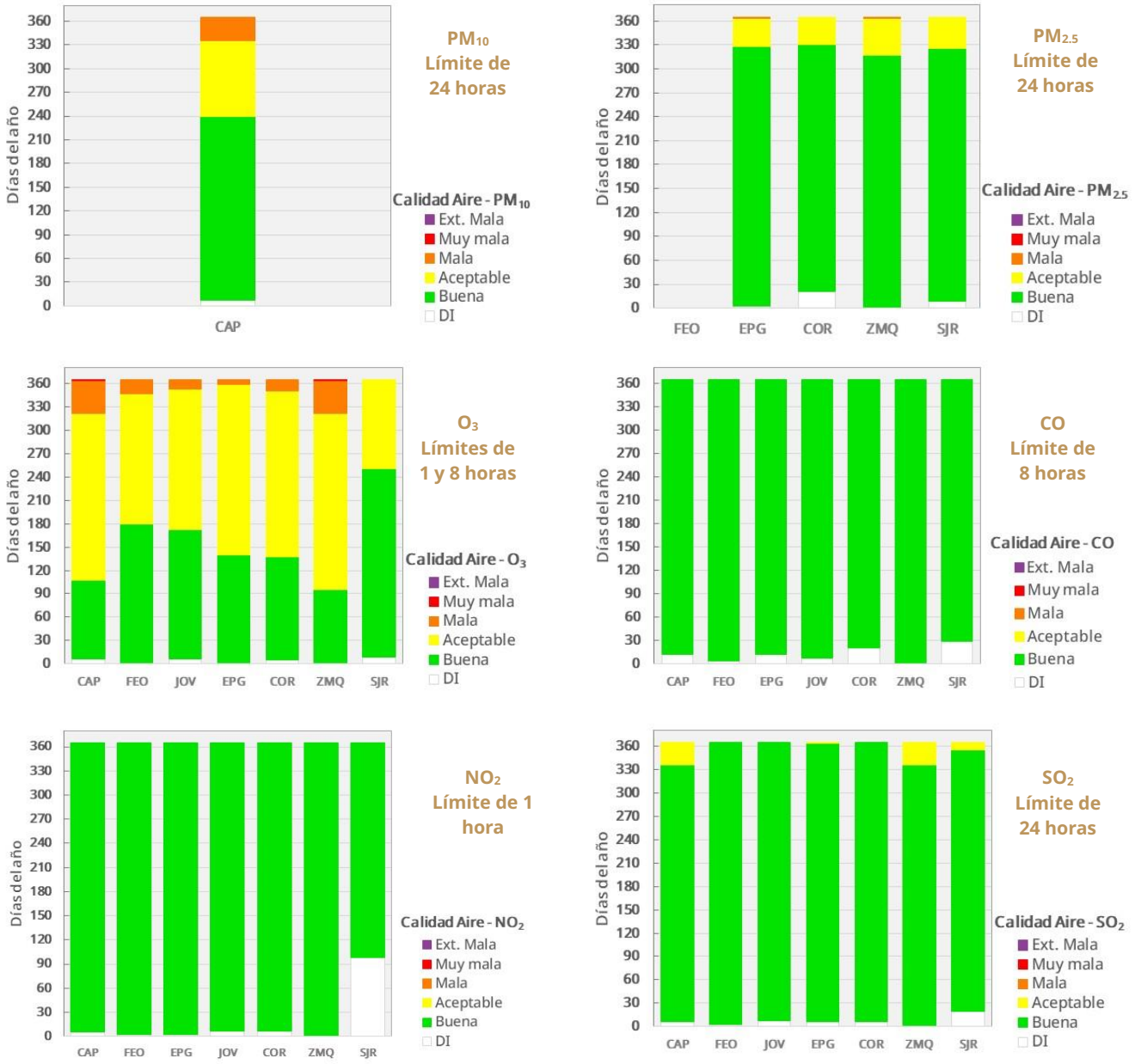
Tabla 14.3. Querétaro. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores a los límites diarios normados por contaminante

		ZMQ	SJR
PM_{10}	No. días con datos válidos	258	¤
	No. días > 70 µg/m³	44	¤
	% días > 70 µg/m³	12.3	¤
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	365	356
	No. días > 41 µg/m³	2	0
	% días > 41 µg/m³	0.5	0.0
O_3	No. días con datos válidos	365	356
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	65	0
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	17.8	0.0
CO	No. días con datos válidos	365	337
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0
	% días > 26 o 9 ppm	0.0	0.0
NO_2	No. días con datos válidos	365	267
	No. días > 0.106 ppm	0	0
	% días > 0.106 ppm	0.0	0.0
SO_2	No. días con datos válidos	365	346
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	3	6
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	0.8	1.7

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

14.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 14.3. Querétaro. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



ZMQ– Zona Metropolitana de Querétaro
CAP – Carrillo Puerto
COR – Corregidora
FEO – Félix Osores
EPG – Epigmenio González
JOV – Josefa Vergara

San Juan del Río
SJR – San Juan del Río

14.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 14.4. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

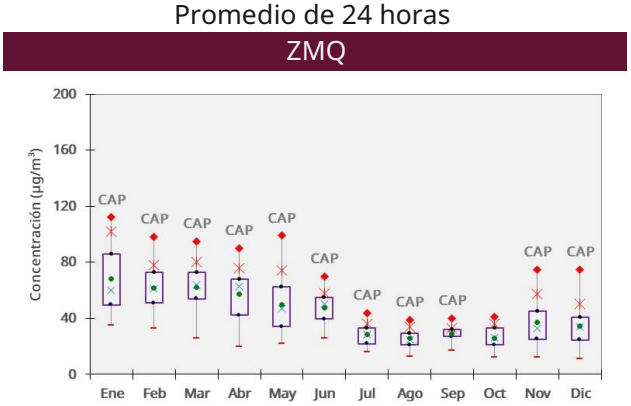


Figura 14.5. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

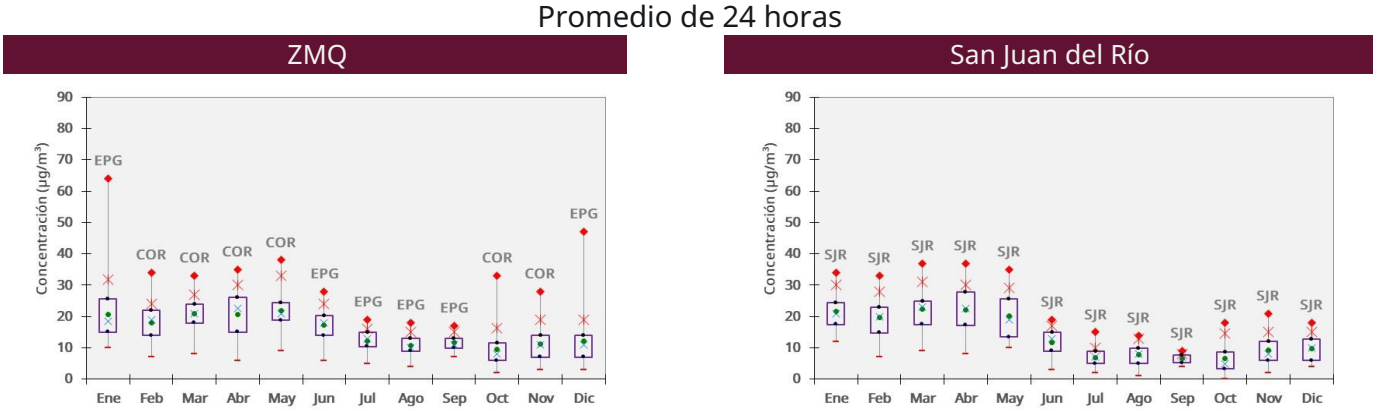


Figura 14.6. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

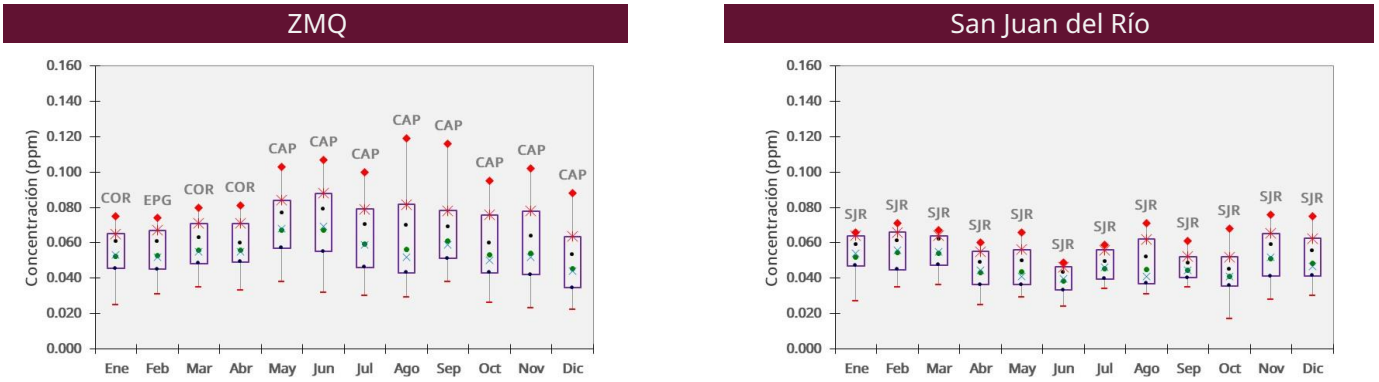


Figura 14.7. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas

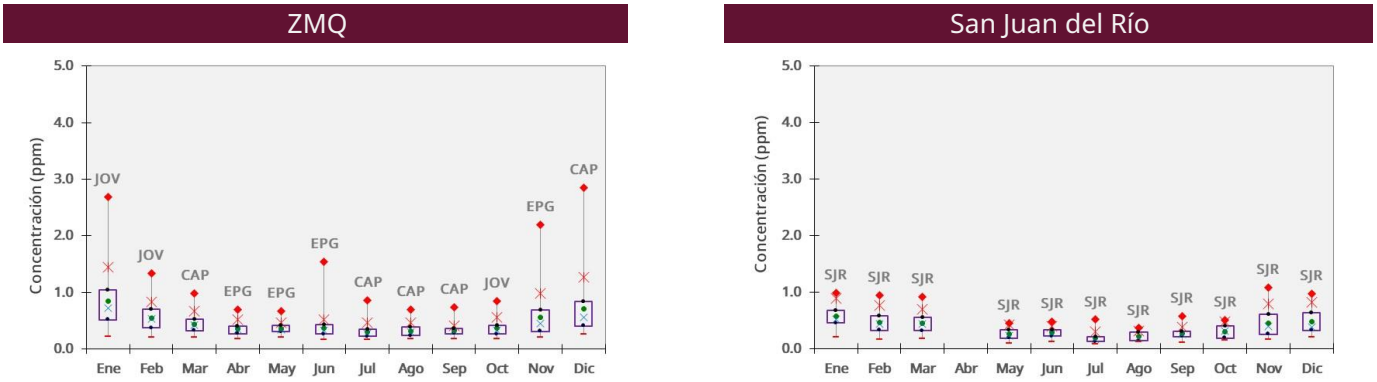


Figura 14.8. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

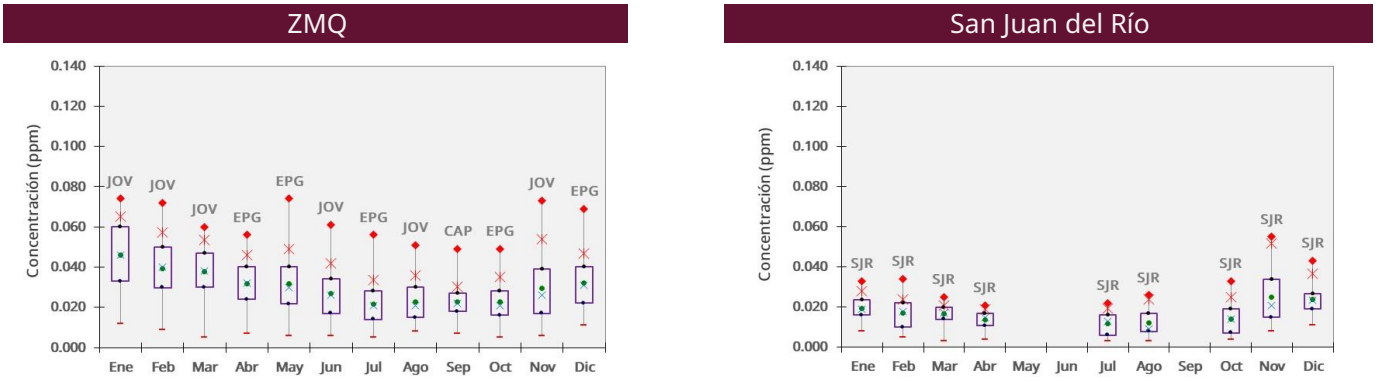
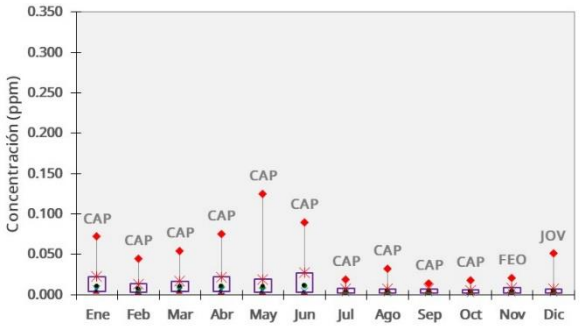


Figura 14.9. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

ZMQ



San Juan del Río

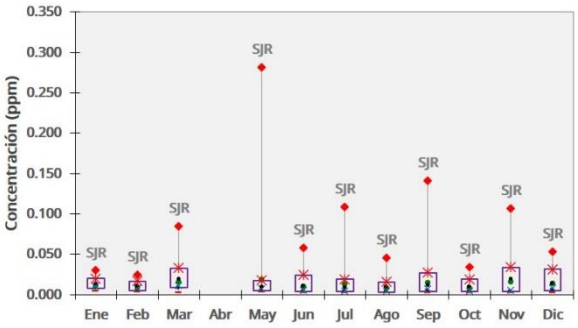
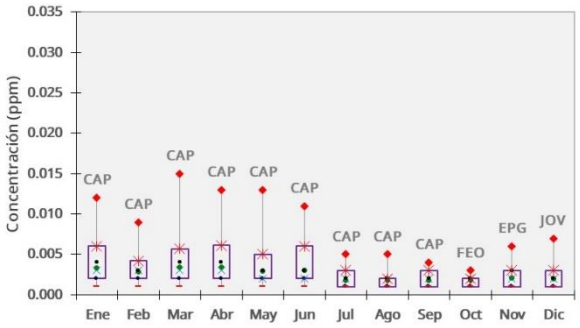


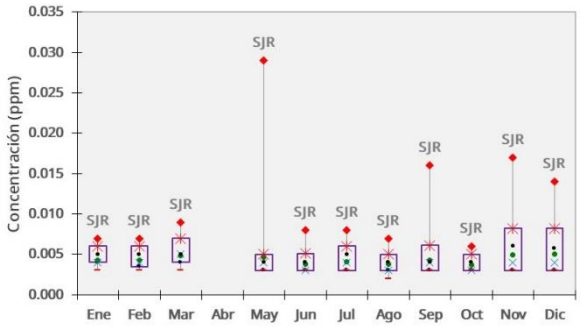
Figura 14.10. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

ZMQ



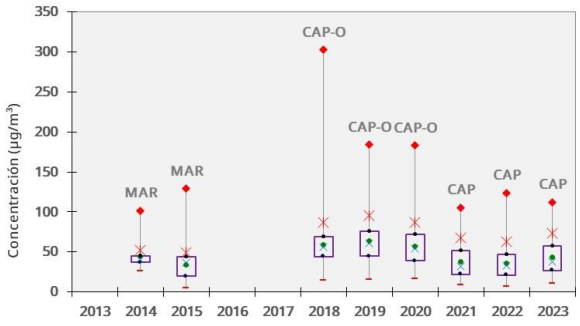
San Juan del Río



14.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2011 – 2023

Figura 14.11. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

ZMQ (2013-2023)

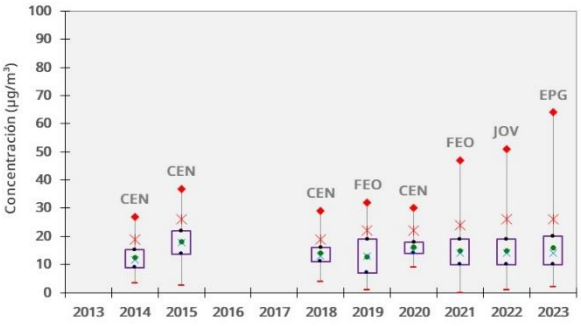


San Juan del Río (2015-2023)



Figura 14.12. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2013 – 2023

ZMQ (2013-2023)



San Juan del Río (2015-2023)

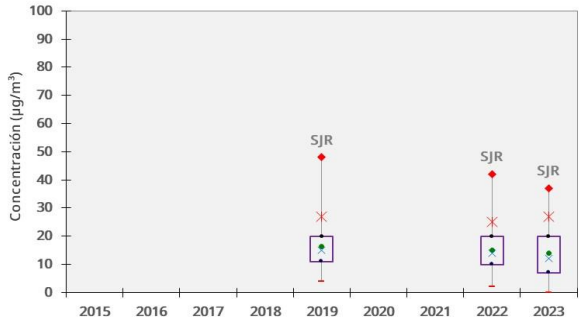
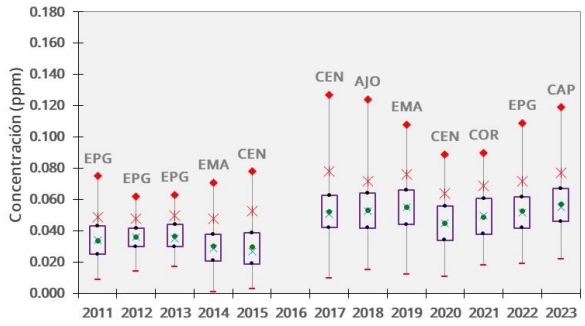


Figura 14.13. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023

ZMQ (2011-2023)

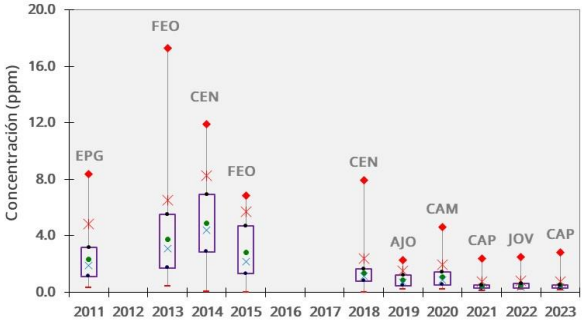


San Juan del Río (2015-2023)



Figura 14.14. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023

ZMQ (2011-2023)

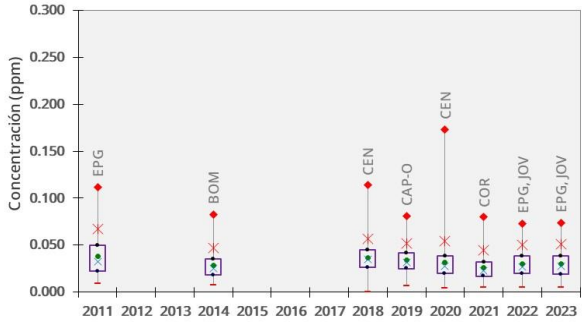


San Juan del Río (2015-2023)



Figura 14.15. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023

ZMQ (2011-2023)



San Juan del Río (2015-2023)

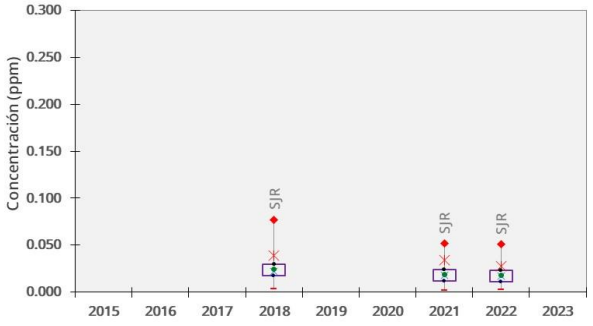


Figura 14.16. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en el periodo 2011 – 2023

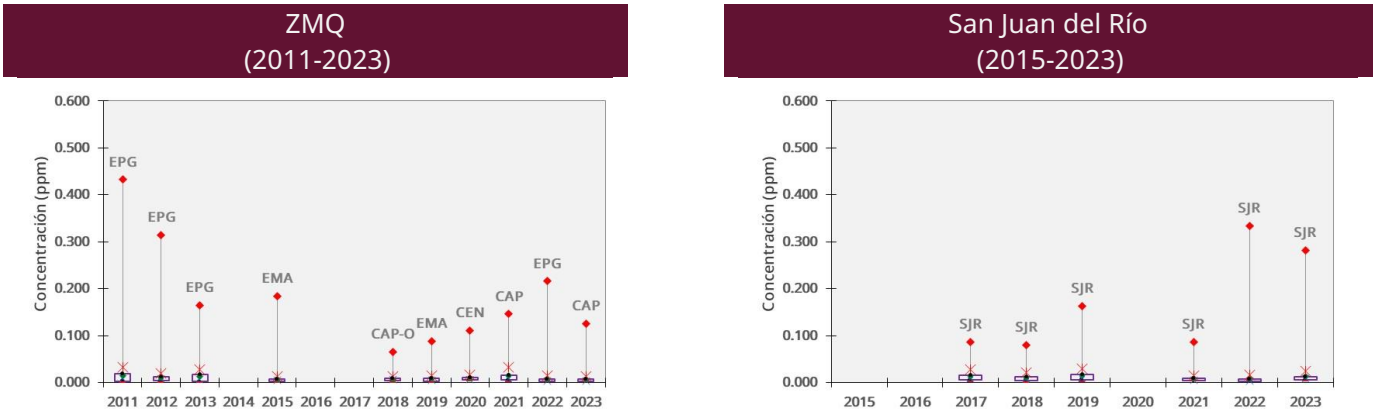
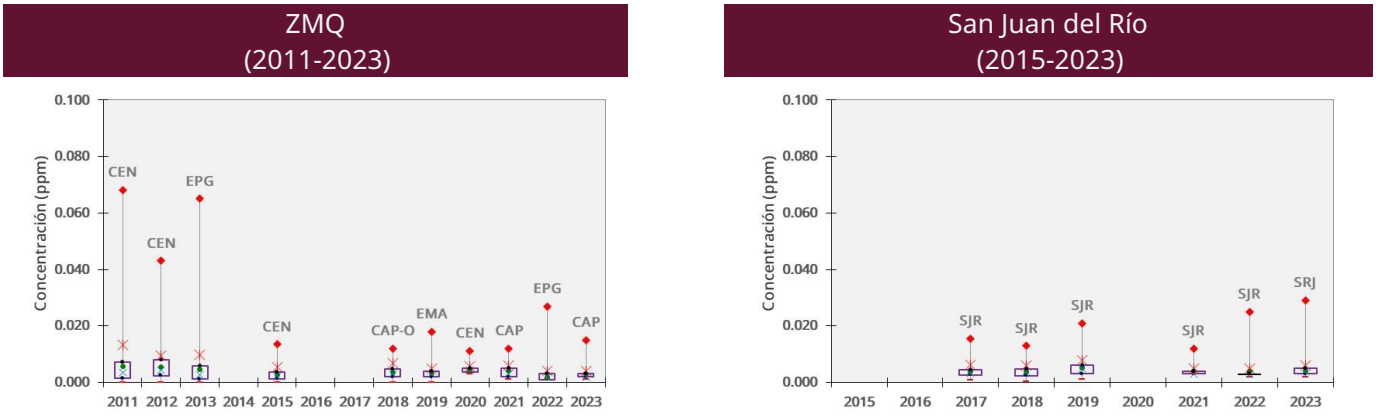


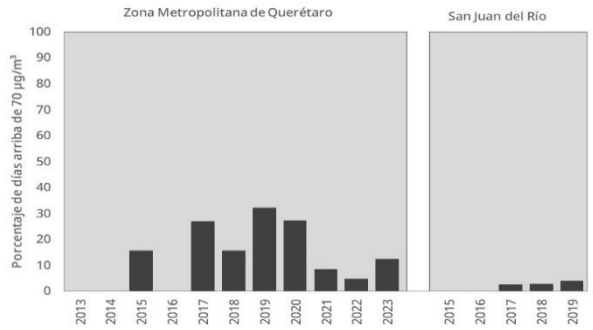
Figura 14.17. Querétaro. Tendencia de las concentraciones diarias (promedio de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en el periodo 2011 – 2023



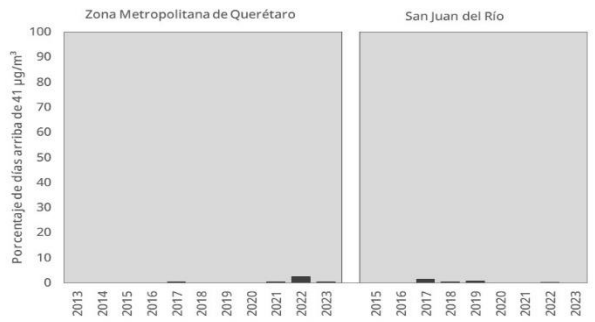
14.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 14.18. Querétaro. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 2011 – 2023

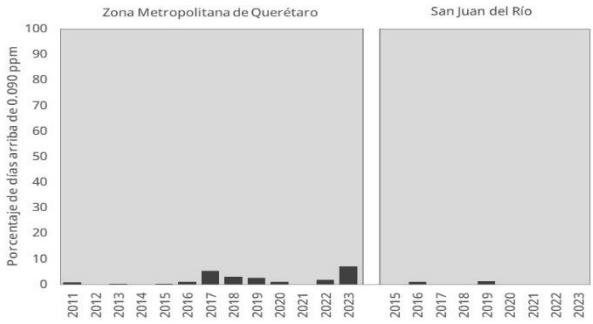
PM_{10} – Límite de 24 horas (2013 – 2023)



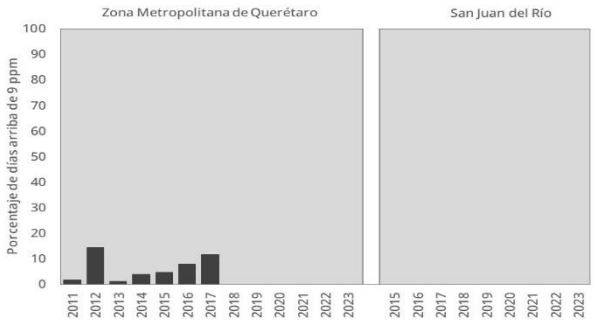
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2013 – 2023)



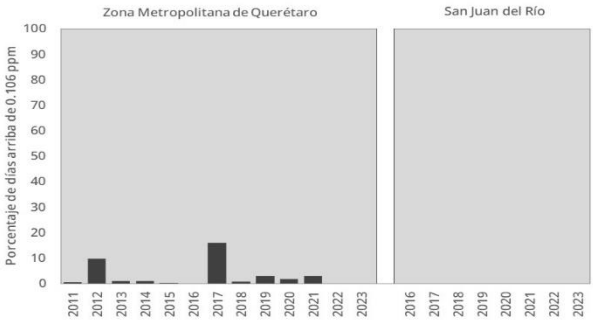
O_3 – Límite de 1 hora (2011 – 2023)



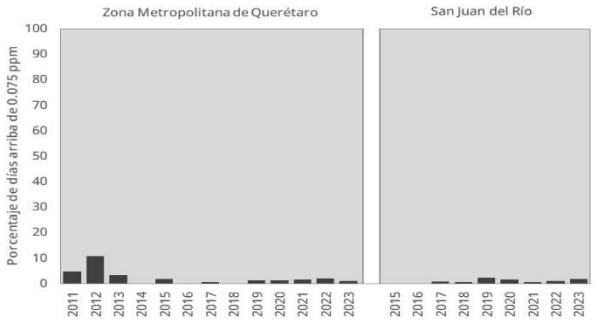
CO – Límite de 8 horas (2011 – 2023)



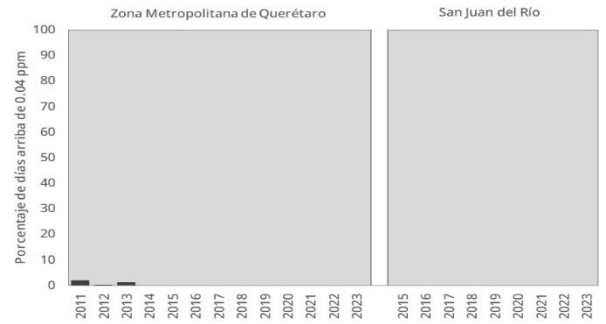
NO_2 – Límite de 1 hora (2011 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (2011 – 2023)



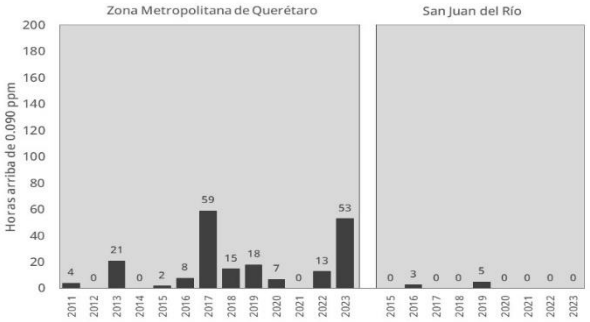
SO_2 – Límite de 24 horas
(2011 – 2023)



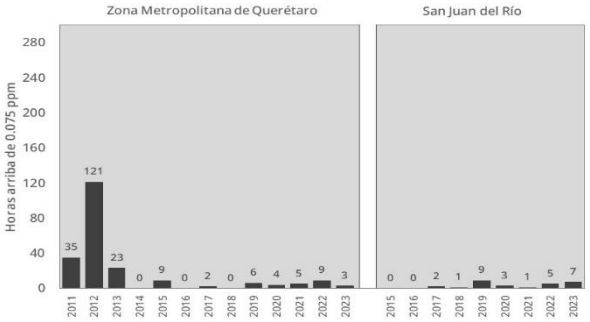
14.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 14.19. Querétaro. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, 2011 – 2023

O_3 – Límite de 1 hora
(2011 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora
(2011 – 2023)



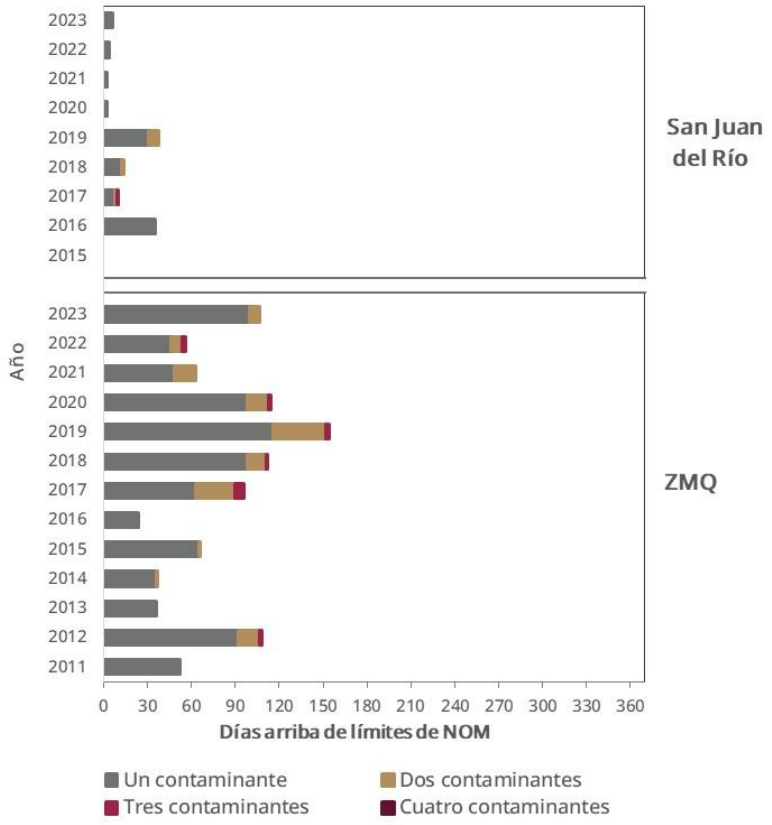
14.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 14.4. Querétaro. Número de días, por año, en que se rebasó el límite normado de uno o más contaminantes en el periodo 2011 – 2023

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	52	52	0	0	0
2012	366	108	92	15	1	0
2013	365	36	36	0	0	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
2014	365	37	36	1	0	0
2015	365	66	65	1	0	0
2016	366	24	24	0	0	0
2017	365	96	63	27	6	0
2018	365	112	98	13	1	0
2019	365	154	116	36	2	0
2020	366	114	98	15	1	0
2021	365	63	48	15	0	0
2022	365	56	46	8	2	0
2023	365	107	100	7	0	0
San Juan del Río						
2015	14	0	0	0	0	0
2016	227	35	35	0	0	0
2017	329	10	8	1	1	0
2018	365	14	12	2	0	0
2019	339	38	31	7	0	0
2020	153	2	2	0	0	0
2021	363	2	2	0	0	0
2022	363	4	4	0	0	0
2023	363	6	6	0	0	0

Figura 14.20. Querétaro. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo, 2011 – 2023



San Luis Potosí



En el año 2023, 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 cinco estaciones de monitoreo, cuatro de la cuales están ubicadas en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP) y una más en la Zona Conurbada de Rioverde (ZC de Rioverde), zonas así denominadas en el documento "Metrópolis de México 2020" elaborado de manera conjunta por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). La ZMSLP de acuerdo con este documento está conformada por los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, mientras que la ZC de Rioverde la integran los municipios de Ciudad Fernández y Rioverde. Cabe Destacar que localmente, en el Estado de San Luis Potosí, las dos zonas anteriores se denominan como: Zona Metropolitana de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez y Zona Metropolitana de Rioverde – Ciudad Fernández respectivamente. Para efectos de este Informe se usarán las denominaciones de las zonas definidas por CONAPO, INEGI y SEDATU. Para este año los hallazgos más relevantes fueron los siguientes:

- La evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud establecidos para los diferentes contaminantes sólo fue posible realizarla en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, ya que en la estación de monitoreo existente en la zona conurbada de Rioverde empezó a operar en julio de 2023, lo que impidió generar información con la suficiencia requerida para realizar la evaluación de cumplimiento de NOM.

- En general, en la zona metropolitana de San Luis Potosí, se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono, en tanto que las concentraciones registradas de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre siempre se mantuvieron por debajo de los límites normados correspondientes.

- En la zona metropolitana de San Luis Potosí las partículas suspendidas PM_{10}, registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en 32 días a lo largo del año, lo que representó el 9% de los días con información disponible. Las concentraciones más altas se presentaron predominantemente entre febrero y junio, en tanto que, a lo largo de los años, no es posible establecer alguna tendencia dado que se registra una variabilidad aleatoria de un año a otro. Esta situación, se replica en el indicador sobre la variación porcentual de los días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente. En la zona conurbada de Rioverde, en ninguno de los días con información disponible se registraron concentraciones superiores al límite normado de protección a la salud.

- Las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ registraron concentraciones superiores a su límite diario normado en 10 días a lo largo del año, lo que representa el 3% de los días con información disponible. Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre enero y junio. A lo largo de los años, aunque sólo se tienen datos para el periodo 2021 -2023, las concentraciones registradas muestran un comportamiento muy estable con muy poca variación de un año a otro. En la zona conurbada de Rioverde este contaminante no se mide.

- Se registró incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a ozono (O_3). De hecho, a lo largo del año, al menos uno de los límites normados se superó en 9 días, lo que representó el 2.6% de los días del año con información disponible. Las concentraciones más altas de ozono se registraron en el periodo mayo – junio, especialmente en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. En el caso de la zona conurbada de Rioverde, sólo se dispuso de información para

cuatro meses del año, por lo que no es posible definir ninguna tendencia. Por otro lado, a través de los años, se observa una clara tendencia al alza en los niveles de concentración de este contaminante, particularmente de 2019 a 2023. De hecho, esta tendencia se replica en el indicador sobre el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de protección a la salud. En este periodo este indicador pasó de 0.5 a 1.5%.

- En 2023, el número de días en que se incumplió al menos una norma vigente de salud ambiental fue de 45, lo que equivale al 12% de los días del año. Este indicador registró un incremento importante con respecto a lo observado en 2022, cuando el número de días en esta condición fue de 31 (8%).

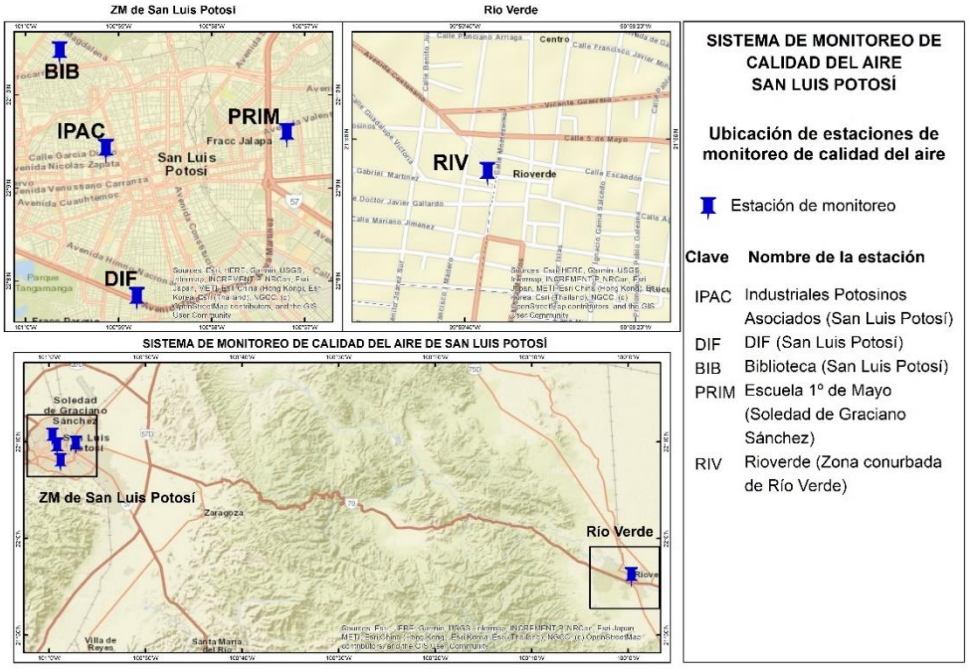
15.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 15.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2023 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
Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP)	Industriales Potosinos Asociados (San Luis Potosí)	IPAC	Automático (2006)	¤	✓	✓	✓	✓	✓
	DIF (San Luis Potosí)	DIF	Automático (1994)	✓	✓	¤	✓	✓	¤
	Biblioteca (San Luis Potosí)	BIB	Automático (2011)	✓	¤	✓	✓	✓	✓
	Escuela Primaria 1° de mayo (Soledad de Graciano Sánchez)	PRIM	Automático (2018)	¤	¤	✓	✓	✓	✓
Zona Conurbada de Rioverde (ZC de Rioverde)	Rioverde	RIV*	Automático (2023)	✓	¤	✓	✓	✓	✓

¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
*Se recibieron datos validados de la estación a partir del mes de julio de 2023
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección de Ecología Urbana de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

Figura 15.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de San Luis Potosí en el año 2023

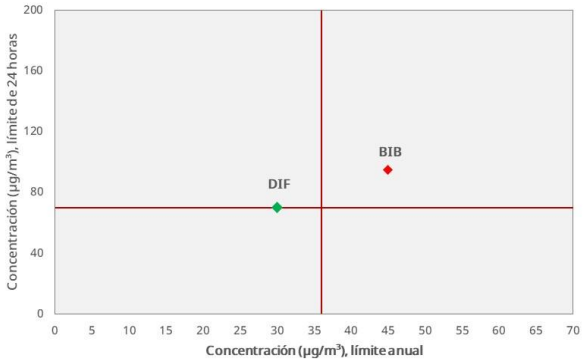


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección de Ecología Urbana de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

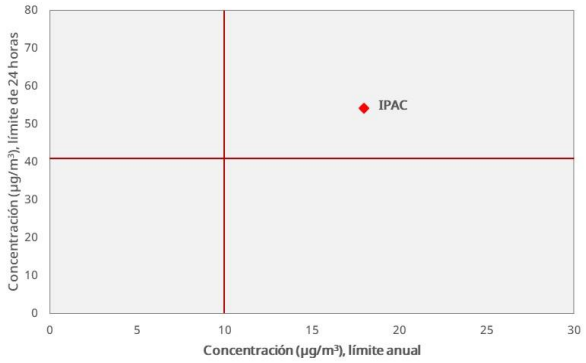
15.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 15.2. San Luis Potosí. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

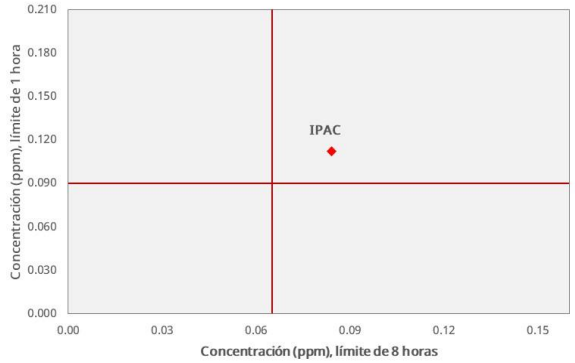
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



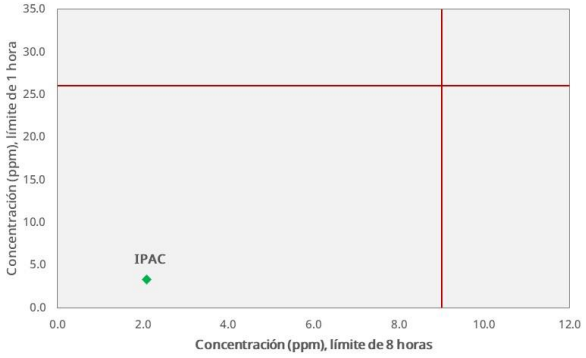
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



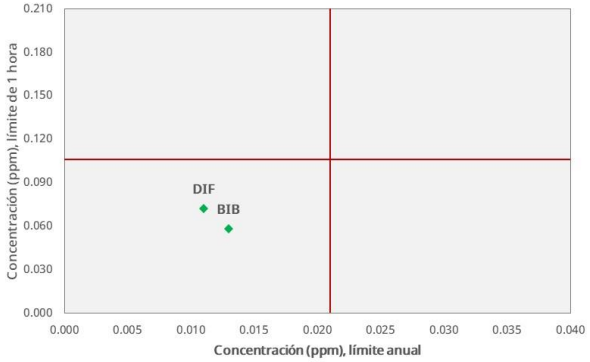
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



♦ Zona Metropolitana de San Luis Potosí
IPAC–Industriales Potosinos Asociados;
DIF – DIF Municipal;
BIB – Biblioteca;
PRIM – Escuela Primaria 1° de Mayo

● Zona Conurbada de Rioverde
RIV – Rioverde

Tabla 15.2. San Luis Potosí. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		ZMSLP				ZC de Rioverde
			IPAC	DIF	BIB	PRIM	RIV
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	¤	70	95	¤	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	¤	30	45	¤	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	54	FO	¤	¤	¤
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	18	FO	¤	¤	¤
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	0.112	¤	DI	FO	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	0.084	¤	DI	FO	DI
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	3.3	¤	DI	FO	DI
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	2.1	¤	DI	FO	DI
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	INV	0.072	0.058	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	INV	0.011	0.013	DI	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	INV	FO	FO	DI	DI
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	INV	FO	FO	0.01	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

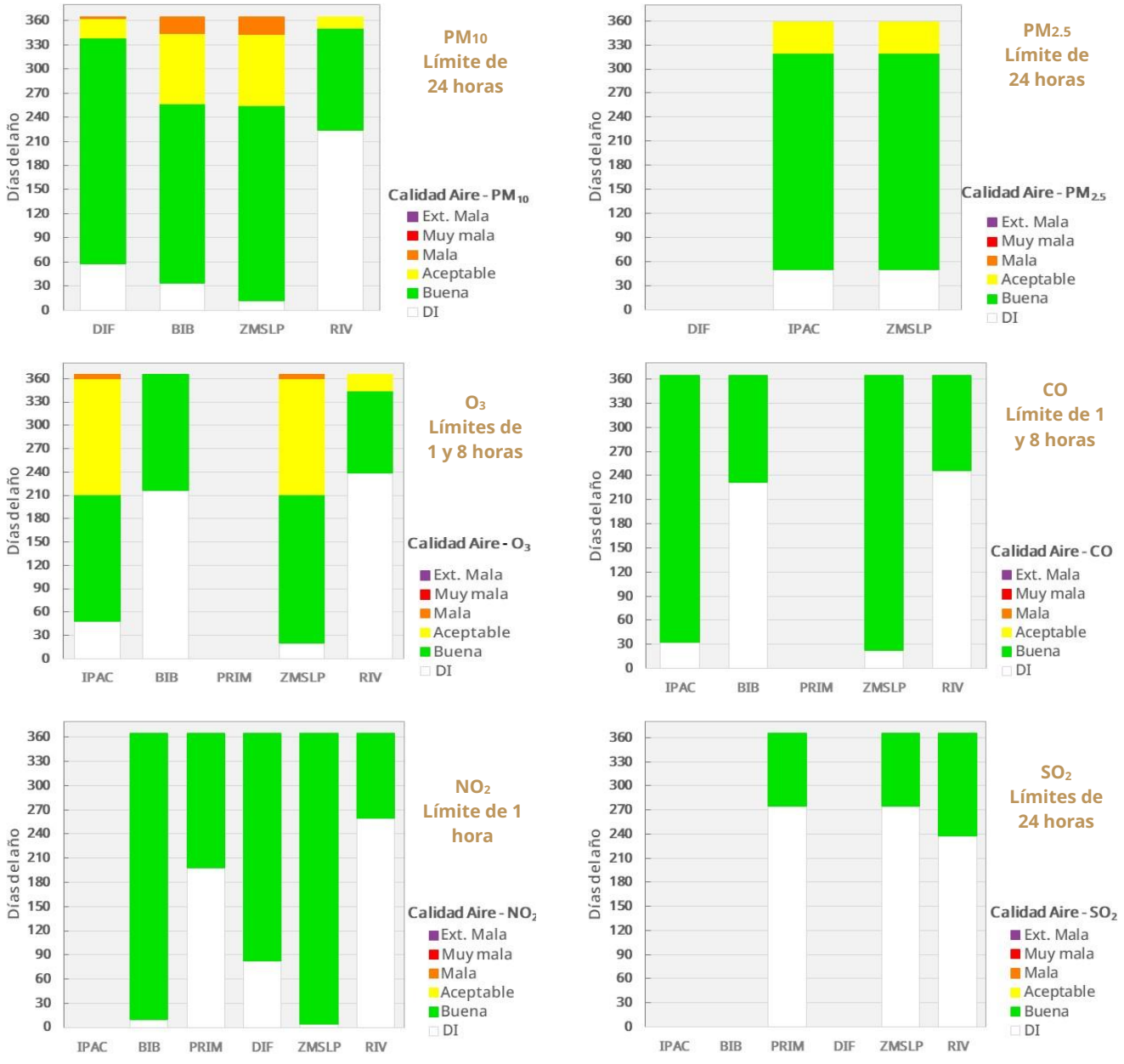
Tabla 15.3. San Luis Potosí. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		ZMSLP	ZC de Rioverde
PM_{10}	No. días con datos válidos	353	141
	No. días > 70 µg/m³	32	0
	% días > 70 µg/m³	**9.1**	**0.0**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	315	¤
	No. días > 41 µg/m³	10	¤
	% días > 41 µg/m³	**3.2**	¤
O_3	No. días con datos válidos	345	126
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	9	1
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**2.6**	**0.8**
CO	No. días con datos válidos	344	120
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0	0
	% días > 26 o 9 ppm	**0.0**	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	361	105
	No. días > 0.106 ppm	0	0
	% días > 0.106 ppm	**0.0**	**0.0**
SO_2	No. días con datos válidos	90	127
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**0.0**	**0.0**

¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante

15.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 15.3. San Luis Potosí. Número de días según su condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Zona Metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP)
IPAC–Industriales Potosinos Asociados
DIF – DIF Municipal
BIB – Biblioteca
PRIM – Escuela Primaria 1° de mayo

Zona Conurbada de Rioverde (ZC de Rioverde)
RIV – Rioverde

15.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 15.4. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

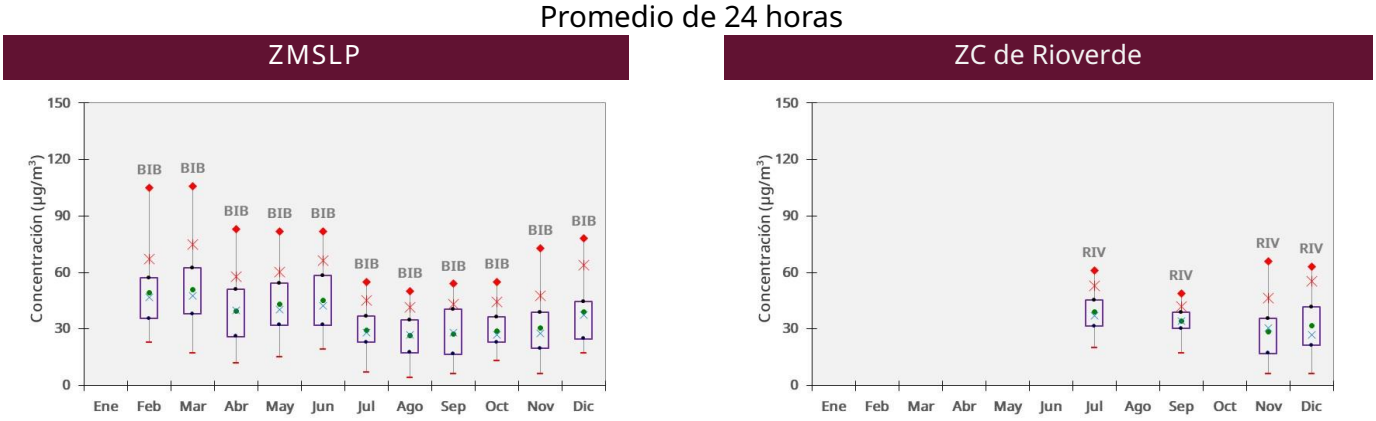


Figura 15.5. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

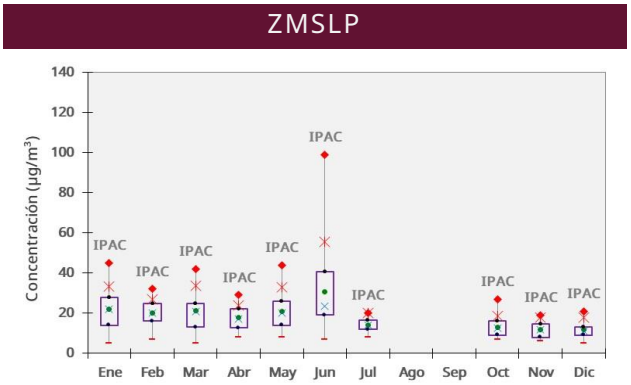


Figura 15.6. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

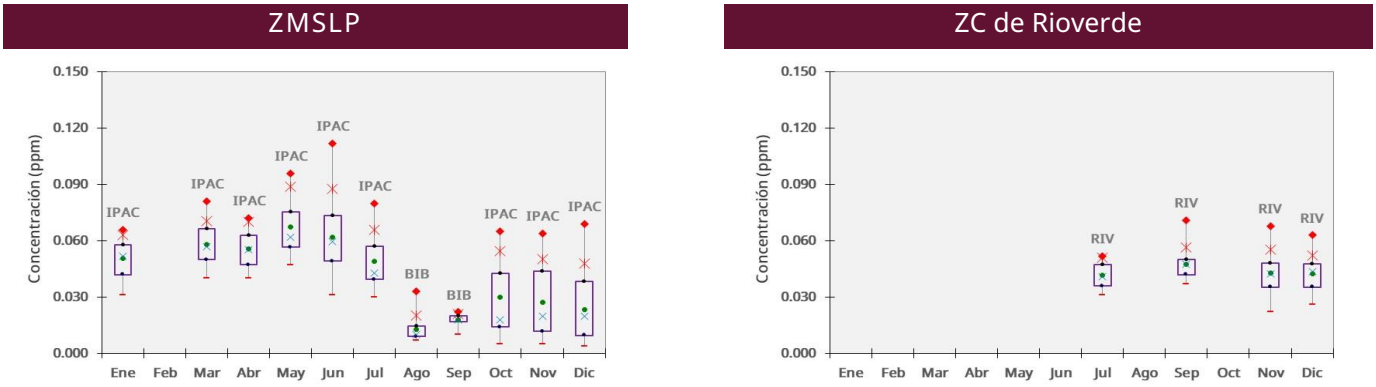


Figura 15.7. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas

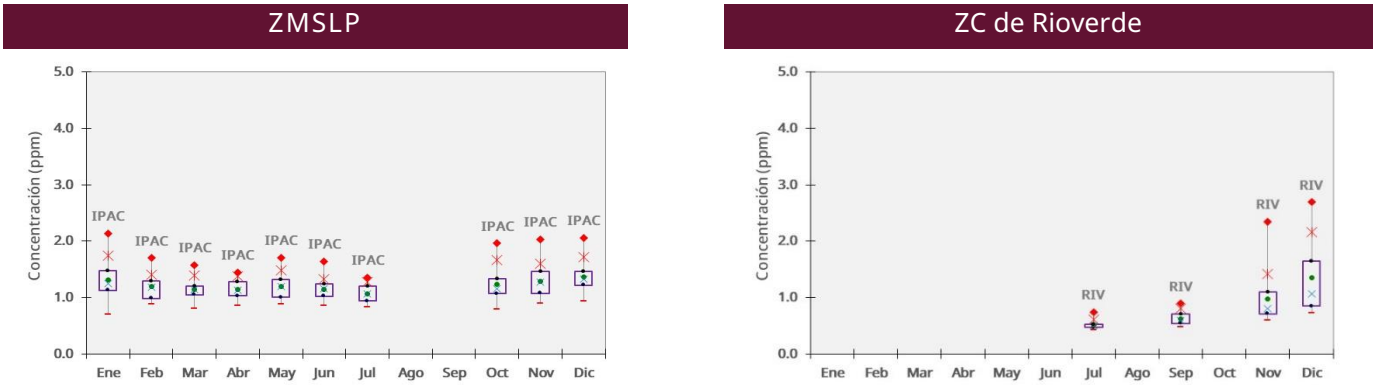


Figura 15.8. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

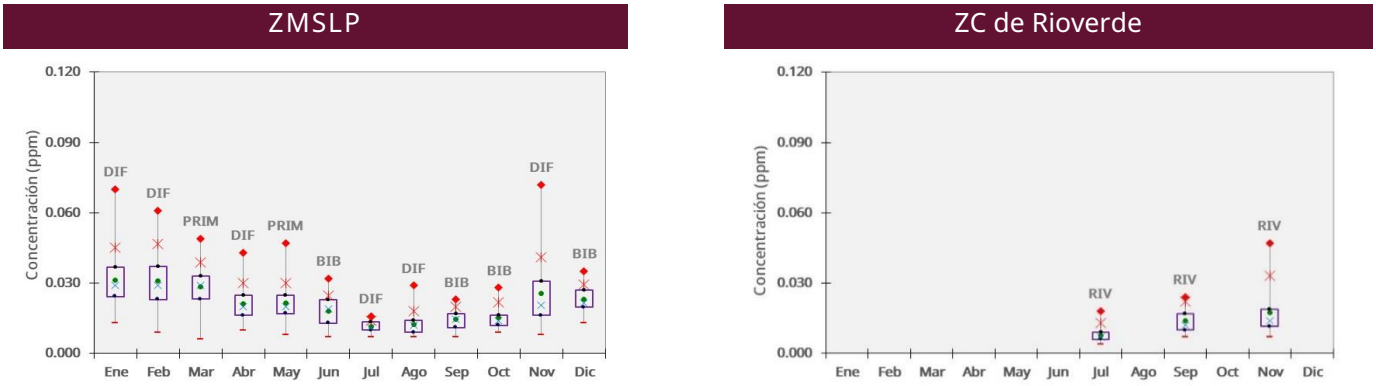


Figura 15.9. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

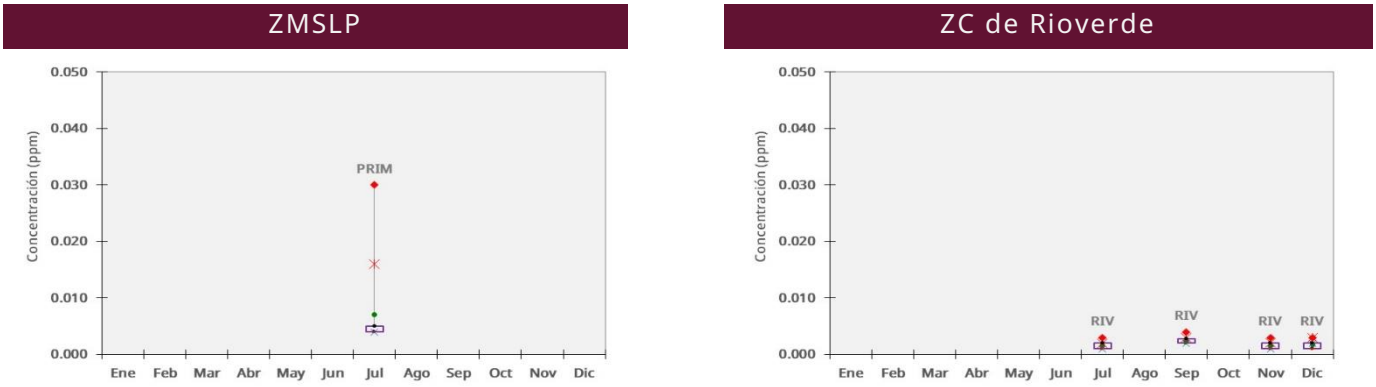
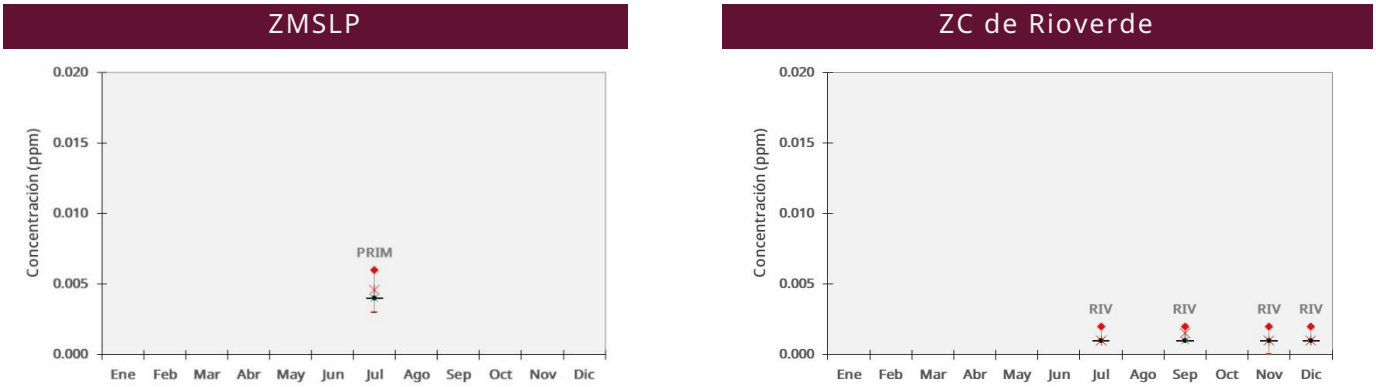


Figura 15.10. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas



15.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2018 – 2023

Figura 15.11. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, 2018 – 2023

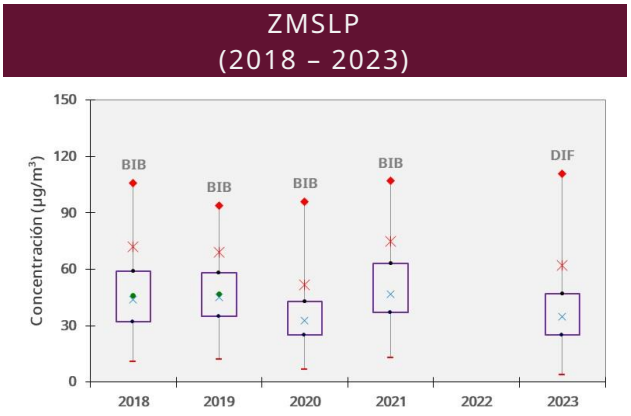


Figura 15.12. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, 2019 – 2023

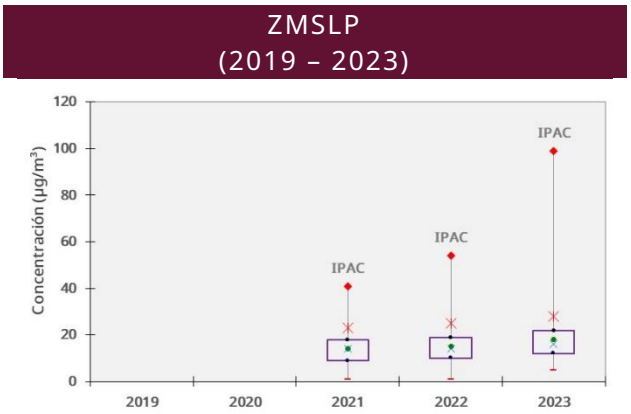


Figura 15.13. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, 2018 – 2023

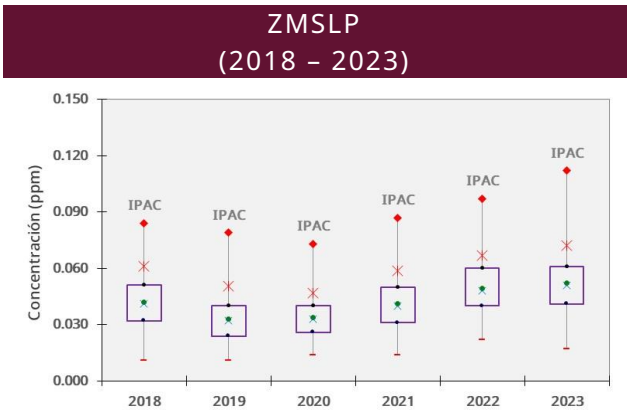


Figura 15.14. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, 2018 – 2023

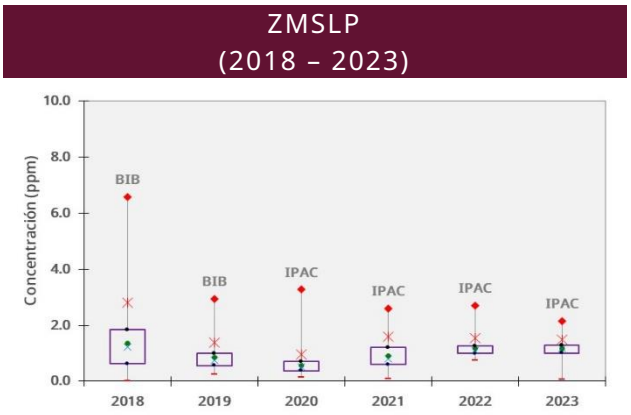


Figura 15.15. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, 2018 – 2023

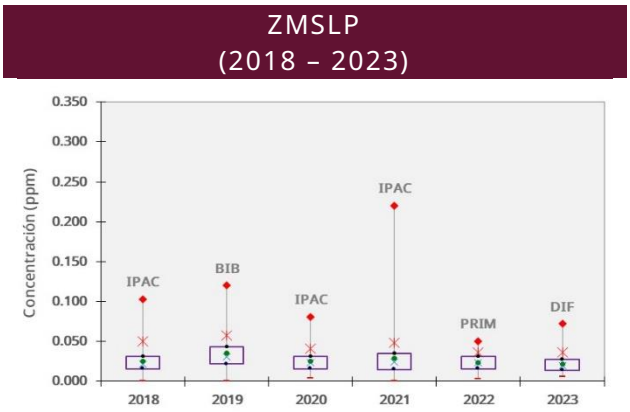


Figura 15.16. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Promedios de 24 horas), por ciudad, 2018 – 2023

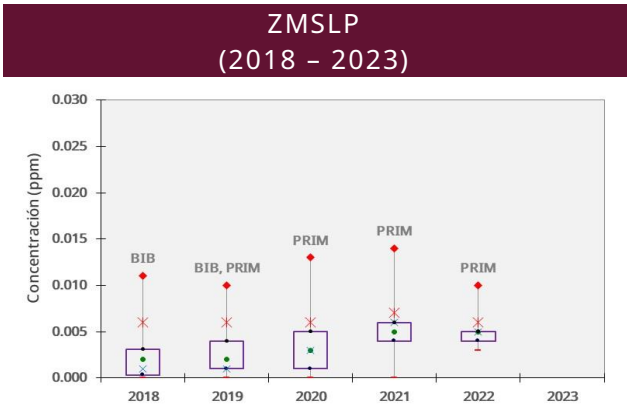
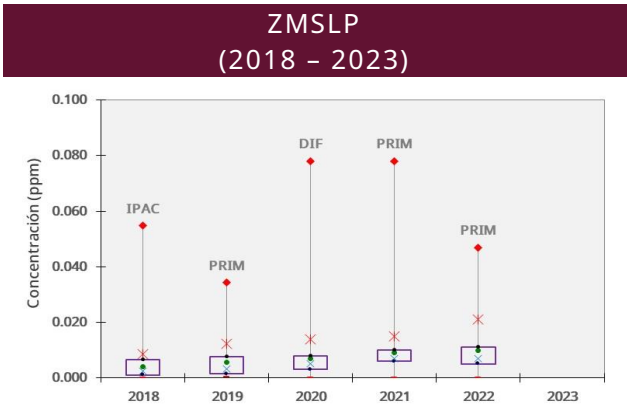


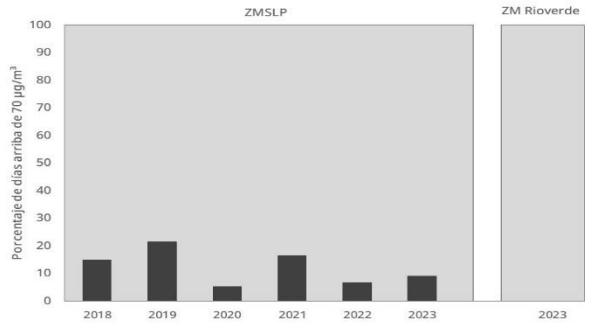
Figura 15.17. San Luis Potosí. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2 (Máximo), por ciudad, 2018 – 2023



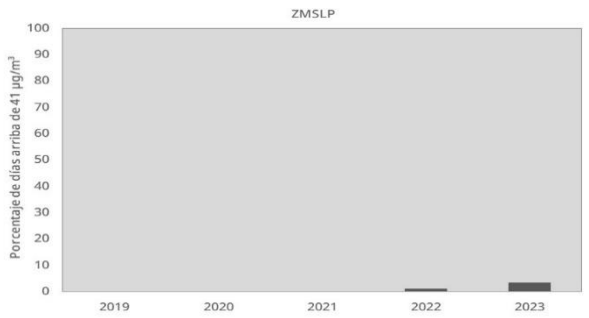
15.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 15.18. San Luis Potosí. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2023

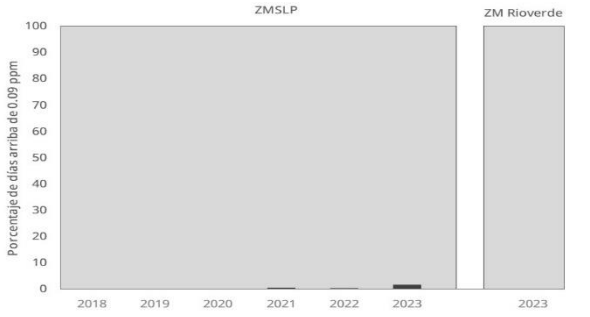
PM_{10} – Límite de 24 horas (2018 – 2023)



$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2019 – 2023)



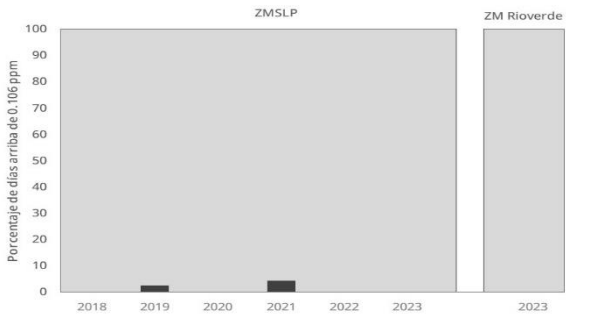
O_3 – Límite de 1 hora (2018 – 2023)



CO – Límite de 8 horas (2018 – 2023)



NO_2 – Límite de 1 hora (2018 – 2023)



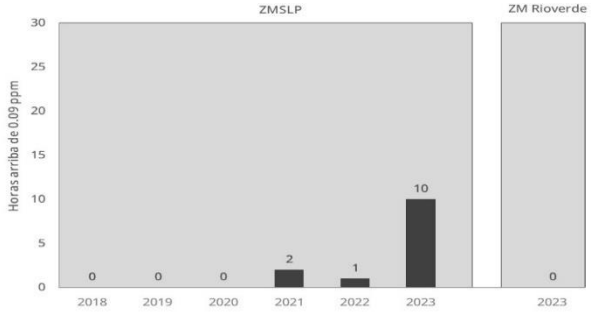
SO_2 – Límite de 1 hora (2018 – 2023)



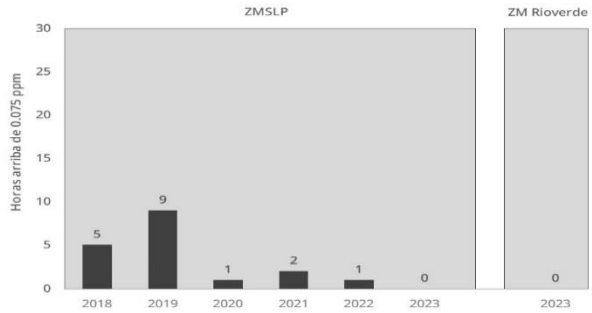
15.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 15.19. San Luis Potosí. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono y 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2018 – 2023

O_3 – Límite de 1 hora (2018 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (2018 – 2023)

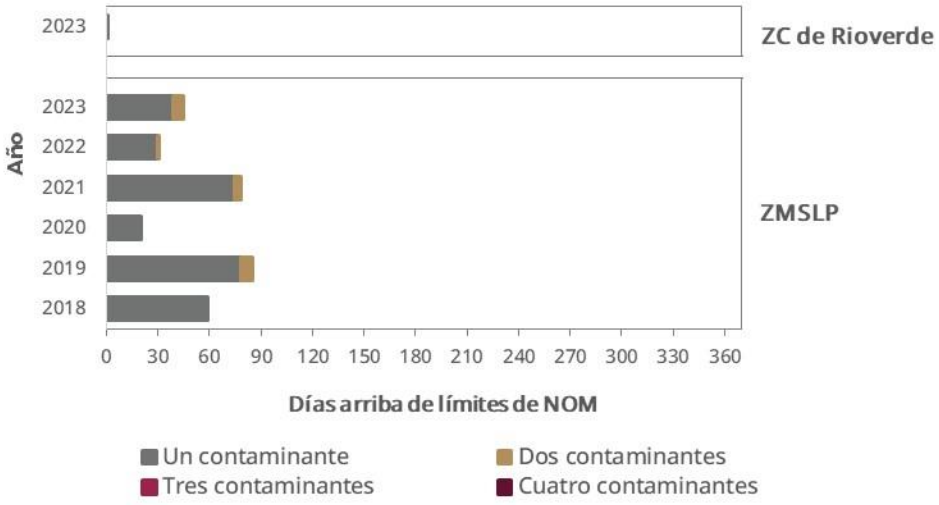


15.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 15.4. San Luis Potosí. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023

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
Zona Metropolitana de San Luis Potosí						
2018	365	59	59	0	0	0
2019	365	85	78	7	0	0
2020	366	20	20	0	0	0
2021	365	78	75	3	0	0
2022	365	31	30	1	0	0
2023	365	45	39	6	0	0
Zona Conurbada de Rioverde						
2023	142	1	1	0	0	0

Figura 15.20. San Luis Potosí. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023



Sonora



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Sonora, coordinado por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES), estuvo conformado por tres estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de Nogales, San Luis Río Colorado y Hermosillo, cada uno con una estación de monitoreo. Desde 2021 las estaciones ubicadas en Nogales y San Luis Río Colorado son operadas por medio de un convenio por el Departamento de Calidad Ambiental del gobierno del estado de Arizona de los Estados Unidos de América (ADEQ, Arizona Department of Environmental Quality), en tanto que la estación de Hermosillo forma parte de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos a cargo de la Universidad de Sonora y la Universidad Nacional Autónoma de México. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada en el año 2023, destacan los siguientes:

- En la ciudad de Nogales se lleva a cabo la medición tanto de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) como de ozono y los registros de concentración obtenidos en 2023 indican incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, en tanto que con respecto a ozono no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de NOM debido a que no se contó con información suficiente para ello. Sin embargo, los datos disponibles indican que en ninguno de los 261 días con información válida se superó alguno de los límites normados (1 u 8 horas). Las PM_{10} fueron el contaminante que con mayor frecuencia superó el límite normado de 24 horas con un total de 85 días a lo largo del año, en tanto que el límite diario normado de $PM_{2.5}$, sólo se superó en una ocasión.

- En San Luis Río Colorado sólo se llevó a cabo la medición de las concentraciones de ozono y la información recopilada en el año 2023 no cumplió con los criterios de suficiencia de datos que establece la propia normatividad para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud; sin embargo, la información disponible indica que en 8 de los 201 días con información válida se registraron concentraciones superiores a los establecidos en la NOM.

- En la ciudad de Hermosillo se cuenta con capacidad para llevar a cabo la medición de todos los contaminantes criterio; sin embargo, sólo se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de NOM con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y ozono. El resultado indica que para ambos contaminantes se registró incumplimiento de NOM al registrarse concentraciones que superan al menos uno de los límites normados de protección a la salud.

- En Nogales y Hermosillo, las concentraciones más altas de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) suelen ocurrir en el periodo que va de noviembre a febrero, en tanto que las de ozono se registran entre abril y agosto en las tres ciudades.

- Las estaciones de monitoreo automático que venían operando en Cajeme y Agua Prieta estuvieron fuera de operación en 2023 por falta de mantenimiento, consumibles y refacciones.

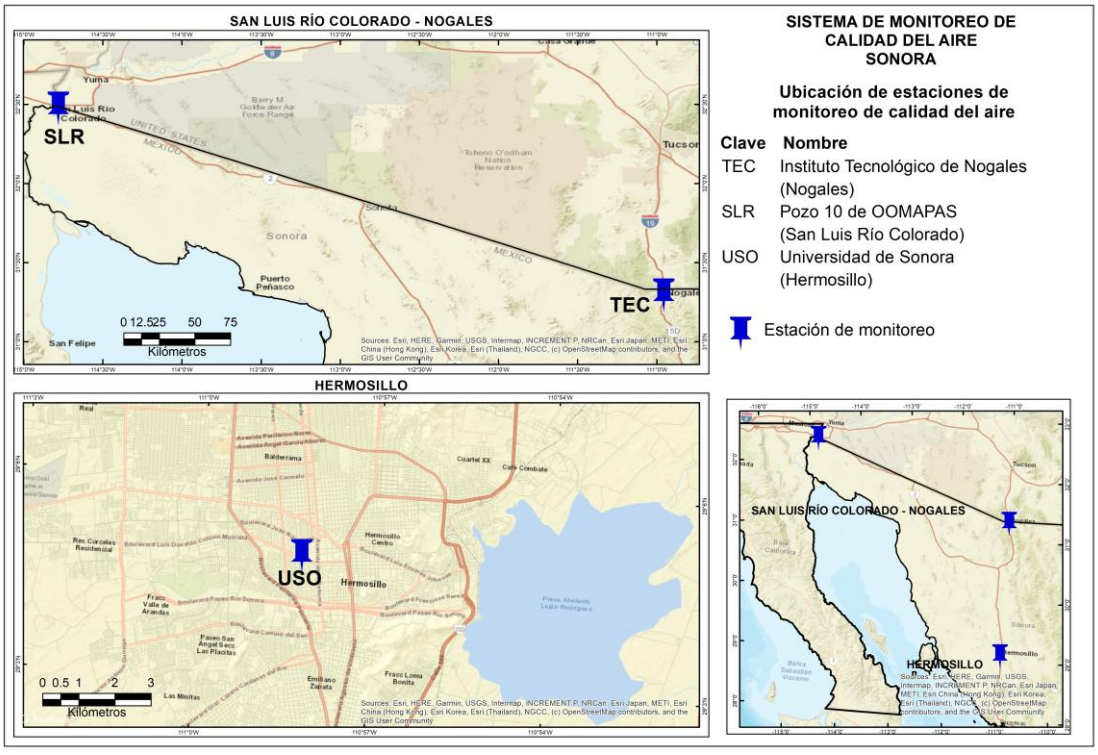
16.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 16.1. Estaciones[1] que conformaron el SMCA de Sonora en el año 2023 y capacidades de medición de contaminantes

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo (año de inicio de operación)	Contaminantes					
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Nogales	Instituto Tecnológico de Nogales [2]	TEC	Automático (2011)	✓	✓	✓	¤	¤	¤
San Luis Río Colorado	Pozo 10 de OOMAPAS [2]	SLR	Automático (2017)	¤	¤	✓	¤	¤	¤
Hermosillo	Universidad de Sonora [3]	USO	Automático (2014)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

[1] Las estaciones de monitoreo automáticas de Cajeme y Agua Prieta estuvieron fuera de operación por falta de mantenimiento, consumibles y refacciones. Sólo se incluye información de estaciones que estuvieron en operación.
[2] A partir de 2021 las estaciones reactivaron su operación por medio de un convenio con el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ - Arizona Department of Environmental Quality).
[3] Forma parte de la Red Universitaria del Observatorios Atmosféricos a cargo de la Universidad de Sonora y la Universidad Nacional Autónoma de México
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.

Figura 16.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Sonora, 2023

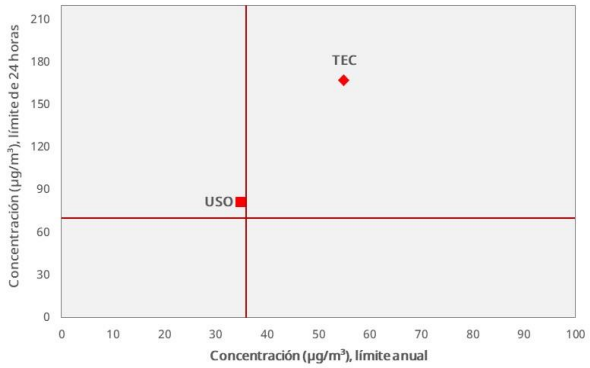


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.

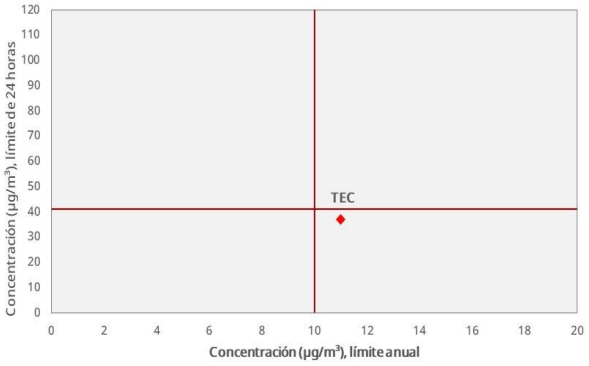
16.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 16.2. Sonora. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

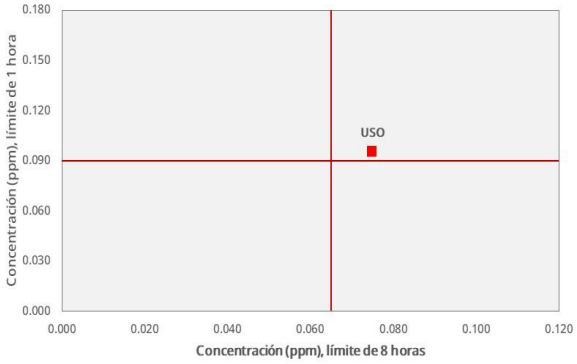
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



♦ Nogales
TEC – Instituto Tecnológico de Nogales

● San Luis Río Colorado
SLR – Pozo 10 de OOMAPAS

■ Hermosillo
USO – Universidad de Sonora

Tabla 16.2. Sonora. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Nogales	San Luis Río Colorado	Hermosillo
			TEC	SLR	USO
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	167	¤	81
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	55	¤	35
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	37	¤	DI
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	11	¤	DI
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	DI	DI	0.095
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	DI	DI	0.075
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	¤	¤	DI
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	¤	¤	DI
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	¤	¤	FO
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	¤	¤	FO
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	¤	¤	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	¤	¤	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b).
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Notas: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Tabla 16.3. Sonora. Porcentaje de días del año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		Nogales	San Luis Río Colorado	Hermosillo
PM_{10}	No. días con datos válidos	360	¤	356
	No. días > 70 µg/m³	85	¤	7
	% días > 70 µg/m³	**23.6**	¤	**2.0**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	360	¤	67
	No. días > 41 µg/m³	1	¤	0
	% días > 41 µg/m³	**0.3**	¤	**0.0**
O_3	No. días con datos válidos	261	201	356
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	0	8	8
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**0.0**	**4.0**	**2.2**
CO	No. días con datos válidos	¤	¤	232
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	¤	¤	0
	% días > 26 o 9 ppm	¤	¤	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	¤	¤	FO
	No. días > 0.106 ppm	¤	¤	FO
	% días > 0.106 ppm	¤	¤	FO
SO_2	No. días con datos válidos	¤	¤	DI
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	¤	¤	DI
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	¤	¤	DI

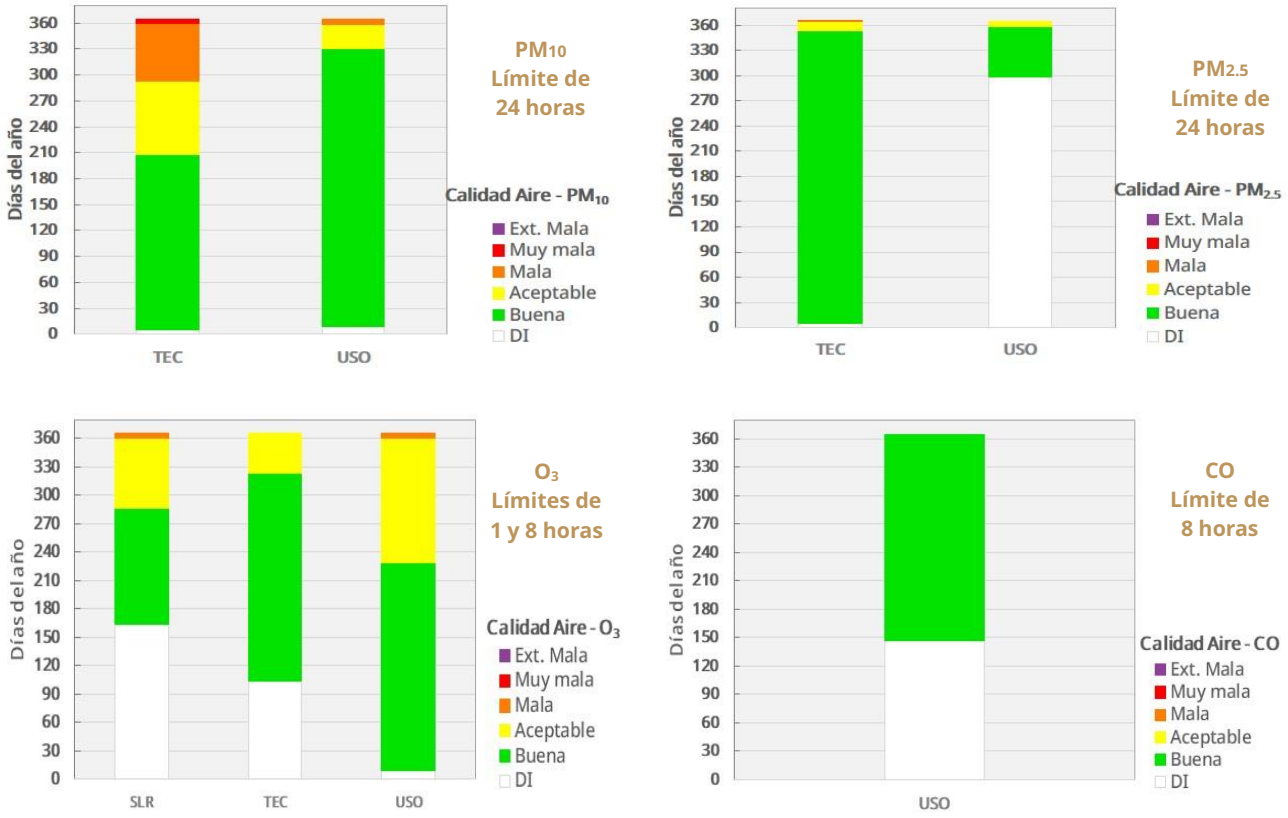
DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación

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

16.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 16.3. Sonora. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Nogales
TEC – Instituto Tecnológico de Nogales

San Luis Río Colorado
SLR – Pozo 10 de OOMAPAS

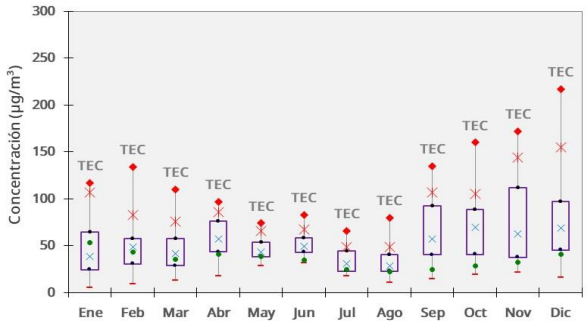
Hermosillo
USO – Universidad de Sonora

16.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 16.4. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

Nogales



Hermosillo

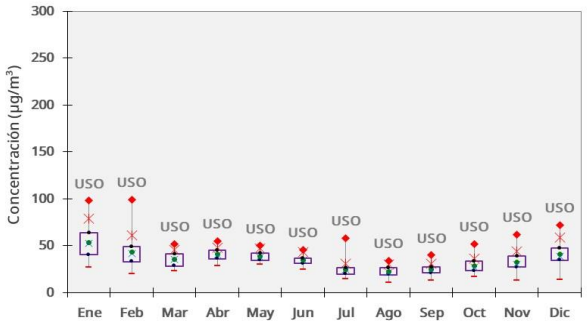
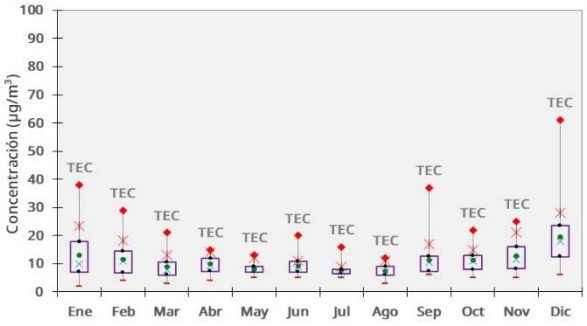


Figura 16.5. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

Nogales



Hermosillo

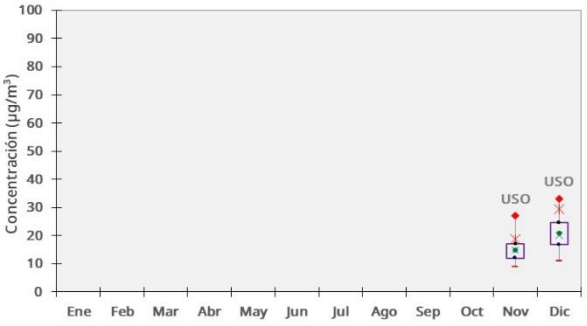


Figura 16.6. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

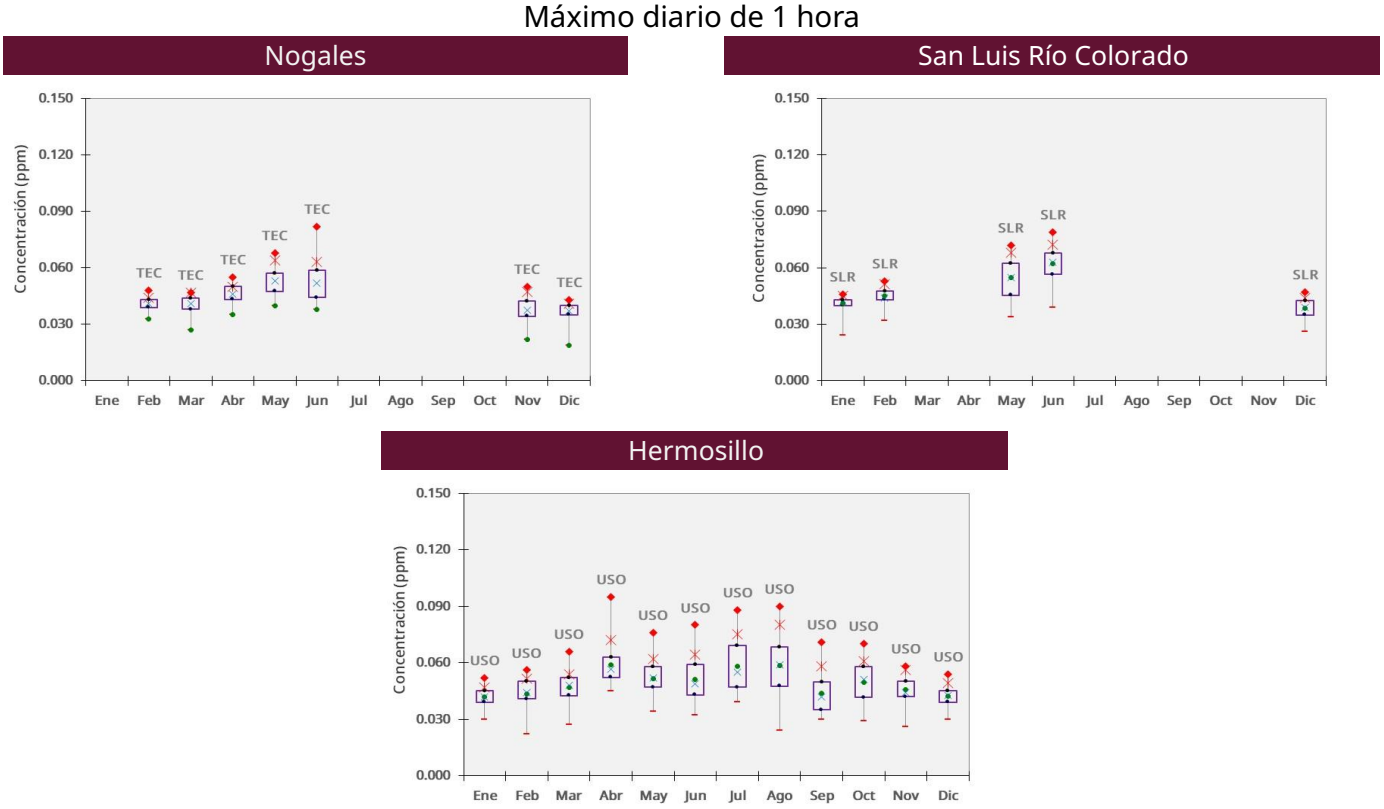
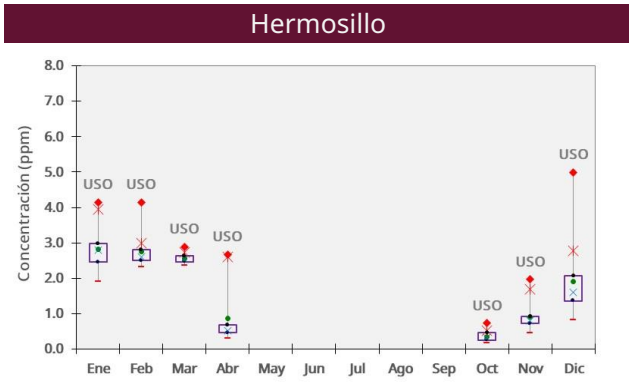


Figura 16.7. Sonora. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023



16.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2018 – 2023

Figura 16.8. Sonora. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2018 – 2023

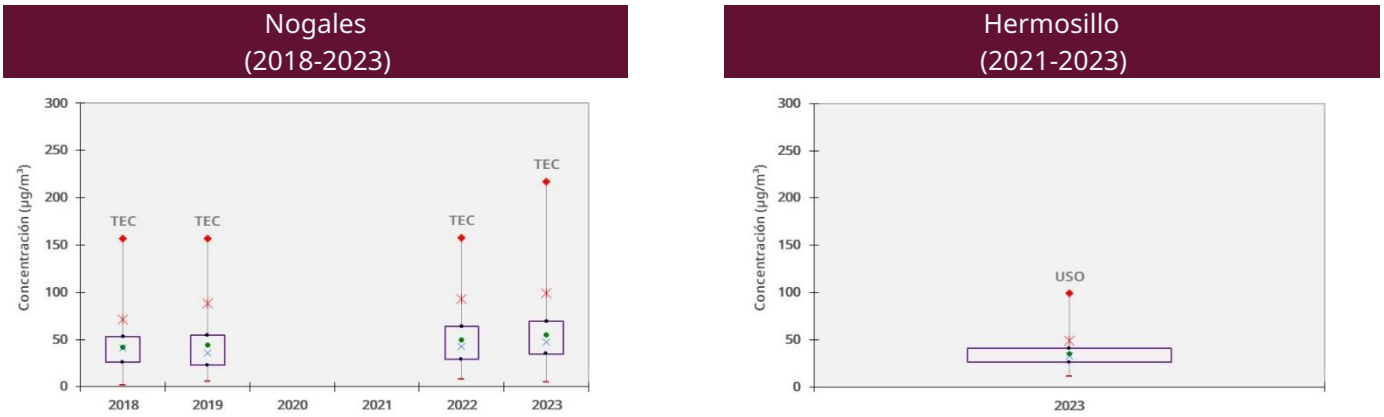


Figura 16. 9. Sonora. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2021 – 2023

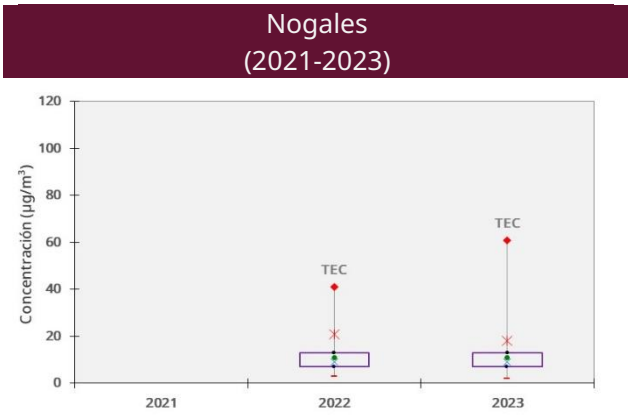
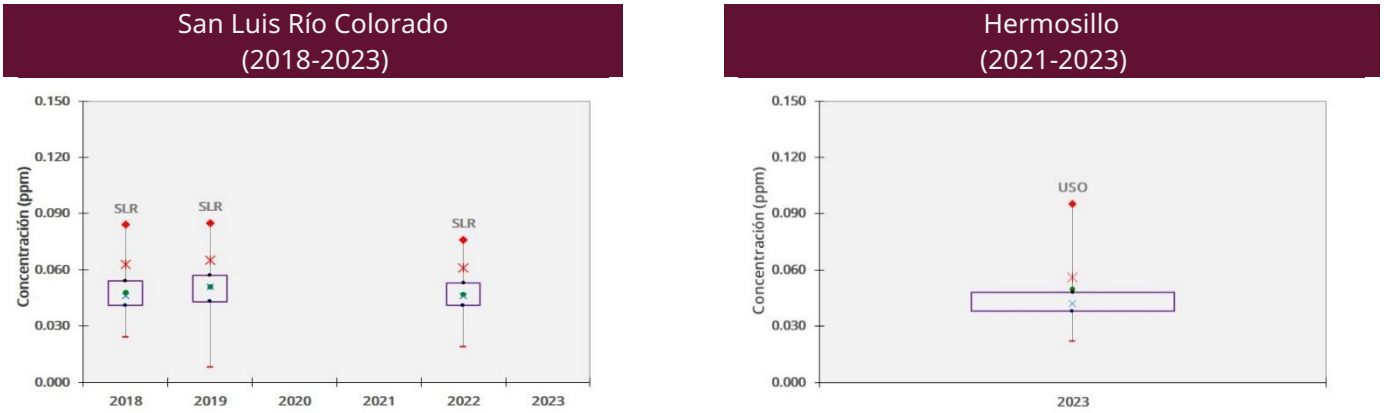
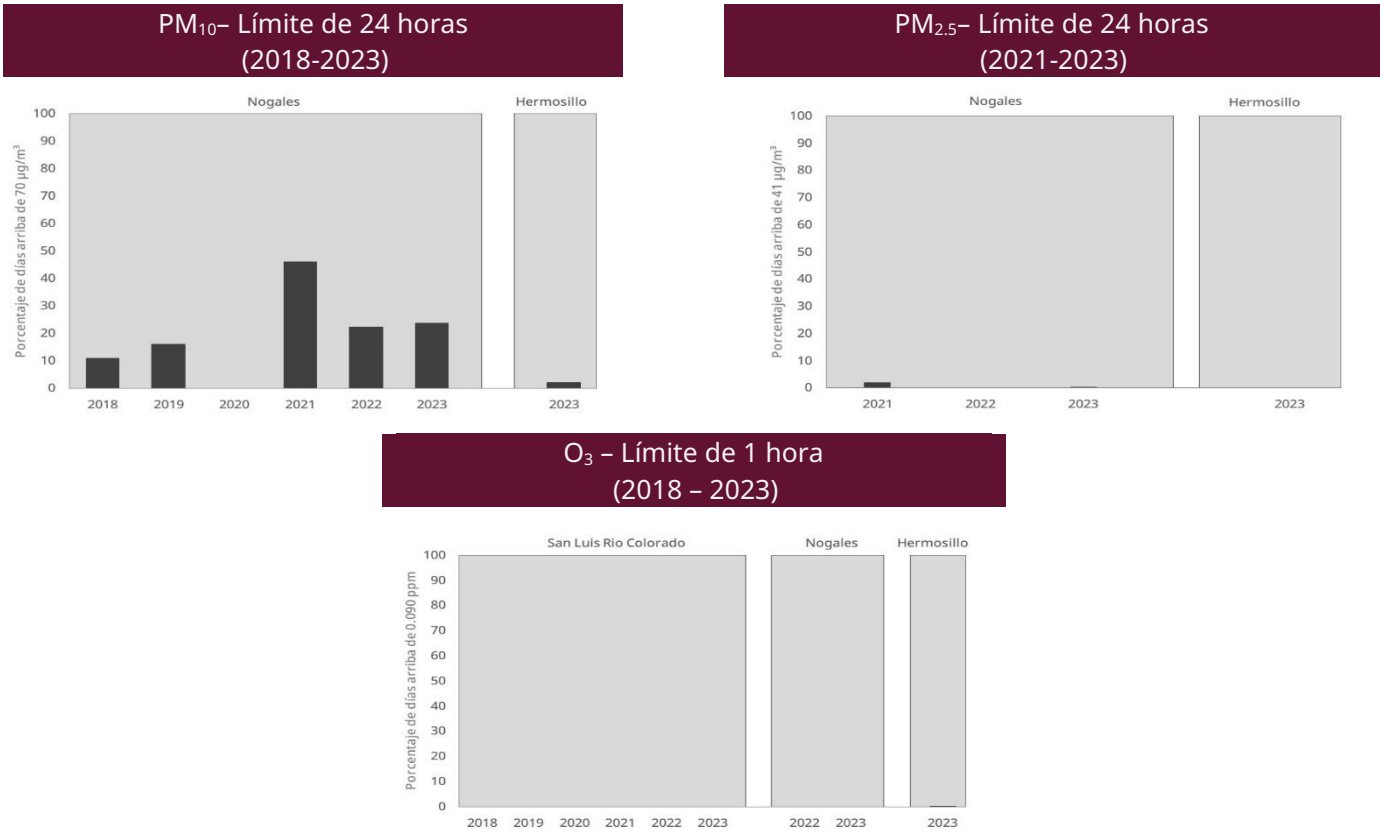


Figura 16.10. Sonora. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2018 – 2023



6.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 16.11. Sonora. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2018 – 2023



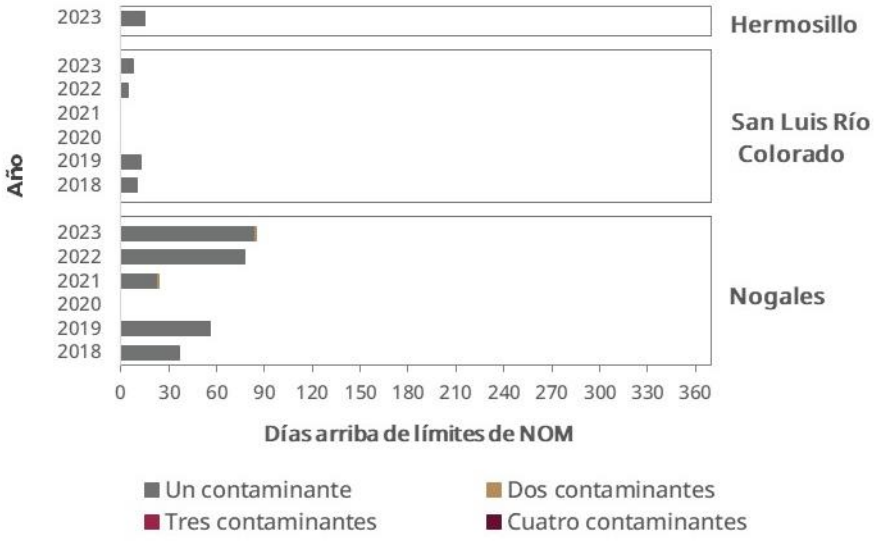
16.7. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 16.4. Sonora. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023

Año	No. de días con datos	No. de días > NOM	Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante			
			1 Contaminante	2 Contaminantes	3 Contaminantes	4 Contaminantes
Nogales						
2018	342	37	37	0	0	0
2019	350	56	56	0	0	0
2020	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2021	52	24	23	1	0	0
2022	359	78	78	0	0	0
2023	360	85	84	1	0	1
San Luis Río Colorado						
2018	363	10	10	0	0	0
2019	359	13	13	0	0	0
2020	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2021	106	0	0	0	0	0
2022	341	5	5	0	0	0
2023	201	8	8	0	0	0
Hermosillo						
2023	361	15	15	0	0	0

IND = Información no disponible.

Figura 16.12. Sonora. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2018 – 2023



Tabasco



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) 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 manual ubicadas en los municipios de Balancán, Centla, Comalcalco, Cunduacán, Macuspana, Huimanguillo y Paraíso; sin embargo, para este año sólo se recibió información de monitoreo manual de PM_{10} de los municipios de Centla, Macuspana, Comalcalco, Huimanguillo y Cunduacán. El resto de las estaciones estuvieron fuera de operaron. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por este sistema de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- Las estaciones de monitoreo que venían operando en Villahermosa, Balancán y Paraíso se reportaron fuera de operación. Dado lo anterior, para 2023 sólo se dispuso de la información generada por las estaciones manuales de PM_{10} que operaron en Centla, Comalcalco, Huimanguillo y Macuspana y Cunduacán.

- En ninguna de las ciudades antes citadas se generó información suficiente como para poder llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM de partículas suspendidas; sin embargo, la información disponible indica que salvo en Cunduacán donde en uno de los 18 días con datos de muestreo se superó el límite de 24 horas, en el resto esto no ocurrió en ninguno de los días con datos disponibles.

- El deterioro de las capacidades de este sistema de monitoreo para realizar de manera efectiva la vigilancia sobre el estado de la calidad del aire en el estado ha crecido de manera significativa en los años recientes, tomando como base el número de muestreos realizados a lo largo de cada año. Ello ha ocurrido a pesar de que en los años con información disponible se hace evidente, en prácticamente todas las ciudades, la ocurrencia de concentraciones superiores a los límites normados de protección a la salud con respecto a las partículas suspendidas.

- Dado lo antes descrito se hace hincapié en la necesidad de recuperar las capacidades de medición de este SMCA a la brevedad posible.

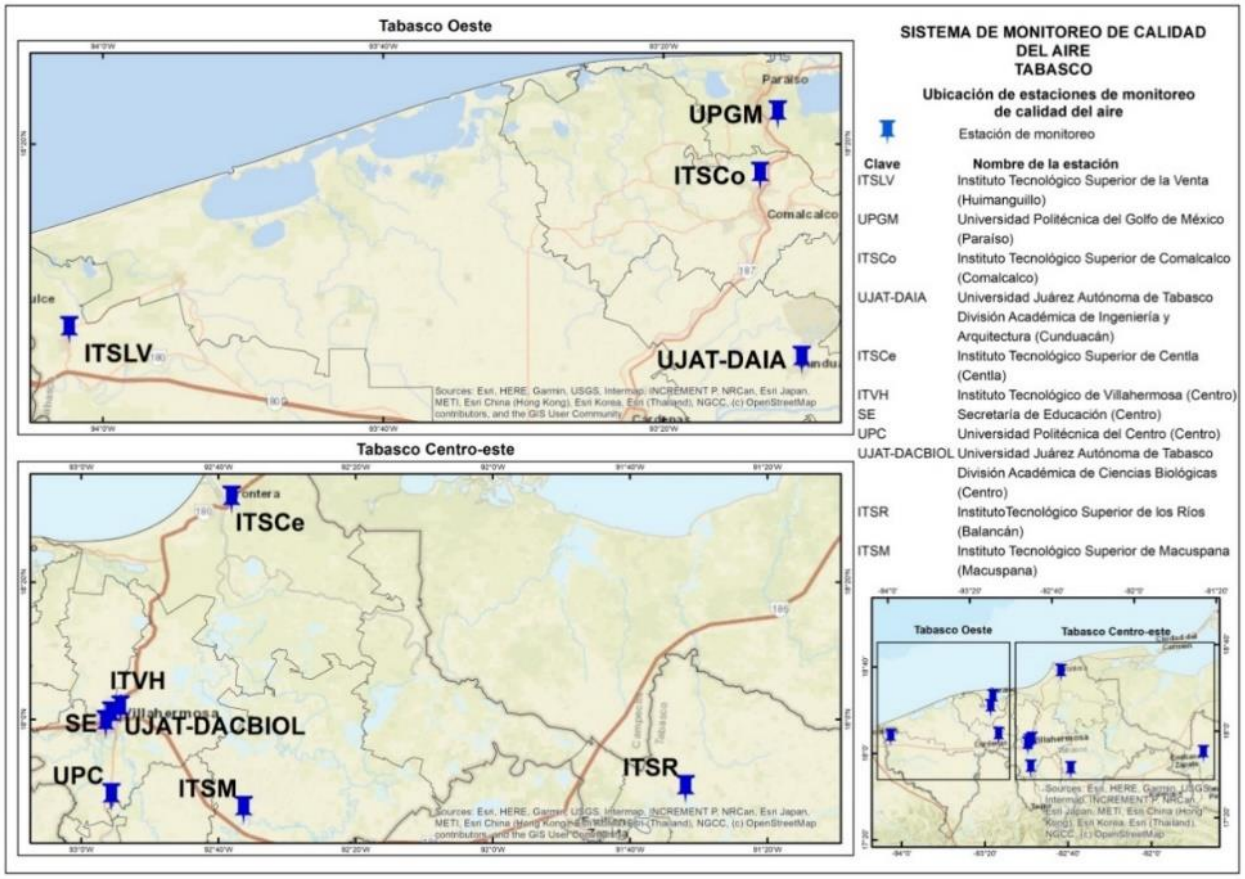
17.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 17.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2023 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
Centro (Villahermosa)	Instituto Tecnológico de Villahermosa	ITVH*	Automático (2012)	✓	¤	✓	✓	¤	¤
	Secretaría de Educación	SE*	Automático (2008)	✓	¤	✓	✓	¤	✓
			Manual (2008)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Universidad Politécnica del Centro	UPC*	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-División Académica de Ciencias Biológicas	UJAT-DACBIOL*	Manual (2013)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Balancán	Instituto Tecnológico Superior de los Ríos	ITSR*	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Centla	Instituto Tecnológico Superior de Centla	ITSCe	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Macuspana	Instituto Tecnológico Superior de Macuspana	ITSM	Manual (2017)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Comalcalco	Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco	ITSCO	Manual (2018)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Huimanguillo	Instituto Tecnológico Superior de La Venta	ITSLV	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Paraíso	Universidad Politécnica del Golfo de México	UPGM*	Manual (2015)	✓	¤	¤	¤	¤	¤
Cunduacán	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - División Académica de Ingeniería y Arquitectura	UJAT-DAIA	Manual (2018)	✓	¤	¤	¤	¤	¤

¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
***Estaciones que no operaron durante el 2023.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.

Figura 17.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tabasco en 2023



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.

17.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Tabla 17.2. Tabasco. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Centla	Macuspana	Comalcalco	Huimanguillo	Cunduacán
			ITSCe	ITSM	ITSCO	ITSLV	UJAT-DAIA
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	DI	DI	DI	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	DI	DI	DI	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a). **DI** = Datos insuficientes.

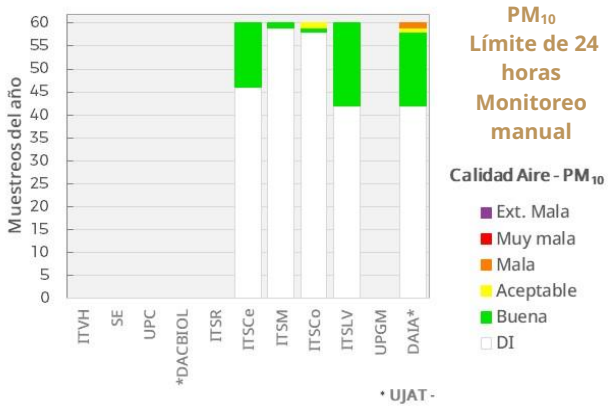
Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Tabla 17.3. Tabasco. Porcentaje de días, en el año 2023 con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		Centla	Macuspana	Comalcalco	Huimanguillo	Cunduacán
PM_{10}	No. días con datos válidos	14	1	2	18	18
	No. días > 70 µg/m³	0	0	0	0	1
	% días > 70 µg/m³	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6

17.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 17.2. Tabasco. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Centla
ITSCe – Instituto Tecnológico Superior de Centla

Macuspana
ITSM – Instituto Tecnológico Superior de Macuspana

Huimanguillo
ITSLV – Instituto Tecnológico Superior de la Venta

Cunduacán
UJAT-DAIA – División Académica de Ingeniería y Arquitectura

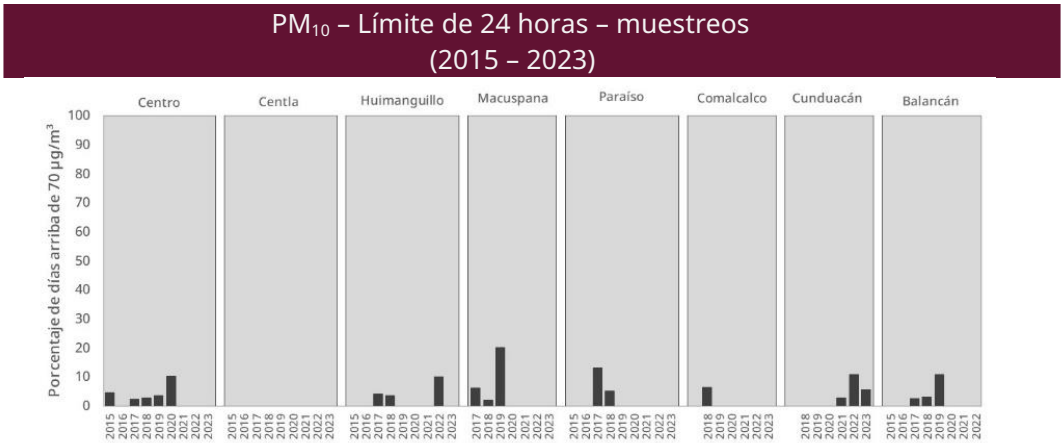
Centro
ITVH – Instituto Tecnológico de Villahermosa
UPC – Universidad Politécnica del Centro
SE – Secretaría de Educación
UJAT- DACBIOL – División Académica de Ciencias Biológicas

Balancán
ITSR – Instituto Tecnológico Superior de los Ríos

Comalcalco
ITSCo – Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco

17.4. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 17.3. Tabasco. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2015 – 2023



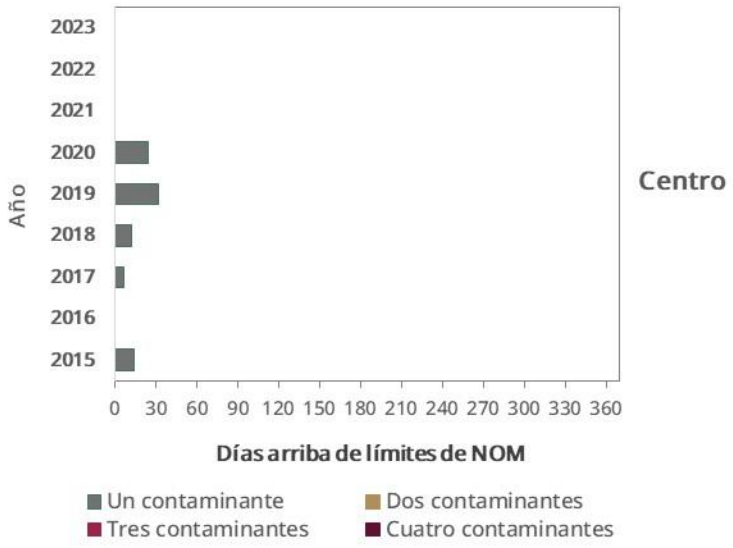
17.5. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 17.4. Tabasco. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023

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
Centro (Villahermosa)						
2015	236	14	14	0	0	0
2016	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2017	327	7	7	0	0	0
2018	357	12	12	0	0	0
2019	365	32	32	0	0	0
2020	357	25	25	0	0	0
2021	31	0	0	0	0	0
2022	FO	FO	FO	FO	FO	FO
2023	FO	FO	FO	FO	FO	FO

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

Figura 17.4. Tabasco. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2015 – 2023



Tlaxcala



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Tlaxcala estuvo integrado por dos estaciones de monitoreo automático, una localizada en Tlaxcala y otra en Apizaco. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por este sistema de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- Las dos estaciones de monitoreo presentaron interrupciones operativas a lo largo del año debido a problemas como fallas en el aire acondicionado y en el suministro de energía eléctrica, así como falta de consumibles y refacciones.

- En Apizaco se cuenta con infraestructura para llevar a cabo la medición de todos los contaminantes criterio; sin embargo, sólo se contó con información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a ozono y dióxido de nitrógeno, obteniendo como resultado el incumplimiento de los primeros y el cumplimiento de los segundos. En el caso del ozono se presentaron 76 días en los que las concentraciones registradas superaron al menos uno de los límites normados. Con respecto a las partículas suspendidas, la información disponible no cumplió con los criterios de suficiencia de información para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de NOM, pero los datos con los que se cuenta indican que las partículas PM_{10}, registraron concentraciones superiores a los límites normados en al menos un día. Los registros de CO y SO_2 se invalidaron debido a que todos los registros, en ambos contaminantes, tenían asignada una concentración con valor cero.

- En el caso de la ciudad de Tlaxcala no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de ninguna de las normas oficiales mexicanas de calidad del aire. En el caso particular las partículas suspendidas y dióxido de azufre esto obedeció a insuficiencia de datos, en tanto que, en el caso de ozono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, los datos fueron invalidados debido a que llegaron con bandera de inválidos de origen o mostraban comportamientos atípicos y severos corrimientos de línea base.

- Debido a la irregularidad con la que operaron las estaciones de monitoreo en ambas ciudades no fue posible establecer tendencias claras sobre el comportamiento de los contaminan-tes ni a lo largo del año, ni a través de los años.

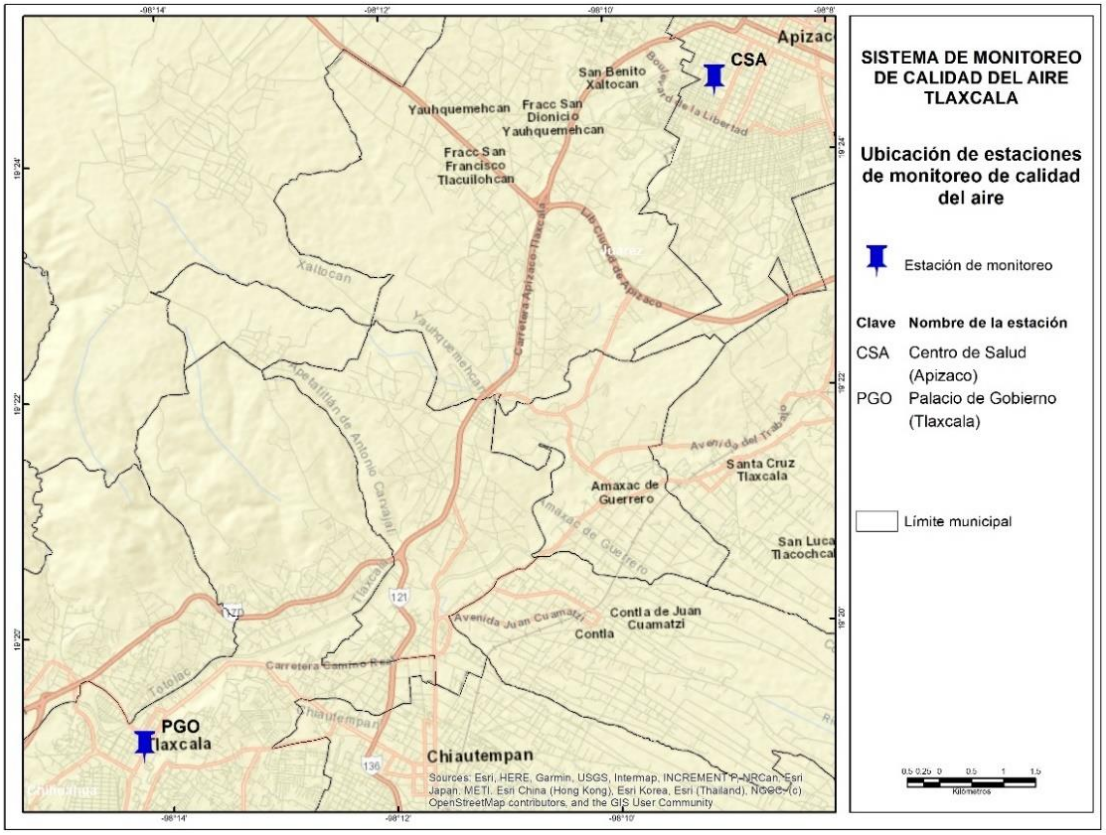
18.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 18.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Tlaxcala en el año 2023 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
Apizaco	Centro de Salud	CSA	Automático (2019)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tlaxcala	Palacio de Gobierno	PGO	Automático (2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Se 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 Tlaxcala.

Figura 18.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Tlaxcala, 2023

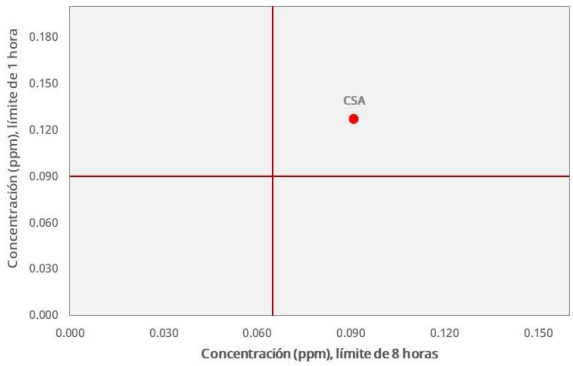


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Tlaxcala.

18.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

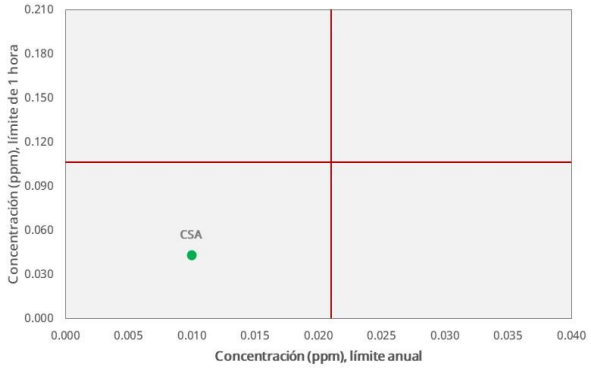
Figura 18.2. Tlaxcala. Evaluación del cumplimiento de la NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



◆ Tlaxcala
PGO – Palacio de gobierno

Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



● Apizaco
CSA – Centro de Salud

Tabla 18.2. Tlaxcala. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Apizaco	Tlaxcala
			CSA	PGO
(1) PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 36 µg/m³	DI	DI
(1) $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	DI
	Anual	Promedio Anual ≤ 10 µg/m³	DI	DI
(2) O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	**0.127**	INV
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	**0.091**	INV
(3) CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	INV	INV
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	INV	INV

Contaminante	Límite normado		Apizaco	Tlaxcala
			CSA	PGO
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	**0.043**	INV
	Anual	Promedio Anual ≤ 0.021 ppm	**0.010**	INV
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	INV	DI
	24 h	Máximo 24h < 0.04 ppm	INV	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

DI = Datos no suficientes.
INV = Datos invalidados
= Cumple con el límite normado.
= No cumple con el límite normado.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

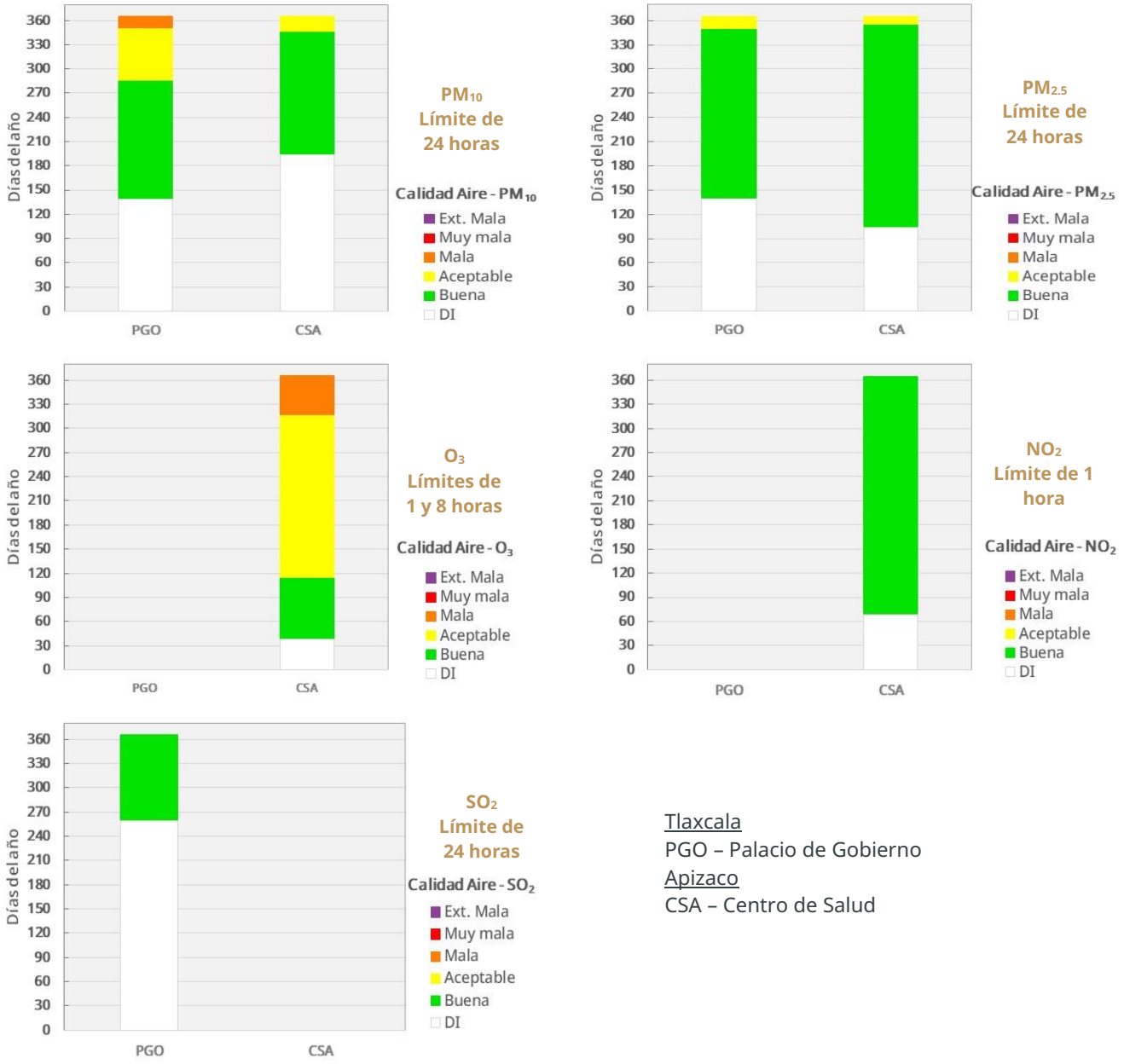
Tabla 18.3. Tlaxcala. Porcentaje de días, en el año 2023 con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

		Apizaco	Tlaxcala
PM_{10}	No. días con datos válidos	170	225
	No. días > 70 µg/m³	1	21
	% días > 70 µg/m³	**0.6**	**9.3**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	260	225
	No. días > 41 µg/m³	0	0
	% días > 41 µg/m³	**0.0**	**0.0**
O_3	No. días con datos válidos	326	INV
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	76	INV
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**23.3**	INV
CO	No. días con datos válidos	INV	INV
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	INV	INV
	% días > 26 o 9 ppm	INV	INV
NO_2	No. días con datos válidos	296	INV
	No. días > 0.106 ppm	0	INV
	% días > 0.106 ppm	**0.0**	INV
SO_2	No. días con datos válidos	INV	105
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	INV	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	INV	**0.0**

INV = Datos invalidados

18.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 18.3. Tlaxcala. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Tlaxcala
PGO – Palacio de Gobierno
Apizaco
CSA – Centro de Salud

18.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 18.4. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

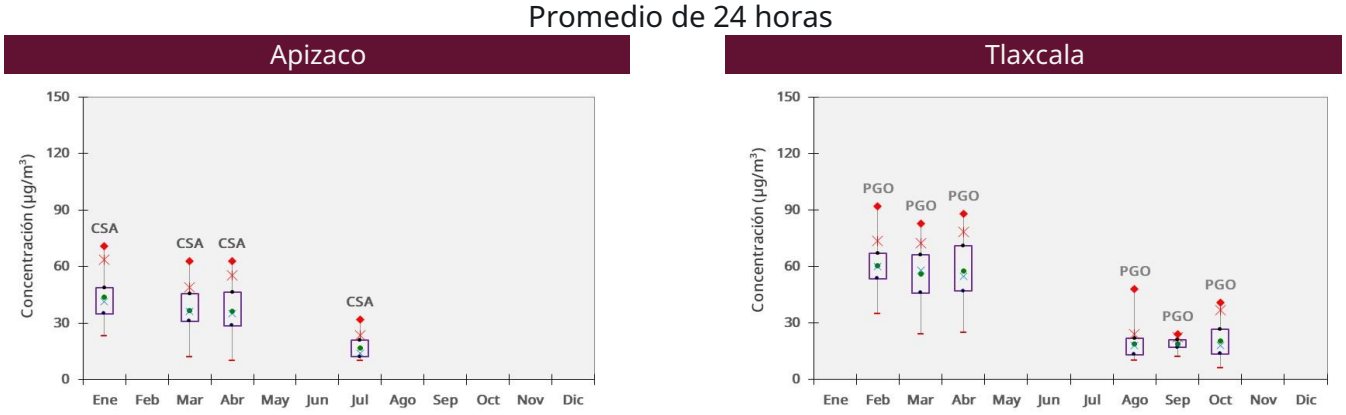


Figura 18.5. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

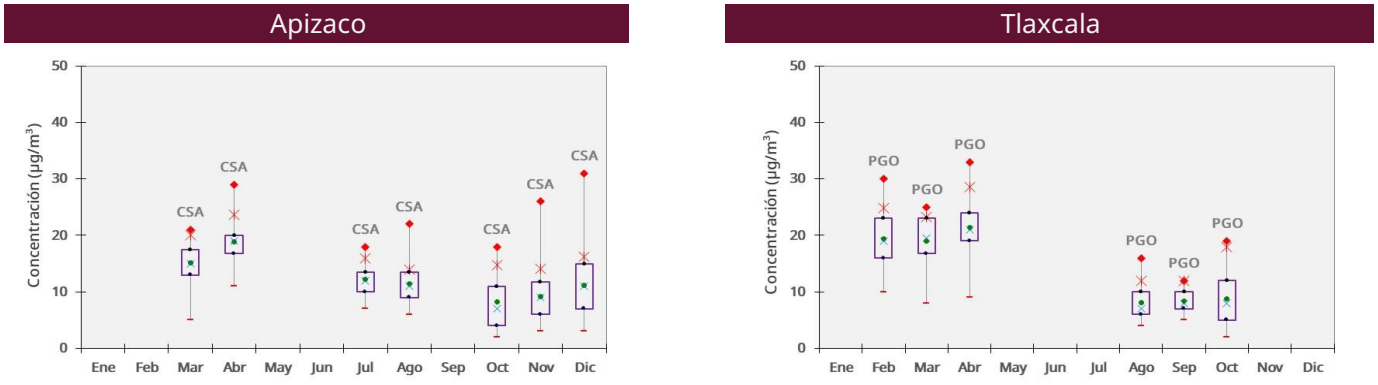


Figura 18.6. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023



Figura 18.7. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023



Figura 18.8. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

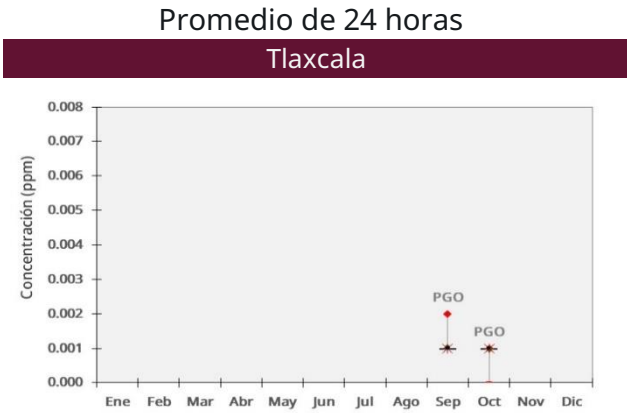


Figura 18.9. Tlaxcala. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023



18.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante y ciudad, en el periodo 2017 – 2023

Figura 18.10. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, 2021 – 2023

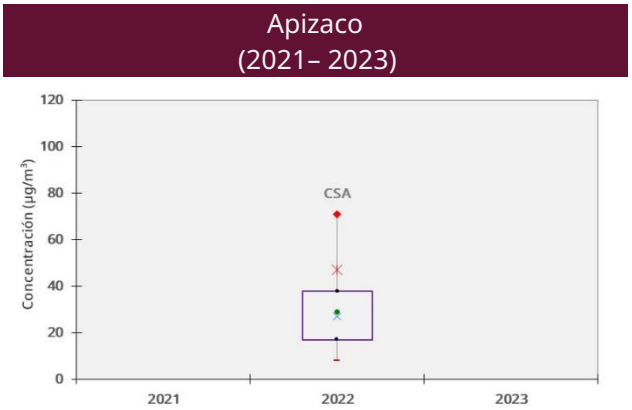


Figura 18.11. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, 2021 – 2023

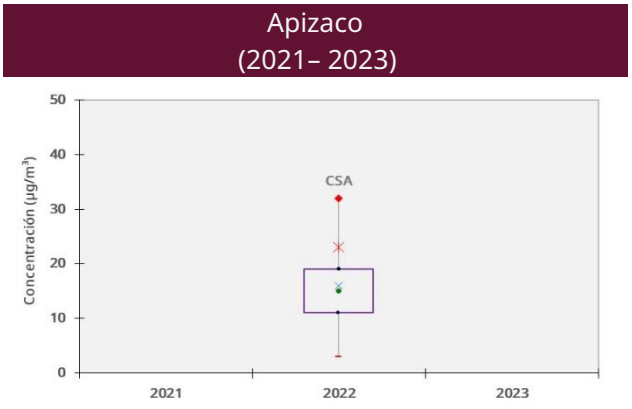


Figura 18.7. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, 2017 – 2023

Máximo de 1 hora

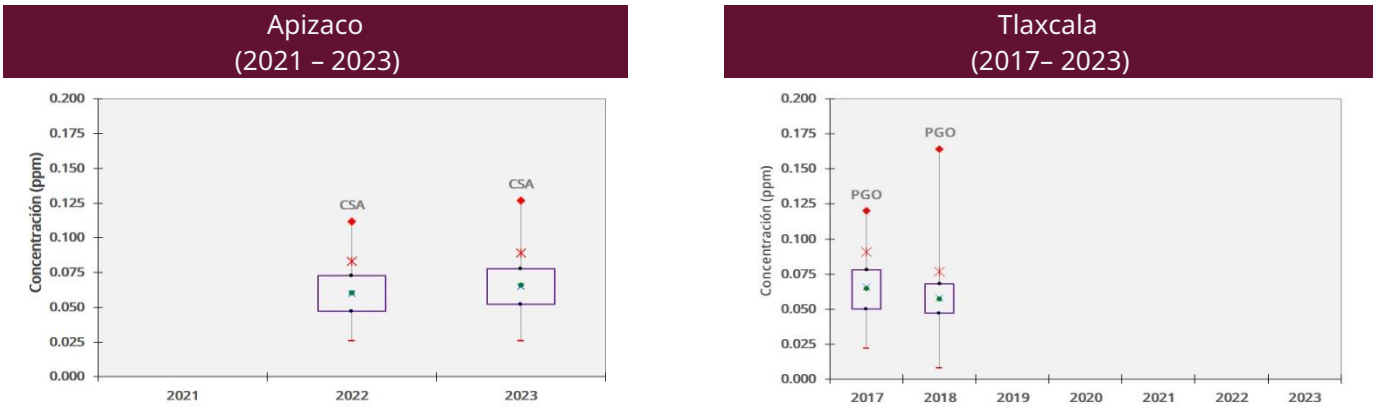


Figura 18.13. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, 2017 – 2023

Máximo de 1 hora

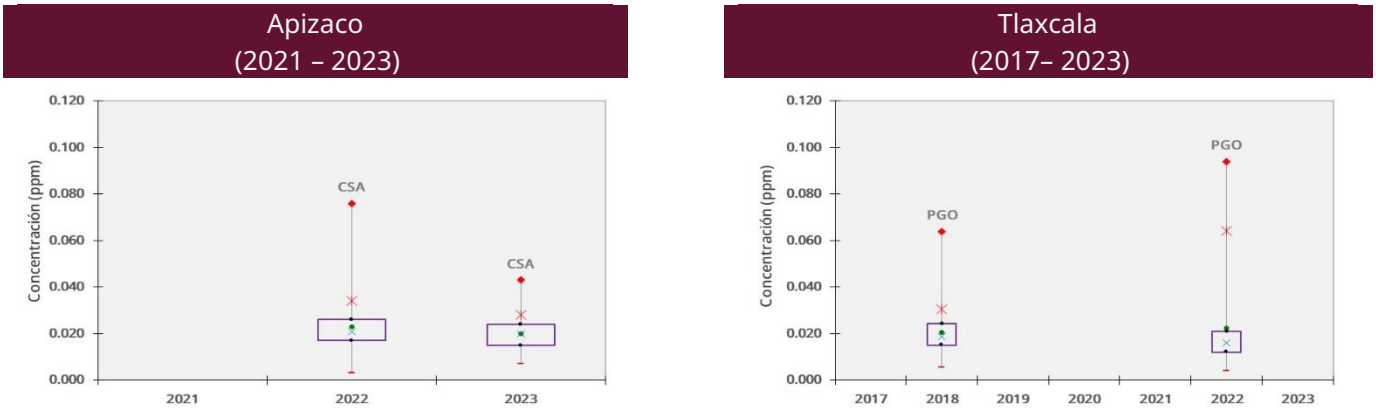


Figura 18.14. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, 2017 – 2023

Promedio de 24 hora

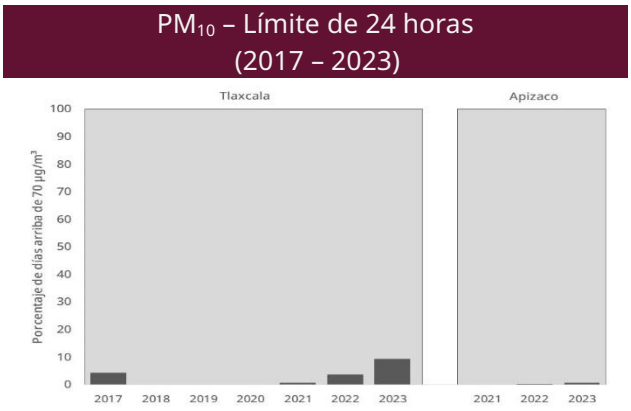


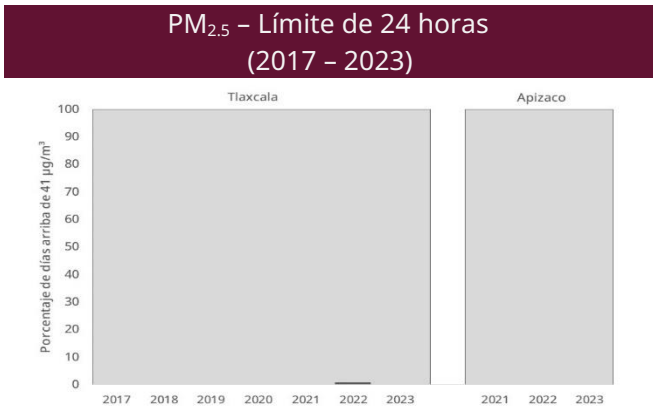
Figura 18.15. Tlaxcala. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2, por ciudad, 2017 – 2023

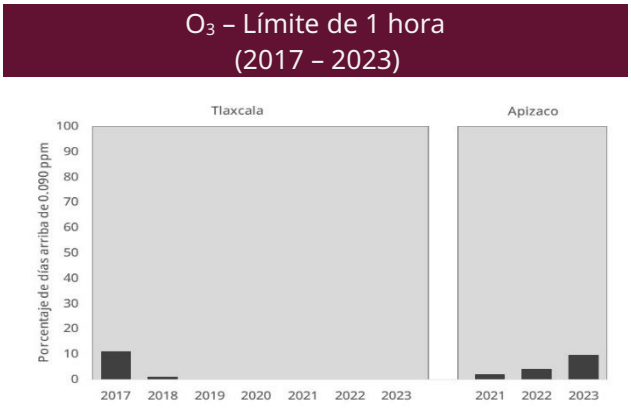


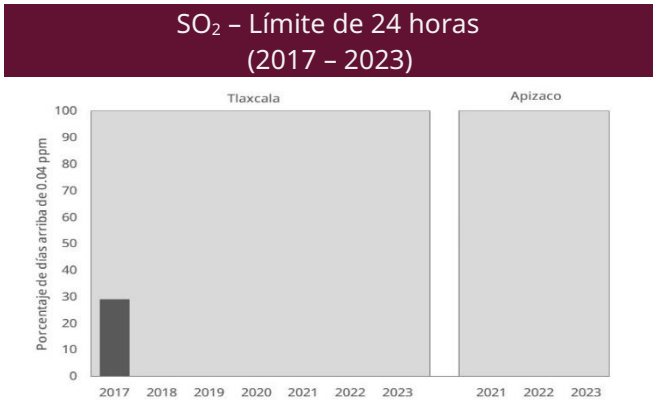
18.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

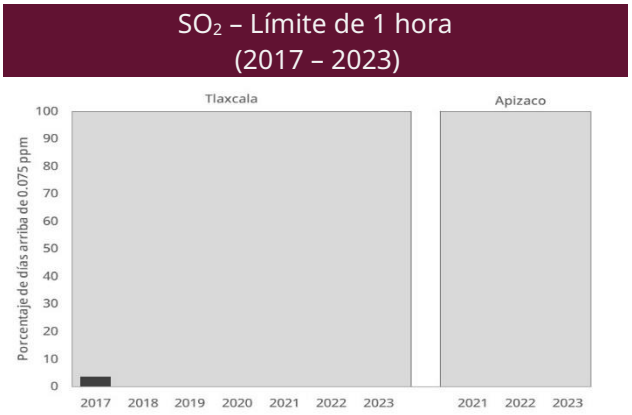
Figura 18.16. Tlaxcala. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, 2017 – 2023











18.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 18.17. Tlaxcala. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, 2017 – 2023

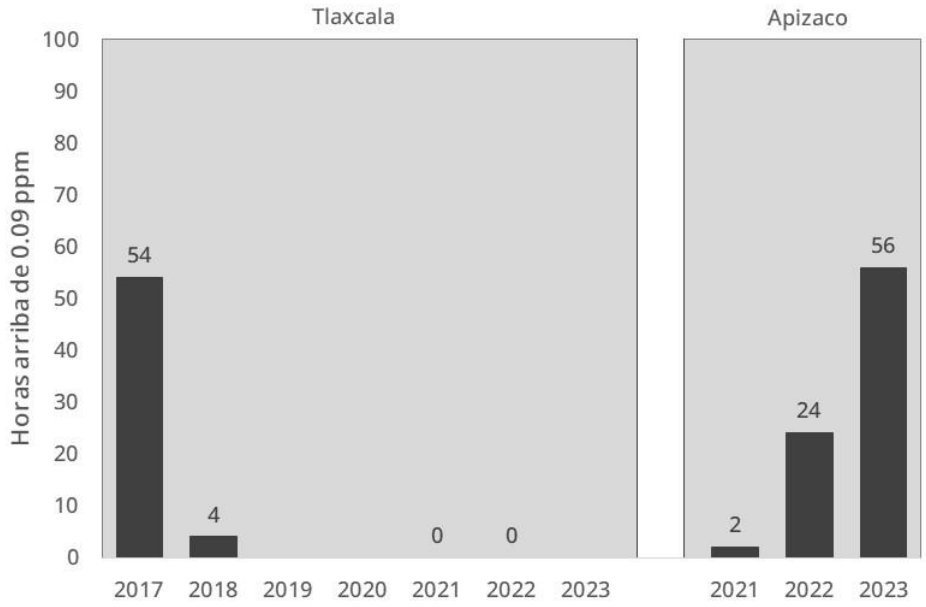
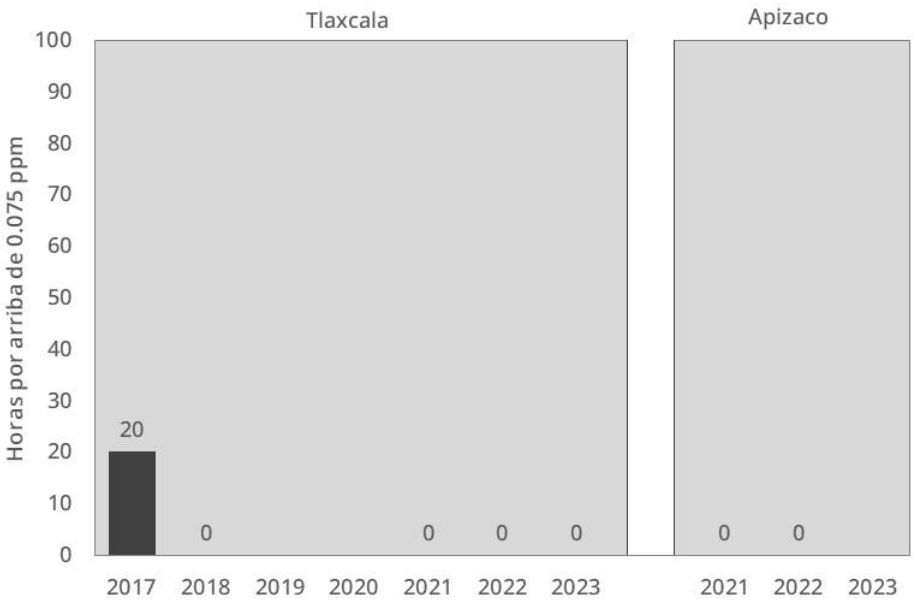


Figura 18.18. Tlaxcala. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, 2017 – 2023



18.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

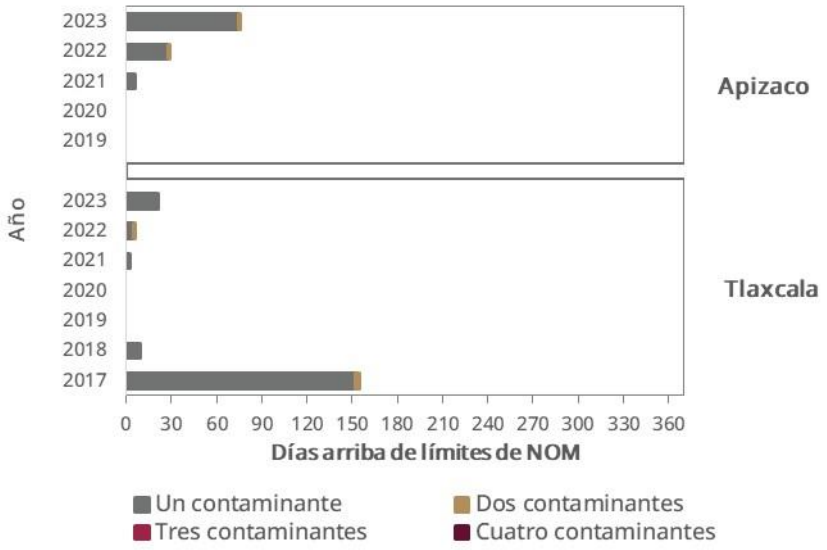
Tabla 18.4. Tlaxcala. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier límite diario normado de uno o más contaminantes, 2017 – 2023

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
Tlaxcala						
2017	301	155	152	3	0	0
2018	327	9	9	0	0	0
2019	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2020	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2021	156	2	2	0	0	0
2022	284	6	5	1	0	0
2023	345	21	21	0	0	0
Apizaco						
2019	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2020	IND	IND	IND	IND	IND	IND
2021	194	6	6	0	0	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
2022	351	29	28	1	0	0
2023	341	76	75	1	0	0

IND = Información no disponible.

Figura 18.8. Tlaxcala. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes, 2017 – 2023



Veracruz



En el año 2023, 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 siete estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Xalapa, Minatitlán, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, San Andrés Tuxtla y Tuxpan. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por este sistema de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- En Minatitlán, Xalapa y Poza Rica no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento para ninguno de los contaminantes medidos, ya sea porque los equipos se reportaron fuera de operación o bien porque la información recolectada a lo largo del año no cumplió con los criterios de suficiencia establecidos en la propia normatividad. A pesar de esta situación, los datos disponibles para estas ciudades indican la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite de 24 horas de PM_{10} (en Xalapa y Poza Rica) y $PM_{2.5}$ en Minatitlán, Xalapa y Poza Rica.

- En Veracruz, sólo fue posible hacer la evaluación de cumplimiento de NOM con respecto a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, obteniéndose un resultado favorable en ambos casos. Por otra parte, aunque no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de NOM con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), ozono y dióxido de azufre, la información disponible indica que sólo en el caso de las partículas suspendidas se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

- En Coatzacoalcos no se registraron concentraciones superiores al límite normado de dióxido de nitrógeno, en tanto que ello si ocurrió en el caso del ozono lo que condujo al incumplimiento de esta NOM. Por otra parte, con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre, los datos disponibles indican que se registraron concentraciones superiores a sus respectivos límites normados de protección a la salud, sin embargo, ello no se vio reflejado en incumplimiento de NOM debido a que no se cumplió con los criterios de suficiencia de datos para llevar a cabo tal evaluación.

- En San Andrés Tuxtla se registró cumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a partículas suspendidas PM_{10}, ozono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. En el caso de las PM_{10} es prudente aclarar que se registraron dos días con registros superiores al límite normado de 24 horas; sin embargo, ello no se reflejó como incumplimiento de NOM debido a que el criterio de evaluación es el percentil 99 y esos dos registros representan menos del 1% de los datos disponibles de este contaminante a lo largo del año. Por el contrario, el límite normado de 24 horas de partículas suspendidas $PM_{2.5}$ fue superado en ocho ocasiones, lo que derivó, en este caso, en el incumplimiento de la NOM correspondiente.

- Finalmente, en la ciudad de Tuxpan se registró cumplimiento de las NOM de ozono y de dióxido de nitrógeno. Para el resto de los contaminantes no fue posible realizar la evaluación de cumplimiento de NOM debido a la escasez de información, sin embargo, se observaron registros superiores a los límites normados con respecto a partículas suspendidas PM_{10}, $PM_{2.5}$ y dióxido de azufre.

- Debido a la poca información disponible a lo largo del año para la mayoría de los contaminantes en casi todas las ciudades de la entidad que cuentan con monitoreo de la calidad del aire, sólo es posible establecer algunas tendencias temporales de los contaminantes, destacando lo siguiente: a) las concentraciones más altas de partículas suspendidas PM_{10} en San Andrés Tuxtla se registraron entre marzo y junio; b) las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se registraron entre marzo y junio en San Andrés Tuxtla y entre abril y junio en Veracruz; las concentraciones de ozono fueron más altas entre enero y abril en Coatzacoalcos, entre marzo y junio en San Andrés Tuxtla y entre febrero y mayo en el caso de Tuxpan.

- A lo largo de los años no fue posible definir ninguna tendencia en ninguna de las ciudades, debido a la escasez de información.

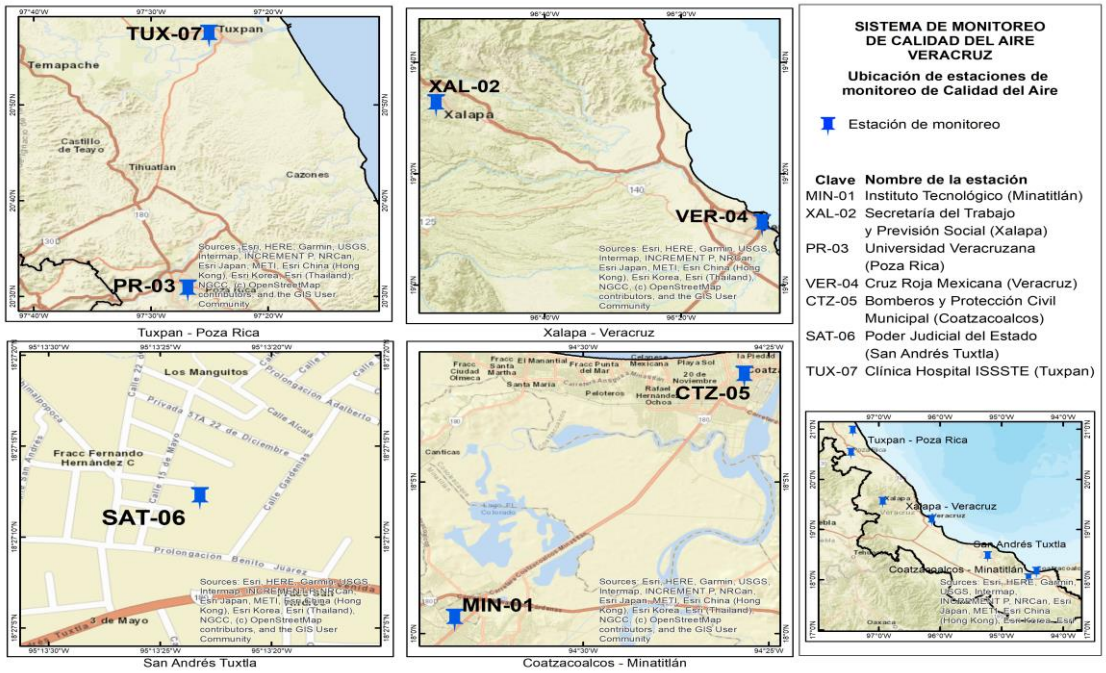
19.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 19.1. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2023 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
Minatitlán	Instituto Tecnológico de Minatitlán	MIN-01	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Xalapa	STPS	XAL-02	Automático (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poza Rica	Universidad Veracruzana	PR-03	Automático (2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Veracruz	Cruz Roja Mexicana	VER-04	Automático (2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Coatzacoalcos	Bomberos y Protección Civil Municipal	CTZ-05	Automático (2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Andrés Tuxtla	Poder Judicial del Estado	SAT-06	Automático (2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tuxpan	Clínica Hospital ISSSTE	TUX-07	Automático (2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo este contaminante.
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz.

Figura 19.1. Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de Veracruz, 2023

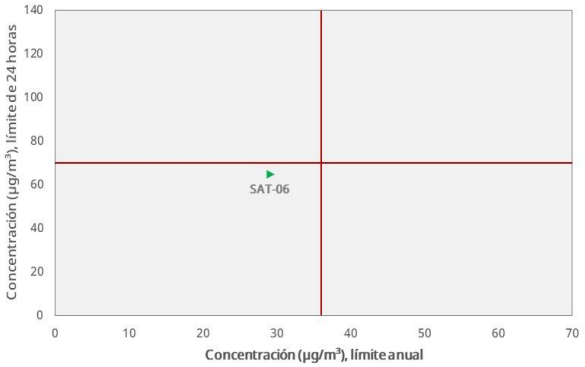


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz.

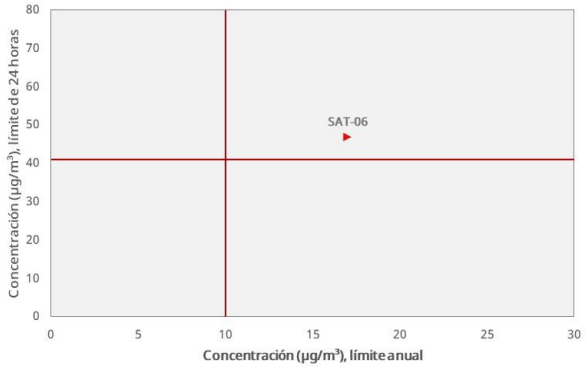
19.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Figura 19.2. Veracruz. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

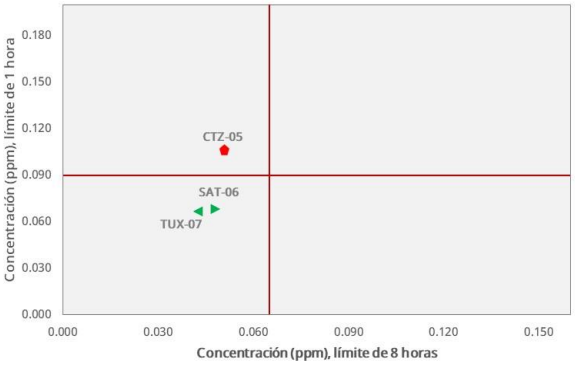
Partículas Suspendidas – PM_{10}
Límite de 24 horas (70 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (36 µg/m^3- línea vertical)



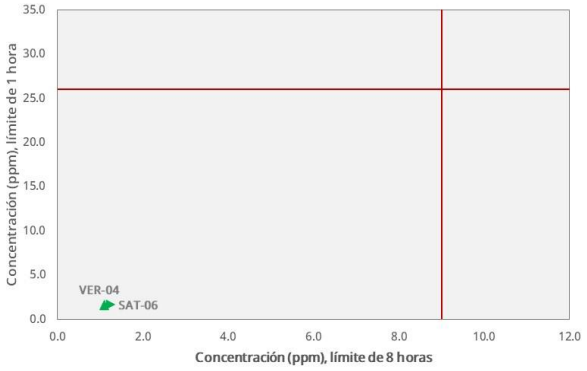
Partículas Suspendidas – $PM_{2.5}$
Límite de 24 horas (41 µg/m^3- línea horizontal)
Límite anual (10 µg/m^3- línea vertical)



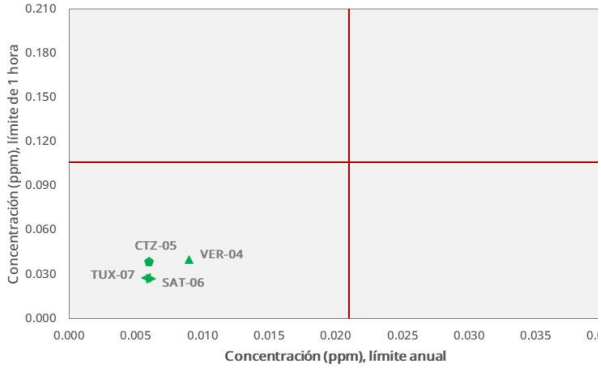
Ozono – O_3
Límite de 1 hora (0.090 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (0.065 ppm–línea vertical)



Monóxido de carbono – CO
Límite de 1 hora (26 ppm- línea horizontal)
Límite de 8 horas (9 ppm–línea vertical)



Dióxido de nitrógeno – NO_2
Límite de 1 hora (0.106 ppm- línea horizontal)
Límite anual (0.021 ppm–línea vertical)



● Minatitlán
MIN-01 – Instituto Tecnológico de Minatitlán

◆ Xalapa
XAL-02 – STPS

■ Poza Rica
PR-03 – Universidad Veracruzana

▲ Veracruz
VER-04 – Cruz Roja Mexicana

⬟ Coatzacoalcos
CTZ-05 – Bomberos y Protección Civil Municipal

► San Andrés Tuxtla
SAT-06 – Poder Judicial del Estado

◄ Tuxpan
TUX-07 – Clínica Hospital ISSSTE

Tabla 19.2. Veracruz. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Minatitlán	Xalapa	Poza Rica	Veracruz	Coatzacoalcos	San Andrés Tuxtla	Tuxpan
			MIN-01	XAL-02	PR-03	VER-04	CTZ-05	SAT-06	TUX-07
[1] PM_{10}	24 h	Percentil 99 ≤ 70 µg/m³	FO	DI	DI	DI	DI	65	DI
	Anual	Promedio ≤ 36 µg/m³	FO	DI	DI	DI	DI	29	DI
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	DI	DI	DI	DI	DI	47	DI
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	DI	DI	DI	DI	DI	17	DI
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	FO	DI	FO	DI	0.106	0.069	0.066
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	FO	DI	FO	DI	0.050	0.047	0.043
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	FO	FO	DI	1.6	FO	1.6	DI
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	FO	FO	DI	1.1	FO	1.2	DI
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	FO	FO	INV	0.040	0.039	0.028	0.029
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	FO	FO	INV	0.009	0.006	0.006	0.006
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI	DI	FO	DI	DI	DI	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	DI	DI	FO	DI	DI	DI	DI

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

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

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

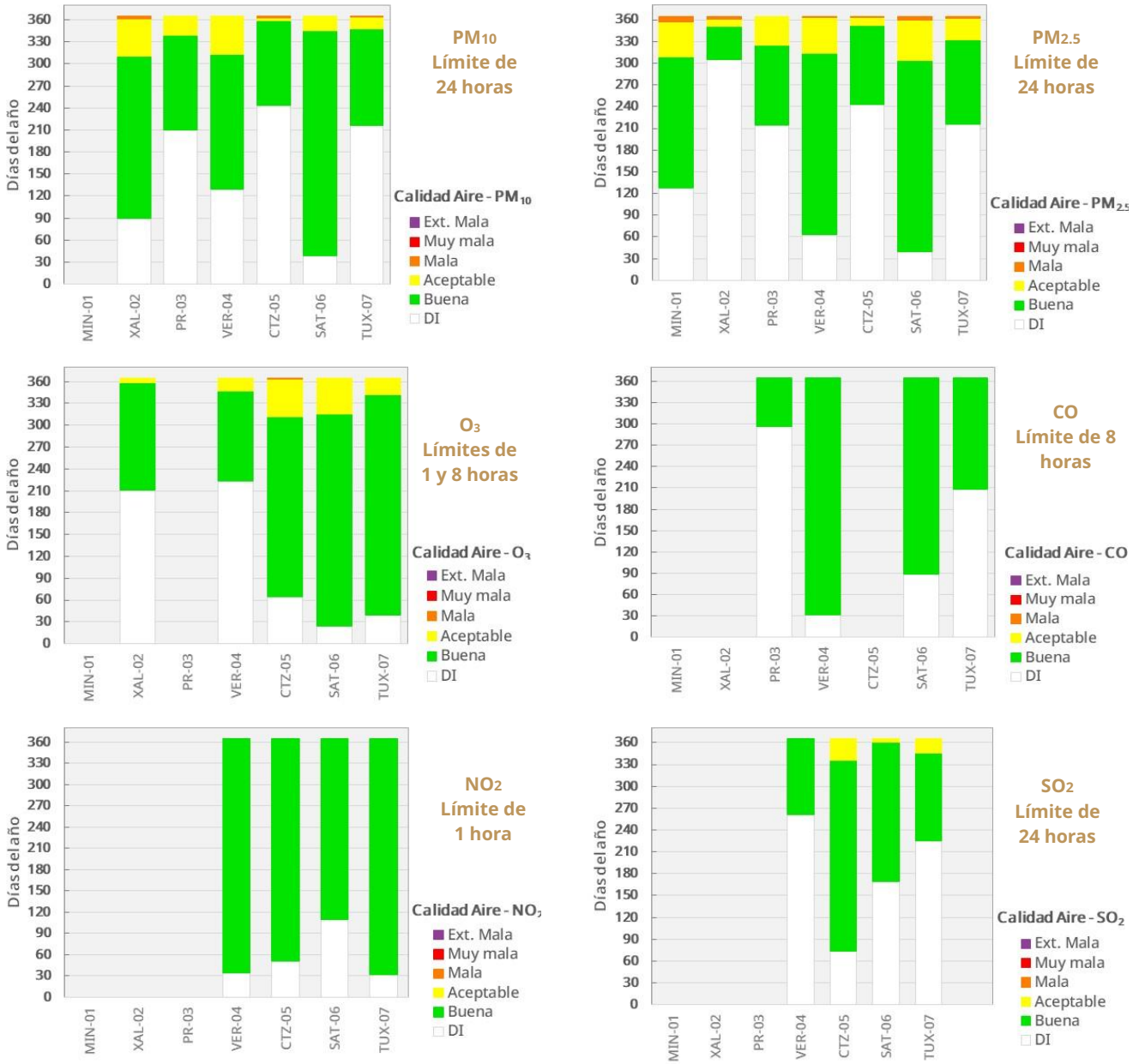
Tabla 19.3. Veracruz. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

Ciudad		Minatitlán	Xalapa	Poza Rica	Veracruz	Coatzacoalcos	San Andrés Tuxtla	Tuxpan
PM_{10}	No. días con datos válidos	FO	275	155	236	122	326	149
	No. días > 70 µg/m³	FO	9	2	2	3	2	2
	% días > 70 µg/m³	FO	**3.3**	**1.3**	**0.8**	**2.5**	**0.6**	**1.3**
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	238	60	151	302	122	326	149
	No. días > 41 µg/m³	11	6	2	8	2	8	3
	% días > 41 µg/m³	**4.6**	**10.0**	**1.3**	**2.6**	**1.6**	**2.5**	**2.0**
O_3	No. días con datos válidos	FO	154	FO	142	301	341	326
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	FO	0	FO	0	4	0	0
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	FO	**0.0**	FO	**0.0**	**1.3**	**0.0**	**0.0**
CO	No. días con datos válidos	FO	FO	69	339	FO	281	159
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	FO	FO	0	0	FO	0	0
	% días > 26 o 9 ppm	FO	FO	**0.0**	**0.0**	FO	**0.0**	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	FO	FO	INV	331	314	255	334
	No. días > 0.106 pm	FO	FO	INV	0	0	0	0
	% días > 0.106 ppm	FO	FO	INV	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
SO_2	No. días con datos válidos	FO	FO	INV	104	292	196	140
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	FO	FO	INV	0	5	0	21
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	FO	FO	INV	**0.01**	**1.7**	**0.0**	**15.0**

DI = Datos insuficientes.
FO = Fuera de operación.
INV = Datos invalidados**.**

19.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 19.3. Veracruz. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023



Minatitlán
MIN-01 – Instituto Tecnológico de Minatitlán

Xalapa
XAL-02-STPS

Poza Rica
PR-03 – Universidad Veracruzana

Veracruz
VER-04 – Cruz Roja Mexicana

San Andrés Tuxtla
SAT-06 – Poder Judicial del Estado

Tuxpan
TUX-07 – Clínica Hospital ISSSTE

19.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 19.4. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de PM_{10}, por mes y por ciudad, en el año 2023

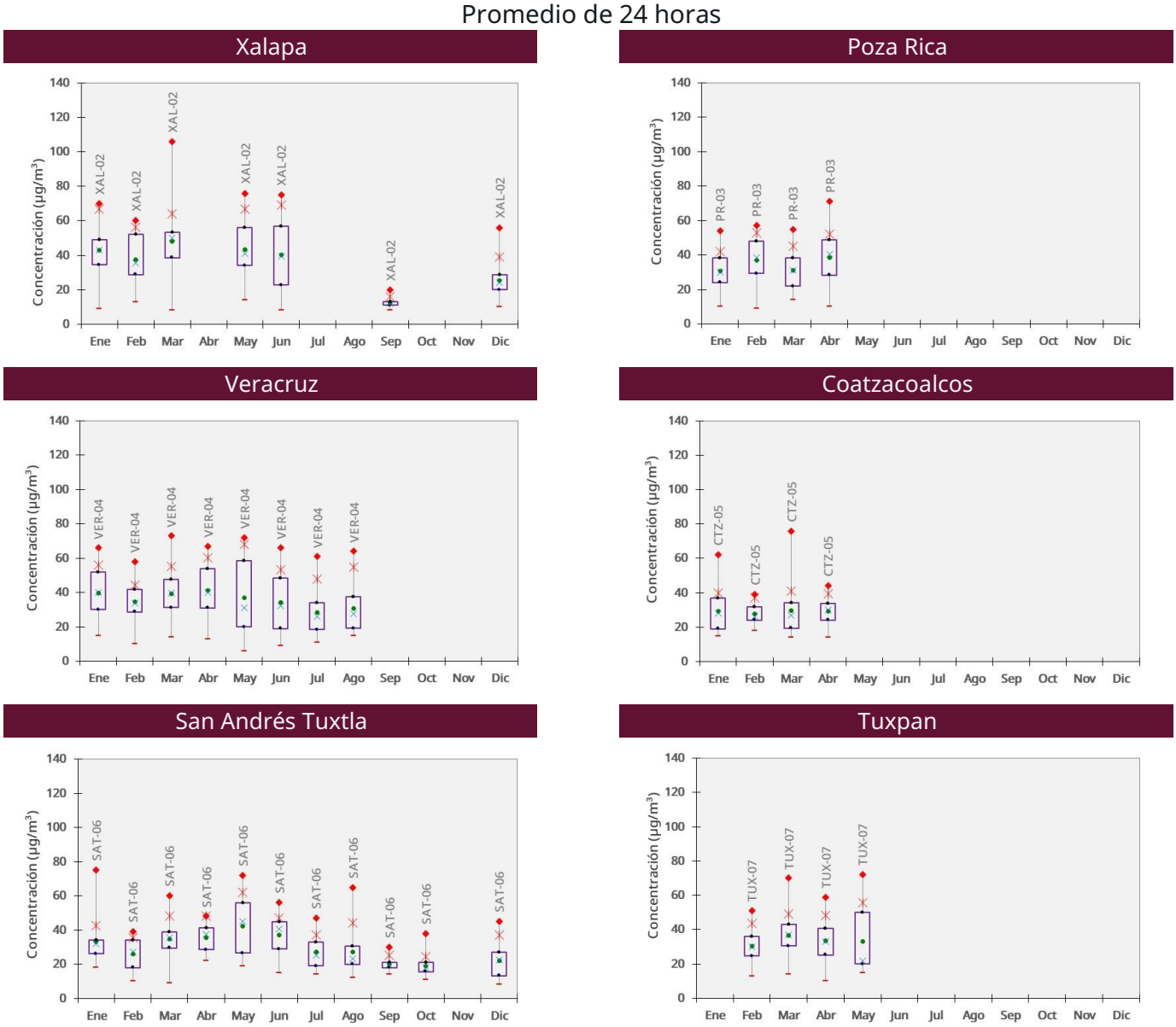


Figura 19.5. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

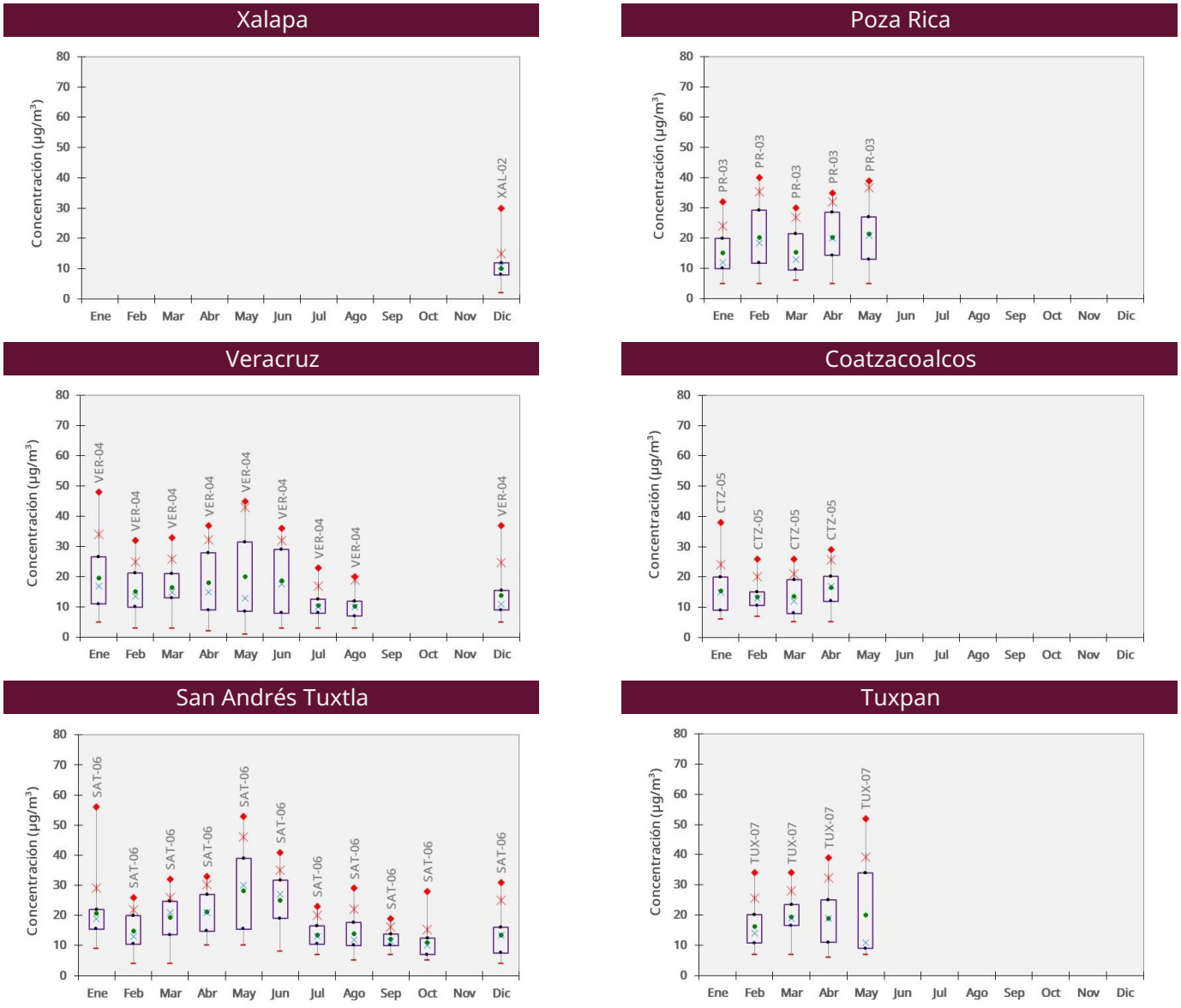


Figura 19.6. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de O_3, por mes y por ciudad, en el año 2023

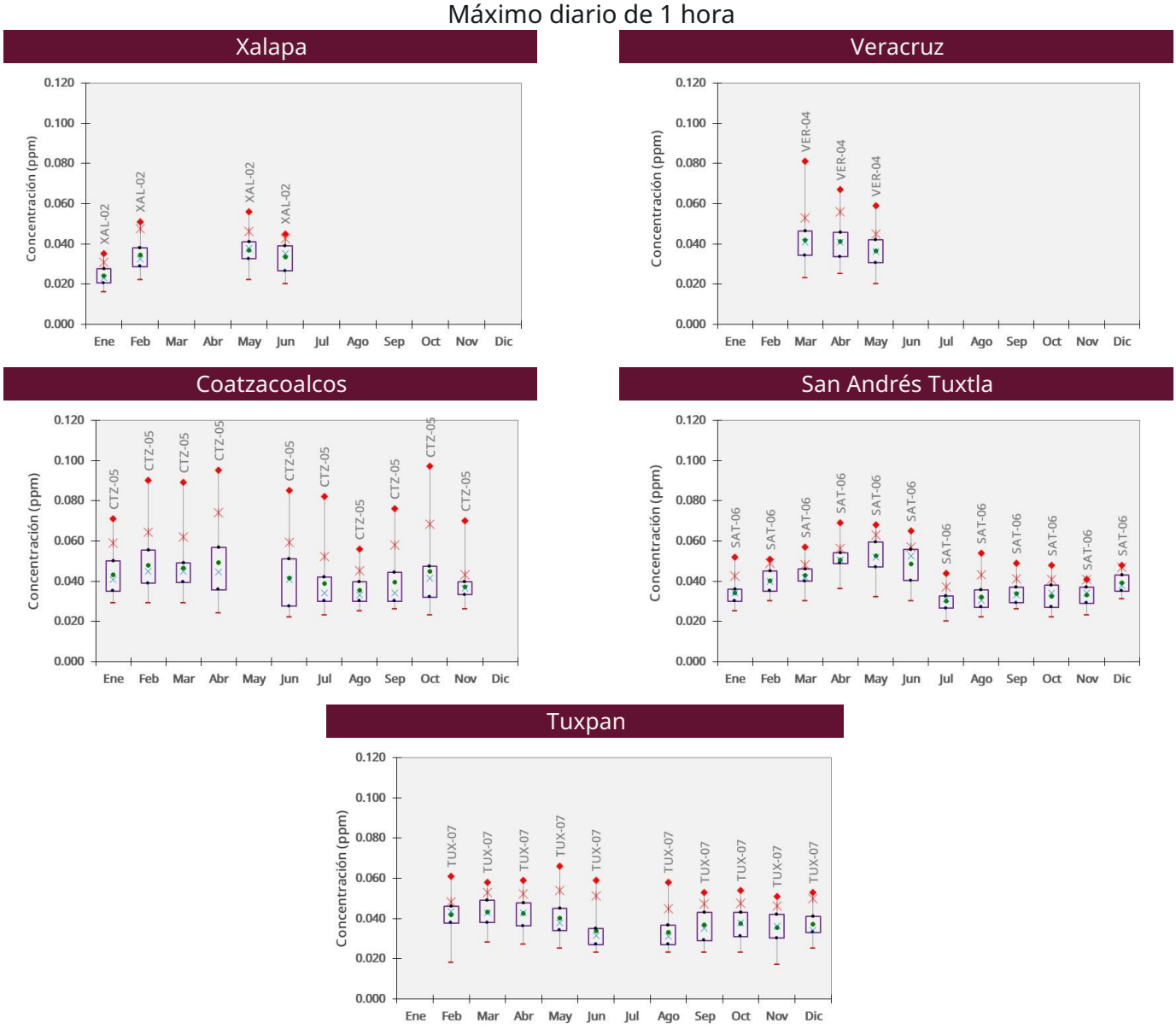


Figura 19.7. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de CO, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 8 horas

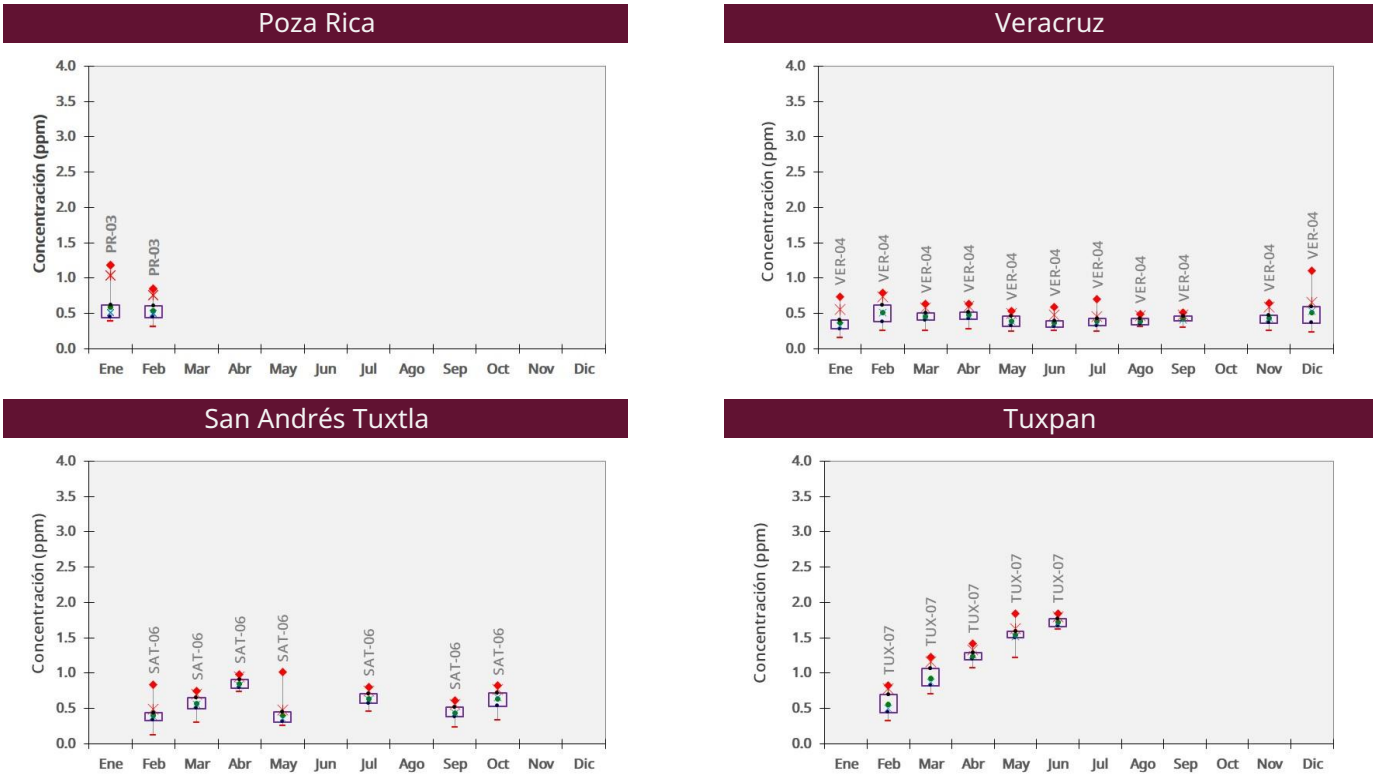
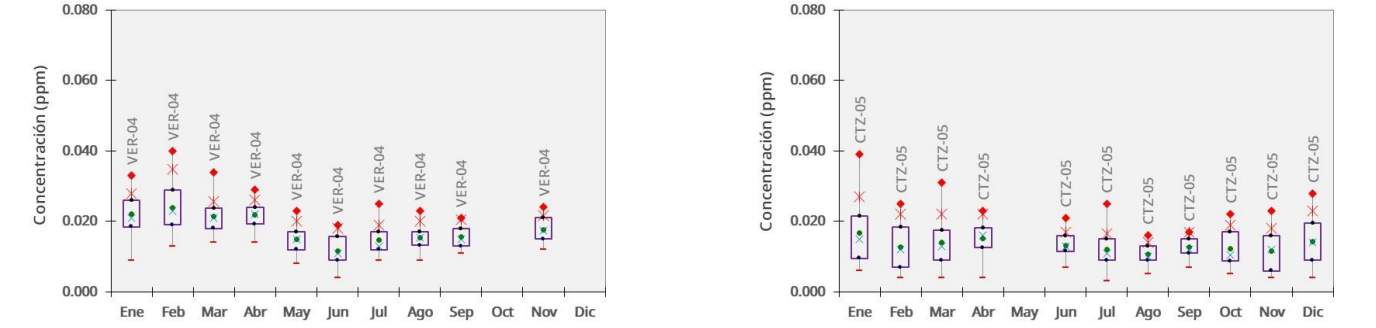


Figura 19.8. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de NO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora



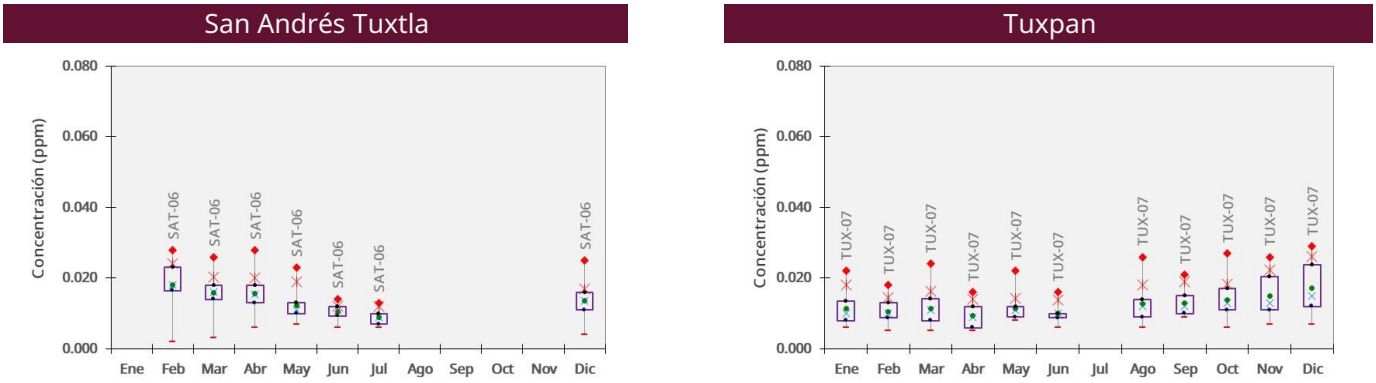


Figura 19.9. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Máximo diario de 1 hora

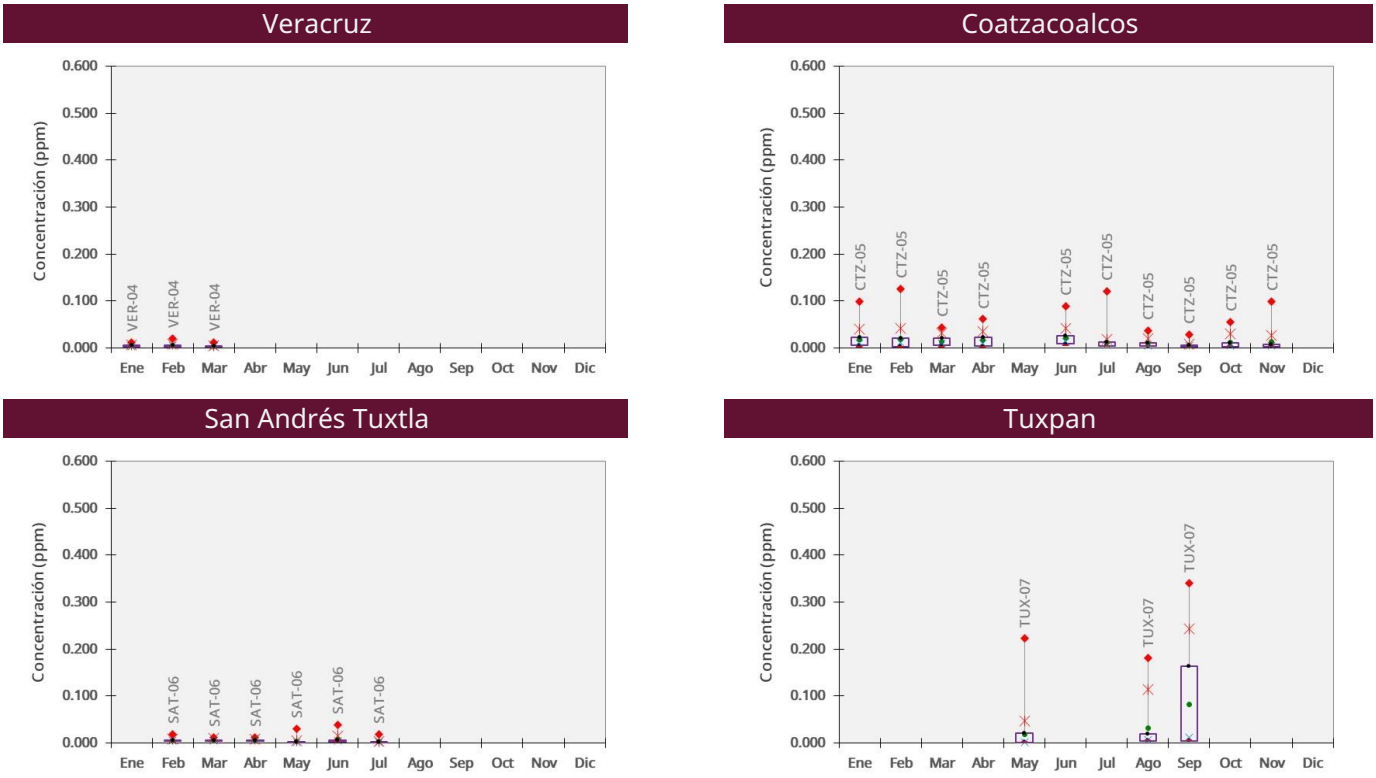
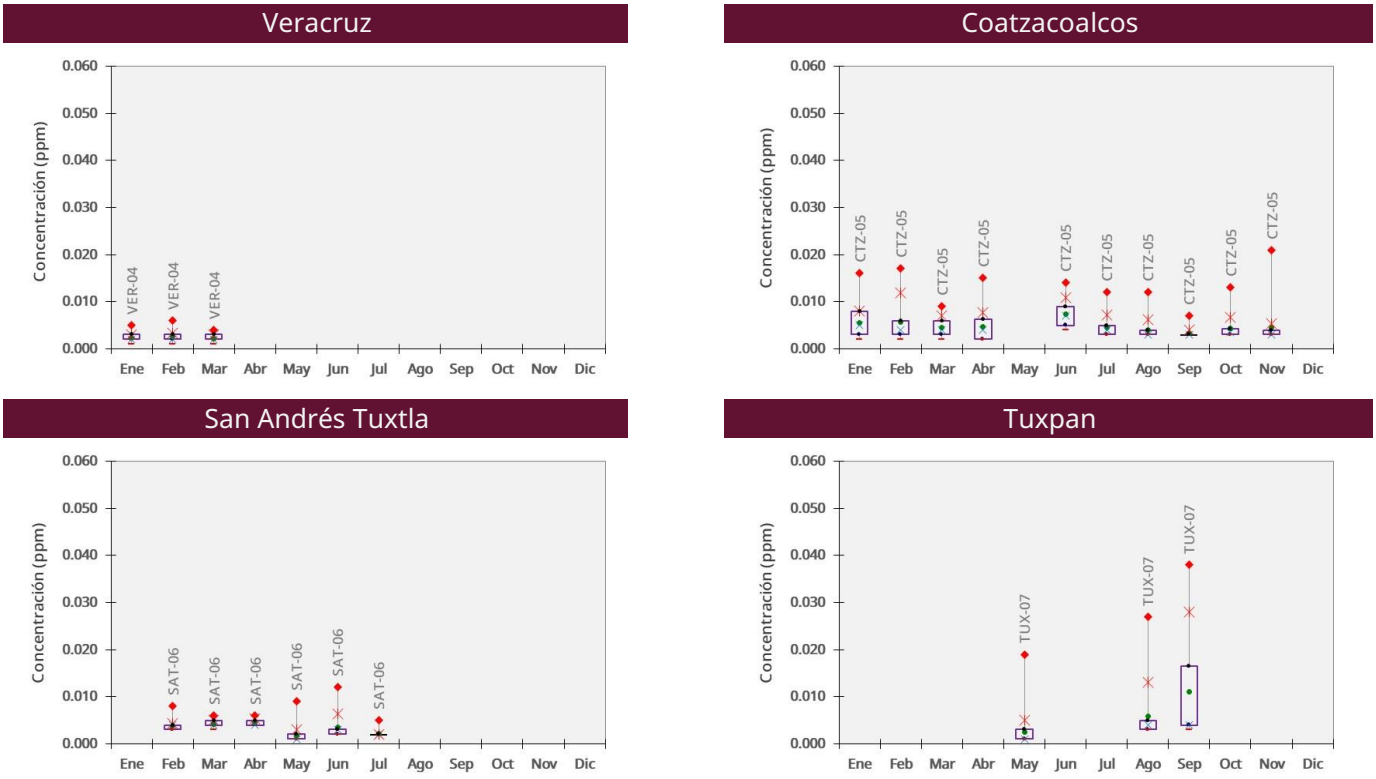


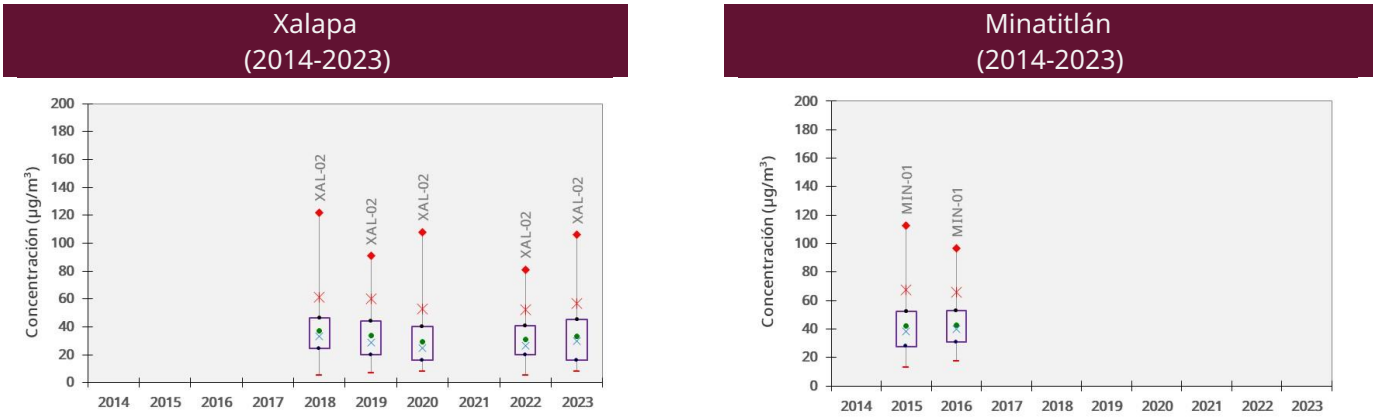
Figura 19.10. Veracruz. Tendencia de las concentraciones diarias de SO_2, por mes y por ciudad, en el año 2023

Promedio de 24 horas

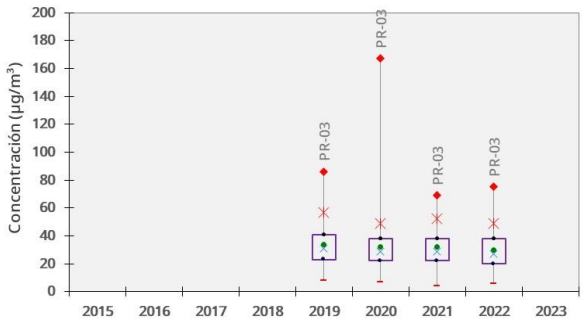


19.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2014 – 2023

Figura 19.11. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM_{10}, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023



Poza Rica
(2015-2023)



Veracruz
(2020-2023)

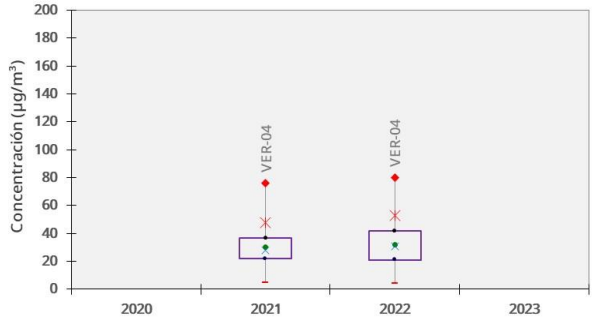
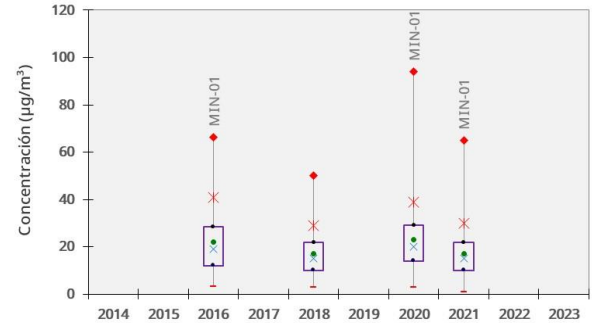


Figura 19.12. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

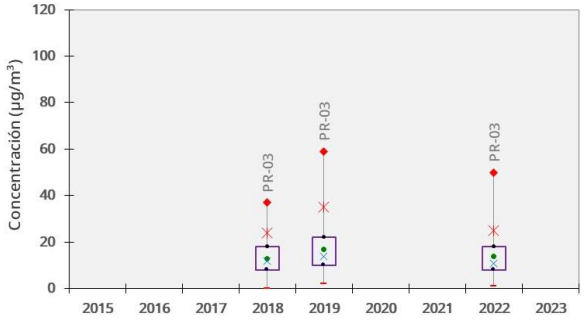
Xalapa
(2014-2023)



Minatitlán
(2014-2023)



Poza Rica
(2015-2023)



Veracruz
(2020-2023)

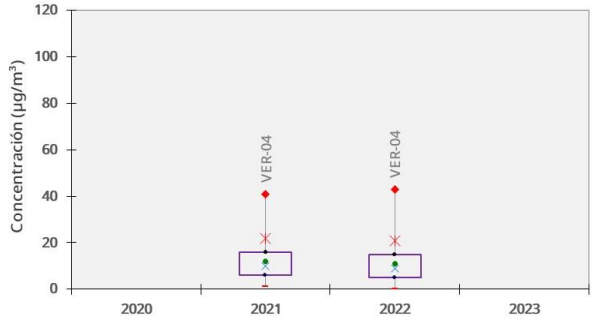


Figura 19.13. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de O_3, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

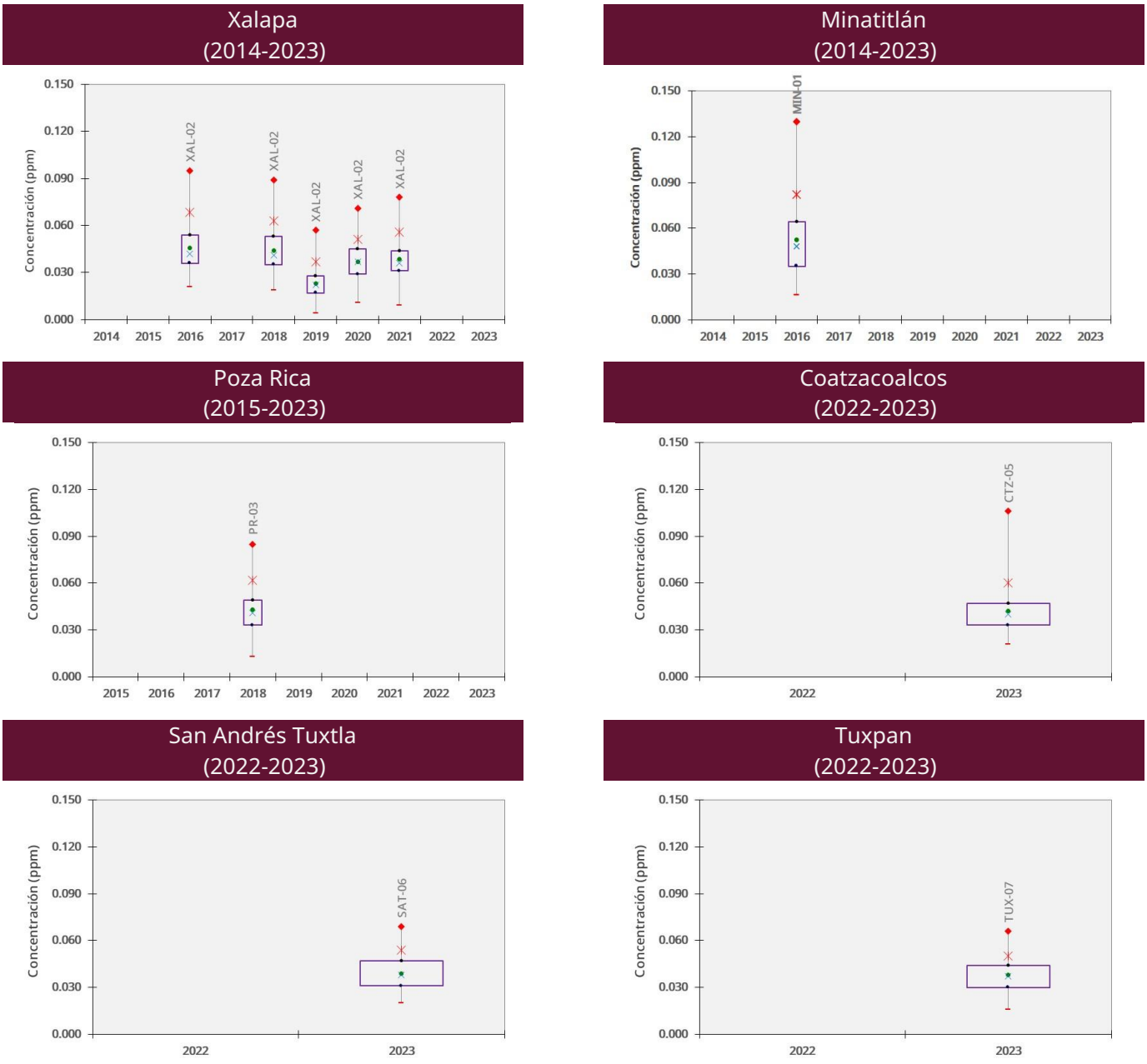
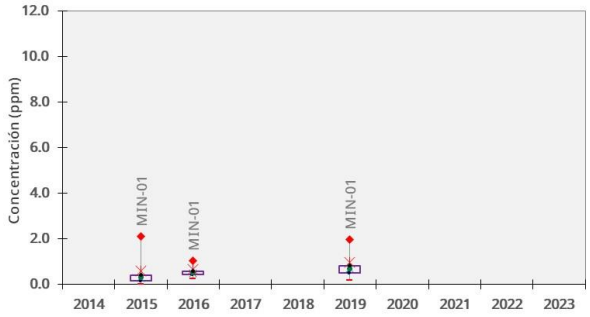


Figura 19.14. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de CO, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

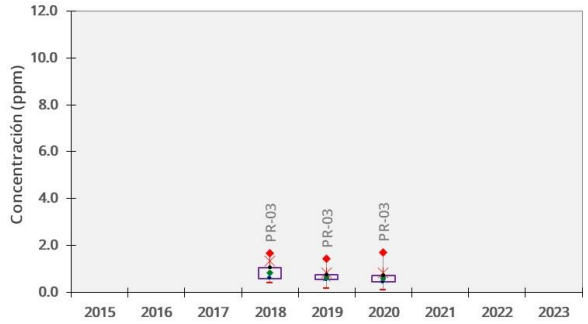
Xalapa
(2014-2023)



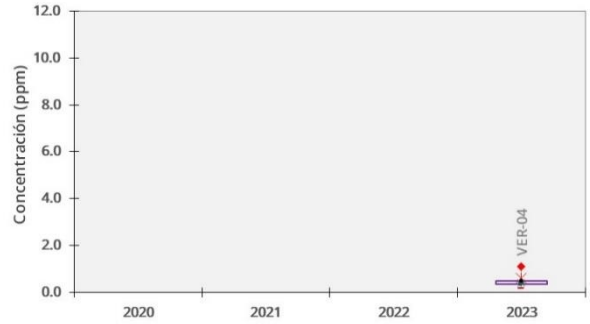
Minatitlán
(2014-2023)



Poza Rica
(2015-2023)



Veracruz
(2020-2023)



San Andrés Tuxtla
(2022-2023)

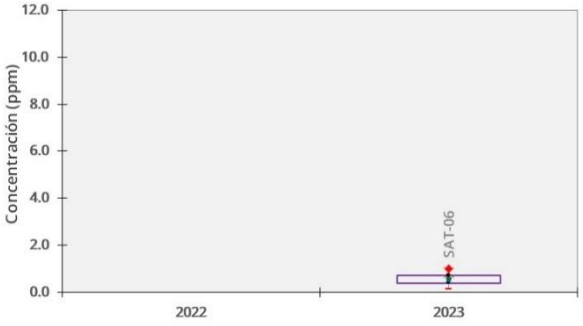


Figura 19.15. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de NO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

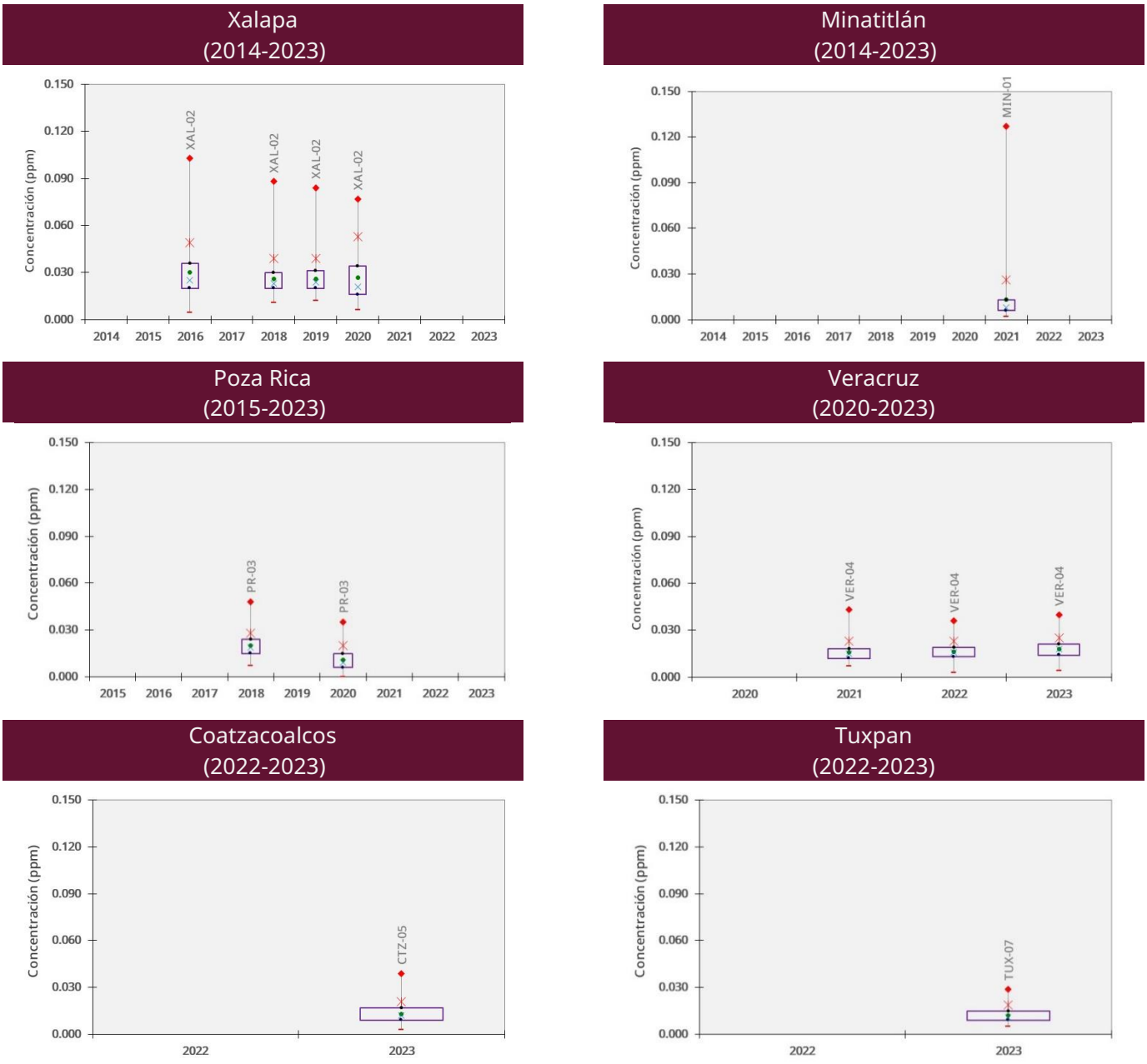


Figura 19.16. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de SO_2 (máximos horarios), por ciudad, en el periodo 2014 – 2023

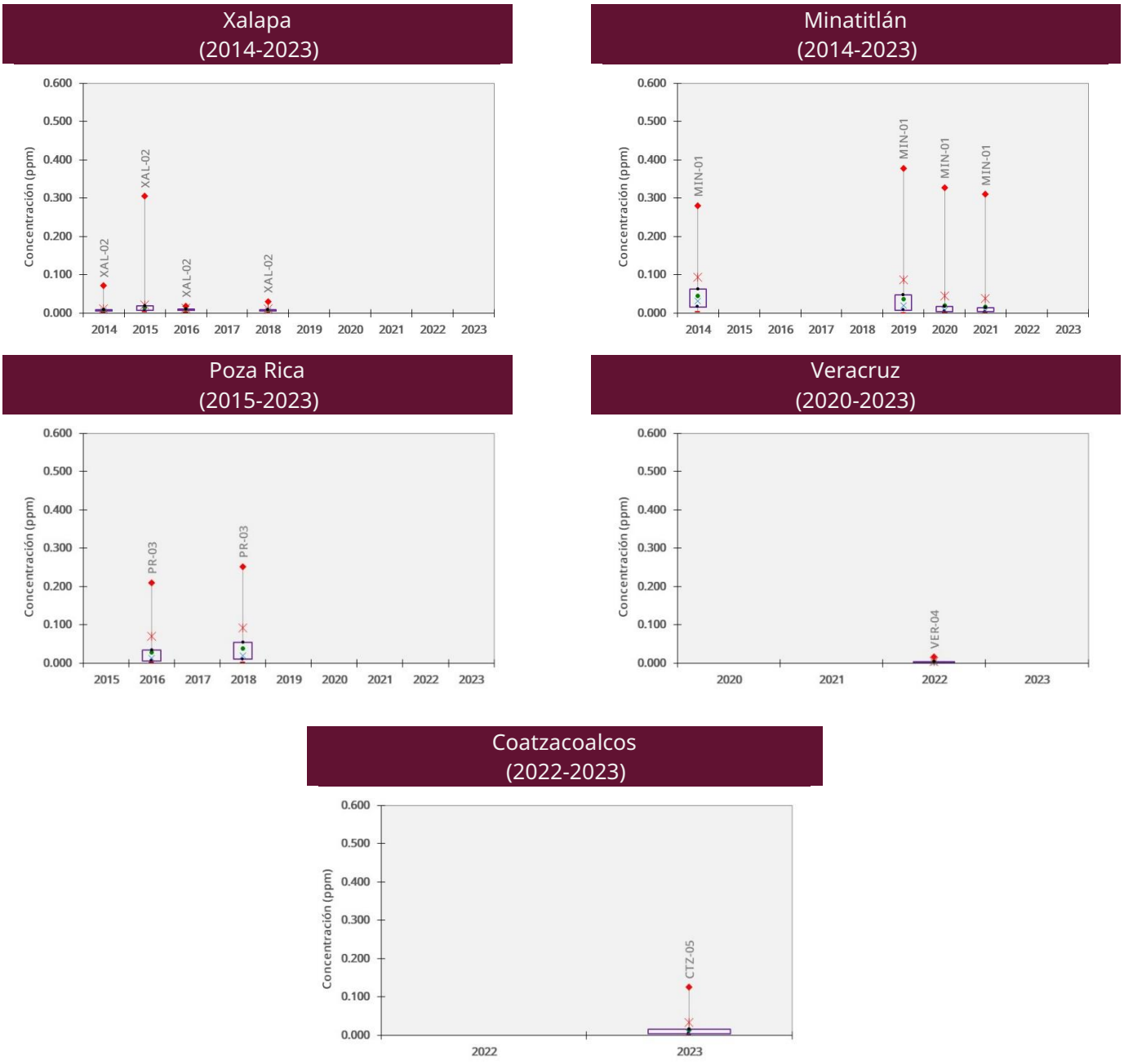
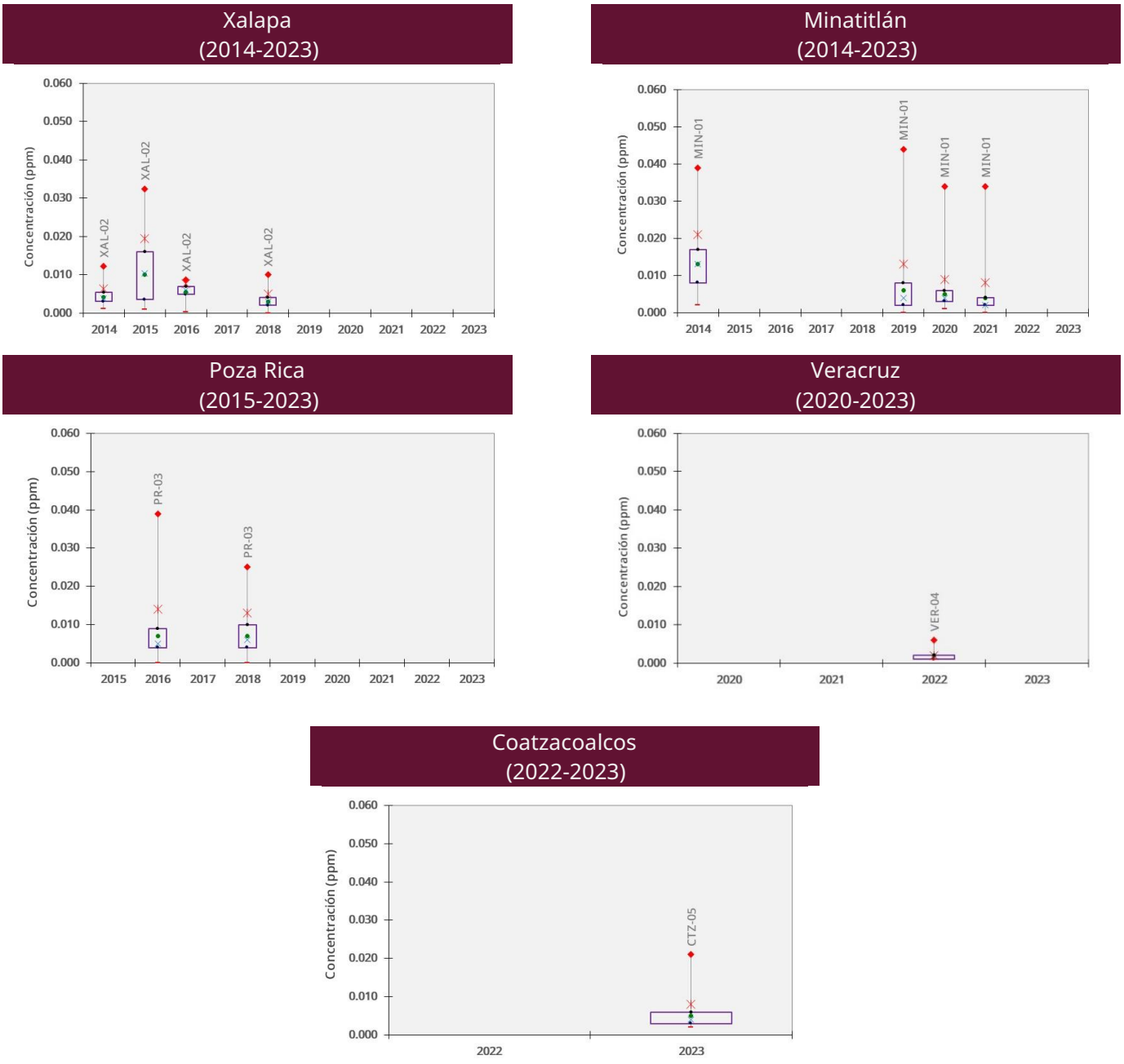


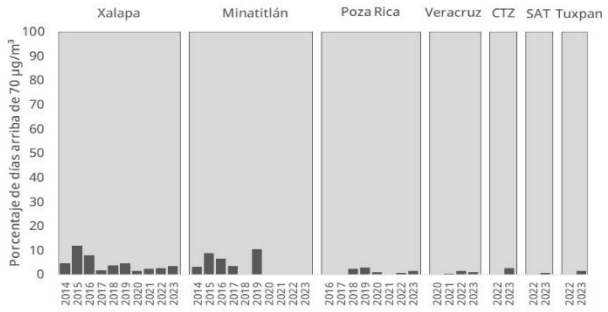
Figura 19.17. Veracruz. Tendencia temporal de las concentraciones diarias (promedios de 24 horas) de SO_2, por ciudad, en el periodo 2014 – 2023



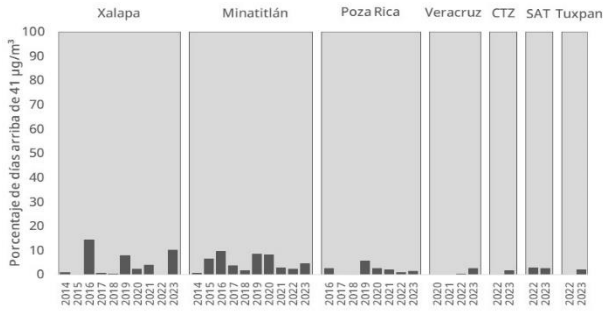
19.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 19.18. Veracruz. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2014 – 2023

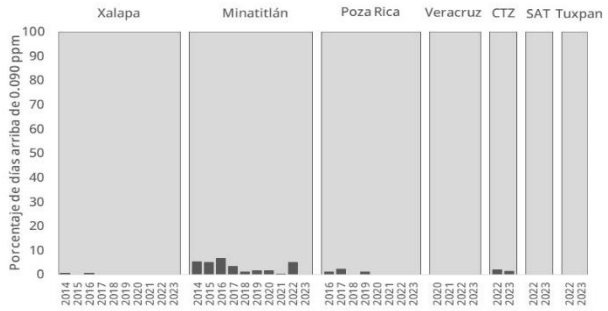
PM_{10} – Límite de 24 horas (2014 – 2023)



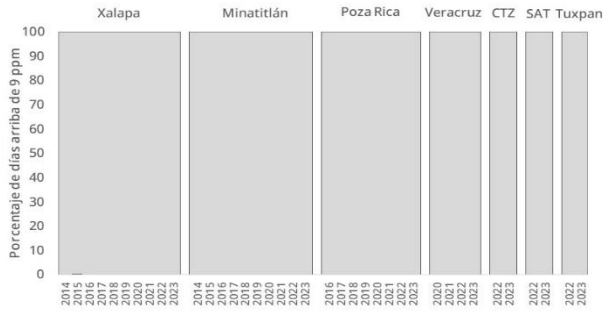
$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas (2014 – 2023)



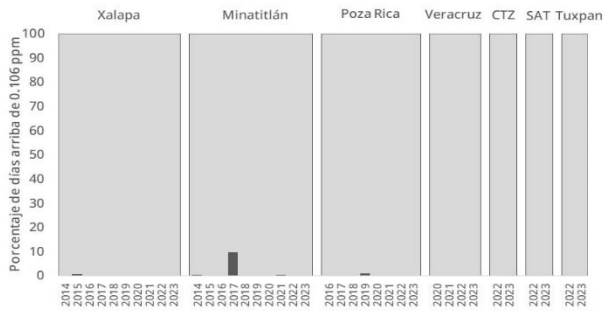
O_3 – Límite de 1 hora (2014 – 2023)



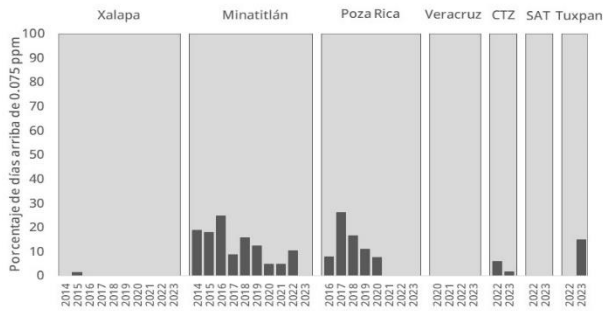
CO – Límite de 8 horas (2014 – 2023)

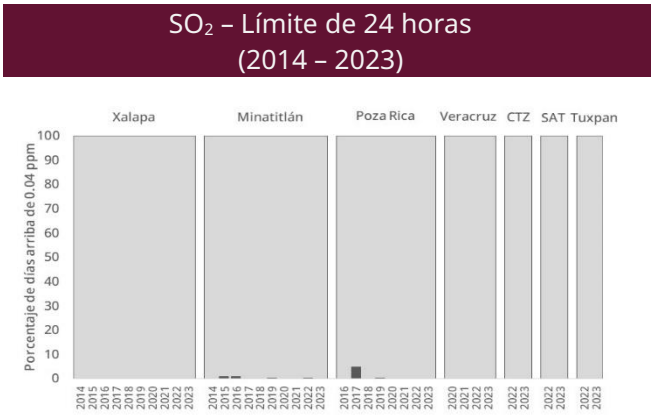


NO_2 – Límite de 1 hora (2014 – 2023)



SO_2 – Límite de 1 hora (2014 – 2023)

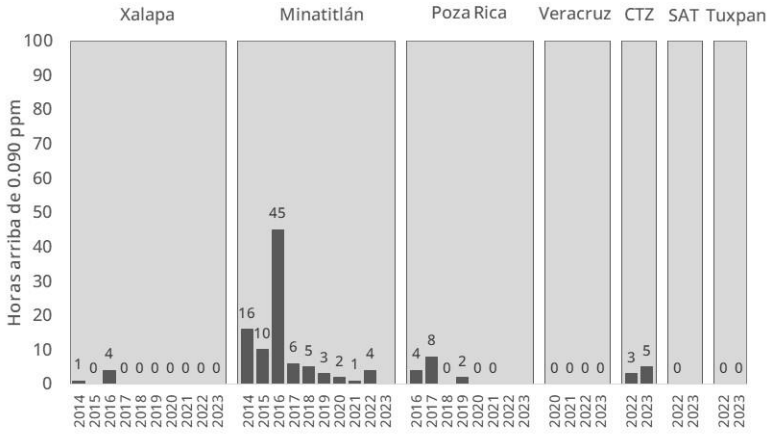




CTZ = Coatzacoalcos, SAT = San Andrés Tuxtla

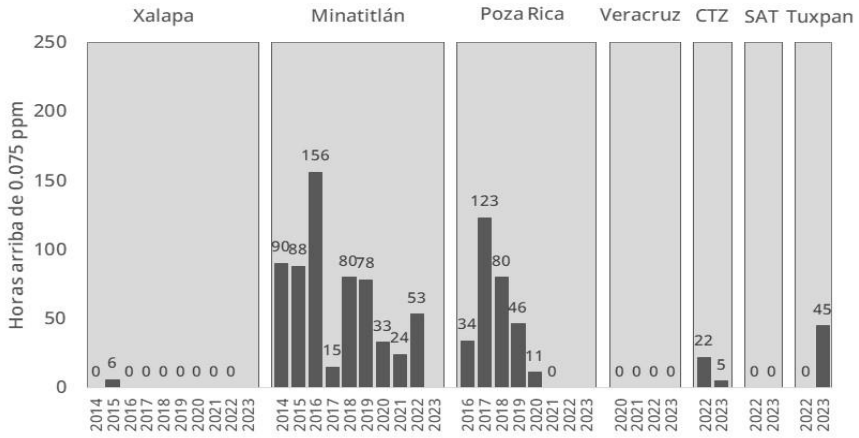
19.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de ozono y dióxido de azufre

Figura 19.19. Veracruz. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.090 ppm de ozono, en el periodo 2014 – 2023



CTZ = Coatzacoalcos, SAT = San Andrés Tuxtla

Figura 19.20. Veracruz. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2014 – 2023



CTZ = Coatzacoalcos, SAT = San Andrés Tuxtla

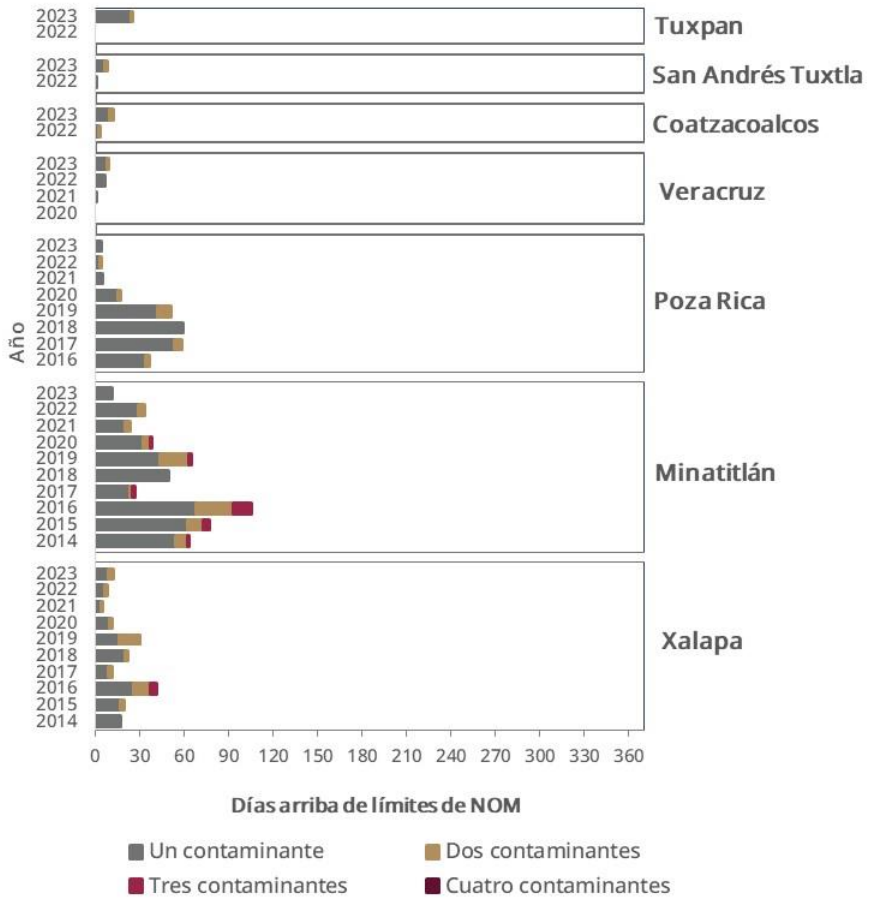
19.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 19.4. Veracruz. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023

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	294	17	17	0	0	0
2015	327	19	17	2	0	0
2016	296	41	26	11	4	0
2017	233	11	9	2	0	0
2018	360	22	20	2	0	0
2019	365	30	16	14	0	0
2020	355	11	10	1	0	0
2021	357	5	4	1	0	0
2022	365	8	6	2	0	0
2023	293	12	9	3	0	0
Minatitlán						
2014	284	63	54	8	1	0
2015	338	77	62	11	4	0
2016	347	105	68	25	12	0
2017	175	27	23	2	2	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
2018	299	49	49	0	0	0
2019	355	65	44	19	2	0
2020	357	38	32	5	1	0
2021	345	23	20	3	0	0
2022	346	33	29	4	0	0
2023	238	11	11	0	0	0
Poza Rica						
2016	290	36	34	2	0	0
2017	232	58	53	5	0	0
2018	341	59	59	0	0	0
2019	332	51	42	9	0	0
2020	362	17	15	2	0	0
2021	333	5	5	0	0	0
2022	355	4	3	1	0	0
2023	160	4	4	0	0	0
Veracruz						
2020	29	0	0	0	0	0
2021	360	1	1	0	0	0
2022	361	6	6	0	0	0
2023	343	9	8	1	0	0
Coatzacoalcos						
2022	60	3	2	1	0	0
2023	314	12	10	2	0	0
San Andrés Tuxtla						
2022	42	1	1	0	0	0
2023	346	8	6	2	0	0
Tuxpan						
2022	60	0	0	0	0	0
2023	344	25	24	1	0	0

Figura 19.21. Veracruz. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2014 – 2023



Yucatán



En el año 2023, el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Yucatán, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, estuvo conformado por la estación SDS01 (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. Entre los hechos más relevantes de la información recopilada por este sistema de monitoreo en el año 2023, destacan los siguientes:

- El equipo de medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$ se reportó fuera de operación, en tanto que los equipos de medición de ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, aunque estuvieron operando, no generaron información válida suficiente a lo largo del año, lo que impidió cumplir con los criterios de suficiencia de datos que establece la normatividad a efecto de poder realizar la evaluación de cumplimiento de los límites normados de protección a la salud.

- La escasa información disponible indica que para ninguno de los contaminantes (ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre) se registraron concentraciones superiores a su respectivo límite normado de protección a la salud y que, por el contrario, en los días con información suficiente predominó una buena calidad del aire, de acuerdo con los criterios definidos en el índice Aire y Salud.

- Para ninguno de los contaminantes medidos es posible establecer alguna tendencia de las concentraciones ni a lo largo del año, ni a lo largo de los años, pues en ambos casos la información disponible es muy escasa.

- Tomando en consideración que en el pasado se ha reportado incumplimiento de los límites normados de protección a la salud con respecto a las partículas suspendidas $PM_{2.5}$, se sugiere reactivar la operación adecuada de esta red de monitoreo a efecto de poder estar en condiciones de monitorear la calidad del aire en la ciudad e informar a la población de manera oportuna sobre el estado de ésta a efecto de proteger su salud.

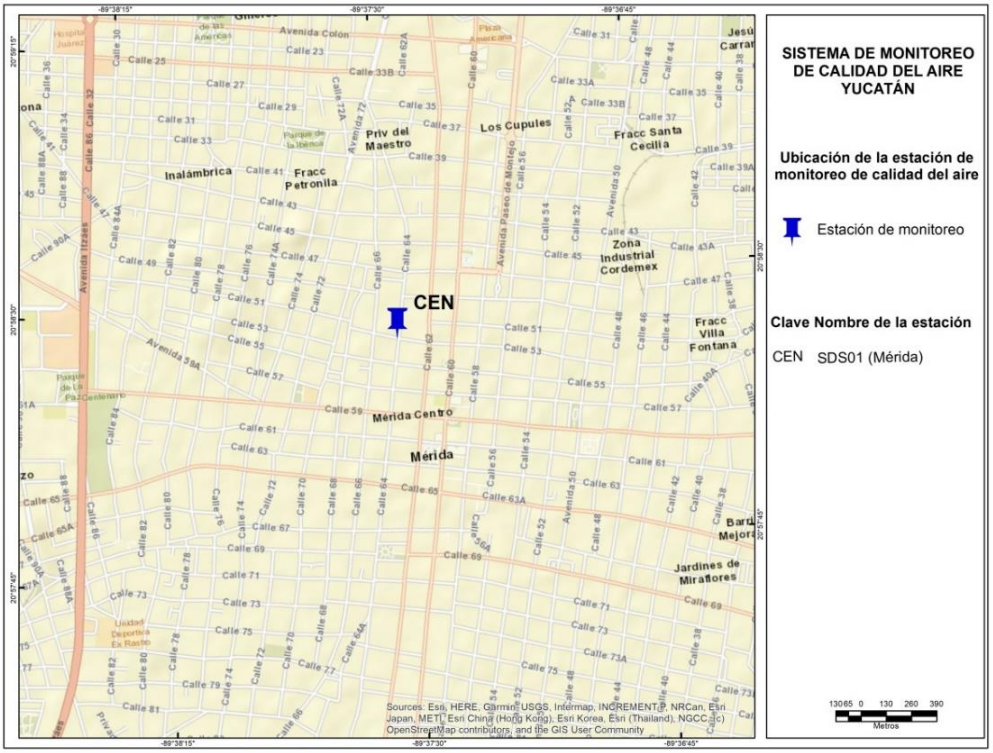
20.1. Infraestructura de monitoreo disponible en 2023

Tabla 20.1. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2023 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
SDS01	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, 2023



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado Yucatán.

20.2. Evaluación del cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire

Tabla 20.2. Mérida. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, 2023

Contaminante	Límite normado		Estación
			CEN
[1] $PM_{2.5}$	24 h	Percentil 99 ≤ 41 µg/m³	FO
	Anual	Promedio ≤ 10 µg/m³	FO
[2] O_3	1 h	Máximo de los máximos diarios ≤ 0.090 ppm	DI
	8 h	Máximo de los máximos de 8 h ≤ 0.065 ppm	DI
[3] CO	1 h	Máximo ≤ 26 ppm	DI
	8 h	Máximo de 8 h ≤ 9 ppm	DI
[4] NO_2	1 h	Máximo ≤ 0.106 ppm	DI
	Anual	Promedio ≤ 0.021 ppm	DI
[5] SO_2	1 h	Promedio Percentil 99 ≤ 0.075 ppm	DI
	24 h	Máximo < 0.04 ppm	**0.00**

[1] NOM-025-SSA1-2021 (DOF, 2021a);
[2] NOM-020-SSA1-2021 (DOF, 2021b);
[3] NOM-021-SSA1-2021 (DOF, 2021c);
[4] NOM-023-SSA1-2021 (DOF, 2021d);
[5] NOM-022-SSA1-2019 (DOF, 2019b).

DI = Datos insuficientes.
FO = Fuera de operación.

Nota: Las NOM se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Tabla 20.3. Mérida. Porcentaje de días, en el año 2023, con concentraciones superiores al límite diario normado por contaminante

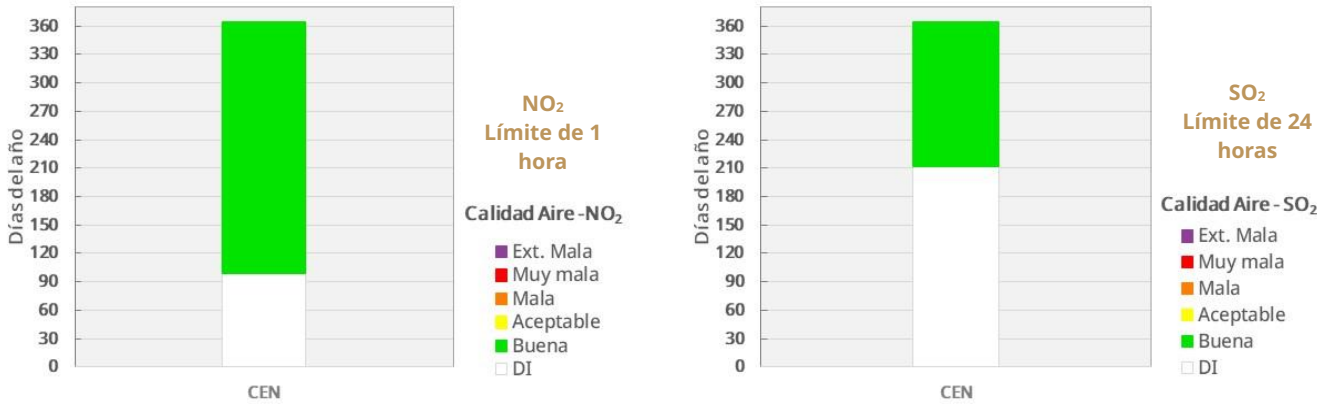
$PM_{2.5}$	No. días con datos válidos	FO
	No. días > 41 µg/m³	FO
	% días > 41 µg/m³	FO
O_3	No. días con datos válidos	267
	No. días > 0.090 o 0.065 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 0.090 o 0.065 ppm	**0.0**
CO	No. días con datos válidos	94
	No. días > 26 o 9 ppm (1 u 8 horas)	0
	% días > 26 y 9 ppm	**0.0**
NO_2	No. días con datos válidos	266
	No. días > 0.106 ppm	0
	% días > 0.106 ppm	**0.0**
SO_2	No. días con datos válidos	154
	No. días > 0.075 o 0.04 ppm (1 o 24 horas)	0
	% días > 0.075 o 0.04 ppm	**0.0**

FO = Fuera de operación.

20.3. Condición de calidad del aire, por estación de monitoreo y contaminante, según nivel de concentración

Figura 20.2. Mérida. Número de días según condición de la calidad del aire por contaminante y estación de monitoreo, en el año 2023

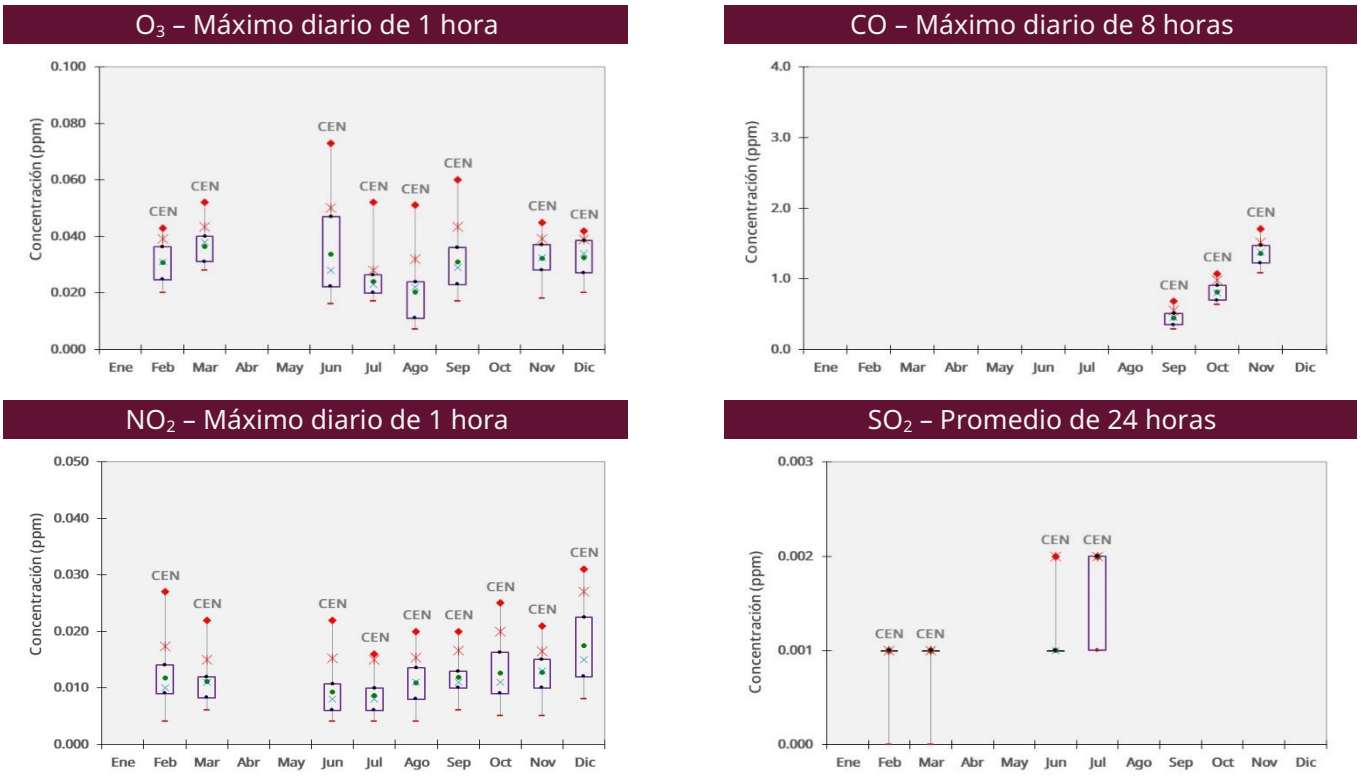




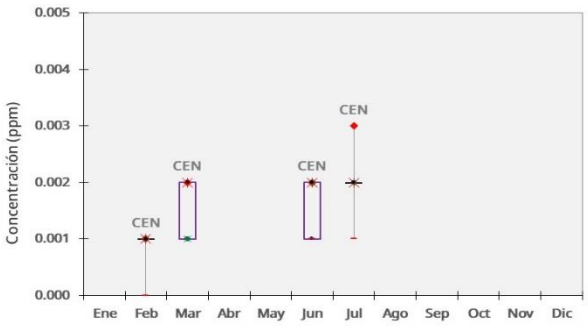
CEN – SDS01

20.4. Tendencia mensual de las concentraciones diarias por contaminante, a lo largo del año 2023

Figura 20.3. Mérida. Tendencia de las concentraciones diarias, por mes, de cada contaminante, en el año 2023



SO_2 – Máximo diario de 1 hora



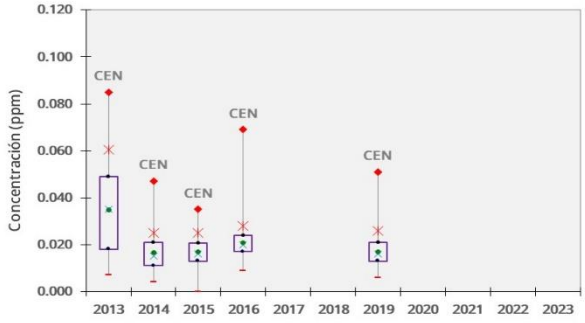
20.5. Tendencia de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2013 – 2023

Figura 20.4. Mérida. Tendencia temporal de las concentraciones diarias, por contaminante, en el periodo 2013 – 2023

$PM_{2.5}$ – Promedio de 24 horas (2013-2023)



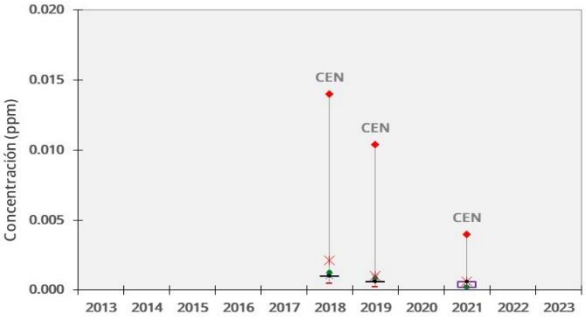
O_3 – Máximo diario de 1 hora (2013-2023)



CO – Máximo diario de 8 horas (2013-2023)



SO_2 – Máximo diario de 1 hora (2013-2023)



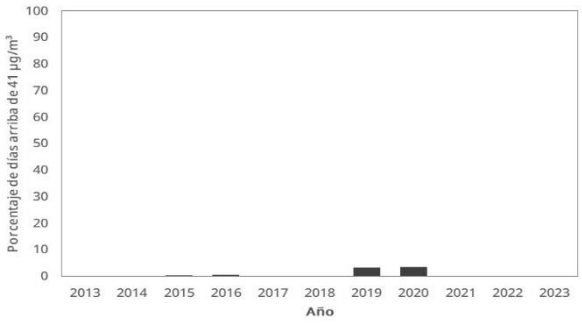
SO_2 – Promedio de 24 horas
(2013-2023)



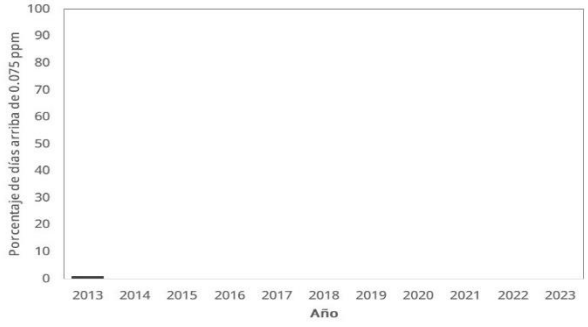
20.6. Tendencia anual del porcentaje de días en que se rebasa el límite normado de cada contaminante

Figura 20.5. Mérida. Variación porcentual de los días con concentraciones superiores al límite normado vigente de cada contaminante, en el periodo 2013 – 2023

$PM_{2.5}$ – Límite de 24 horas
(2013–2023)

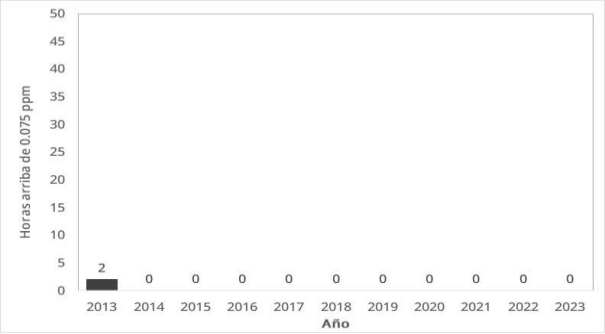


SO_2 – Límite de 1 hora
(2013–2023)



20.7. Tendencia de las horas por año en que se superó el límite normado de dióxido de azufre

Figura 20.6. Mérida. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.075 ppm de dióxido de azufre, en el periodo 2013 – 2023

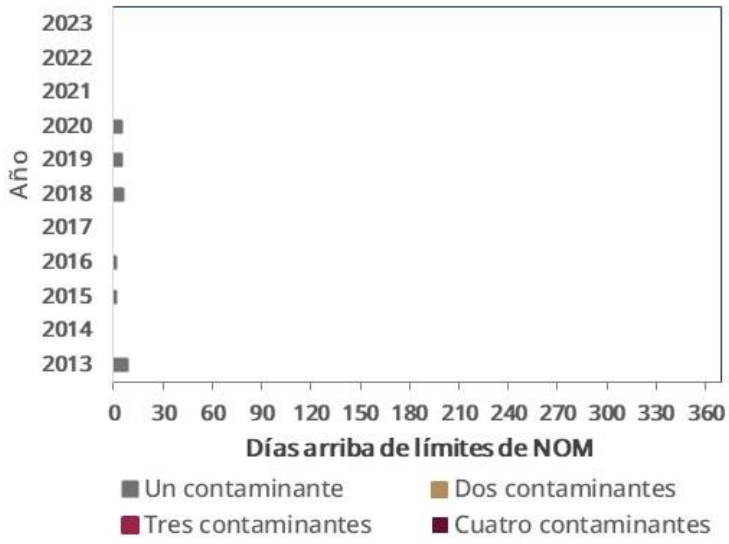


20.8. Tendencia anual de los días en que se rebasó el límite diario normado de cualquier contaminante

Tabla 20.4. Mérida. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2013 – 2023

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	8	8	0	0	0
2014	360	0	0	0	0	0
2015	365	1	1	0	0	0
2016	352	1	1	0	0	0
2017	128	0	0	0	0	0
2018	305	6	6	0	0	0
2019	344	5	5	0	0	0
2020	327	5	5	0	0	0
2021	347	0	0	0	0	0
2022	112	0	0	0	0	0
2023	278	0	0	0	0	0

Figura 20.7. Mérida. Número de días, por año, en que se rebasó el límite diario normado de uno o más contaminantes en el periodo 2013 – 2023



V. Numeraria

Este informe presenta el diagnóstico sobre el estado de la calidad del aire en México en el año 2023 con relación a las 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). Se incluye el análisis de la información generada por 23 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 20 entidades federativas de nuestro país. Estas entidades son: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México (y su Zona Conurbada), Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán.

La Tabla V.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 a partir de las estaciones con suficiencia de datos con respecto a cada contaminante de acuerdo con el indicador empleado para evaluar el cumplimiento de NOM (percentil 99 o promedio anual de los promedios de 24 horas, máximo de los máximos diarios, máximo de los máximos diarios de los promedios móviles de 8 horas, máximo de los promedios de 24 horas, promedio aritmético de los percentiles 99, máximo horario, máximo de los promedios móviles de 8 horas, promedio aritmético de los promedios horarios). 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 13 de ellos (Campeche, Chiapas, Chihuahua Municipal, Ojinaga, Coahuila Estatal, Colima, Durango, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas), 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 para su manejo. En su conjunto, los 23 SMCA incluidos en este informe agruparon un total de 167 estaciones de monitoreo, distribuidas en 66 ciudades y zonas metropolitanas.

- De las 167 estaciones de monitoreo referidas en el párrafo anterior, 147 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 138 para la medición de partículas suspendidas PM_{10}, 125 para la medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$, 133 para la medición de SO_2, 136 para NO_2 y 138 para CO.

- De las 147 estaciones de monitoreo con capacidad para medir ozono, el cumplimiento de la Norma correspondiente se pudo evaluar en 93, esto es, en el 63.3% del total. En 8 de estas 93 estaciones se cumplió con la Norma y en las restantes 85 esto no ocurrió. De las 85 estaciones en donde no se cumplió con la NOM se encontró que en 70 se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en 5 se rebasó sólo el límite de una hora y en 10 sólo el límite de 8 horas.

- De las 138 estaciones con capacidad para medir PM_{10}, 86 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 11 se cumplió con la Norma y en 75 no (en 70 se rebasaron los dos límites normados, en 6 sólo el límite de 24 horas y en 2 el límite anual). De las 52 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de

norma, 42 no generaron información suficiente para ello, 8 se reportaron fuera de operación, en una se invalidó la información generada y de una su información no estuvo disponible.

- De las 125 estaciones con capacidad para medir $PM_{2.5}$, 70 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en ninguna de ellas se cumplió con esta. De las 70 que no cumplieron, en 43 se rebasaron los dos límites normados y en 27 se rebasó sólo el límite anual. De las 55 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 46 no generaron información suficiente para ello, 7 se reportaron fuera de operación, en 1 la información se invalidó y en 1 más la información no estuvo disponible.

- De las 133 estaciones con capacidad para medir SO_2, 35 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 28 se cumplió con la Norma y en 7 no. De las 7 en que no se cumplió con la NOM, en 2 se rebasaron los dos límites normados (1 y 24 horas) y en 5 sólo se rebasó el límite de 1 hora. De las 98 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 87 no generaron información suficiente para ello, 6 se reportaron fuera de operación, en 1 la información no estuvo disponible y en 1 la información se invalidó.

- De las 138 estaciones con capacidad para medir CO, 71 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. En todas ellas se cumplió con la Norma. De las 67 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 41 no generaron información suficiente para ello, 22 se reportaron fuera de operación, en 3 la información se invalidó, y en 1 más la información no estuvo disponible.

- De las 136 estaciones con capacidad para medir NO_2, 76 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 61 se cumplió con la Norma y en 15 no. De las 60 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 34 no generaron información suficiente para ello, 21 se reportaron fuera de operación, en 4 la información se invalidó, y en 1 más la información no estuvo disponible.

- A nivel de ciudad o zona metropolitana, 53 de las 66 ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este reporte contaron con infraestructura para la medición de ozono en 2023. De ellas, en 7 se cumplió con la Norma correspondiente (Aguascalientes, León, Purísima del Rincón, Tepeapulco, San Juan del Río, San Andrés Tuxtla y Tuxpan.); en 24 no se cumplió con la misma (ZMVM, ZMG, AMM, Tepeji del Río, ZMVT, ZMQ, Puebla, Mexicali, Ciudad Juárez, Apizaco, Celaya, Silao, ZMSLP, Chihuahua, Atitalaquia, Coronango, Tizayuca, Tulancingo, Hermosillo, Irapuato, Salamanca, Atotonilco de Tula, Huichapan y Coatzacoalcos); y, en 22 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información o invalidación de la misma (Pachuca, Tula de Allende, Mixquiahuala de Juárez, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Nogales, San Luis Río Colorado, Xalapa, Veracruz, Mérida, Tijuana, Tecate, Minatitlán, Poza Rica y Tlaxcala.).

- 56 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas PM_{10}. De ellas sólo 4 cumplieron con la norma respectiva (Huichapan, Zapotlán, San Andrés Tuxtla y Purísima del Rincón); en 28 no se cumplió con al menos uno de los límites normados (Torreón, ZMG, Atotonilco de Tula, AMM, Nogales, Celaya, Mexicali, ZMVT, Ciudad

Juárez, León, Aguascalientes, Chihuahua, Irapuato, Salamanca, Atitalaquia, ZMVM, Coronango, ZMQ, Silao, Puebla, Cuautla, ZMSLP, Tizayuca, Hermosillo, Pachuca, Tulancingo, Cuernavaca y Tlaxcoapan); y en 24 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Tula de Allende, Tepeji del Río, Tepeapulco, Mixquiahuala de Juárez, Ocuituco, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Centla, Huimanguillo, Comalcalco, Macuspana, Cunduacán, Tlaxcala, Apizaco, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, Tuxpan, Tijuana y Minatitlán).

- 54 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas $PM_{2.5}$. En ninguna se cumplió con los límites normados de protección a la salud; en 30 no se cumplió con la norma, al superarse al menos uno de los dos límites normados (ZMG, ZMVT, Celaya, Coronango, Atotonilco de Tula, AMM, Mexicali, Tijuana, ZMVM, Tepeji del Río, Salamanca, Ciudad Juárez, Atitalaquia, Tizayuca, León, Cuernavaca, ZMSLP, San Andrés Tuxtla, Irapuato, Puebla, ZMQ, San Luis de la Paz, Guanajuato, San Miguel de Allende, Abasolo, Tulancingo, San Juan del Río, Pachuca, Lolotla y Nogales); y en 24 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Aguascalientes, Tecate, Chihuahua, Tula de Allende, Tepeapulco, Huichapan, Mixquiahuala de Juárez, Cuautla, Ocuituco, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, Hermosillo, Tlaxcala, Apizaco, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, Tuxpan, Zacatepec y Mérida).

- 49 ciudades contaron con capacidad para medir dióxido de azufre. De ellas, en 12 se cumplieron los dos límites normados de protección a la salud (Ciudad Juárez, ZMVM, Celaya, Irapuato, León, Silao, Tizayuca, Huichapan, Tulancingo, Puebla, ZMQ y San Juan del Río). En 5 ciudades o zonas metropolitanas se rebasó al menos uno de los límites normados (Salamanca, Tepeji del Río, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y AMM), en tanto que en 32 ciudades no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM por insuficiencia o falta de información (Aguascalientes, Mexicali, Tecate, Chihuahua, ZMVT, Pachuca, Tula de Allende, Tepeapulco, Mixquiahuala de Juárez, ZMG, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, Coronango, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZMSLP, ZC de Rioverde, Hermosillo, Tlaxcala, Apizaco, Minatitlán, Xalapa, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, San Andrés Tuxtla, Tuxpan y Mérida).

- 48 ciudades contaron con capacidad para medir monóxido de carbono. De ellas, en 24 se cumplieron los dos límites normados de protección a la salud (Mexicali, Chihuahua, Ciudad Juárez, ZMVM, ZMVT, Celaya, Irapuato, Salamanca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, AMM, Puebla, Coronango, ZMQ, San Juan del Río, ZMSLP, Veracruz y San Andrés Tuxtla), en tanto que en 24 ciudades no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM por insuficiencia o falta de información (Aguascalientes, León, Silao, Pachuca, Tula de Allende, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Tepic, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Hermosillo, Poza Rica, Tuxpan, Mérida, Tijuana, Zacatepec, Minatitlán, Xalapa, Coatzacoalcos, Atlixco, Tlaxcala y Apizaco).

- 48 ciudades contaron con capacidad para medir dióxido de nitrógeno. De ellas, en 20 se cumplieron los dos límites normados de protección a la salud (ZMVT, Celaya, Irapuato, Salamanca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, Puebla, Coronango, ZMQ, San Juan del Río, ZMSLP, Apizaco, Veracruz, Coatzacoalcos, San Andrés Tuxtla y Tuxpan). En 5 ciudades o zonas metropolitanas se rebasó al menos uno de los límites normados (Aguascalientes, Mexicali, ZMVM, Tepeji del Río y AMM), en

tanto que en 23 ciudades no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM por insuficiencia o falta de información (Chihuahua, León, Silao, Pachuca, Tula de Allende, Cuautla, Ocuituco, Cuernavaca, Tepic, Atlixco, San Martín Texmelucan, Tehuacán, ZC de Rioverde, Mérida, Tijuana, Ciudad Juárez, ZMG, Zacatepec, Hermosillo, Minatitlán, Xalapa, Tlaxcala y Poza Rica).

- Las concentraciones horarias más altas de ozono registradas en 2023 ocurrieron en: ZMVM y AMM (0.171 ppm), ZMG (0.159 ppm), Tepeji del Río (0.136 ppm), Apizaco (0.127 ppm), ZMVT (0.123 ppm), Puebla (0.121 ppm), ZMSLP (0.112 ppm), Mexicali (0.108 ppm), Coatzacoalcos (0.106 ppm), Ciudad Juárez (0.105 ppm), ZMQ (0.103 ppm), Coronango (0.102 ppm), Atitalaquia (0.101 ppm), Celaya (0.099 ppm), Tizayuca (0.099 ppm), Silao (0.097 ppm), Hermosillo (0.095 ppm), Salamanca (0.093 ppm) y Irapuato (0.092 ppm). Todas ellas fueron superiores al límite normado de 0.090 ppm.

- Las concentraciones promedio móvil de 8 horas más altas de ozono registradas en 2023 se presentaron en: ZMVM (0.128 ppm), ZMG y AMM (0.118 ppm), Tepeji del Río (0.104 ppm), ZMVT (0.103 ppm), ZMQ (0.102 ppm), Puebla (0.093 ppm), Mexicali (0.092 ppm), Ciudad Juárez (0.092 ppm), Apizaco (0.091 ppm), Celaya (0.087 ppm), Silao (0.086 ppm), ZMSLP (0.084 ppm), Chihuahua (0.08 ppm), Atitalaquia (0.08 ppm), Coronango (0.08 ppm), Tizayuca (0.078 ppm), Tulancingo (0.078 ppm), Hermosillo (0.075 ppm), Irapuato (0.074 ppm), Salamanca (0.073 ppm), Atotonilco de Tula (0.069 ppm) y Huichapan (0.069 ppm). Todas ellas superiores al límite normado de 0.065 ppm.

- Las concentraciones más altas de PM_{10}, como promedio de 24 horas, ocurrieron en: Torreón (266 µg/m³), ZMG (206 µg/m³), Atotonilco de Tula (187 µg/m³), AMM (172 µg/m³), Nogales (167 µg/m³), Celaya (160 µg/m³), Mexicali (155 µg/m³), ZMVT (146 µg/m³), Ciudad Juárez (134 µg/m³), León (126 µg/m³), Aguascalientes (125 µg/m³), Chihuahua (117 µg/m³), Irapuato (112 µg/m³), Salamanca (112 µg/m³), Atitalaquia (112 µg/m³), ZMVM (109 µg/m³), Coronango (108 µg/m³), ZMQ (102 µg/m³), Silao (98 µg/m³), Puebla (96 µg/m³), Cuautla (95 µg/m³), ZMSLP (95 µg/m³), Tizayuca (88 µg/m³), Hermosillo (81 µg/m³), Pachuca (78 µg/m³), Tulancingo (78 µg/m³), Cuernavaca (78 µg/m³) y Tlaxcoapan (76 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado de 70 µg/m³.

- Las concentraciones promedio anuales más altas de PM_{10} se registraron en: Torreón (91 µg/m³), Atotonilco de Tula (82 µg/m³), ZMG (74 µg/m³), AMM (74 µg/m³), ZMVT (73 µg/m³), Celaya (63 µg/m³), Aguascalientes (58 µg/m³), ZMVM (58 µg/m³), León (58 µg/m³), Salamanca (58 µg/m³), Mexicali (57 µg/m³), Nogales (55 µg/m³), Irapuato (54 µg/m³), Chihuahua (52 µg/m³), Ciudad Juárez (51 µg/m³), Silao (51 µg/m³), Coronango (51 µg/m³), Atitalaquia (50 µg/m³), Puebla (49 µg/m³), ZMSLP (45 µg/m³), Cuautla (44 µg/m³), ZMQ (44 µg/m³), Tizayuca (43 µg/m³), Cuernavaca (38 µg/m³) y Tulancingo (37 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado de 36 µg/m³.

- Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$, como promedio de 24 horas, se presentaron en: Atotonilco de Tula (96 µg/m³), ZMG (90 µg/m³), AMM (83 µg/m³), Mexicali (82 µg/m³), Coronango (72 µg/m³), ZMVT (63 µg/m³), Ciudad Juárez (60 µg/m³), Celaya (58 µg/m³), ZMSLP (54 µg/m³), Tijuana (51 µg/m³), ZMVM (48 µg/m³), San Andrés Tuxtla (47 µg/m³), Tizayuca (46 µg/m³), Tepeji del Río (44 µg/m³) y Salamanca (43 µg/m³). Todas ellas superiores al límite normado de 41 µg/m³.

- Los promedios anuales más altos de $PM_{2.5}$ se registraron en: ZMG (38 µg/m³), ZMVT (36 µg/m³), Celaya (30 µg/m³), Coronango (30 µg/m³), Atotonilco de Tula (29 µg/m³), AMM (29 µg/m³), Mexicali (25 µg/m³), Tijuana (25 µg/m³), ZMVM (24 µg/m³), Tepeji del Río (23

µg/m^3), Salamanca (22 µg/m^3), Ciudad Juárez (20 µg/m^3), Atitalaquia (20 µg/m^3), Tizayuca (20 µg/m^3), León (19 µg/m^3), Cuernavaca (18 µg/m^3), ZMSLP (18 µg/m^3), San Andrés Tuxtla (17 µg/m^3), Irapuato (16 µg/m^3), Puebla (16 µg/m^3), ZMQ (16 µg/m^3), San Luis de la Paz (14 µg/m^3), Guanajuato (14 µg/m^3), San Miguel de Allende (14 µg/m^3), Abasolo (14 µg/m^3), Tulancingo (14 µg/m^3), San Juan del Río (14 µg/m^3), Pachuca (13 µg/m^3), Lolotla (12 µg/m^3) y Nogales (11 µg/m^3). Todas ellas superiores al límite normado de 10 µg/m^3.

- El promedio de los percentiles 99 más altos de dióxido de azufre registrados en el periodo 2021–2023 ocurrieron en: Salamanca (0.310 ppm), Tepeji del Río (0.166 ppm), Atitalaquia (0.162 ppm), Atotonilco de Tula (0.123 ppm) y AMM (0.110 ppm). Todas ellas superiores al límite normado de 0.075 ppm.

- Las concentraciones más altas de SO_2, como promedio de 24 horas en el periodo 2021–2023, se presentaron en: Salamanca (0.120 ppm) y Atitalaquia (0.04 ppm). Todas ellas iguales o superiores al límite normado (0.04 ppm). Es importante destacar que en este límite la NOM 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 0.04 ppm.

- Las concentraciones horarias más altas de dióxido de nitrógeno registradas en 2023 ocurrieron en: Aguascalientes (0.178 ppm), AMM (0.158 ppm), Tepeji del Río (0.154 ppm), ZMVM (0.118 ppm) y Mexicali (0.108 ppm). Todas superiores al límite normado (0.106 ppm).

- Las concentraciones promedio anuales más altas de dióxido de nitrógeno registradas en 2023 ocurrieron en: ZMVM (0.032 ppm), Tepeji del Río (0.025 ppm) y AMM (0.024 ppm). Todas ellas superiores al límite normado (0.021 ppm).

Tabla V.1. Estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2023

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			SO_2			CO			NO_2		
				NOM-025-SSA1-2021			NOM-025-SSA1-2021			NOM-020-SSA1-2021			NOM-022-SSA1-2019			NOM-021-SSA1-2021			NOM-021-SSA1-2021		
				Límite 24 h (70 µg/m³)	Límite anual (36 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (41 µg/m³)	Límite anual (10 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.09 ppm)	Límite 8 h (0.065 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (26 ppm)	Límite 8 h (9 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.106 ppm)	Límite anual (0.021 ppm)	Cumple NOM
				Percentil 99	Promedio anual		Percentil 99	Promedio anual		Máximo	Máximo		Promedio Percentiles 99 (3 años)	Máximo (3 años)		Máximo	Máximo		Máximo	Promedio anual	
Aguascalientes	**Aguascalientes**	**Aguascalientes**	1,004,544	**125**	**58**	**No**	DI	DI	DI	**0.08**	**0.065**	**Sí**	INV/IND	INV/IND	INV/IND	DI	DI	DI	**0.178**	**0.021**	**No**
Baja California	**Baja California**	**Mexicali**	1,073,930	**155**	**57**	**No**	**82**	**25**	**No**	**0.108**	**0.092**	**No**	DI	DI	DI	**7.4**	**5.6**	**Sí**	**0.108**	**0.016**	**No**
		Tijuana	2,072,823	FO	FO	FO	**51**	**25**	**No**	FO	FO	FO	¤	¤	¤	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Tecate	112,232	¤	¤	¤	DI	DI	DI	FO	FO	FO	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Campeche	**Campeche**	Campeche	300,889	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Coahuila	**Coahuila estatal**	Torreón	758,089	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Saltillo	944,578	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Monclova	245,483	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Piedras Negras	187,008	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	Torreón municipal	**Torreón**	758,089	**266**	**91**	**No**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Chiapas	**Tuxtla Gutiérrez**	Tuxtla Gutiérrez	630,481	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Chihuahua	**Chihuahua Estatal y municipal**	**Chihuahua**	998,777	**117**	**52**	**No**	DI	DI	DI	**0.086**	**0.080**	**No**	DI	**0.01**	DI	**3.8**	**2.0**	**Sí**	DI	DI	DI
	Ciudad Juárez Municipio	**Ciudad Juárez**	1,612,861	**134**	**51**	**No**	**60**	**20**	**No**	**0.105**	**0.092**	**No**	**0.014**	**0.01**	**Sí**	**5.6**	**3.6**	**Sí**	FO	FO	FO
	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez																				
Ciudad de México y zona conurbada	**Ciudad de México y zona conurbada**	**Ciudad de México y zona conurbada**	22,016,005	**109**	**58**	**No**	**48**	**24**	**No**	**0.171**	**0.128**	**No**	**0.063**	**0.02**	**Sí**	**4.4**	**2.7**	**Sí**	**0.118**	**0.032**	**No**
Colima	**Villa de Álvarez**	Villa de Álvarez	157,488	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Durango	**Durango**	**Durango**	719,261	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			SO_2			CO			NO_2		
				NOM-025-SSA1-2021			NOM-025-SSA1-2021			NOM-020-SSA1-2021			NOM-022-SSA1-2019			NOM-021-SSA1-2021			NOM-021-SSA1-2021		
				Límite 24 h (70 µg/m³) Percentil 99	Límite anual (36 µg/m³) Promedio anual	Cumple NOM	Límite 24 h (41 µg/m³) Percentil 99	Límite anual (10 µg/m³) Promedio anual	Cumple NOM	Límite 1 h (0.09 ppm) Máximo	Límite 8 h (0.065 ppm) Máximo	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm) Promedio Percentiles 99 (3 años)	Límite 24 h (0.04 ppm) Máximo (3 años)	Cumple NOM	Límite 1 h (26 ppm) Máximo	Límite 8 h (9 ppm) Máximo	Cumple NOM	Límite 1 h (0.106 ppm) Máximo	Límite anual (0.021 ppm) Promedio anual	Cumple NOM
		Gómez Palacio	389,322	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
		Lerdo	171,310	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Estado de México	**Estado de México**	**Zona Metropolitana del Valle de Toluca**	2,436,228	**146**	**73**	**No**	**63**	**36**	**No**	**0.123**	**0.103**	**No**	DI	**0.01**	DI	**3.3**	**1.9**	**Sí**	**0.096**	**0.021**	**Sí**
Guanajuato	**Guanajuato**	**Celaya**	545,669	**160**	**63**	**No**	**58**	**30**	**No**	**0.099**	**0.087**	**No**	**0.016**	**0.01**	**Sí**	**4.8**	**2.9**	**Sí**	**0.067**	**0.008**	**Sí**
		Irapuato	610,969	**112**	**54**	**No**	**39**	**16**	**No**	**0.092**	**0.074**	**No**	**0.040**	**0.02**	**Sí**	**5.3**	**3.0**	**Sí**	**0.030**	**0.005**	**Sí**
		León	1,824,825	**126**	**58**	**No**	**41**	**19**	**No**	**0.078**	**0.061**	**Sí**	**0.017**	**0.01**	**Sí**	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Salamanca	275,898	**112**	**58**	**No**	**43**	**22**	**No**	**0.093**	**0.073**	**No**	**0.310**	**0.12**	**No**	**5.7**	**2.6**	**Sí**	**0.061**	**0.007**	**Sí**
		Silao	215,251	**98**	**51**	**No**	¤	¤	¤	**0.097**	**0.086**	**No**	**0.010**	**0.01**	**Sí**	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Purísima del Rincón	87,405	**70**	**34**	**Sí**	¤	¤	¤	**0.070**	**0.064**	**Sí**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Luis de la Paz	134,705	¤	¤	¤	**28**	**14**	**No**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Guanajuato	203,398	¤	¤	¤	**35**	**14**	**No**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Miguel de Allende	178,034	¤	¤	¤	**29**	**14**	**No**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Abasolo	94,484	¤	¤	¤	**33**	**14**	**No**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Guerrero	**Acapulco**	Chilpancingo	293,941	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Hidalgo	**Hidalgo**	**Pachuca**	340,530	**78**	**34**	**No**	**30**	**13**	**No**	DI	DI	DI	DI	**0.01**	DI	**2.0**	DI	DI	DI	DI	DI
		Tula de Allende	119,107	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Atitalaquia	32,828	**112**	**50**	**No**	**37**	**20**	**No**	**0.101**	**0.080**	**No**	**0.162**	**0.04**	**No**	**4.5**	**1.9**	**Sí**	**0.072**	**0.016**	**Sí**
		Atotonilco de Tula	70,186	**187**	**82**	**No**	**96**	**29**	**No**	**0.080**	**0.069**	**No**	**0.123**	**0.02**	**No**	**2.3**	**1.4**	**Sí**	**0.069**	**0.013**	**Sí**
		Tepeji del Río	94,734	DI	DI	DI	**44**	**23**	**No**	**0.136**	**0.104**	**No**	**0.166**	DI	**No**	**2.8**	**1.6**	**Sí**	**0.154**	**0.025**	**No**
		Tlaxcoapan	28,646	**76**	**31**	**No**	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Tizayuca	189,002	**88**	**43**	**No**	**46**	**20**	**No**	**0.099**	**0.078**	**No**	**0.035**	**0.02**	**Sí**	**4.7**	**2.5**	**Sí**	**0.051**	**0.014**	**Sí**
		Tepeapulco	57,845	DI	DI	DI	DI	DI	DI	**0.073**	**0.054**	**Sí**	DI	**0.01**	DI	**3.6**	**2.2**	**Sí**	**0.043**	**0.006**	**Sí**

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			SO_2			CO			NO_2		
				NOM-025-SSA1-2021			NOM-025-SSA1-2021			NOM-020-SSA1-2021			NOM-022-SSA1-2019			NOM-021-SSA1-2021			NOM-021-SSA1-2021		
				Límite 24 h (70 µg/m³)	Límite anual (36 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (41 µg/m³)	Límite anual (10 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.09 ppm)	Límite 8 h (0.065 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (26 ppm)	Límite 8 h (9 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.106 ppm)	Límite anual (0.021 ppm)	Cumple NOM
				Percentil 99	Promedio anual		Percentil 99	Promedio anual		Máximo	Máximo		Promedio Percentiles 99 (3 años)	Máximo (3 años)		Máximo	Máximo		Máximo	Promedio anual	
		Lolotla	9,463	¤	¤	¤	41	12	No	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Huichapan	48,521	52	27	Sí	DI	DI	DI	0.075	0.069	No	0.013	0.01	Sí	3.6	3.4	Sí	0.050	0.006	Sí
		Tulancingo	174,341	78	37	No	32	14	No	0.087	0.078	No	0.012	0.01	Sí	4.3	2.2	Sí	0.053	0.006	Sí
		Zapotlán	22,737	59	28	Sí	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Mixquiahuala de Juárez	49,159	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Jalisco	**Jalisco**	**Zona Metropolitana de Guadalajara**	5,368,427	206	74	No	90	38	No	0.159	0.118	No	DI	DI	DI	9.8	6.9	Sí	FO	FO	FO
Michoacán	**Morelia**	**Morelia**	895,896	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Morelos	**Morelos**	Cuautla	191,642	95	44	No	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Ocuituco	19,764	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.01	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Cuernavaca	388,815	78	38	No	37	18	No	DI	DI	DI	DI	0.00	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Zacatepec	36,243	¤	¤	¤	FO	FO	FO	DI	DI	DI	DI	0.00	DI	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Nayarit	**Nayarit**	**Tepic**	444,340	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Nuevo León	**Nuevo León**	**Área Metropolitana de Monterrey**	5,737,397	172	74	No	83	29	No	0.171	0.118	No	0.110	0.03	No	14.0	8	Sí	0.158	0.024	No
Oaxaca	**Oaxaca**	**Oaxaca de Juárez**	280,628	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Puebla	**Puebla**	**Puebla**	1,787,582	96	49	No	33	16	No	0.121	0.093	No	0.008	0.01	Sí	3.9	2.6	Sí	0.079	0.019	Sí
		Coronango	50,623	108	51	No	72	30	No	0.102	0.080	No	DI	DI	DI	4.6	4.2	Sí	0.077	0.014	Sí
		Atlixco	145,629	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	INV	INV	INV	DI	DI	DI
		San Martín Texmelucan	159,486	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Tehuacán	335,298	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Querétaro	**Querétaro**	**Zona Metropolitana de Querétaro**	1,688,435	102	44	No	36	16	No	0.103	0.102	No	0.054	0.02	Sí	6.2	2.9	Sí	0.074	0.015	Sí
		San Juan del Río	312,852	¤	¤	¤	35	14	No	0.076	0.063	Sí	0.042	0.01	Sí	3.0	1.1	Sí	0.055	0.008	Sí

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			SO_2			CO			NO_2		
				NOM-025-SSA1-2021			NOM-025-SSA1-2021			NOM-020-SSA1-2021			NOM-022-SSA1-2019			NOM-021-SSA1-2021			NOM-021-SSA1-2021		
				Límite 24 h (70 µg/m³)	Límite anual (36 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 24 h (41 µg/m³)	Límite anual (10 µg/m³)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.09 ppm)	Límite 8 h (0.065 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm)	Límite 24 h (0.04 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (26 ppm)	Límite 8 h (9 ppm)	Cumple NOM	Límite 1 h (0.106 ppm)	Límite anual (0.021 ppm)	Cumple NOM
				Percentil 99	Promedio anual		Percentil 99	Promedio anual		Máximo	Máximo		Promedio Percentiles 99 (3 años)	Máximo (3 años)		Máximo	Máximo		Máximo	Promedio anual	
San Luis Potosí	**San Luis Potosí**	**Zona Metropolitana de San Luis Potosí**	1,315,372	**95**	**45**	**No**	**54**	**18**	**No**	**0.112**	**0.084**	**No**	DI	**0.010**	DI	**3.3**	**2.1**	**Sí**	**0.072**	**0.013**	**Sí**
		Zona Conurbada de Rioverde	151,063	DI	DI	DI	¤	¤	¤	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Sinaloa	**Sinaloa**	Ahome	481,556	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Culiacán	1,063,178	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Guasave	294,780	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Mazatlán	517,223	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Sonora	**Sonora**	Hermosillo	998,261	**81**	**35**	**No**	DI	DI	DI	**0.095**	**0.075**	**No**	DI	DI	DI	DI	DI	DI	FO	FO	FO
		Nogales	283,132	**167**	**55**	**No**	**37**	**11**	**No**	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		San Luis Río Colorado	208,822	¤	¤	¤	¤	¤	¤	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Tabasco	**Tabasco**	Centro	696,418	FO	FO	FO	¤	¤	¤	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Balancán	58,994	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Centla	108,289	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Huimanguillo	196,120	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Comalcalco	222,511	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Macuspana	160,061	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Paraíso	99,331	FO	FO	FO	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Cunduacán	139,164	DI	DI	DI	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Tamaulipas	**Tamaulipas**	Altamira	286,288	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Ciudad Madero	209,740	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		El Mante	110,362	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Matamoros	570,302	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Nuevo Laredo	448,793	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Reynosa	754,997	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población	PM_{10}			$PM_{2.5}$			O_3			SO_2			CO			NO_2		
				NOM-025-SSA1-2021			NOM-025-SSA1-2021			NOM-020-SSA1-2021			NOM-022-SSA1-2019			NOM-021-SSA1-2021			NOM-021-SSA1-2021		
				Límite 24 h (70 µg/m³) Percentil 99	Límite anual (36 µg/m³) Promedio anual	Cumple NOM	Límite 24 h (41 µg/m³) Percentil 99	Límite anual (10 µg/m³) Promedio anual	Cumple NOM	Límite 1 h (0.09 ppm) Máximo	Límite 8 h (0.065 ppm) Máximo	Cumple NOM	Límite 1 h (0.075 ppm) Promedio Percentiles 99 (3 años)	Límite 24 h (0.04 ppm) Máximo (3 años)	Cumple NOM	Límite 1 h (26 ppm) Máximo	Límite 8 h (9 ppm) Máximo	Cumple NOM	Límite 1 h (0.106 ppm) Máximo	Límite anual (0.021 ppm) Promedio anual	Cumple NOM
		Tampico	303,195	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
		Victoria	362,433	IND	IND	IND	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Tlaxcala	**Tlaxcala**	Tlaxcala	104,342	DI	DI	DI	DI	DI	DI	INV	INV	INV	DI	DI	DI	INV	INV	INV	INV	INV	INV
		Apizaco	83,077	DI	DI	DI	DI	DI	DI	**0.127**	**0.091**	**No**	INV	INV	INV	INV	INV	INV	**0.043**	**0.010**	**Sí**
Veracruz	**Veracruz**	Minatitlán	140,501	FO	FO	FO	DI	DI	DI	FO	FO	FO	DI	DI	DI	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Xalapa	497,939	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Poza Rica	189,847	DI	DI	DI	DI	DI	DI	FO	FO	FO	DI	DI	DI	DI	DI	DI	INV	INV	INV
		Veracruz	620,944	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	**1.6**	**1.1**	**Sí**	**0.040**	**0.009**	**SÍ**
		Coatzacoalcos	311,890	DI	DI	DI	DI	DI	DI	**0.106**	**0.050**	**No**	DI	DI	DI	FO	FO	FO	**0.039**	**0.006**	**SÍ**
		San Andrés Tuxtla	162,912	**65**	**29**	**Sí**	**47**	**17**	**No**	**0.069**	**0.047**	**Sí**	DI	DI	DI	**1.6**	**1.2**	**Sí**	**0.028**	**0.006**	**SÍ**
		Tuxpan	151,280	DI	DI	DI	DI	DI	DI	**0.066**	**0.043**	**Sí**	DI	DI	DI	DI	DI	DI	**0.029**	**0.006**	**SÍ**
Yucatán	**Yucatán**	Mérida	1,058,017	¤	¤	¤	FO	FO	FO	DI	DI	DI	DI	**0.00**	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Zacatecas	**Zacatecas**	Zacatecas	154,123	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO

DI = Datos insuficientes.
FO = Fuera de operación.
IND= Información no disponible.
INV = Datos invalidados.
¤ = No se cuenta con equipo de monitoreo de 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.
- De acuerdo con lo establecido en cada Norma, un sitio cumple con la misma sólo si acata los dos valores límite normados en cada caso.

VI. Siglas y Acrónimos

AMM	Área Metropolitana de Monterrey
CFR	Code of Federal Regulations
CIMAV	Centro de Investigación en Materiales Avanzados
ADEQ	Arizona Department of Environmental Quality
CO	Monóxido de carbono
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DI	Datos insuficientes
DOF	Diario Oficial de la Federación
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 diámetro aerodinámico menor de 10 µm
$PM_{2.5}$	Partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor de 2.5 µm
ppm	Partes por millón
SINAICA	Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
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
ZMG	Zona Metropolitana de Guadalajara
ZMSLP	Zona Metropolitana de San Luis Potosí
ZC de Rioverde	Zona Conurbada de Rioverde
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle de Toluca
µg/m³	Microgramos por metro cúbico

VII. Participación

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 2023.

- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Baja California.
- 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 Ciudad Juárez.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.
- Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.
- Secretaría de 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 del Gobierno del Estado de Guerrero.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nayarit.
- Secretaría de 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.
- Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora.
- Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- 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.

VIII. 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. https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-50

- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2026. Reconstrucción demográfica y proyecciones de población desglosadas por municipio, sexo y grupos de edad en intervalos de cinco años, hasta la categoría de 85 años y más, desde 1990 a 2040. Base de datos. https://www.datos.gob.mx/dataset/proyecciones-de-poblacion/resource/3c3092be-583e-4490-8c23-67ef9a64b198

- DOF - Diario Oficial de la Federación, 2019a. 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 del 20 de noviembre de 2019. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019

- DOF - Diario Oficial de la Federación-, 2019b. NORMA Oficial Mexicana 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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto de 2019. México: Secretaría de Salud. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5568395&fecha=20/08/2019#gsc.tab=0

- DOF - Diario Oficial de la Federación-, 2021a. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 2021. México: Secretaría de Salud. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633855&fecha=27/10/2021#gsc.tab=0

- DOF - Diario Oficial de la Federación-, 2021b. NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 2021. México. Secretaría de Salud. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633956&fecha=28/10/2021#gsc.tab=0

- DOF - Diario Oficial de la Federación-, 2021c. NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 2021. México. Secretaría de Salud. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633854&fecha=27/10/2021#gsc.tab=0

- DOF - Diario Oficial de la Federación-, 2021d. NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación el 29 de octubre de 2021. México. Secretaría de Salud. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5634084&fecha=29/10/2021#gsc.tab=0

- SEDATU, CONAPO e INEGI. 2024. Métropolis de México 2020. https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/MM2020_06022024.pdf

- 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). https://www3.epa.gov/ttn/naaqs/aqmguide/collection/cp2_old/19981201_oaqps_epa-454_r-99-017.pdf



Gobierno de México

Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO