REPORTE DE LA METEOROLOGÍA Y CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY

DICIEMBRE 2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 2

GENERALIDADES 3

1. Análisis de los parámetros meteorológicos 7

1.1. Temperatura para la Zona Metropolitana de Monterrey 8

1.2. Humedad Relativa para la Zona Metropolitana de Monterrey 10

1.3. Precipitación para la Zona Metropolitana de Monterrey 12

1.4. Presión atmosférica para la Zona Metropolitana de Monterrey 14

1.5. Radiación Solar para la Zona Metropolitana de Monterrey 16

1.6. Velocidad y Dirección del viento para la Zona Metropolitana de Monterrey . 18

1.7. Resumen del análisis de los parámetros meteorológicos para la Zona Metropolitana de Monterrey 20

2. Análisis de los Indicadores de la Calidad del Aire 21

2.1. Concentración del Material Particulado menor a 10 micras (PM_{10}) para la Zona Metropolitana de Monterrey 22

2.2. Concentración de Material Particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) en la Zona Metropolitana de Monterrey 24

2.3. Concentración de Ozono (O_3) en la Zona Metropolitana de Monterrey 26

2.4. Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en la Zona Metropolitana de Monterrey 28

2.5. Concentración Dióxido de Azufre (SO_2) en la Zona Metropolitana de Monterrey 30

2.6. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en la Zona Metropolitana de Monterrey 32

2.7. Resumen de los Indicadores de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Monterrey 34

3. Análisis Global de los Días sobre la Norma para la Zona Metropolitana de Monterrey para Noviembre 2019 35

4. Resumen 38

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) ha generado un constante interés en la ciudadanía, por lo cual, la Secretaria de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León a través del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) se encarga de brindar la información obtenida del Sistema de Monitoreo Atmosférico, mediante el monitoreo de parámetros meteorológicos y los contaminantes criterio.

Esta información puede brindar diversos indicadores para conocer las tendencias del comportamiento de los parámetros y crear acciones de prevención, control y mitigación de la contaminación atmosférica.

En este reporte, se presentan la descripción temporal y espacial, así como la estadística de los parámetros meteorológicos y contaminantes criterio que se monitorean en la ZMM a lo largo de mes de Diciembre en las diferentes estaciones. Por último, se presenta un resumen de los días que sobrepasan los límites máximos permisibles por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y los valores máximos del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) para los contaminante criterio a los que se encuentra expuesto la población.

La información que se obtiene de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire y que son presentadas en este reporte, pueden ser utilizados para estudios multidisciplinarios de investigadores, estudiantes de cualquier nivel de estudio y la ciudadanía en general.

GENERALIDADES

La zona metropolitana de Monterrey, comprende 12 municipios del Estado de Nuevo León, con una extensión territorial aproximada de 6370 km^2, es la 3° zona más poblada en el país con 4 689 601 habitantes y ocupa el 2° puesto en generación económica, de la cual los sectores de manufactura y los servicios aportan la principal derrama económica.

Ante un panorama de constante crecimiento en la ZMM, el monitoreo de los contaminantes atmosféricos, ha sido parte fundamental para establecer las posibles afectaciones que pueden surgir en la población. Para esto, se ha establecido el Sistema de Monitoreo Atmosférico, el cual tiene como objetivo medir las concentraciones de diversos contaminantes atmosféricos y vigilar el nivel de exposición de la ciudadanía, emitiendo advertencias cuando se presenten episodios de intensa contaminación atmosférica.

En la **Figura 1** se presenta la distribución espacial de las estaciones que conforman la red del SIMA. Hasta el momento se encuentran operando 13 estaciones de monitoreo atmosférico, las cuales operan de oriente a poniente de la ZMM.

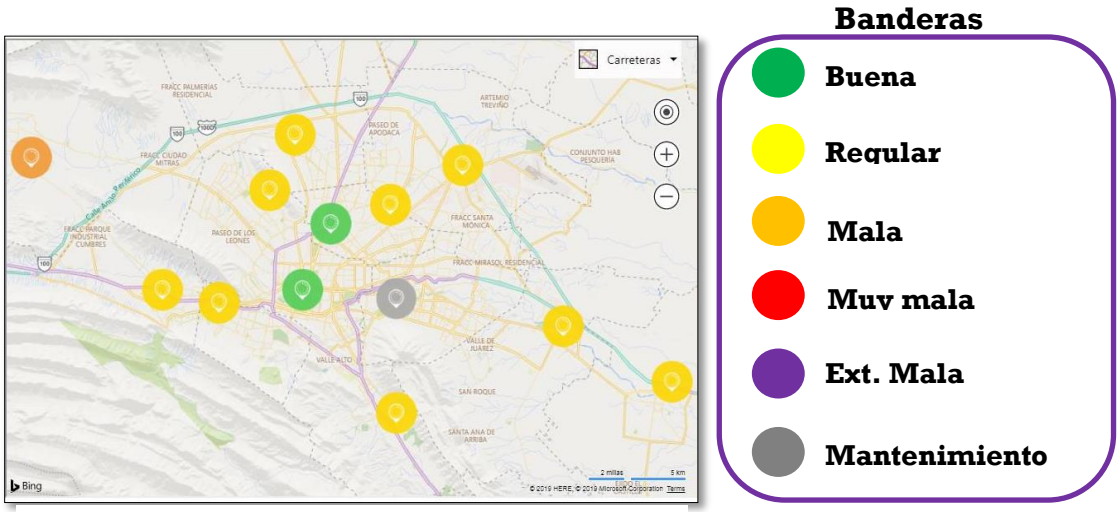


Figura 1. Mapa de las estaciones de monitoreo de la red de monitoreo SIMA

En la **Tabla 1** se muestran la ubicación y municipio de las estaciones fijas de la red de monitoreo del SIMA, a su vez se presenta la sigla con la cual se identificaran las estaciones en el presente reporte.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones fijas de monitoreo del SIMA

Sigla	Estación	Ubicación	Municipio
SE	Sureste	Parque Zoológico La Pastora	Guadalupe
NE	Noreste	Col. Unidad Laboral	San Nicolás de los Garza
CE	Centro	Col. Obispado	Monterrey
NO	Noroeste	Col. San Bernabé	Monterrey
SO	Suroeste	Zona Centro	Santa Catarina
N	Norte	Fraccionamiento Santa Luz	General Escobedo
NO2	Noroeste 2	Col. Sierra Real	García
NE2	Noreste 2	Col. Centro	Apodaca
SE2	Sureste 2	DIF Juárez Col. Centro	Juárez
SO2	Suroeste 2	Gimnasio CDI Col. Los Sauces	San Pedro Garza García
SE3	Sureste 3	Col. Jerónimo Treviño 2° Sector	Cadereyta
SUR	Sur	Centro Comercial Pueblo Serena	Monterrey
N2	Norte 2	Unidad de Posgrado CEDEEM UANL	San Nicolás de los Garza

Para llevar a cabo la medición de los parámetros meteorológicos y de los contaminante criterio, en la **Tabla 2** y **3** se realiza un breve resumen de los

equipos de medición y métodos empleados para la adquisición de los datos en cada una de las estaciones que conforman la red de monitoreo del SIMA.

Tabla 2. Parámetros meteorológicos y equipos de medición empleados en las estaciones de monitoreo del SIMA

Parámetros	Equipo de medición
Velocidad del viento	Anemómetro convencional
Dirección del viento	Veleta convencional
Temperatura ambiente	Termistor de estado sólido
Humedad relativa	Sensor de tipo capacitor
Radiación solar ultravioleta	Piranómetro
Presión atmosférica	Sensor de Presión Barométrica
Precipitación pluvial	Pluviómetro

Tabla 3. Contaminantes criterio y métodos de medición de los equipos de monitoreo del SIMA

Parámetros	Métodos de medición
Monóxido de carbono (CO)	Fotometría infrarroja de filtro de correlación de gas
Ozono (O_3)	Espectrofotometría UV
Bióxido de nitrógeno (NO_2)	Quimioluminiscencia en fase gaseosa
Bióxido de azufre (SO_2)	Fluorescencia pulsante UV
Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})	Atenuación de rayos Beta
Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	Atenuación de rayos Beta y Dispersión de luz blanca

Los datos obtenidos en los equipos de la red de monitoreo del SIMA son extraídos de cada una de las estaciones para llevar a cabo un proceso automático de validación, esto permite que se coteje con los requerimientos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas y se tenga una base de datos en tiempo real que sirve para la formación de los indicadores que posteriormente se difunden en plataformas digítales y organismos nacionales e internacionales. En la **Figura 2** se describe el proceso de validación de datos que se realiza en el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental.

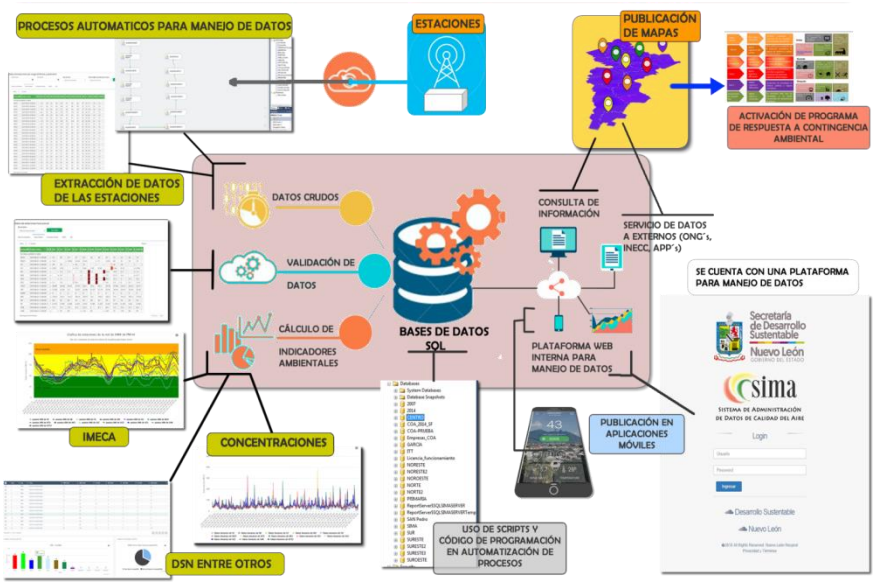
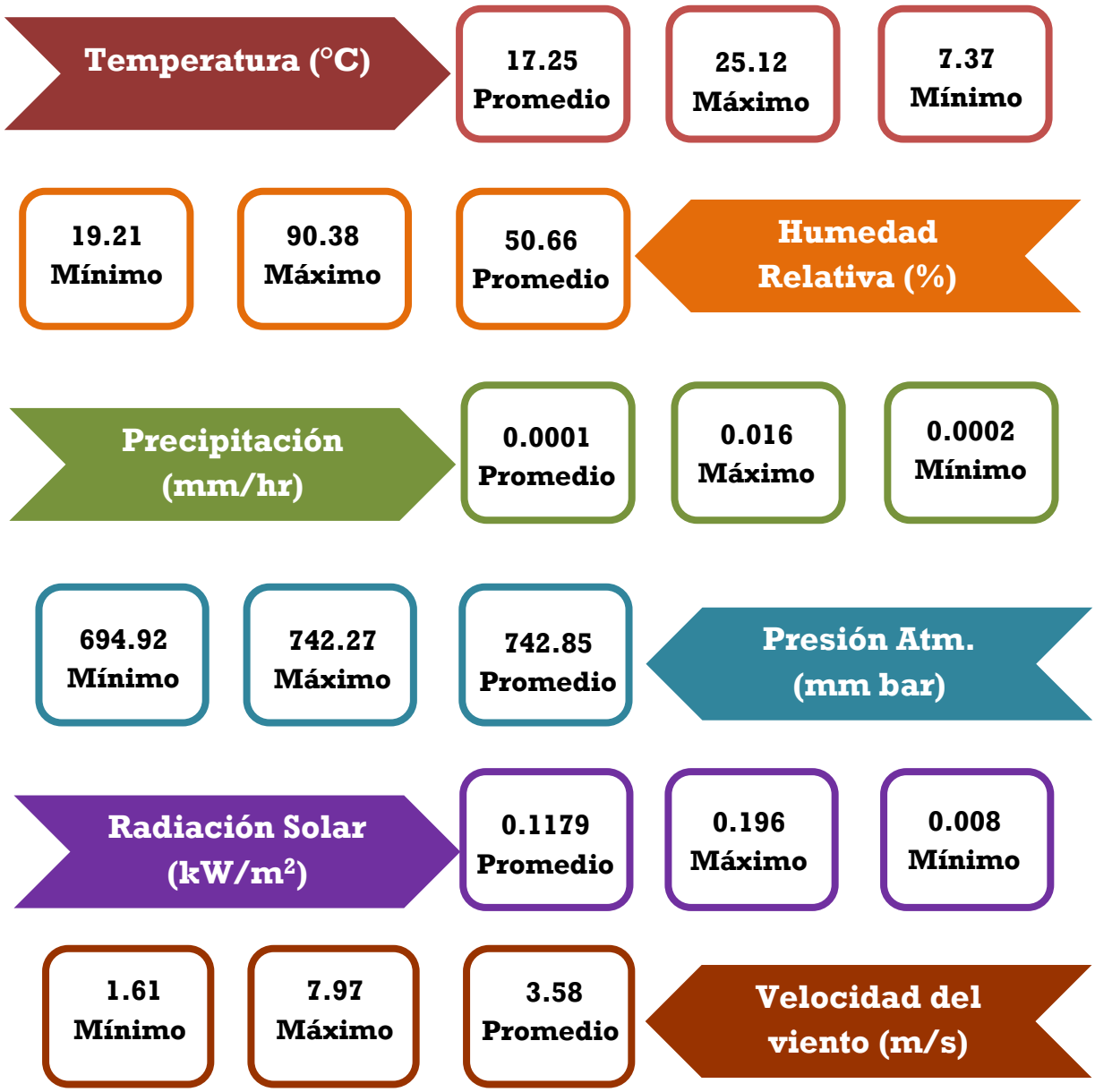


Figura 2. Proceso de validación de datos para la red de monitoreo del SIMA

1. Análisis de los parámetros meteorológicos

A continuación se presenta un breve resumen de las condiciones meteorológicas que prevalecieron en el mes de noviembre del 2019. La infografía muestra el promedio global de los datos obtenidos de la red de monitoreo de la calidad del aire SIMA y así como los valores mínimos y máximos obtenidos en las estaciones de monitoreo.



Secretaría de Desarrollo Sustentable
Washington #2000 Ote. Torre Administrativa Piso 27
Col. Obrera, Monterrey, N.L. C.P. 64010.
Tel. 20332100 Web. www.aire.nl.gob.mx

1.1. Temperatura para la Zona Metropolitana de Monterrey

El análisis para el parámetro meteorológico de la **Temperatura** ambiente es presentado en la **Figura 3** en el cual se detalla los valores promedios diarios del mes de Diciembre, obtenidos de la red de monitoreo del SIMA.

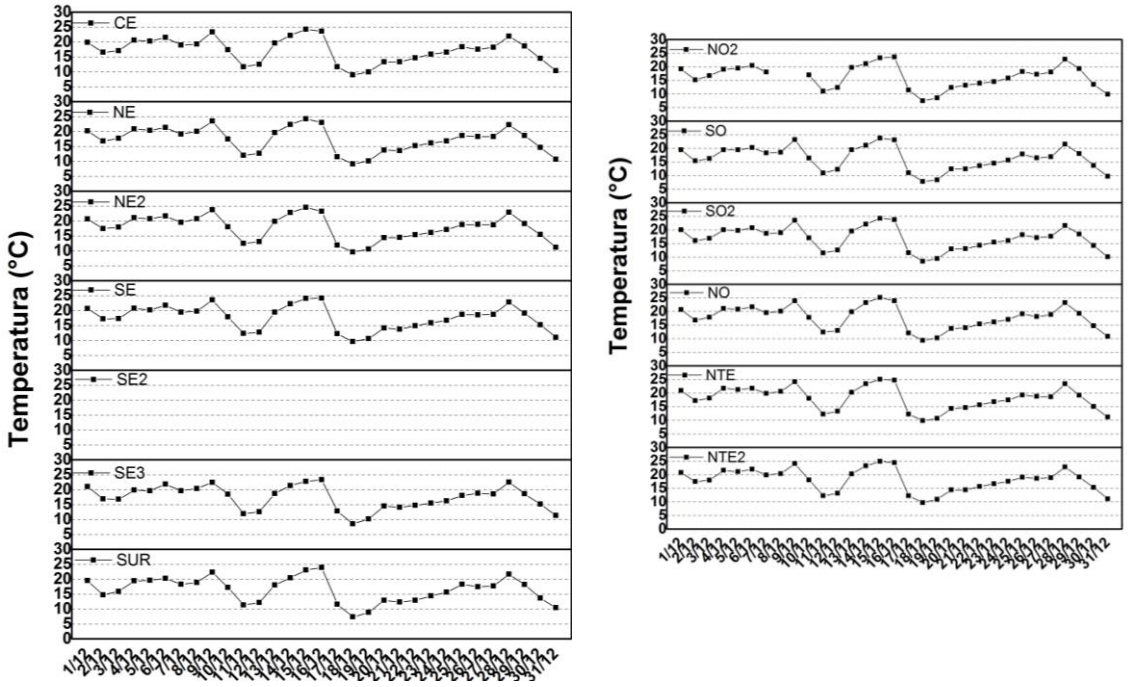


Figura 3. Temperatura promedio diaria de las estaciones para diciembre 2019.

En la gráfica se observa al menos 3 eventos de disminución en la temperatura en la ZMM la primera ocurre el 11 de diciembre, el segundo es el día 18 de diciembre y el ultimo el 31 de diciembre.

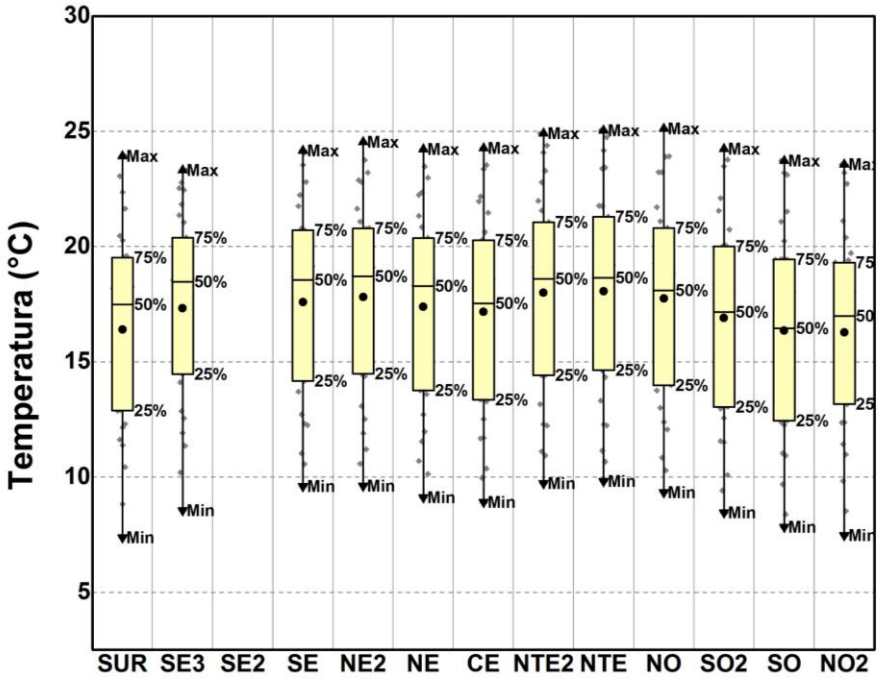


Figura 4. Análisis estadístico para los valores de temperatura de las estaciones en el mes de diciembre 2019.

El análisis estadístico muestra que la estación SUR presentó el valor más bajo con 7.37°C, en el caso del valor máximo se presenta en la estación NO con 25.12 °C. El rango de temperaturas, en donde se tienen del 25 al 75% de los datos es entre los 14 y 20°C. El promedio global de la temperatura oscila en los 17.25°C.

1.2. Humedad Relativa para la Zona Metropolitana de Monterrey

La tendencia temporal de la **Humedad Relativa** se presenta en la **Figura 5** para cada uno de los días del mes de diciembre.

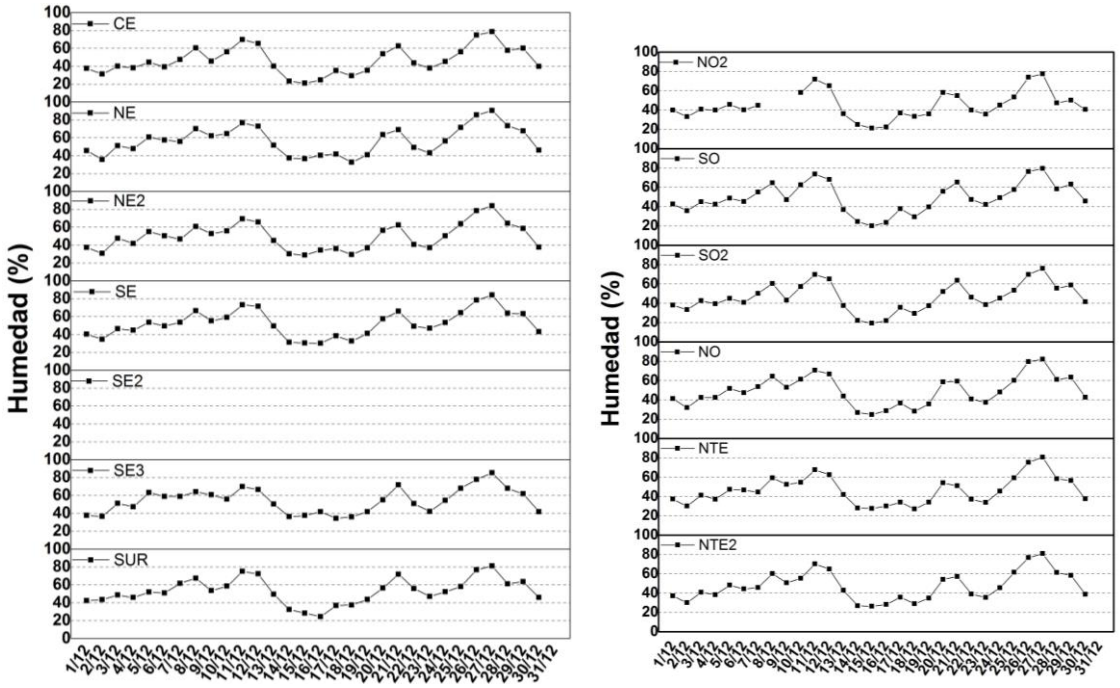


Figura 5. Promedio Diario de Humedad Relativa de las estaciones para diciembre 2019

El parámetro de humedad relativa que se presenta en el mes de diciembre indica al menos 3 periodos en los cuales se presentan valores por debajo del 60%.

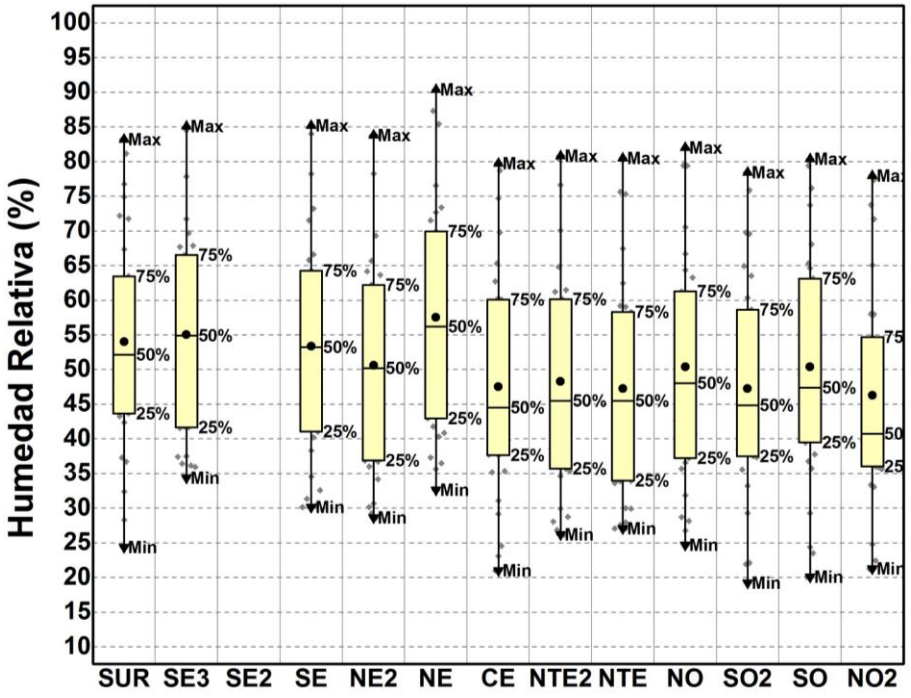


Figura 6. Estadística de la Humedad Relativa de las estaciones para diciembre 2019

El análisis estadístico, presentado en la **Figura 6**, muestra que el porcentaje máximo de humedad relativa se midió en la estación NE con un valor de 90.38% y el mínimo se registró en la estación SO2 con un porcentaje de 19.21%. De manera global, el promedio de humedad relativa para la Zona Metropolitana de Monterrey fue de 50.66%.

1.3. Precipitación para la Zona Metropolitana de Monterrey

Para el parámetro de la **Precipitación** acumulada en la ZMM se puede observar en la **Figura 7** los promedios diarios para el mes de diciembre 2019.

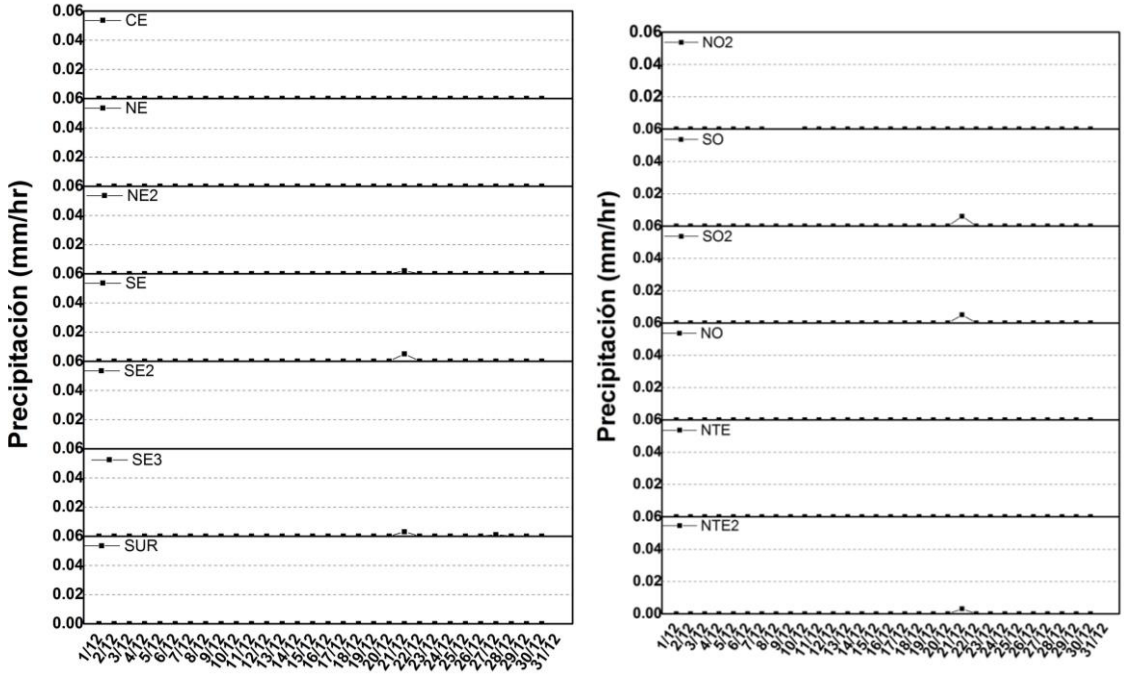


Figura 7. Promedio diario de la precipitación acumulada de las estaciones para diciembre 2019

En la gráfica se muestra 1 evento de precipitación, el cual ocurrió en todas las estaciones del SIMA. Este evento se presentó el día 21 de diciembre y fue menor a 0.01 mm/hr.

En la **Figura 8** se muestra el análisis estadístico para el periodo diciembre 2019 con los valores máximos y mínimos de la precipitación en todas las estaciones del SIMA. El valor máximo se midió en la estación SE3 y fue de 0.0196 mm/hr, para el valor mínimo, se reportó en las estaciones SO y SO2 con una medición de 0.001 mm/hr.

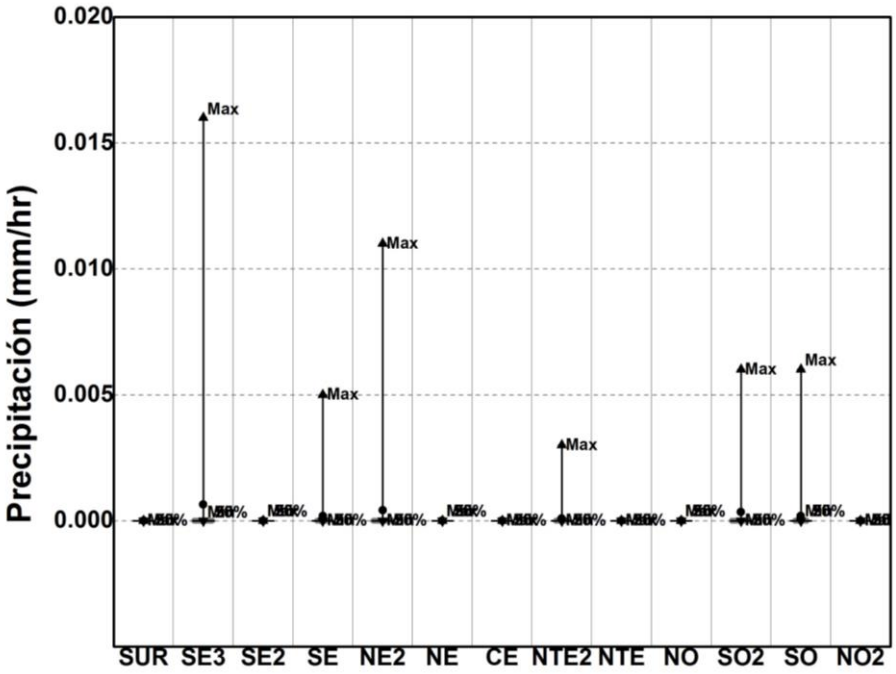


Figura 8. Estadística de la Precipitación de las estaciones para diciembre 2019

Para el mes de noviembre se tiene un promedio de precipitación acumulada en la ZMM de 0.0002 mm/hr.

1.4. Presión atmosférica para la Zona Metropolitana de Monterrey

Las mediciones de la **Presión Atmosférica** son presentadas en la **Figura 9**, en donde se aprecian las concentraciones promedio diarias para cada una de las estaciones del SIMA en la ZMM en el mes de noviembre del 2019.

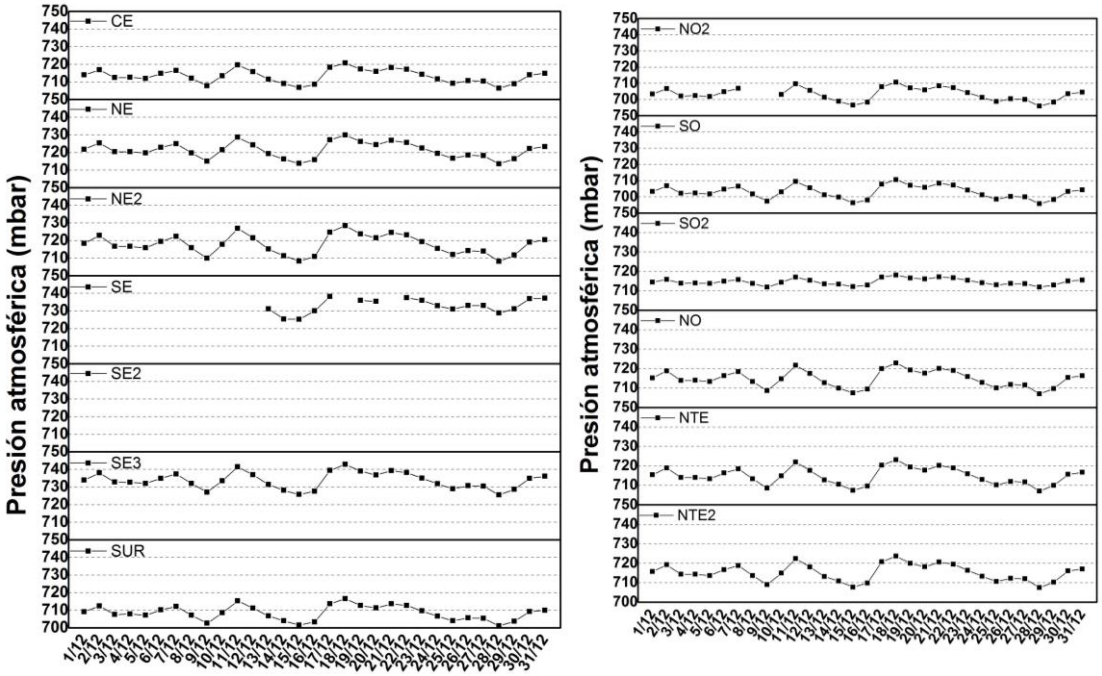


Figura 9. Promedio diario de la Presión Atmosférica de las estaciones para diciembre 2019

El análisis temporal de la presión atmosférica muestra al menos 3 caídas de la presión a lo largo de la zona metropolitana de Monterrey. La primera se observa el día 9 de diciembre, la segunda se presenta a partir del día 15 de diciembre y la tercera el día 29 de diciembre.

En la **Figura 10** se presenta el análisis estadístico realizado para el parámetro de la Presión atmosférica en el mes de noviembre del 2019. Se presentan los máximos y mínimos registrados diariamente en todas las estaciones de monitoreo del SIMA.

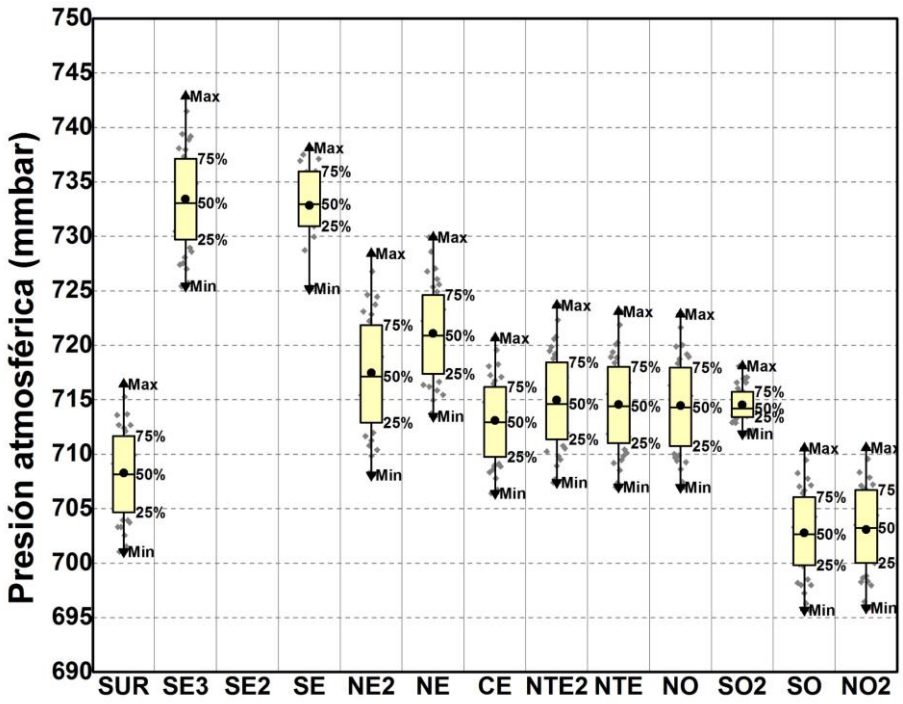


Figura 10. Estadística de la Presión atmosférica de las estaciones para diciembre 2019

Se puede observar que la estación con el valor máximo es SE3 la cual presenta un valor de 742.27 mmbar, en el caso del valor mínimo se presentó en la estación SO presento una medición de 694.92 mmbar. El valor promedio de la presión atmosférica para toda la ZMM fue de 742.85 mbar. Otro dato importante es que las presiones atmosféricas más altas se registran en las estaciones ubicadas en la zona oriente de la ZMM y las más bajas en las estaciones que se encuentran en la zona poniente.

1.5. Radiación Solar para la Zona Metropolitana de Monterrey

Los promedios diarios para la **Radiación Solar** son presentados en la **Figura 11**. Los datos son presentados por cada una de las estaciones de monitoreo de Sur hasta el noroeste de la ZMM.

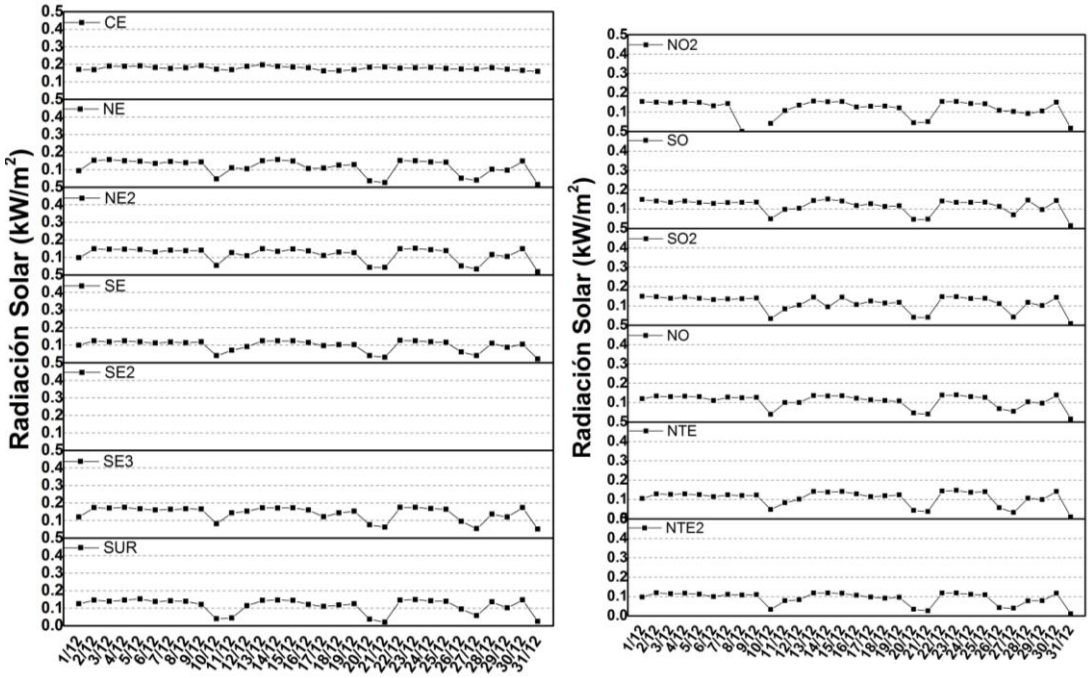


Figura 11. Promedio diario de la radiación solar de las estaciones para diciembre 2019

El parámetro de radiación solar indica 4 eventos principales en los cuales se disminuye su valor. En el primer caso se observa que el día 10 de diciembre se presentó la primera disminución de la radiación solar. El segundo caso se presentó el día 21 de diciembre registrando valores menores a 0.1kW/m^2. El tercer caso se presentó el día 27 de diciembre y por último se observa una disminución de la radiación solar el día 31 de diciembre.

En la **Figura 12** se presenta el análisis estadístico de la radiación solar para el mes de noviembre en todas la estaciones de monitoreo de SIMA. Se muestran los valores máximos y mínimos y los valores promedio que se midieron.

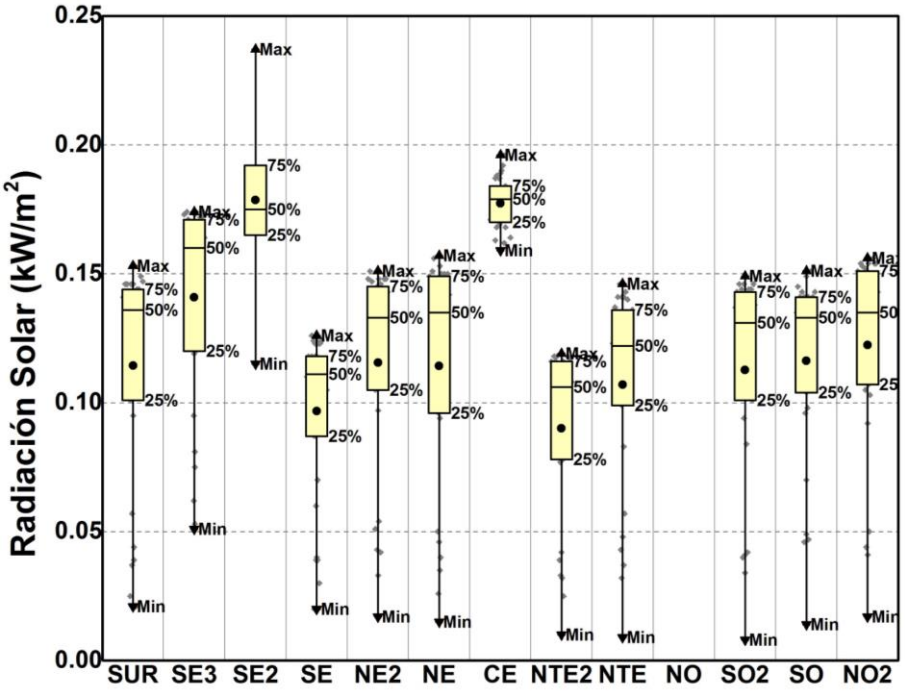


Figura 12. Estadística de la Radiación Solar de las estaciones para noviembre 2019

La estación SE2 presento el valor máximo de radiación solar con 0.196 kW/m^2 y para el valor mínimo se obtuvo en la estación NTE con un valor de 0.008 kW/m^2. El valor promedio para todas las estaciones fue de 0.117 kW/m^2.

1.6. Velocidad y Dirección del viento para la Zona Metropolitana de Monterrey

En esta sección se describe el comportamiento de la dirección y velocidad de los vientos. En el caso de la velocidad del viento, se tiene como referencia la escala de Beafurt, la cual, establece rangos de intensidad de los vientos, etiquetando cada uno de estos rangos, en la **Tabla 4** se describe la escala antes mencionada.

Tabla 4. Escala de Bearfut para la descripción de velocidad del viento.

Escala de Beafurt	Rango de velocidad del viento (m/s)	Indicador
Calma	**0.0-0.3**	
Ventolina	**0.3-1.6**	
Brisa muy débil o débil	**1.6-5.5**	
Brisa Moderada o fresca	**5.5-10.8**	
Viento fresco o fuerte	**10.8-17.2**	
Viento duro o muy duro	**17.2-24.5**	
Temporal, borrasca o huracán	**Mayor a 24.5**	

Con respecto a la dirección del viento, se emplea la rosa de vientos, en la cual se observa la distribución de los grados azimutales de todas las mediciones que se realizaron en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire. Estas mediciones abarcan el mes de noviembre y se muestran en los incisos a) hasta el i) de la **Figura 13.** No se presentan los datos de las estaciones SE, NE, NE2, NTE2 Y SO debido a fallas en los equipos de medición.

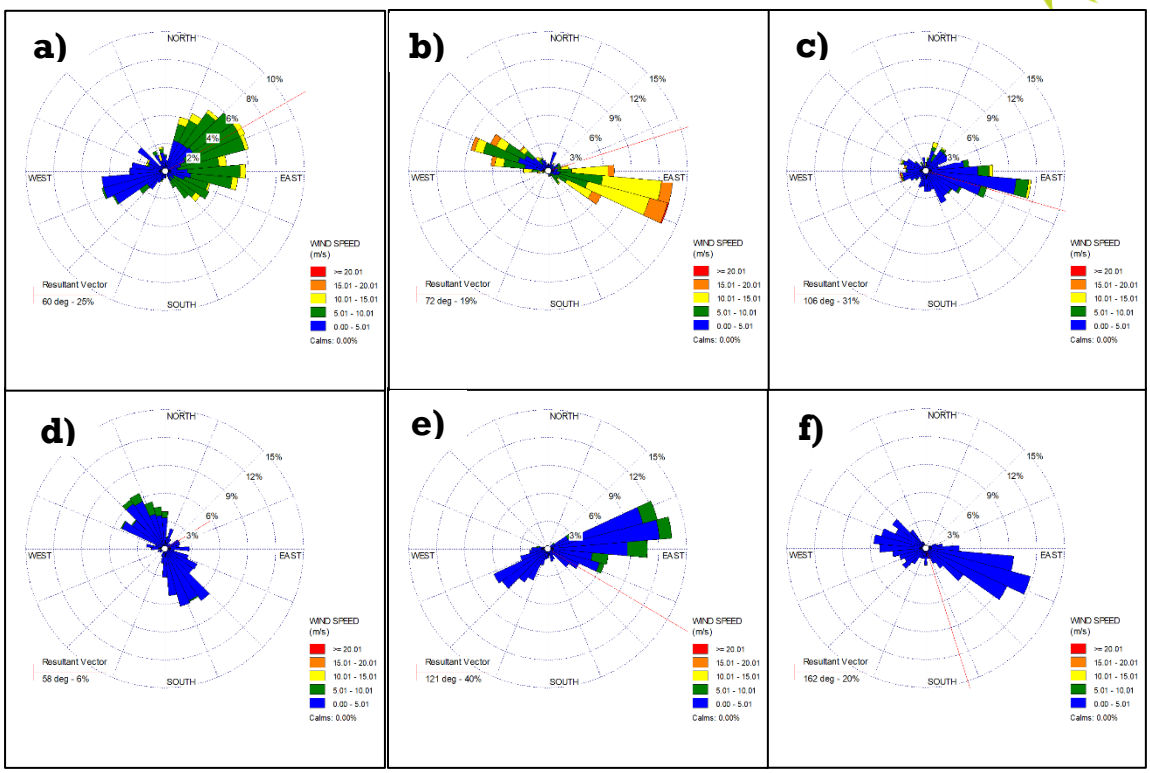


Figura 13. Rosa de vientos de: a) CE, b) NO2, c) NTE, d) SE3, e) SO2, f)SUR para el mes de noviembre del 2019

En la **Figura 13** se puede observar la rosa de vientos para cada una de las estaciones que conforman la red de monitoreo de calidad del aire. Se observa que las estaciones tuvieron una influencia de vientos del noroeste, noreste, este y sureste.

Para el mes de diciembre se observan vientos de moderados a fuertes principalmente a excepción de la estación sureste3 y sur con vientos débiles. El promedio de la velocidad del viento para noviembre fue de 3.58 m/s o viento moderado.

1.7. Resumen del análisis de los parámetros meteorológicos para la Zona Metropolitana de Monterrey

De acuerdo los parámetros meteorológicos presentados para el mes de noviembre, se presentaron al menos 5 eventos climatológicos. Lo que trajo bajos valores de temperatura, presión atmosférica y radiación solar, a su vez se tuvo un alto porcentaje de humedad relativa.

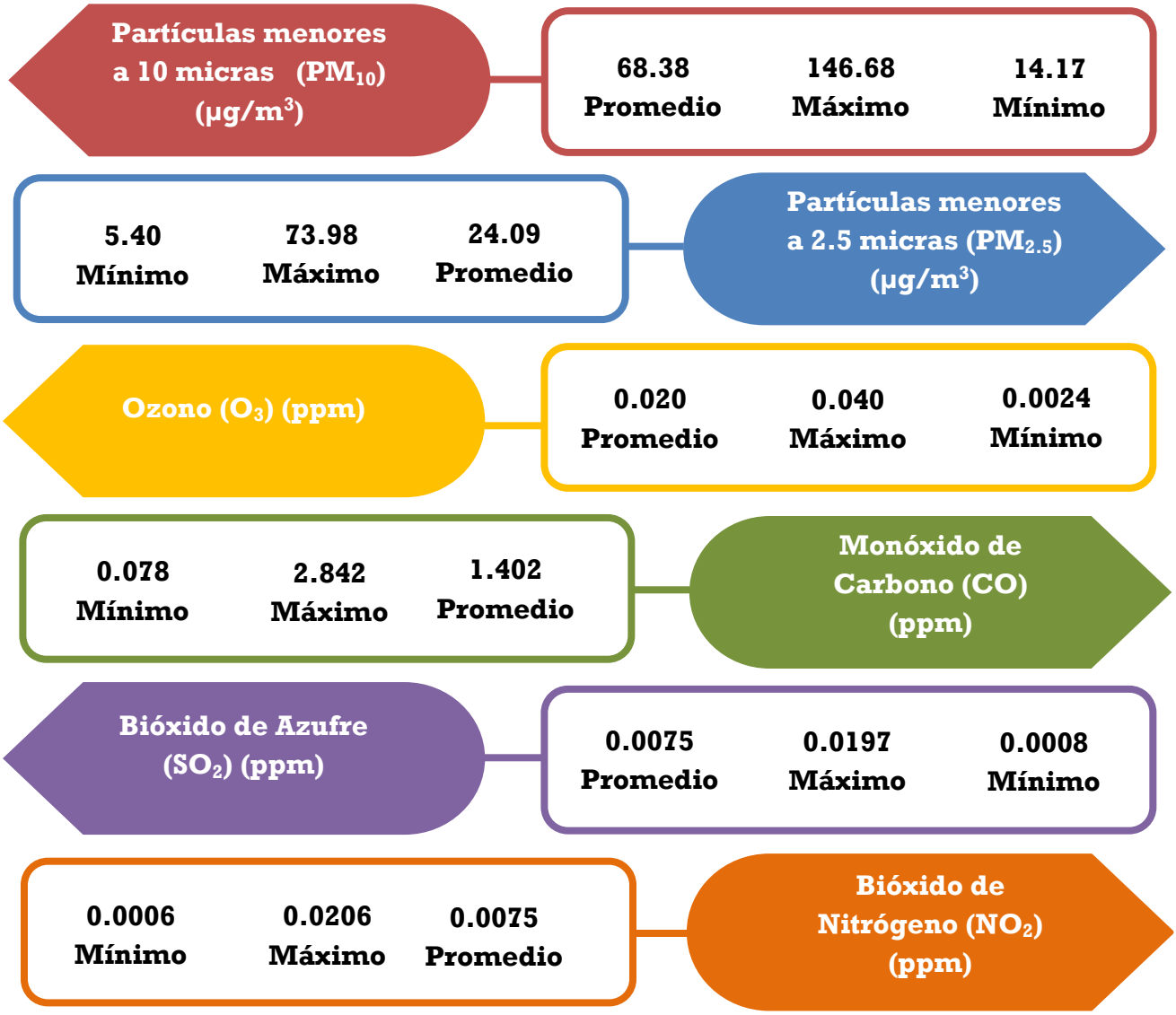
Entre los días 12, 17, 25 y 31 presentaron las condiciones atípicas para el mes de noviembre, las cuales representan las condiciones iniciales de la entrada de frentes fríos a la zona metropolitana de Monterrey.

Los frentes fríos afectaron las condiciones típicas de la meteorología hasta 2 días antes de su entrada a la región, teniendo como principales efectos, condiciones de baja presión antes de la entrada del frente frío, periodos de incrementos en las velocidades del viento principalmente de dirección oriente a poniente y durante el evento climatológico, bajas temperaturas, alta nubosidad lo cual disminuyo el valor de radiación solar y en algunos casos, se tuvieron condiciones de precipitación en algunos sectores de la ciudad.

Los parámetros meteorológicos afectaron de manera considerable el comportamiento de los contaminantes a nivel local.

2. Análisis de los Indicadores de la Calidad del Aire

Los datos o indicadores obtenidos de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, son procesados y validados mediante el sistema de validación del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental. Después de su validación, la información se analiza estadísticamente y se determina si se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas. A continuación se presenta un breve resumen de la estadística para los indicadores de la calidad del aire.



2.1. Concentración del Material Particulado menor a 10 micras (PM_{10}) para la Zona Metropolitana de Monterrey

En la **Figura 14** se muestran las concentraciones promedio diarias del material particulado menor a 10 micras para todas las estaciones de monitoreo del SIMA. Los puntos en color rojo indican una concentración por encima del valor límite establecido por la NOM-025-SSA1-2014 para 24 horas o un período diario (75 µg/m^3) correspondiente a los días del mes de noviembre del 2019.

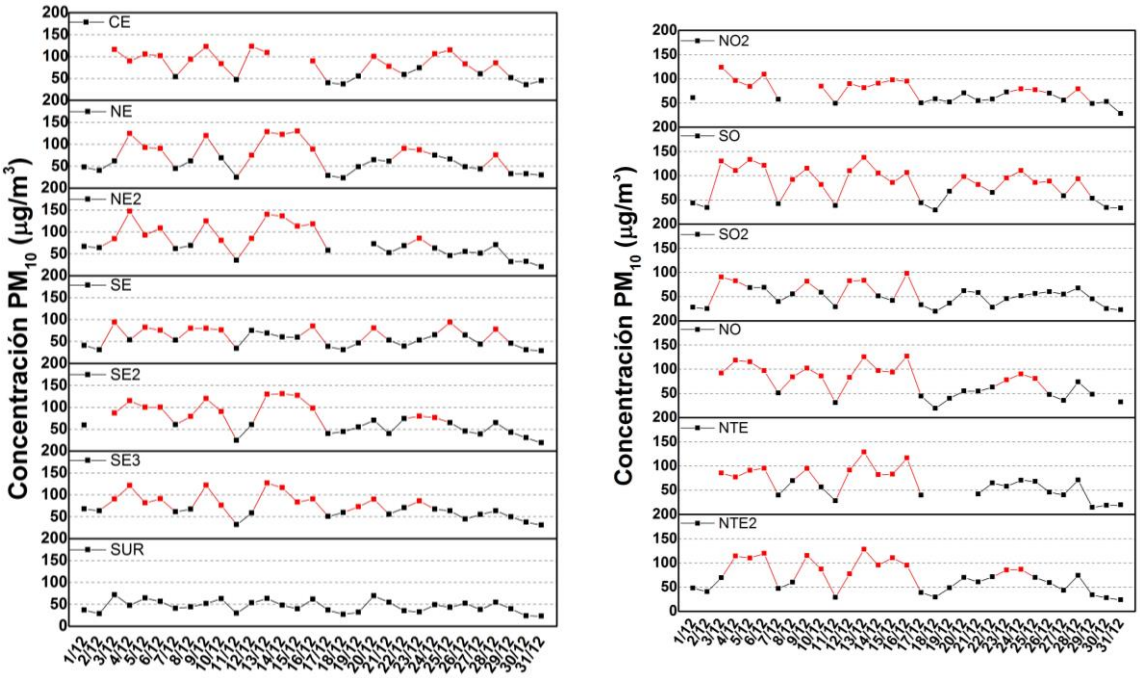


Figura 14. Promedio diario del PM_{10} para las estaciones para diciembre 2019

Se observa que hubo un incremento de la concentración de PM_{10} en casi todas las estaciones, al inicio del mes de diciembre, las altas concentraciones se presentaron en las 13 estaciones del SIMA, teniendo como registro del valor más alta en las estaciones NO, NTE y NTE2 con un valor de 145 µg/m^3 aproximadamente, sobrepasando las concentraciones de la NOM-025-SSA1-2014.

Por otro lado se realizó el análisis estadístico para las estaciones de monitoreo, en donde se describen los promedios, máximos y mínimos en el periodo de diciembre 2019.

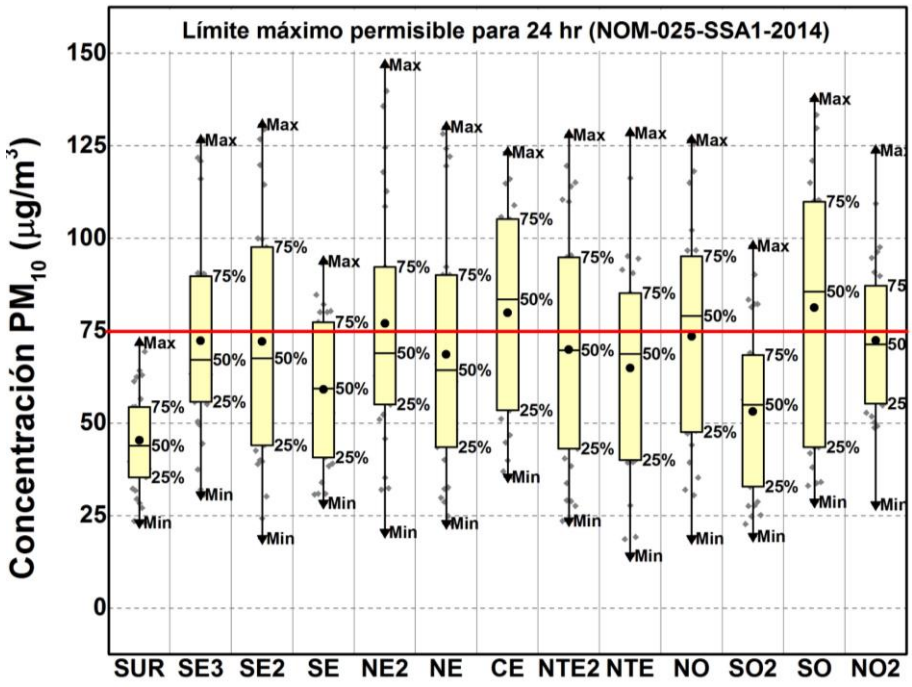


Figura 15. Estadística del PM_{10} para las estaciones para diciembre 2019

En la **Figura 15** se presentan los datos obtenidos del análisis de las concentraciones de PM_{10} en las estaciones de monitoreo del SIMA. Se observa que en la estación NE2 se presentó el valor máximo de 146.85 µg/m^3 y el valor mínimo se registró en la estación NTE con una concentración de 14.17 µg/m^3. La concentración promedio de todas las estaciones fue de 68.38 µg/m^3.

2.2. Concentración de Material Particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) en la Zona Metropolitana de Monterrey

En la **Figura 16** se presentan los promedios diarios para el material particulado menor a 2.5 micras, registradas en el mes de noviembre 2019. El valor máximo establecido para un periodo de 24 h en la NOM-025-SSA1-2014 es de 45 µg/m^3.

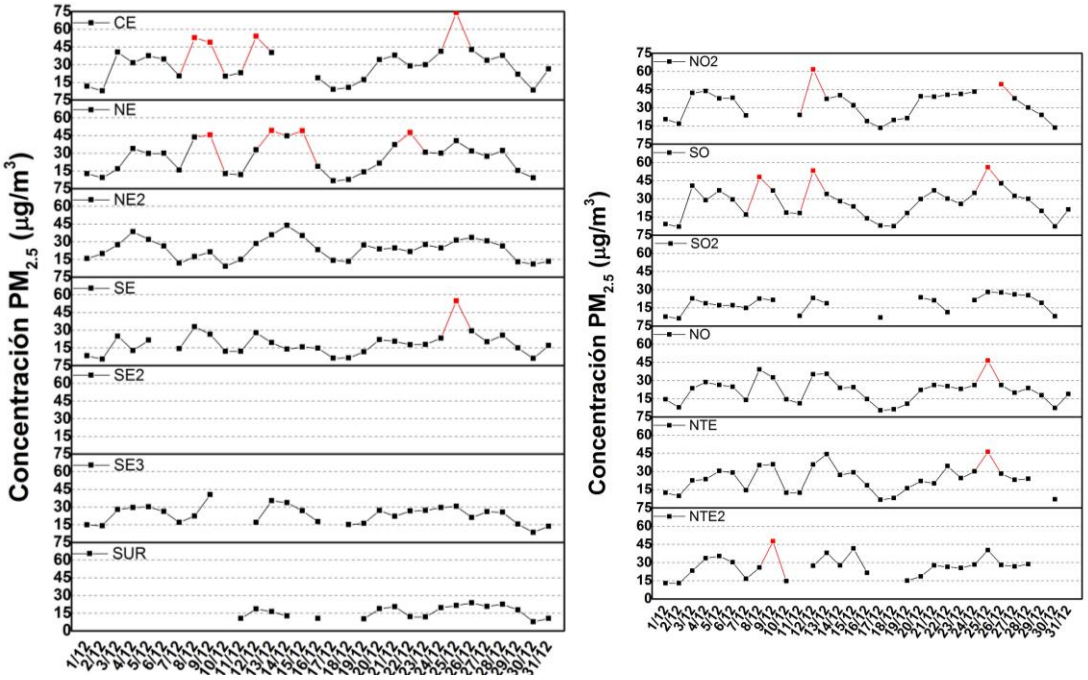


Figura 16. Promedio diario de $PM_{2.5}$ para las estaciones en diciembre 2019

En primer lugar, se puede apreciar que las concentraciones de $PM_{2.5}$ se excedieron los valores al menos 6 veces, comparando con el valor límite establecido por la norma oficial mexicana. El día 25 de diciembre se presentó un leve incremento de las concentraciones, sin embargo, este comportamiento solo se presentó este día, normalizándose las concentraciones de $PM_{2.5}$.

En la **Figura 17** se presenta el análisis estadístico del material particulado menor a 2.5 micras, se describen los promedios, máximos y mínimos de las concentraciones pertenecientes a cada una de las estaciones de monitoreo del SIMA para el periodo de diciembre 2019.

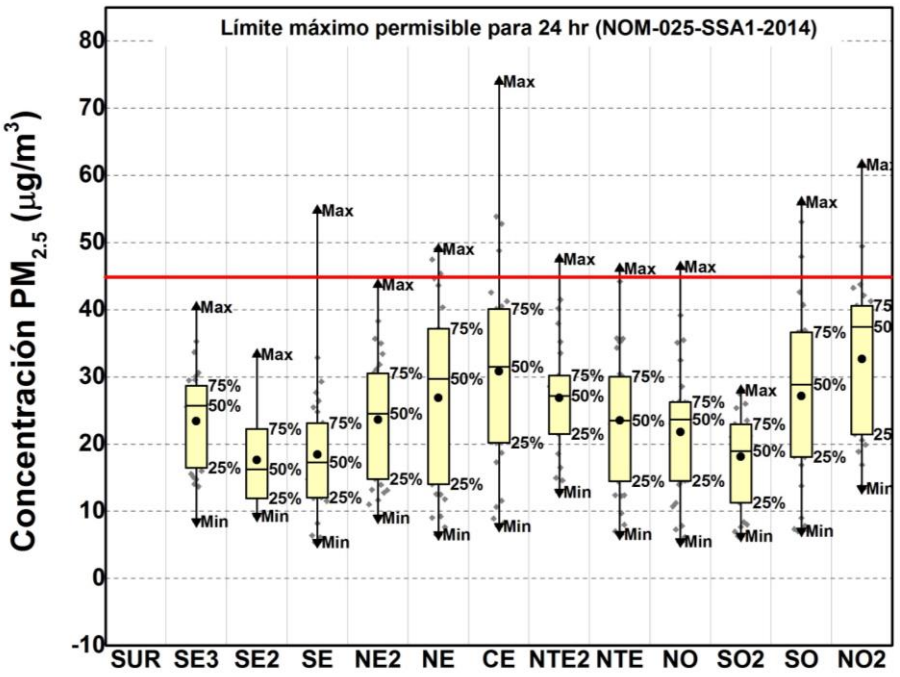


Figura 17. Estadística del $PM_{2.5}$ para las estaciones para diciembre 2019

En la **Figura 17** se pueden observar los valores máximos y mínimos alcanzadas en cada una de las estaciones de monitoreo. Para el caso del valor máximo de $PM_{2.5}$ se tuvo en la estación CE con una concentración de 73.98 µg/m^3, con respecto al valor mínimo, se registró en la estación SE en una concentración de 5.40 µg/m^3. El promedio global de $PM_{2.5}$ en la Zona Metropolitana de Monterrey fue de 24.09 µg/m^3.

2.3. Concentración de Ozono (O_3) en la Zona Metropolitana de Monterrey

El análisis del promedio diario de la concentración de Ozono para el mes de diciembre del 2019, en la Zona Metropolitana de Monterrey, se presenta en la **Figura 18**.

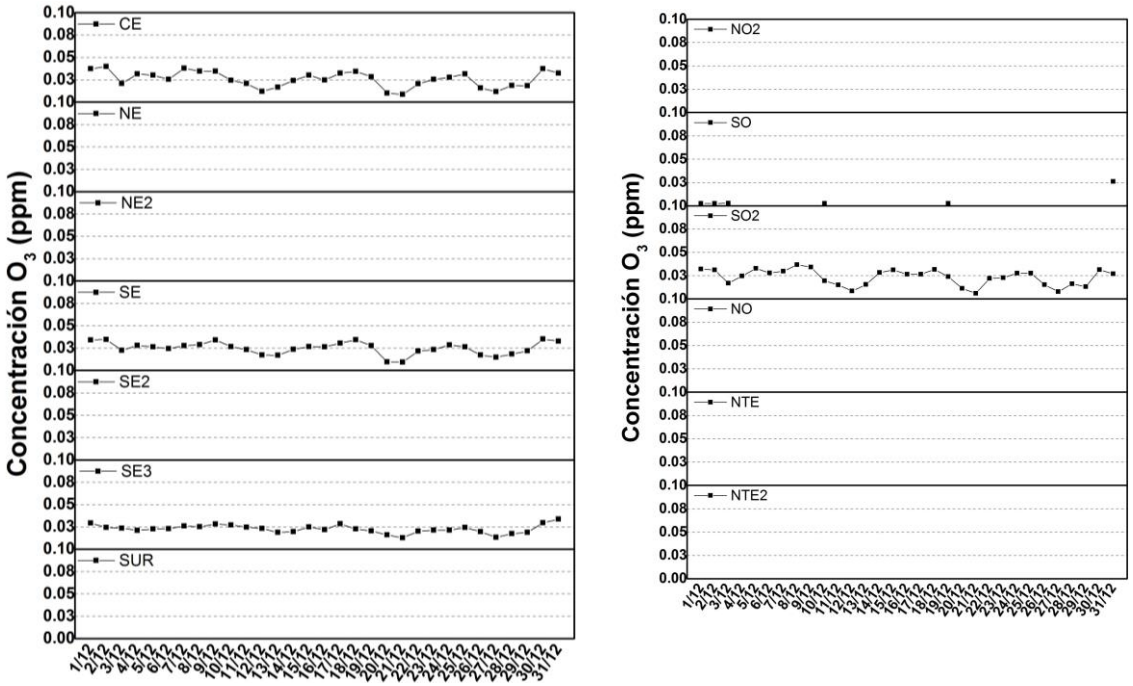


Figura 18. Promedio diario de O_3 para las estaciones en diciembre 2019

Las estaciones NE2, NTE, NO se encuentran sin datos debido a que no hay equipos en operación en las estaciones, en el caso de las estaciones SE2, NTE2 y NO2 debido a fallas técnicas en las estaciones no se presentaron los datos del mes diciembre de 2019.

Se observa que las concentraciones de O_3 fueron estables en casi todo el mes de noviembre, teniendo los días 3, 12 y 21 con las concentraciones más bajas en todo el mes.

El análisis estadístico se presenta en la **Figura 19**, en donde se presentan los promedios, máximos y mínimos diarios de todas las estaciones del sistema de monitoreo del SIMA.

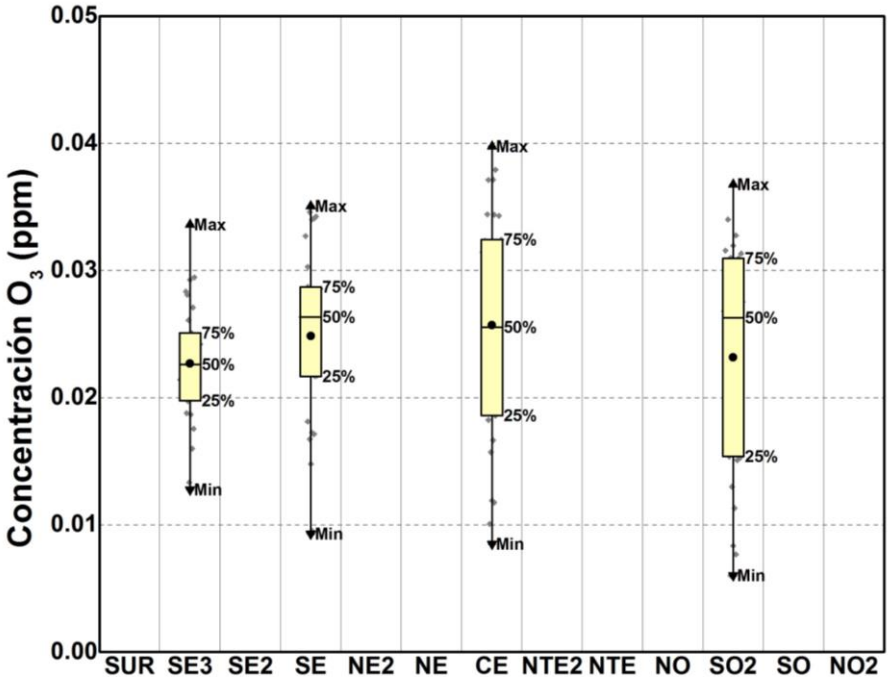


Figura 19. Estadística del $PM_{2.5}$ para las estaciones para diciembre 2019

Para el indicador de Ozono se presenta el análisis estadístico de las estaciones que presentaron la mayoría de los datos que fueron SE3, SE, CE y SO2. El valor máximo de ozono se midió en la estación CE con una medición de 0.040 ppm, para el valor mínimo se observa que la estación SO2 tuvo la concentración de 0.0024 ppm. El promedio global de las estaciones fue de 0.02 ppm.

2.4. Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en la Zona Metropolitana de Monterrey

El indicador de Monóxido de Carbono se muestra en la **Figura 20**, se presenta el promedio diario para las estaciones de monitoreo del SIMA en el periodo de diciembre 2019.

Como primera observación la estación SE2 y NO, no cuentan con equipos en la estación de monitoreo y la estación SUR, SE, CE y NTE no tiene la suficiencia de datos para evaluar el contaminante a lo largo de diciembre 2019.

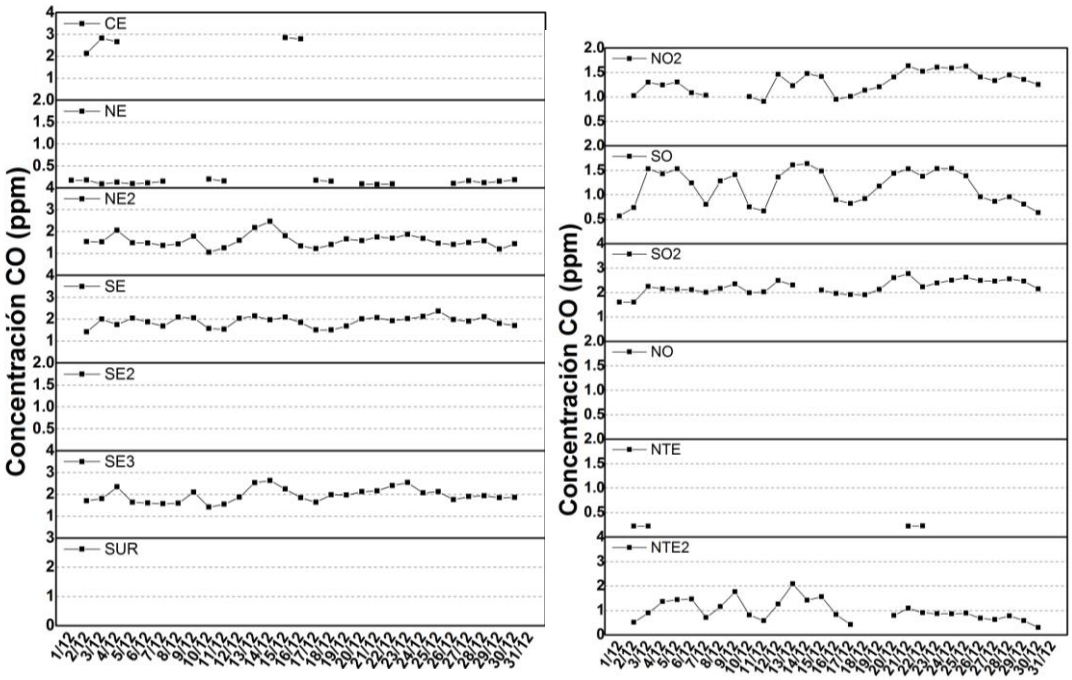


Figura 20. Promedio diario de CO para las estaciones en diciembre 2019

El análisis temporal indica que las concentraciones de CO que la estación SO y NO2 mantienen fluctuaciones a lo largo de los días.

En la **Figura 21** se presenta el análisis estadístico del CO en las estaciones monitoreo de la ZMM para el mes de noviembre 2019. Se describen los valores máximos, mínimos y promedios para cada una de las estaciones.

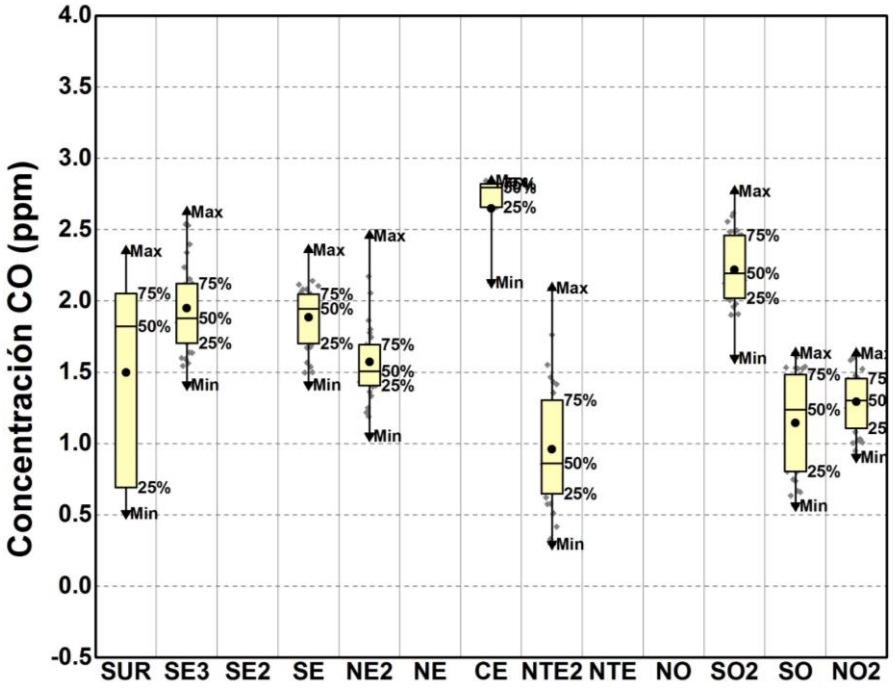


Figura 21. Estadística del CO para las estaciones para diciembre 2019

El análisis estadístico muestra las concentraciones máximas para cada una de las estaciones del SIMA, en donde la estación CE presento el valor más alto con 2.842 ppm. Para el caso del valor mínimo, se reportó en la estación de NTE2 con una concentración de 0.112 ppm. El promedio global para las estaciones del SIMA fue de 0.078 ppm.

2.5. Concentración Dióxido de Azufre (SO_2) en la Zona Metropolitana de Monterrey

En la **Figura 22** se presenta el promedio diario para los días que comprenden el mes de diciembre 2019 de la concentración de Dióxido de Azufre en todas las estaciones que conforman la red de monitoreo del SIMA.

En las estaciones NTE, NO2 no se presentan datos debido a la falta del equipo de medición en la estación y en SUR, NO, NE2 Y SE3 hubo una falla en la operación del equipo.

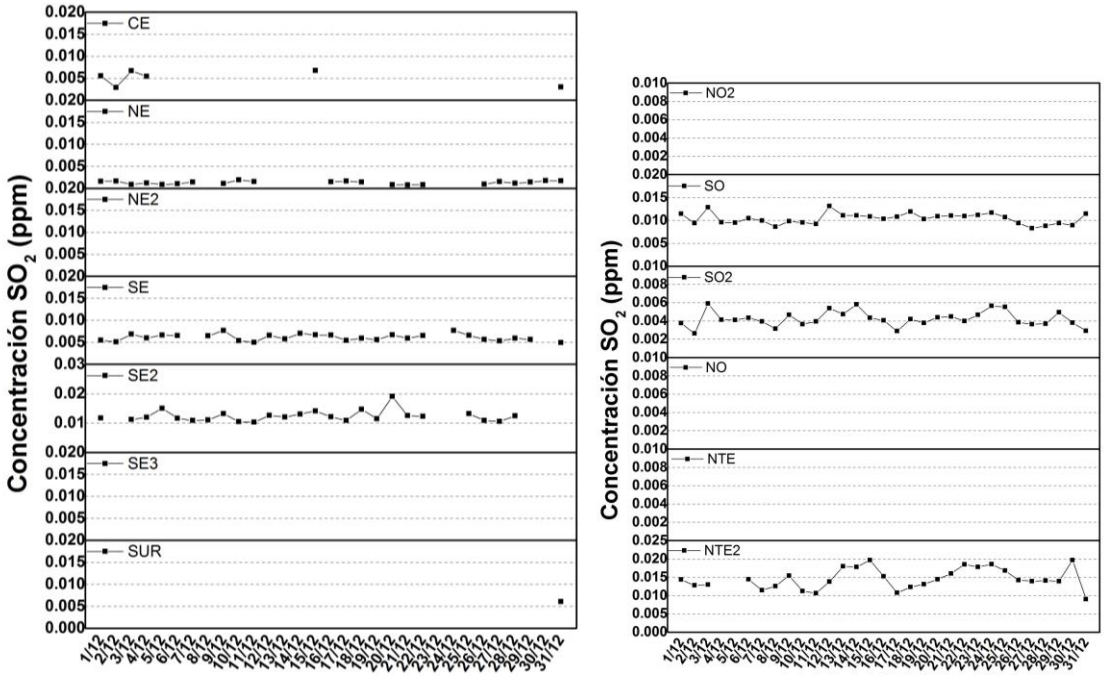


Figura 22. Promedio diario de SO_2 para las estaciones en diciembre 2019

Los valores del SO_2 muestra que las estaciones se mantuvieron estables para el mes de diciembre.

En la **Figura 23** se presenta el análisis estadístico del SO_2, en donde se pueden observar los valores máximos, mínimos y promedios de cada una de las estaciones de monitoreo del SIMA para el periodo de diciembre 2019.

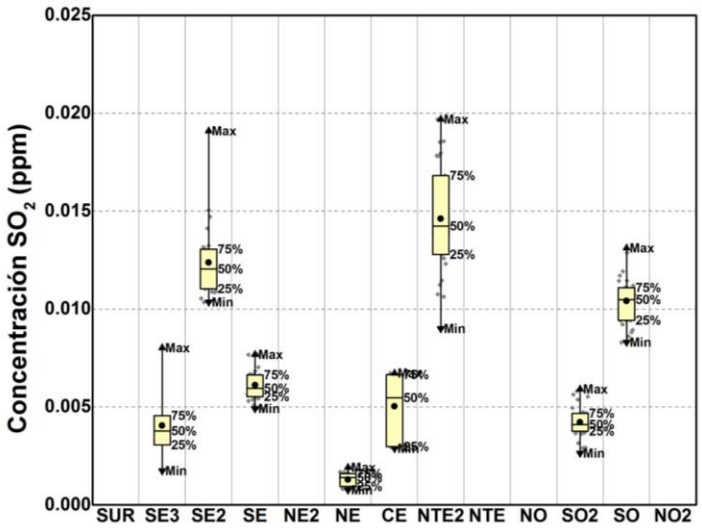


Figura 23. Estadístico del SO_2 para las estaciones para diciembre 2019

En la gráfica podemos observar los valores máximos y mínimos que se registraron en cada una de las estaciones en promedio diario, en donde el valor máximo se registró en la estación NTE2 con una concentración de 0.0197 ppm y para el valor mínimo se registró en la estación NE con una concentración de 0.0008 ppm. Para el valor promedio global en la ZMM, se tuvo una concentración de 0.0066 ppm.

Los valores obtenidos en los promedios diarios de SO_2 no sobrepasan lo establecido en la NOM-022-SSA1-2010 en la cual establece un valor de 0.075 ppm como máximo para un periodo de exposición de 24 horas.

2.6. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en la Zona Metropolitana de Monterrey

En la **Figura 24** se presenta los promedios diarios para el indicador de la calidad del aire Dióxido de Nitrógeno para el mes de noviembre 2019 en todas las estaciones de la red de monitoreo del SIMA.

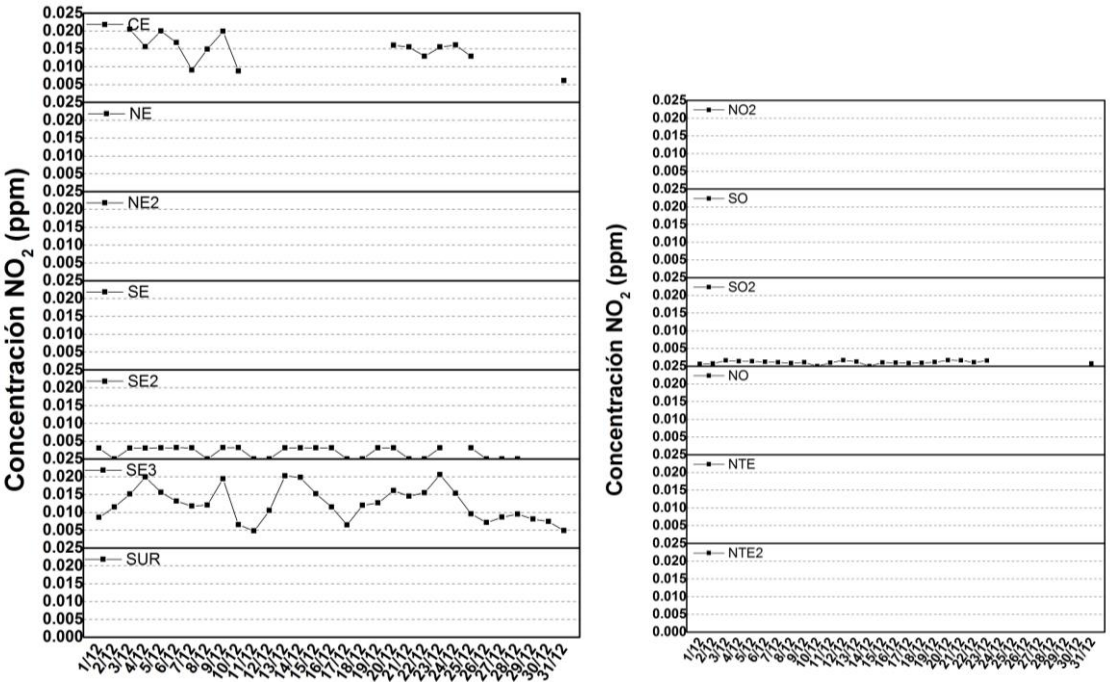


Figura 24. Promedio diario de NO_2 para las estaciones en diciembre 2019

Las estaciones SE, NE2 y NTE se encuentran sin equipos en las estaciones de monitoreo y en el caso de las estaciones SUR, SE2, NE, NTE2, NO, SO y NO2 se tienen fallas en los equipos de medición.

El análisis muestra que las concentraciones de NO2 se incrementan en la estación y SE3 a partir del día 4 de diciembre.

En la **Figura 25** se muestra el análisis estadístico correspondiente al mes de noviembre 2019 para el indicador NO_2 en las estaciones de monitoreo del SIMA. Se presentan los promedios, máximos y mínimos de cada uno de los sitios.

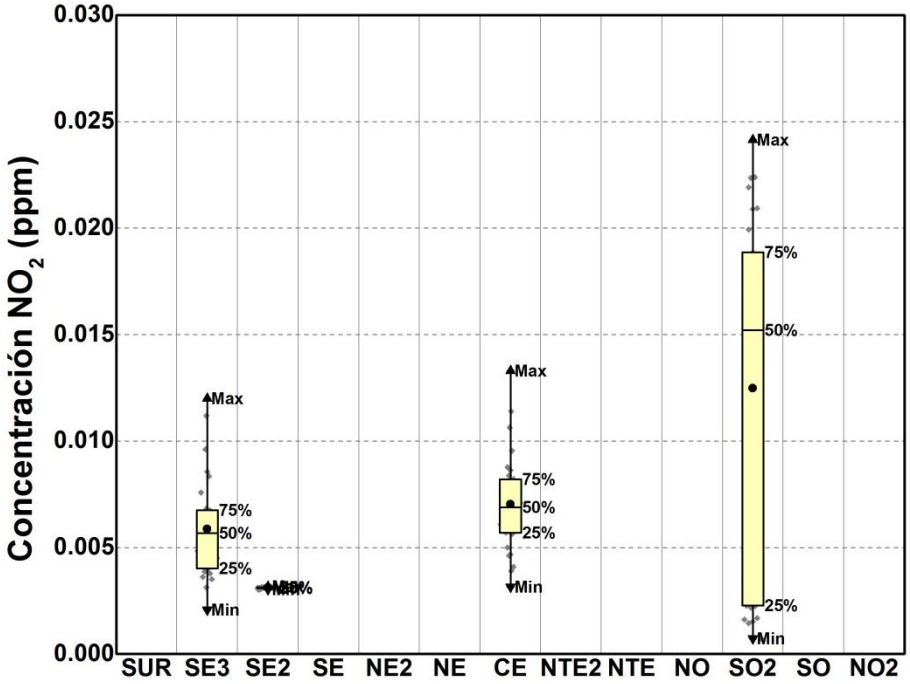


Figura 25. Estadístico del NO_2 para las estaciones para diciembre 2019

El análisis muestra que la estación SO2 tuvo la mayor concentración de NO_2 con un valor de 0.0197 1 ppm. Para el valor mínimo, la estación SO2 presento una concentración de 0.0008 ppm. Por último el promedio global de la concentración del indicador NO_2 para el mes de noviembre fue de 0.0075 ppm.

Este indicador no sobrepasa los valores que establece la NOM-023-SSA1-1993 de 0.21 ppm como limité máximo permisible para una exposición de 1 hora.

2.7. Resumen de los Indicadores de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Monterrey

Los indicadores de la calidad del aire en la zona metropolitana de Monterrey para el mes de diciembre muestran que la entrada de al menos 3 frentes fríos modificó el comportamiento de las condiciones atmosféricas de la zona metropolitana de Monterrey.

En el caso de PM_{10} observa el incremento de las concentraciones antes de la llegada de los sistemas de frente frío a la zona metropolitana de Monterrey. En el caso de $PM_{2.5}$ también se presentaron concentraciones por encima de la NOM-025-SSA1-2014.

Para el indicador de O_3 se puede observar un comportamiento estable de las concentraciones.

Para el caso de CO se observan altas concentraciones en las estaciones de NE y NTE2, principalmente a finales del mes en donde se observan valores superiores a 1.5 ppm.

Los contaminantes SO_2 y NO_2 presentaron concentraciones por debajo de los límites establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas. Sin embargo, se observó un leve incremento en sus concentraciones al final del mes de diciembre.

3. Análisis Global de los Días sobre la Norma para la Zona Metropolitana de Monterrey para Diciembre 2019

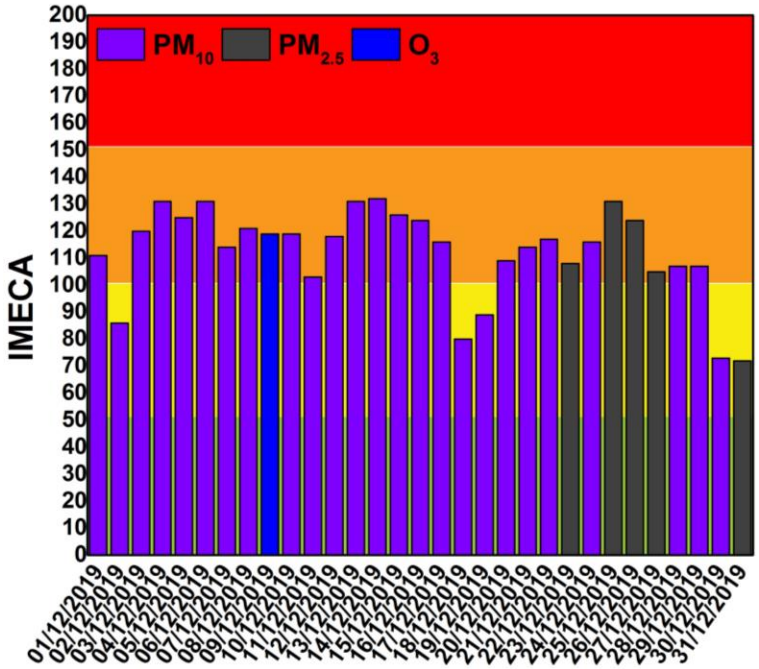


Figura 26. Valores máximos de puntos IMECA para la red del SIMA en el mes de diciembre 2019.

En la **Figura 26** se presenta los valores del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) establecido en la NADF-008-AMBT-2017. Se observa el valor máximo para cada uno de los días del mes de noviembre. Los contaminantes que prevalecieron fueron PM_{10}, $PM_{2.5}$, y O_3, en donde $PM_{2.5}$ presento el valor IMECA más alto del mes con 135 puntos el día 25 de diciembre. En el caso de PM_{10} el mayor valor se presentó los días 14 y 15 de diciembre con un valor de 102. Para $PM_{2.5}$ el valor más alto se presentó el 30 diciembre con un valor de 130 puntos.

De acuerdo a la clasificación que se muestra en la **Figura 26** de los puntos IMECA, hubo 26 días con calidad Mala y 5 con calidad Regular. Para las concentraciones que sobrepasaron los límites establecidos por las normas oficiales mexicanas, en la **Figura 27** se muestran la cantidad de días que cada contaminante criterio sobrepasaron los límites máximos permisibles de sus respectivas normas.

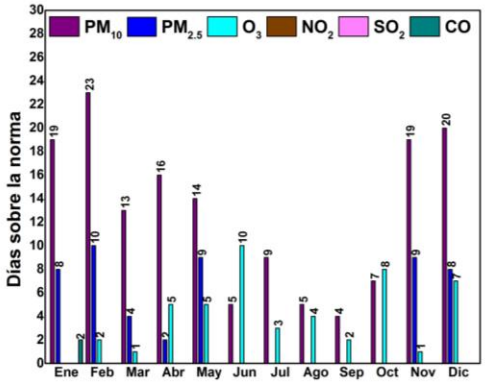


Figura 27. Conteo de los días sobre la norma por contaminante en la Zona Metropolitana de Monterrey

Con respecto al mes de diciembre se observa que en 20 días se sobrepasó el límite máximo permisible para PM_{10}. Para O_3, la Figura indica que se sobrepasó por 7 días. Y para PM2.5 se ven con un valor de 8 víctimas. Beneficiados En el caso de los demás contaminantes no sobrepasaron las normas oficiales mexicanas.

Por último, en la **Figura 28** se muestran los días que han transcurrido y los días que sobrepasan o están por debajo de las normas oficiales mexicanas. Hasta noviembre, se tienen 181 días sobre la norma y 184 por debajo de la norma.

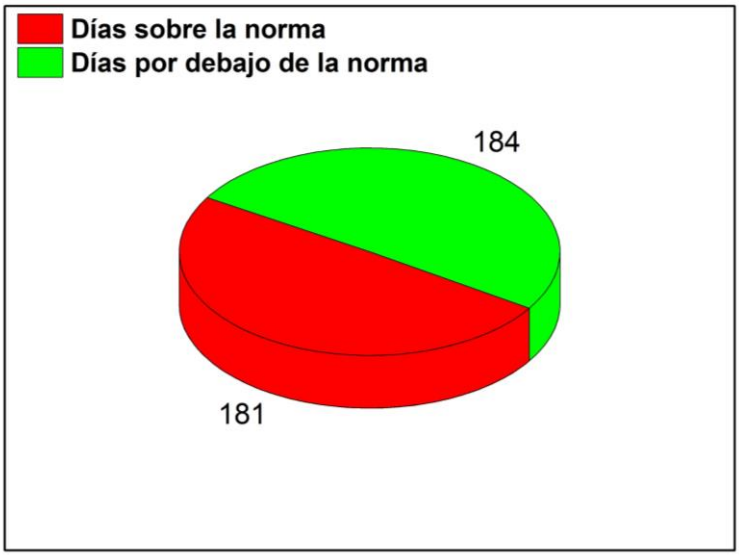


Figura 28. Conteo de días sobre la norma a lo largo del año 2019

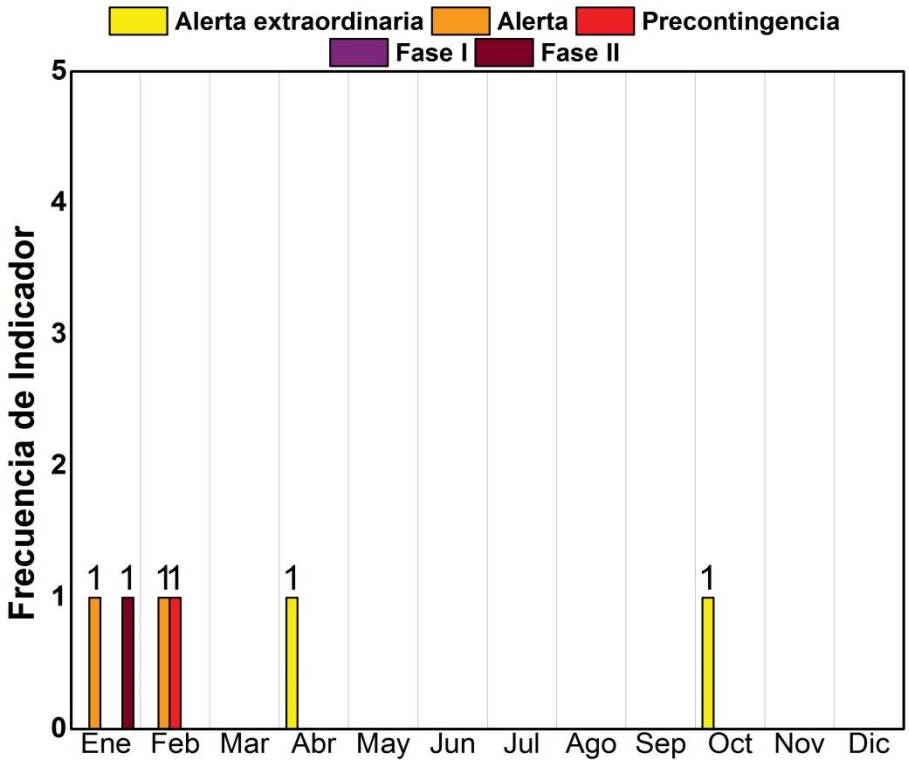


Figura 29. Frecuencia de eventos del programa de respuesta a contingencias atmosféricas

Por último se presentan los valores de las respuestas a contingencias atmosféricas. En el caso del mes de diciembre se presentó la fase de alerta extraordinaria. En la **Figura 29** se muestran las alertas que se han llevado a lo largo del año para las Alertas, Alertas Extraordinarias, Pre contingencias, Fase I y Fase II en la ZMM.

4. Resumen

El mes de noviembre presentaron 6 frentes fríos, sin embargo, 5 de ellos tuvieron una repercusión en las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en donde se tuvieron valores que sobrepasaron las concentraciones máximas permisibles establecidas por la NOM-025-SSA1-2014.

Para O_3 se observa que el indicador IMECA tuvo el valor más alto del mes con 116 puntos y que sobrepaso los valores de la norma al menos en 8 ocasiones.

Para el contaminante CO se tuvo un incremento en sus concentraciones en la estación NE, sin embargo, no excedió el límite máximo permisible establecido en la NOM-021-SSA1-1993. En el caso de las demás estaciones las concentraciones se mantuvieron estables.

Por último SO_2 y NO_2 presentaron condiciones de elevación en sus concentraciones al final del mes, sin embargo, se mantuvieron estables a lo largo del mes de noviembre.

Reporte elaborado en el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA)

Secretaria de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León

M.C. Jair Rafael Carrillo Avila

Washington No. 2000 Ote. Col. Obrera

Torre Administrativa Piso 27 Monterrey N.L, C.P. 64010

Tel: 81 20 33 21 21 E-mail: reddemonitoreo.sima@gmail.com