

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

SEPTIEMBRE 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 Septiembre 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 Secretaría 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 septiembre 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.



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

GENERALIDADES

La zona metropolitana de Monterrey, comprende 12 municipios del Estado de Nuevo León, con una extensión territorial aproximada de 6370 km², es la 3^o zona más poblada en el país con 4 689 601 habitantes y ocupa el 2^o 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.

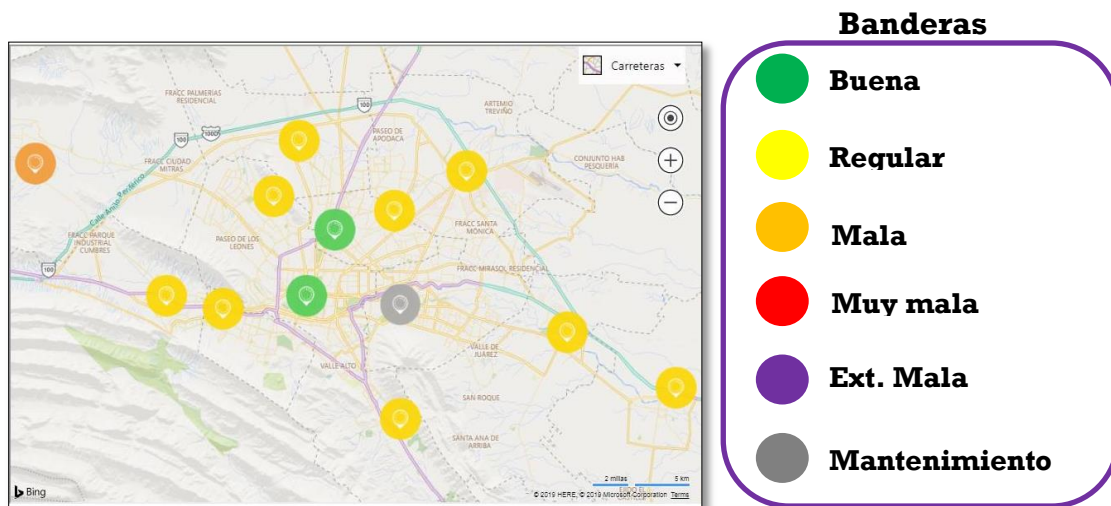


Figura 1. Mapa de las estaciones de monitoreo de la red de monitoreo SIMA

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 identificarán 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 2º 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 digitales 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.

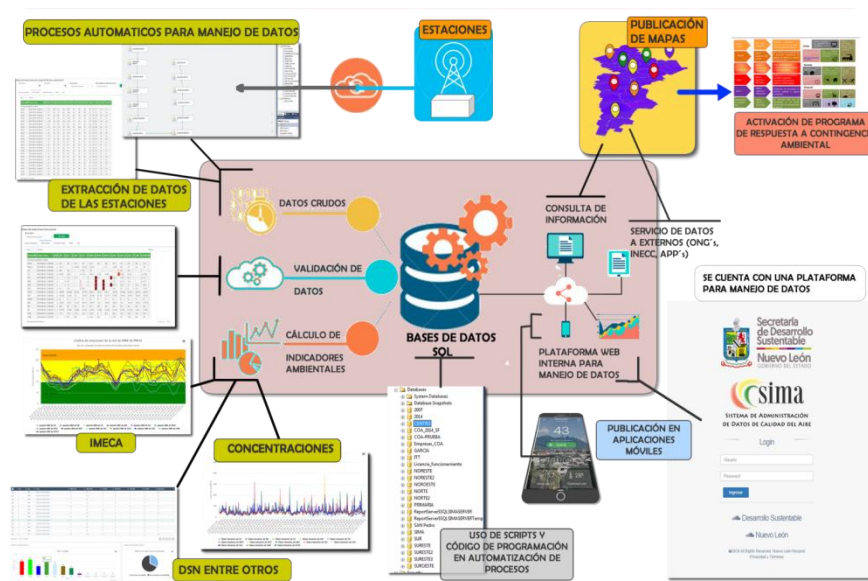
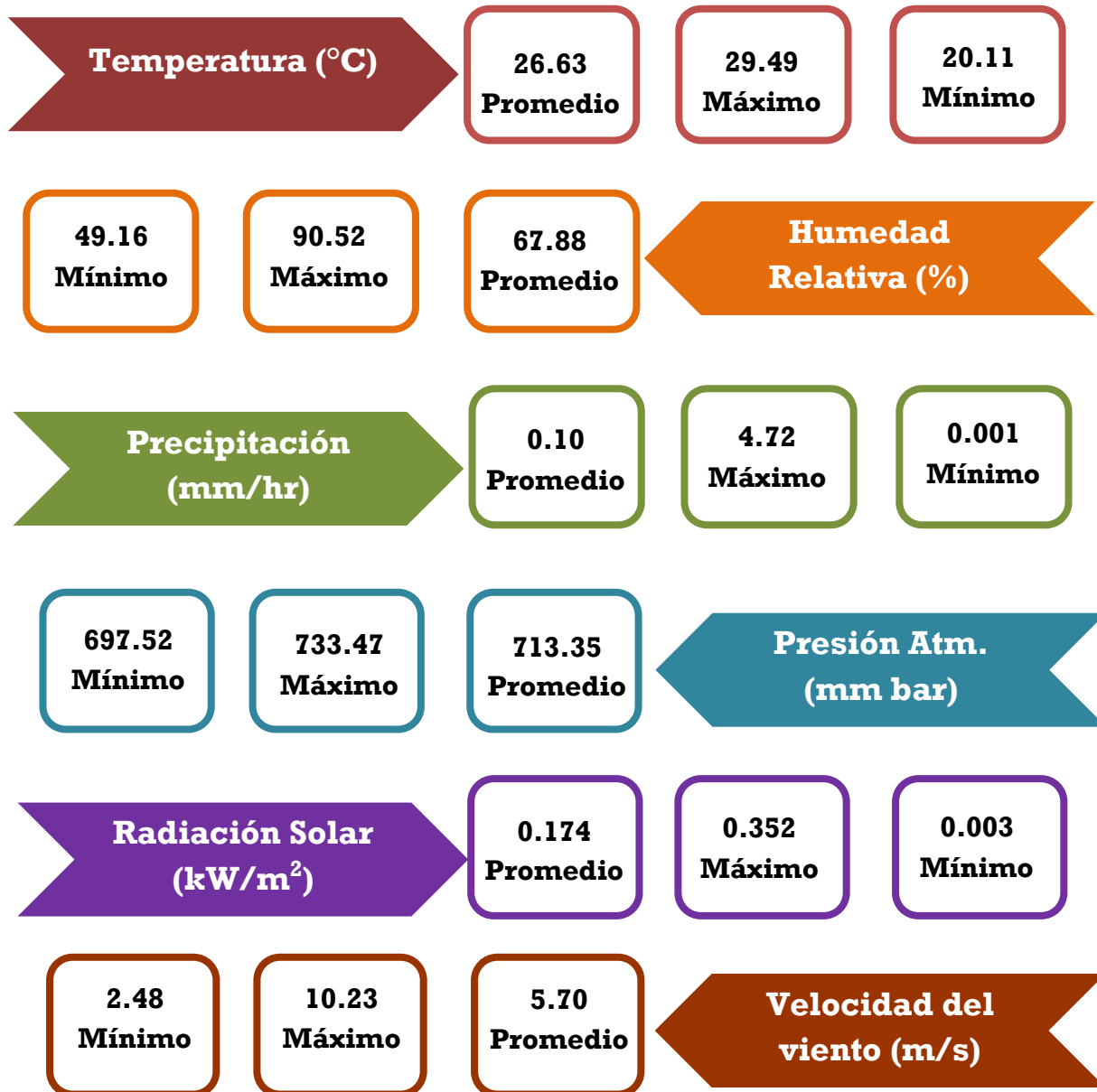


Figura 2. Proceso de validación de datos para la red de monitoreo del SIMA

1. Análisis de los parámetros meteorológicos

A continuación se presenta un breve resumen de las condiciones meteorológicas que prevalecieron en el mes de septiembre 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.



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 septiembre, obtenidos de la red de monitoreo del SIMA.

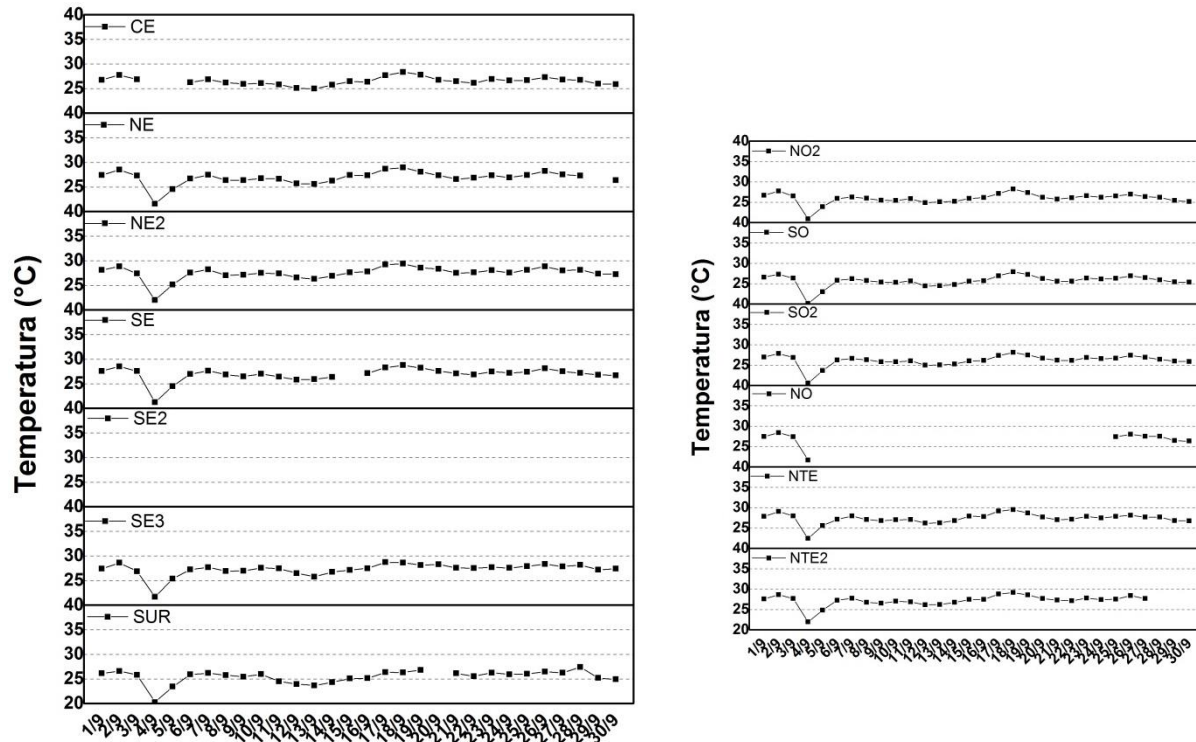


Figura 3. Temperatura promedio diaria de las estaciones para septiembre 2019.

En el análisis temporal de los días del mes de septiembre se observa un evento principal, en el cual hubo una disminución de la temperatura el día 4 de septiembre. Este evento se presentó como la tormenta tropical “Fernand” el cual propicio la disminución de las temperaturas a inicio del mes de septiembre, sin embargo, a partir del día 6 de septiembre se presentó estabilidad para el resto del mes.

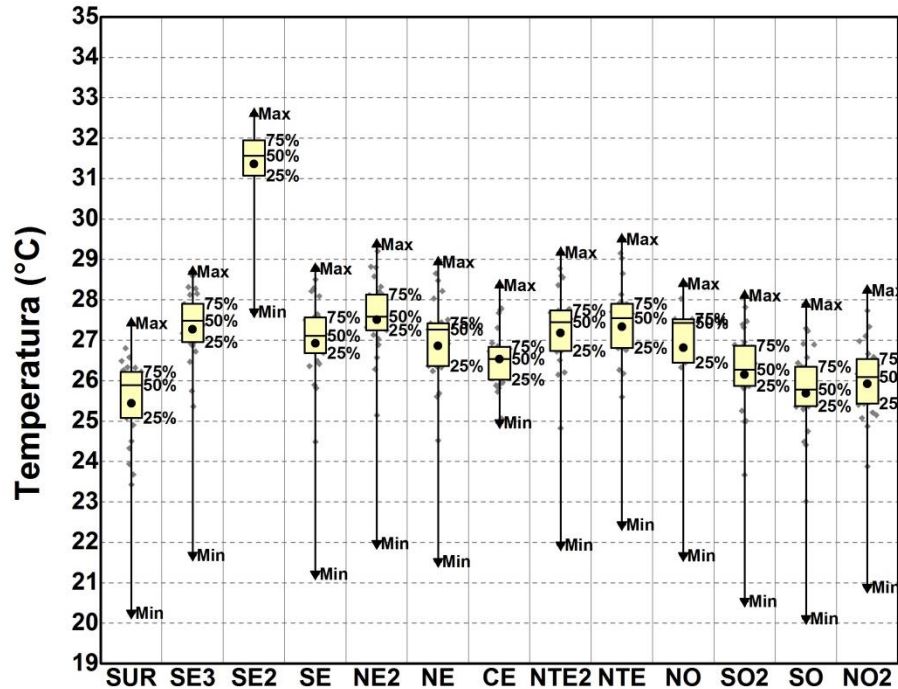


Figura 4. Análisis estadístico para los valores de temperatura de las estaciones en el mes de septiembre 2019.

El análisis estadístico muestra que la estación SO presentó el valor más bajo con 20.11°C, en el caso del valor máximo se presenta en la estación SE2 con 29.49 °C. El rango de temperaturas, en donde se tienen del 25 al 75% de los datos es entre los 25 y 27.9°C. El promedio global de la temperatura oscila en los 26.63°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 septiembre.

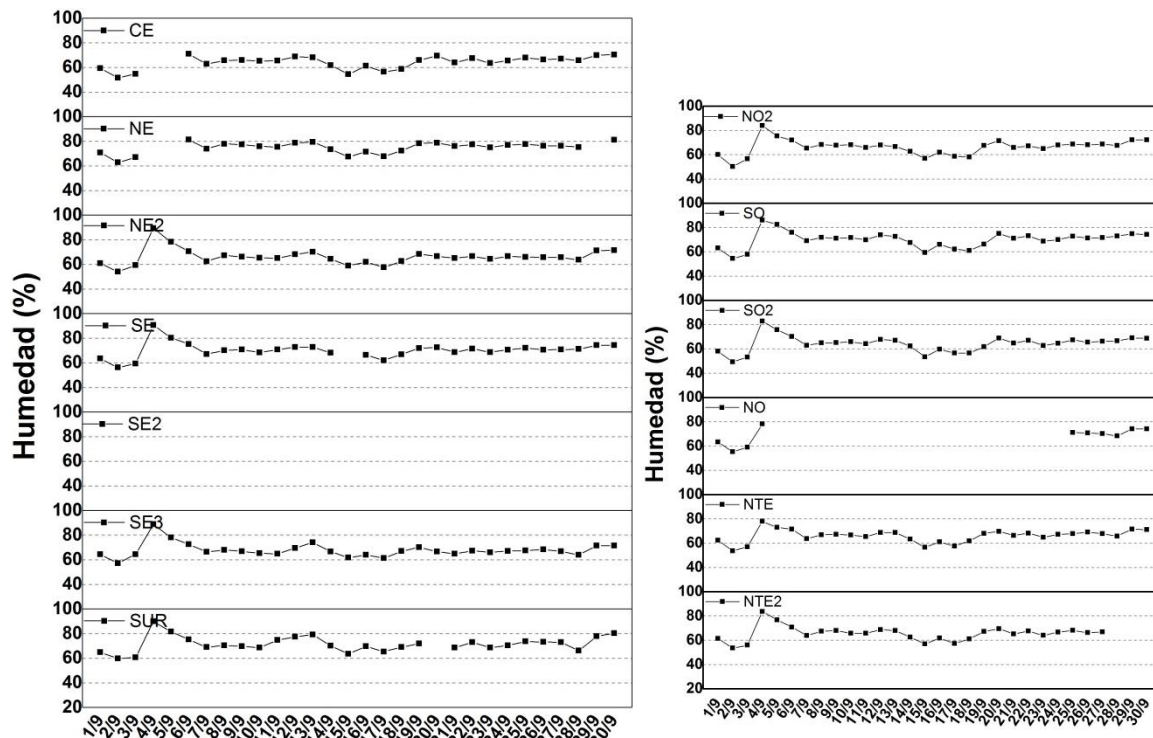


Figura 5. Promedio Diario de Humedad Relativa de las estaciones para septiembre 2019

La humedad relativa se mide en un porcentaje de saturación de vapor de agua en el aire. En el mes de septiembre se observa que la tendencia temporal se mantuvo cercana al 70%, sin embargo, se observa un evento en donde el porcentaje de humedad relativa aumento, presentándose el día 4 de septiembre, este incremento se debió al paso de la tormenta tropical “Fernand”.

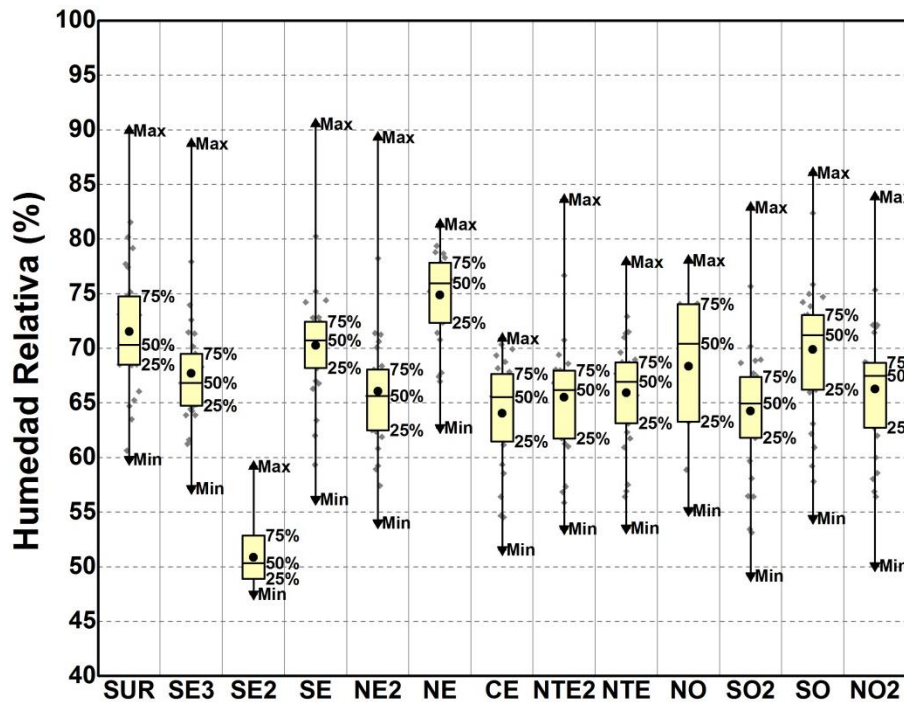


Figura 6. Estadística de la Humedad Relativa de las estaciones para septiembre 2019

El análisis estadístico, presentado en la **Figura 6**, muestra que el porcentaje máximo de humedad relativa se midió en la estación SE con un valor de 90.52% y el mínimo se registró en la estación SE2 con un porcentaje de 49.16%. De manera global, el promedio de humedad relativa para la Zona Metropolitana de Monterrey fue de 67.88%.

El análisis estadístico indica que el porcentaje de humedad relativa para el mes de septiembre fue superior al 60% presentando días con valores superiores al 75%, esto principalmente por las condiciones climatológicas presentadas a inicio de mes.

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 septiembre 2019.

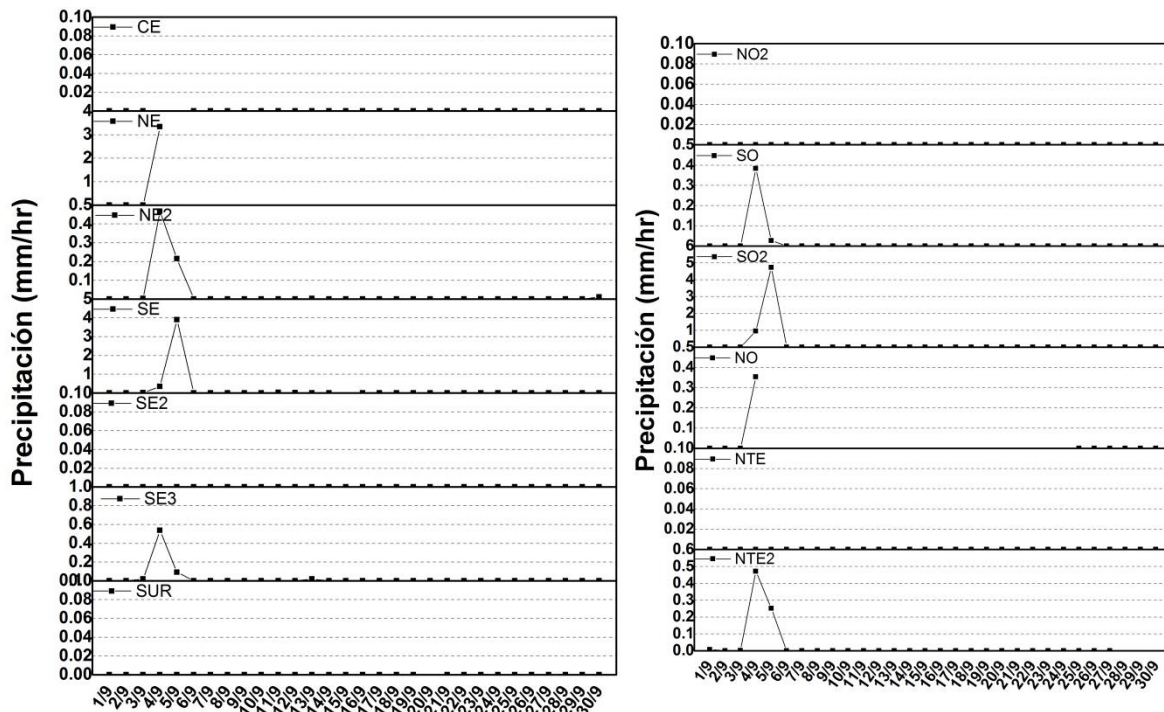


Figura 7. Promedio diario de la precipitación acumulada de las estaciones para septiembre 2019

En la gráfica se puede observar la intensidad de precipitación en donde las estaciones SE, NE, SO₂ presentaron valores por encima de 1 mm/hr y en el caso de las demás estaciones y a excepción de SUR, SE₂, CE y NO₂ que no presentaron valores de intensidad, se puede observar valores superiores a 0.1 mm/hr. Estos valores se presentan en los días 4 y 5 de septiembre debido a la precipitación de agua por la tormenta tropical “Fernand”.

En la **Figura 8** se muestra el análisis estadístico para el periodo septiembre 2019 con los valores máximos y mínimos de la precipitación en todas las estaciones del SIMA. El valor máximo se midió en la estación SO2 y fue de 4.72 mm/hr, para el valor mínimo, se reportó en las estaciones SE, NTE2 Y SO2 con una medición de 0.001 mm/hr.

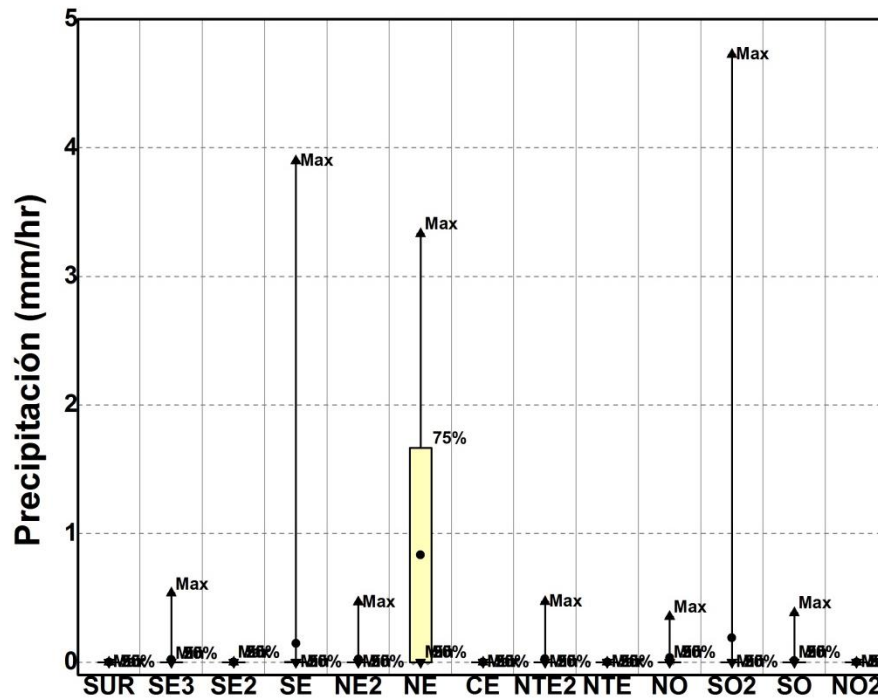


Figura 8. Estadística de la Precipitación de las estaciones para septiembre 2019

Para el mes de septiembre se tiene un promedio de precipitación acumulado en la ZMM de 0.1 mm/hr. El evento de precipitación presentado el 4 y 5 de septiembre contribuyo en el incremento de la precipitación mensual en la ZMM. Sin embargo, este evento no represento un factor de influencia para el comportamiento de los contaminantes en los días posteriores del mes.

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 septiembre del 2019.

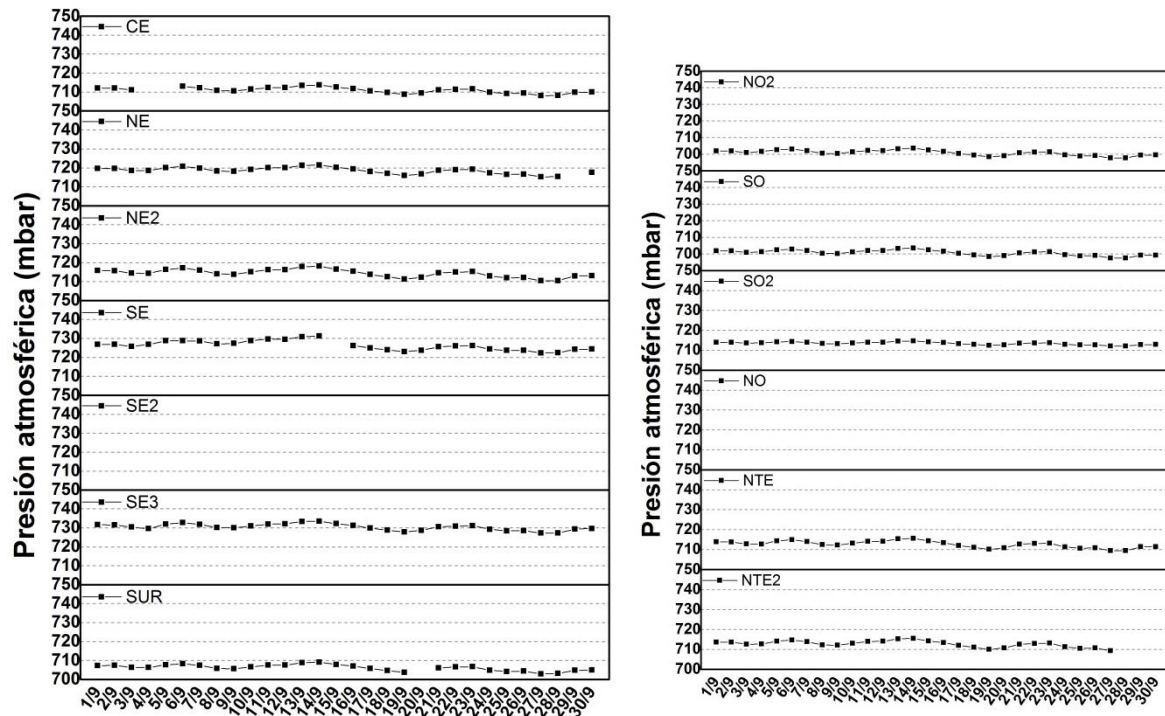


Figura 9. Promedio diario de la Presión Atmosférica de las estaciones para septiembre 2019

Se puede observar que el 4 de septiembre se presentó una leve disminución en la presión atmosférica, lo cual se puede atribuir a las condiciones de precipitación que ocurrieron en el mismo día, esta tendencia de disminución en la presión atmosférica se presentó en toda la ZMM.

Finalizada la tormenta tropical, se puede observar un leve incremento en la presión atmosférica la cual se mantiene a lo largo del mes.

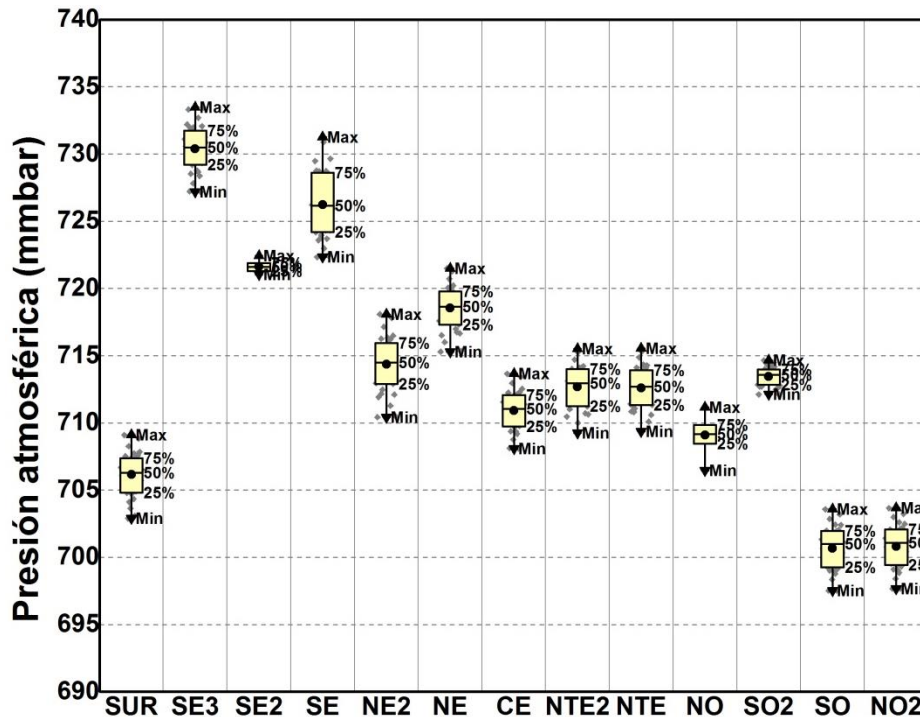


Figura 10. Estadística de la Presión atmosférica de las estaciones para septiembre 2019

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

Se puede observar que la estación con el valor máximo es SE3 la cual presenta un valor de 733.47 mbar, en el caso del valor mínimo se presentó en la estación SO presento una medición de 697.52 mbar. El valor promedio de la presión atmosférica para toda la ZMM fue de 713.35 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.

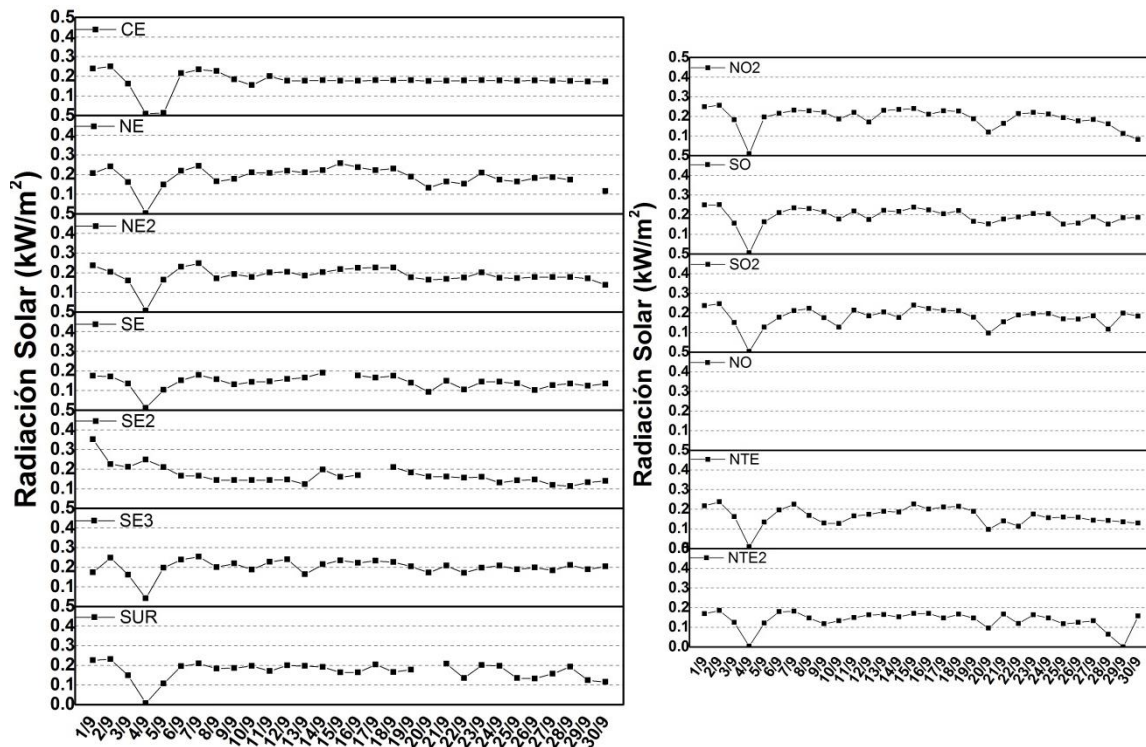


Figura 11. Promedio diario de la radiación solar de las estaciones para septiembre 2019

El parámetro de radiación solar indica dos eventos principales en los cuales se disminuye su valor. En el primer caso se observa una disminución el día 4 de septiembre, en donde se presentó una alta nubosidad en la ZMM lo cual impidió presentar altos valores de radiación solar. En el segundo caso se puede observar el día 29 de septiembre el cual fue un día nublado en la mayor parte de la ZMM, lo cual pudo observarse como una disminución en la radiación solar.

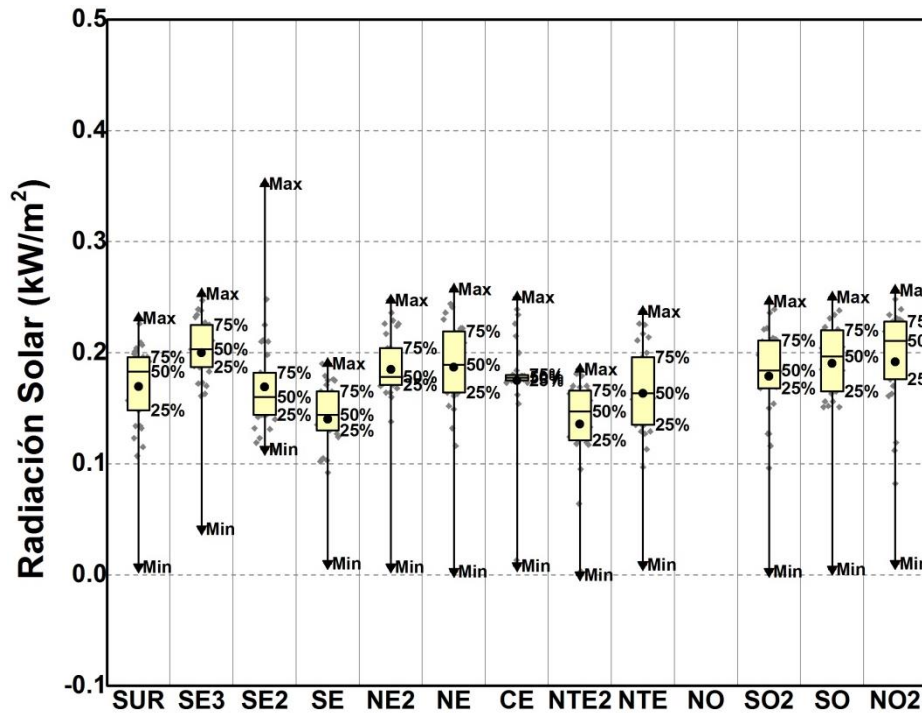


Figura 12. Estadística de la Radiación Solar de las estaciones para septiembre 2019

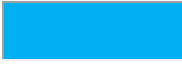






En la **Figura 12** se presenta el análisis estadístico de la radiación solar para el mes de septiembre en todas las estaciones de monitoreo de SIMA. Se muestran los valores máximos y mínimos y los valores promedio que se midieron.

La estación SE2 presentó el valor máximo de radiación solar con 0.352 kW/m^2 y para el valor mínimo se obtuvo en la estación NTE2 con un valor de 0.003 kW/m^2 . El valor promedio para todas las estaciones fue de 0.174 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 Beaufort, 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 Beaufort para la descripción de velocidad del viento.

Escala de Beaufort	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 septiembre 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 Y SO fallas en los equipos de medición.

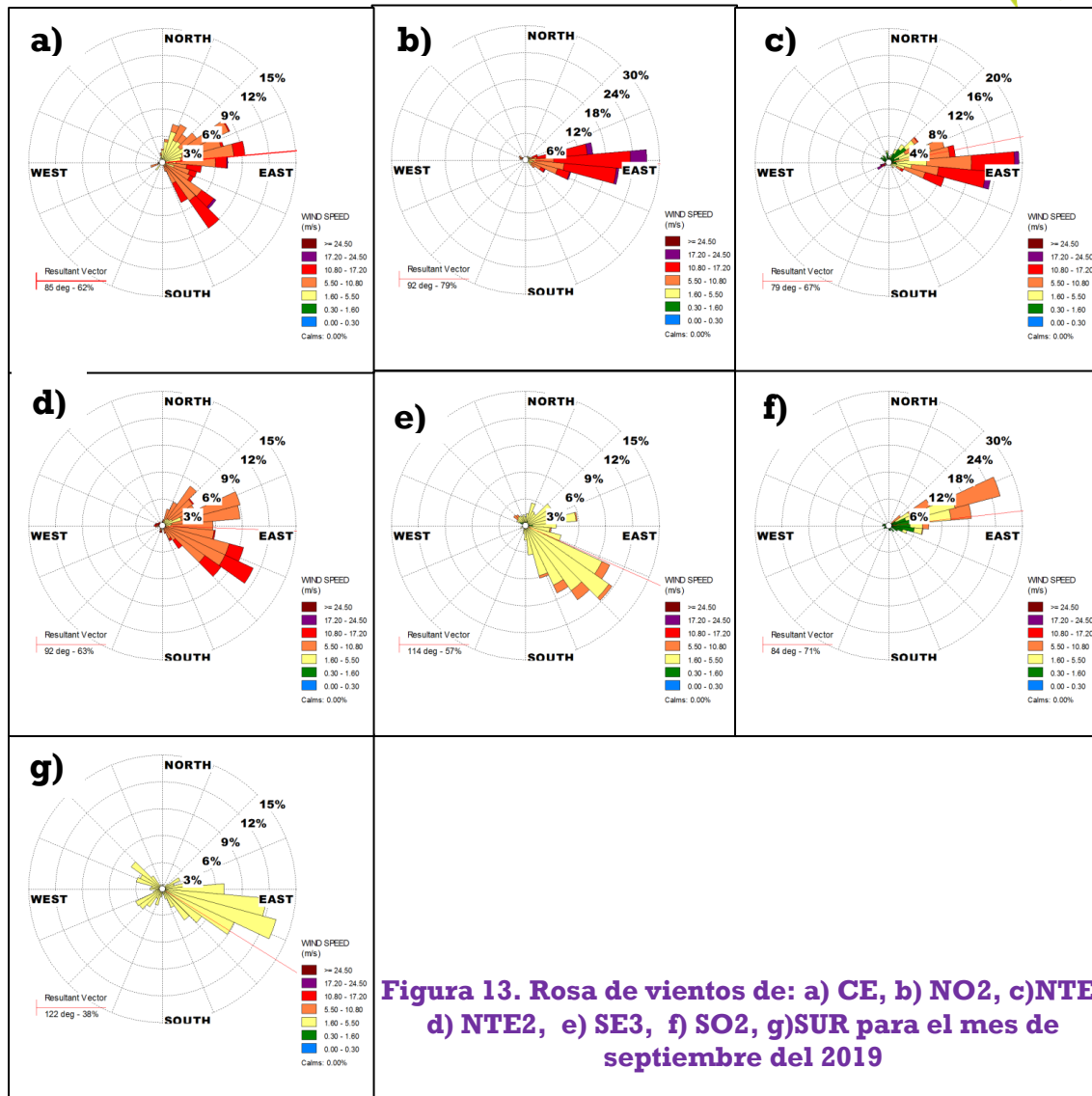


Figura 13. Rosa de vientos de: a) CE, b) NO₂, c) NTE, d) NTE₂, e) SE₃, f) SO₂, g) SUR para el mes de septiembre del 2019

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 la misma tendencia en la dirección del viento este y sureste.

Para el mes de septiembre se observan vientos de moderados a fuertes principalmente a excepción de la estación sur con vientos débiles. El promedio de la velocidad del viento para septiembre fue de 5.7 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 septiembre, se presentó un evento climatológico a principio de mes, el cual fue denominado tormenta tropical “Fernand”. La cual trajo condiciones de alta intensidad de precipitación, bajos valores de temperatura, radiación solar y un alto porcentaje de humedad relativa.

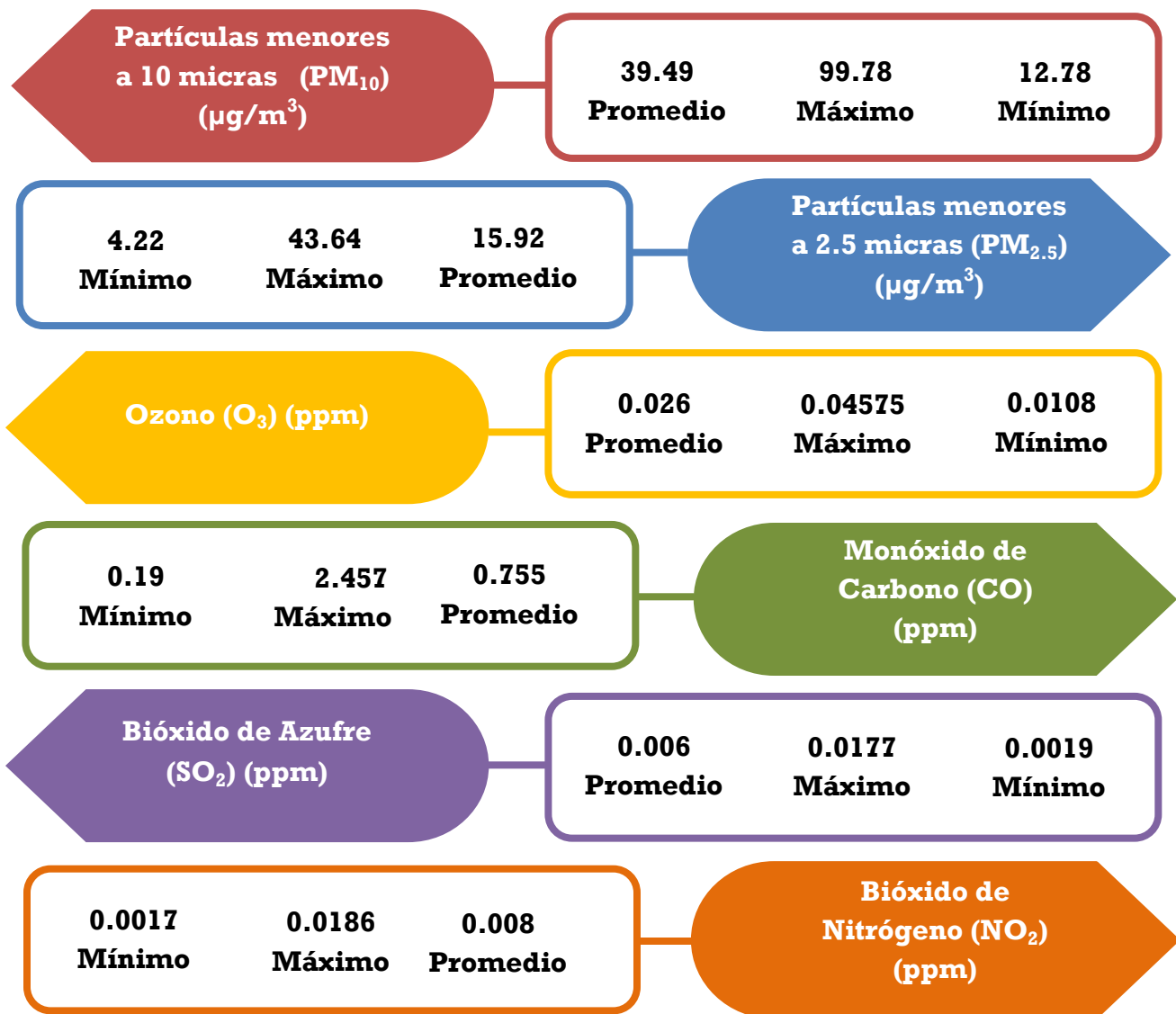
Entre los días 4 y 5 se presentaron las condiciones atípicas para el mes de septiembre, volviendo a reestablecerse las condiciones a partir del día 6 de septiembre.

Por otro lado, se presentó nubosidad el 29 de septiembre lo cual provoco una disminución del parámetro de radiación solar y un leve incremento en el porcentaje de humedad relativa.

Los efectos por la tormenta tropical “Fernand” repercutieron en los parámetros meteorológicos en los días del evento climatológico, sin embargo, no repercutió en las condiciones de los días restantes del mes de septiembre.

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.



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

2.1. Concentración del Material Particulado menor a 10 micras (PM₁₀) 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/m³) correspondiente a los días del mes de septiembre del 2019.

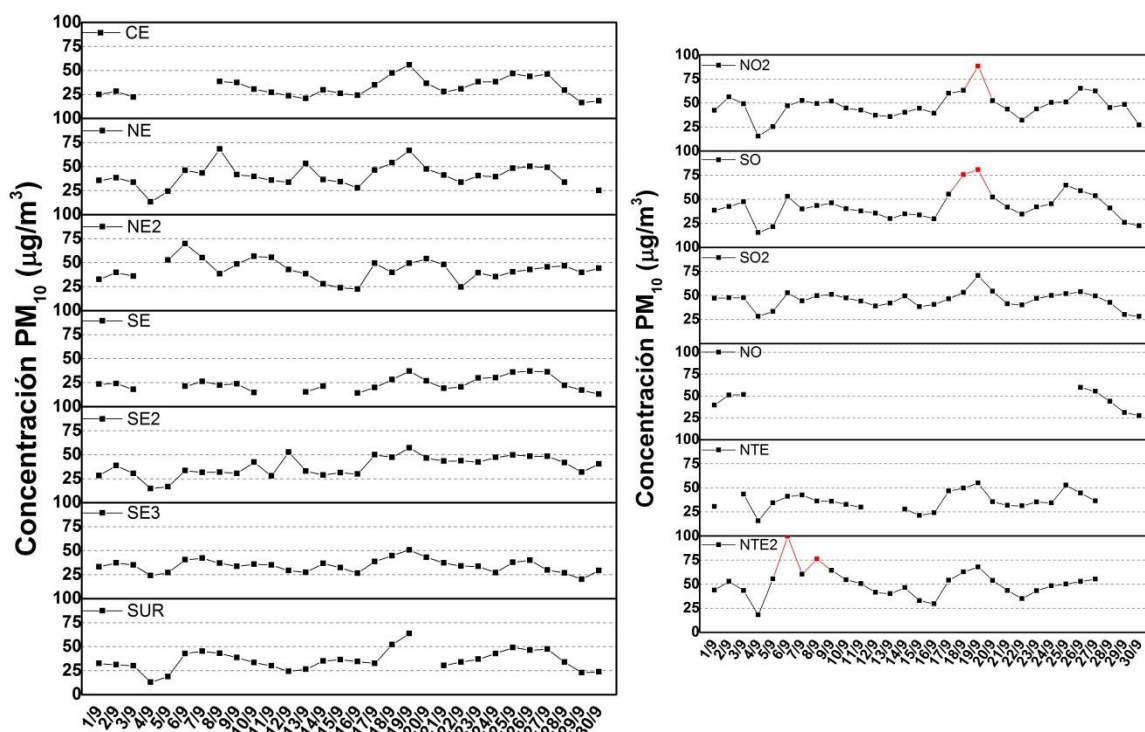


Figura 14. Promedio diario del PM₁₀ para las estaciones para septiembre 2019

Se observa que hubo una disminución de la concentración de PM₁₀ los días 4 y 5 de septiembre y en días posteriores mantener las concentraciones por debajo de los 75 mg/m³, sin embargo en las estaciones NTE2, SO y NO₂ se presentaron días que sobrepasaron los límites máximos permisibles para 24 horas, teniendo 4 días que sobrepasaron 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 septiembre 2019.

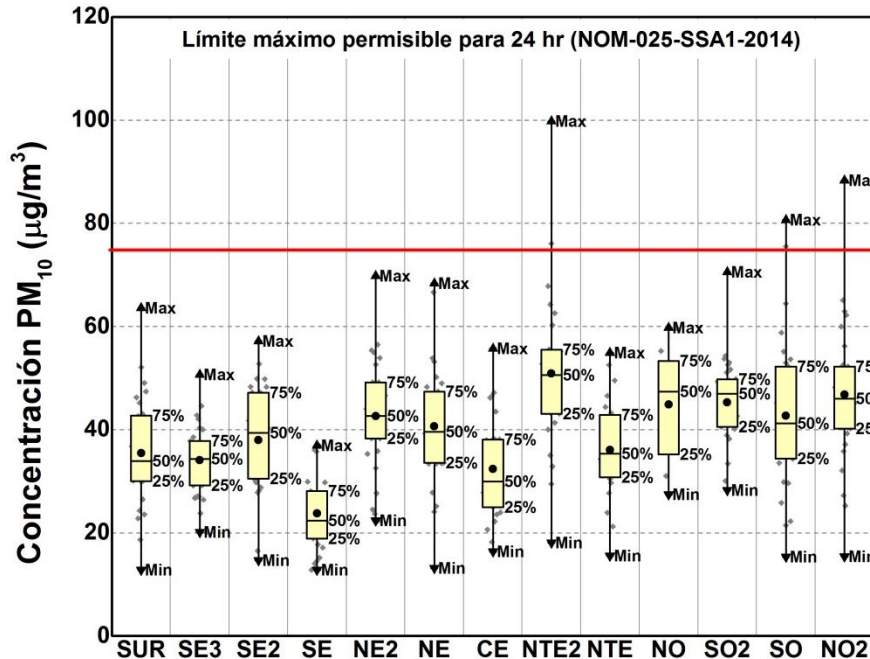


Figura 15. Estadística del PM₁₀ para las estaciones para septiembre 2019

En la **Figura 15** se presentan los datos obtenidos del análisis de las concentraciones de PM₁₀ en las estaciones de monitoreo del SIMA. Se observa que en la estación NTE2 se presentó el valor máximo de 99.78 µg/m³ y el valor mínimo se registró en la estación SUR con una concentración de 12.78 µg/m³. La concentración promedio de todas las estaciones fue de 39.49 µg/m³.

Por último se menciona que la estación NO presento fallas debido a la tormenta tropical “Fernand” por lo que no se presentan los datos para PM₁₀.

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 septiembre 2019. El valor máximo establecido para un periodo de 24 h en la NOM-025-SSA1-2014 es de 45 µg/m³.

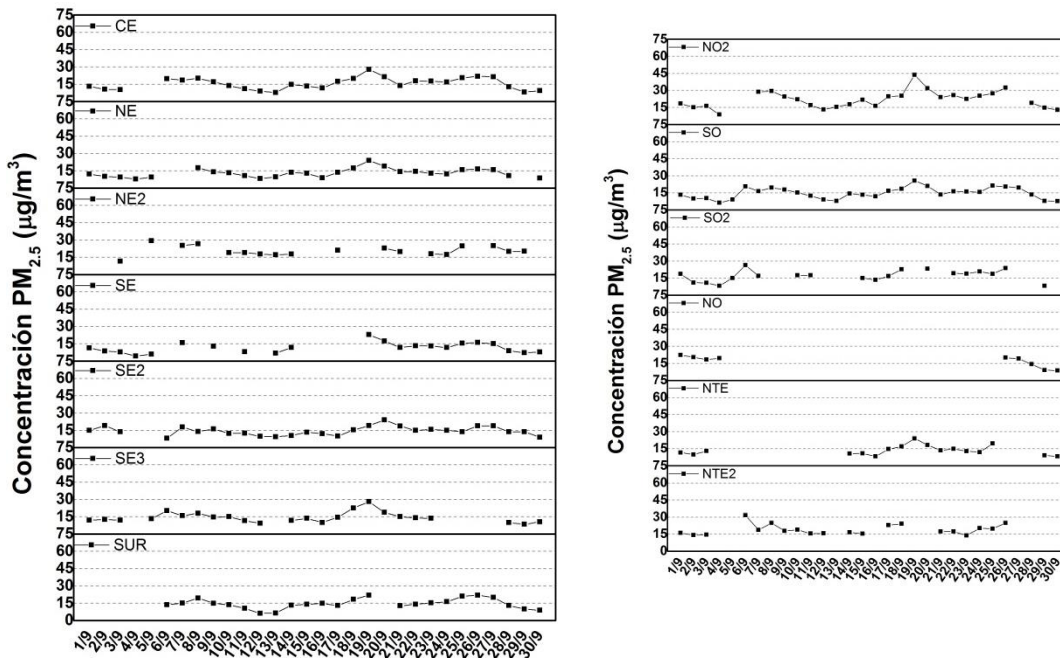


Figura 16. Promedio diario de PM_{2.5} para las estaciones en septiembre 2019

En primer lugar se puede apreciar que las concentraciones de PM_{2.5} no excedieron el valor límite establecido por la norma oficial mexicana. El día 19 de septiembre se presentó un leve incremento de las concentraciones, sin embargo, este comportamiento solo se presentó este día, normalizándose las concentraciones de PM_{2.5}.

Las estaciones NO y NTE presentaron problemas en los equipos de medición o se presentaban datos inválidos para su posterior análisis.

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 septiembre 2019.

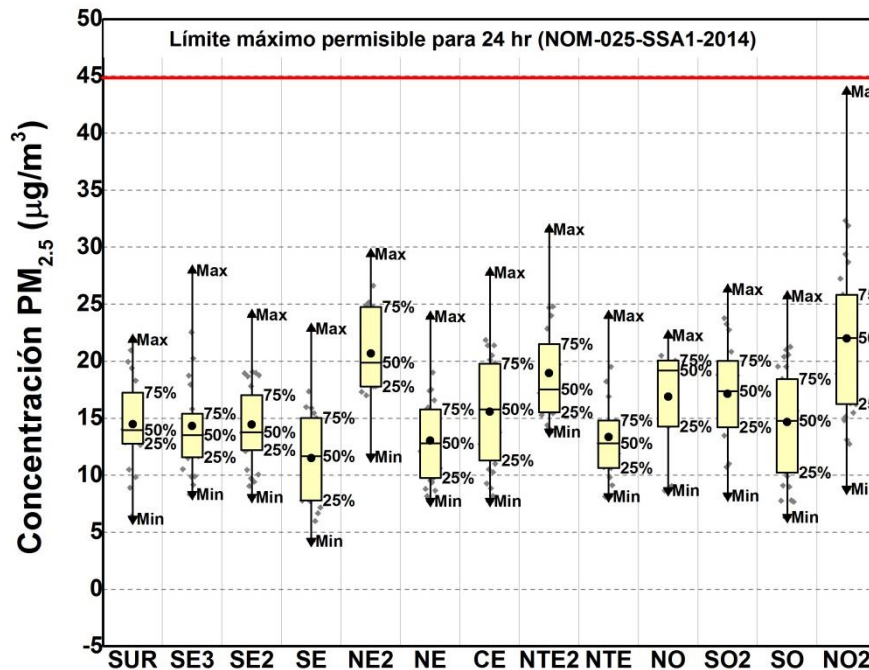


Figura 17. Estadística del PM_{2.5} para las estaciones para septiembre 2019

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 NO2 con una concentración de 43.64 µg/m³, con respecto al valor mínimo, se registró en la estación SE en una concentración de 4.22 µg/m³. El promedio global de PM_{2.5} en la Zona Metropolitana de Monterrey fue de 15.91 µg/m³.

El rango de concentraciones que se tuvo de PM_{2.5} en un aproximado de 24 días fue de 6 a 25 µg/m³.

2.3. Concentración de Ozono (O₃) en la Zona Metropolitana de Monterrey

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

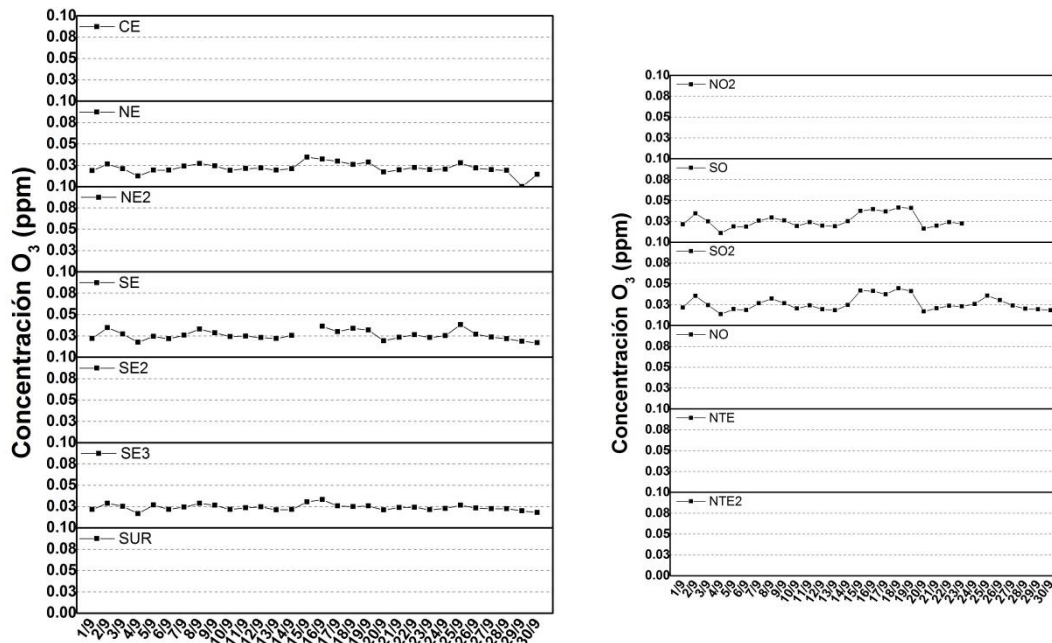


Figura 18. Promedio diario de O₃ para las estaciones en septiembre 2019

Las estaciones SUR, 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 septiembre de 2019.

Se observa que las concentraciones de O₃ fueron estables en casi todo el mes a excepción del 2 septiembre, en todas las estaciones y 15 de septiembre en las estaciones SO y SO2 donde se observan leves incrementos.

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.

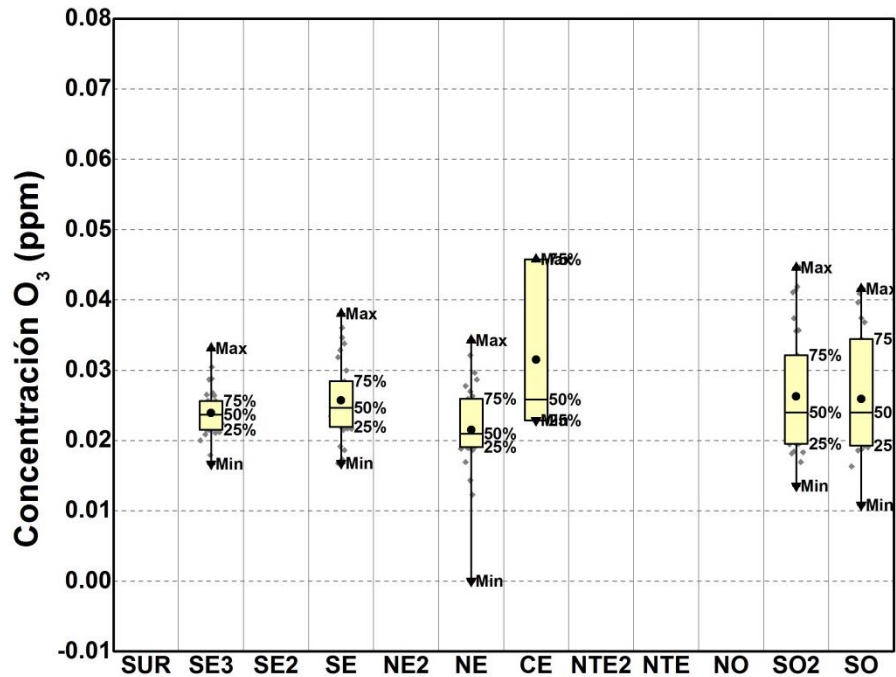


Figura 19. Estadística del $PM_{2.5}$ para las estaciones para septiembre 2019

Para el indicador de Ozono se presenta el análisis estadístico de las estaciones que presentaron la mayoría de datos que fueron SE3, SE, NE, CE, SO2 y SO. El valor máximo de ozono se midió en la estación CE con una medición de 0.045 ppm, para el valor mínimo se observa que la estación SO tuvo la concentración de 0.010 ppm. El promedio global de las estaciones fue de 0.025 ppm.

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

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

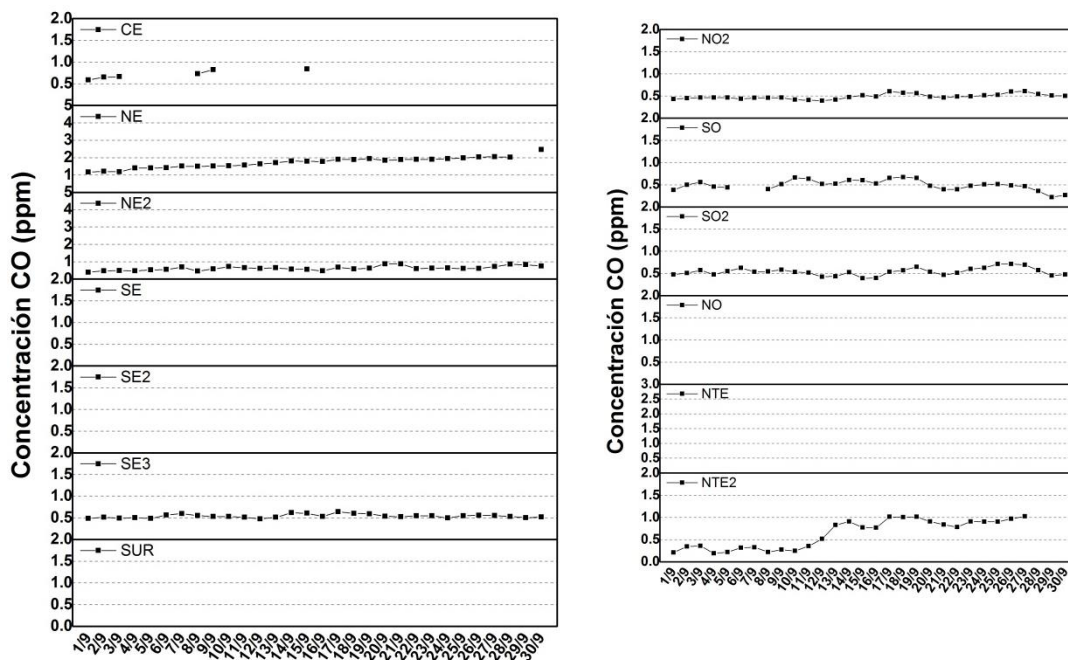


Figura 20. Promedio diario de CO para las estaciones en septiembre 2019

La concentración de CO en las estaciones de monitoreo presentaron valores por debajo de 1 ppm de promedio diario a excepción de NE. Se observa que mantienen estables a lo largo del mes de septiembre, sin embargo, la estación NTE2 presento un incremento en las concentraciones desde el día 12 de septiembre.

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

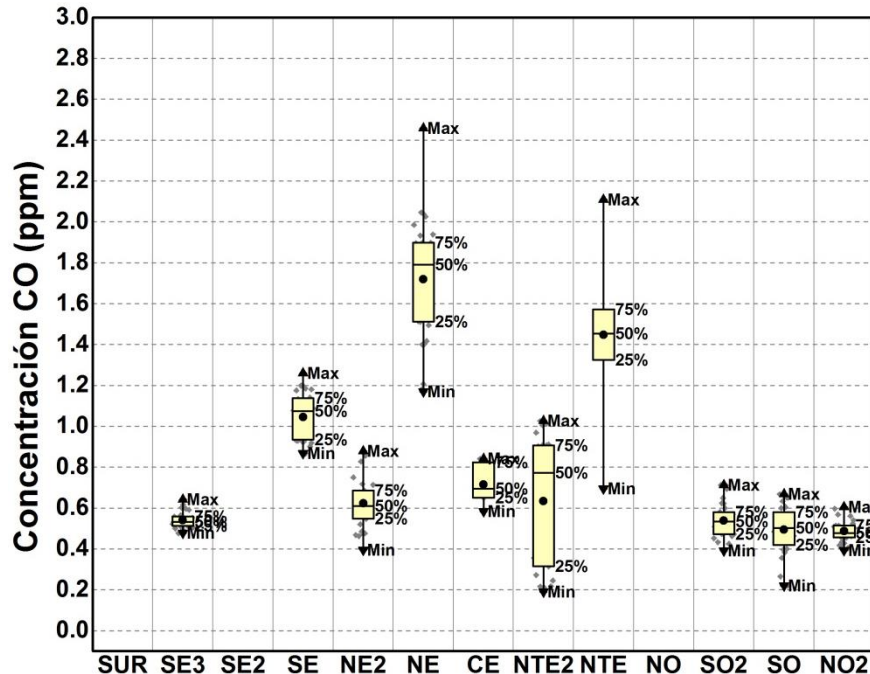


Figura 21. Estadística del CO para las estaciones para septiembre 2019

El análisis estadístico muestra las concentraciones máximas para cada una de las estaciones del SIMA, en donde la estación NE presento el valor más alto con 2.45 ppm. Para el caso del valor mínimo, se reportó en la estación de NTE2 con una concentración de 0.019 ppm. El promedio global para las estaciones del SIMA fue de 0.75 ppm.

2.5. Concentración Dióxido de Azufre (SO₂) en la Zona Metropolitana de Monterrey

En la **Figura 22** se presenta el promedio diario para los días que comprenden el mes de septiembre 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.

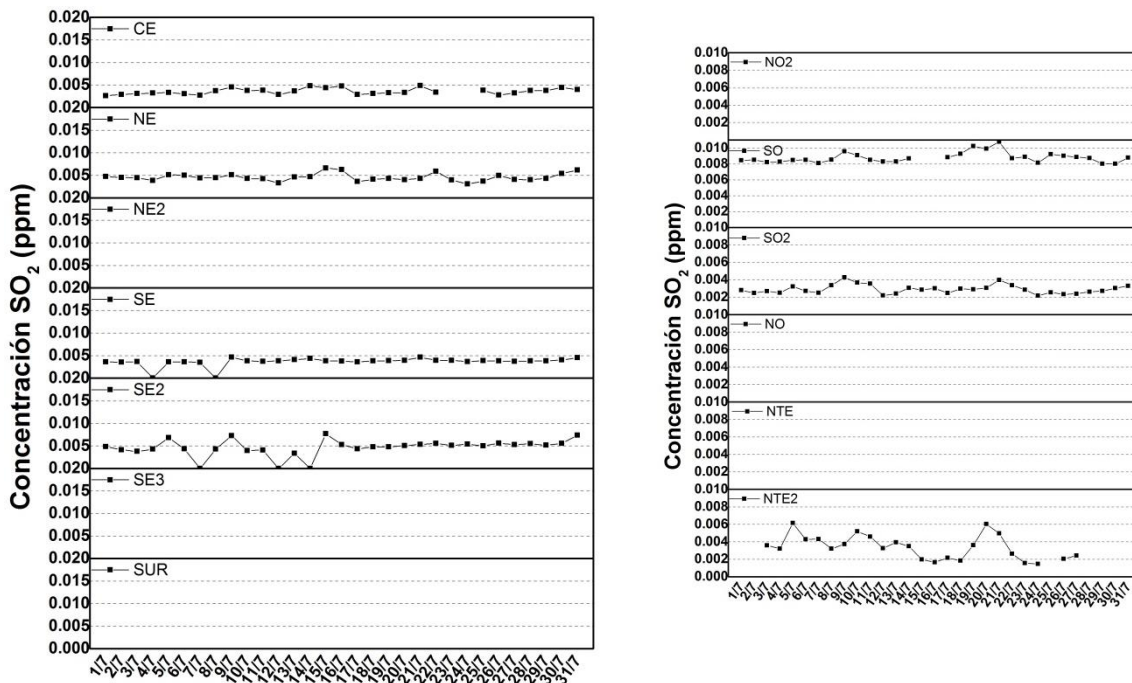


Figura 22. Promedio diario de SO₂ para las estaciones en septiembre 2019

Los promedios diarios para las estaciones de monitoreo indican que la estación SO presentó los valores más cercanos a una concentración de 0.01 ppm, en el caso de la estación con un comportamiento más estable se presentó en la estación SE, NE y CE. En el caso de la estación NTE2, se observa un comportamiento irregular en los valores de SO₂ a lo largo del mes de septiembre.

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 septiembre 2019.

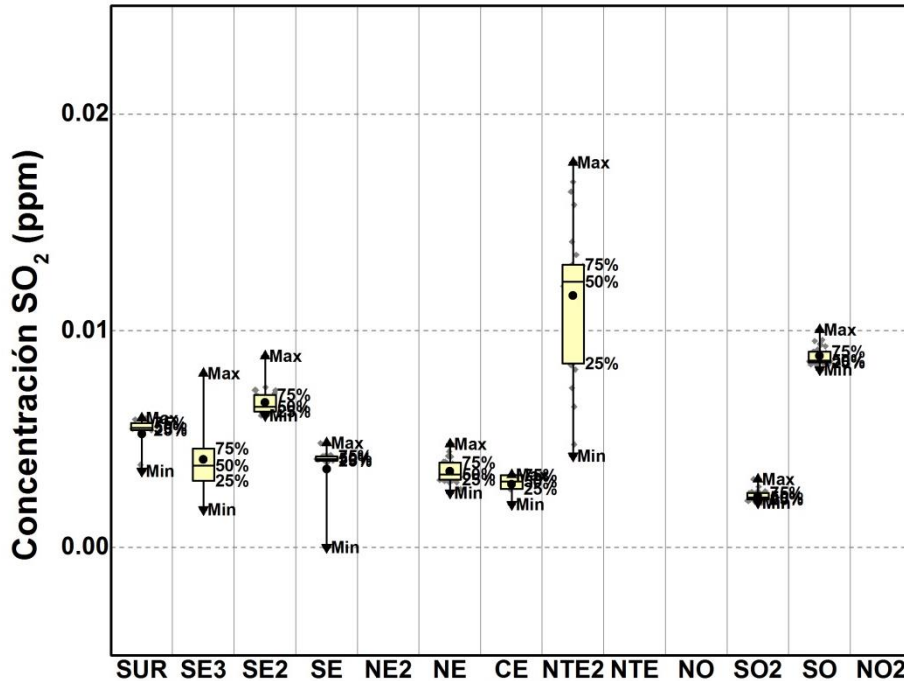


Figura 23. Estadístico del SO_2 para las estaciones para septiembre 2019

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 0.017 ppm y para el valor mínimo se registró en la estación SE con una concentración de 0.001 ppm. Para el valor promedio global en la ZMM, se tuvo una concentración de 0.005 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 0.11 ppm como máximo para un periodo de exposición de 24 horas.

2.6. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) 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 septiembre 2019 en todas las estaciones de la red de monitoreo del SIMA.

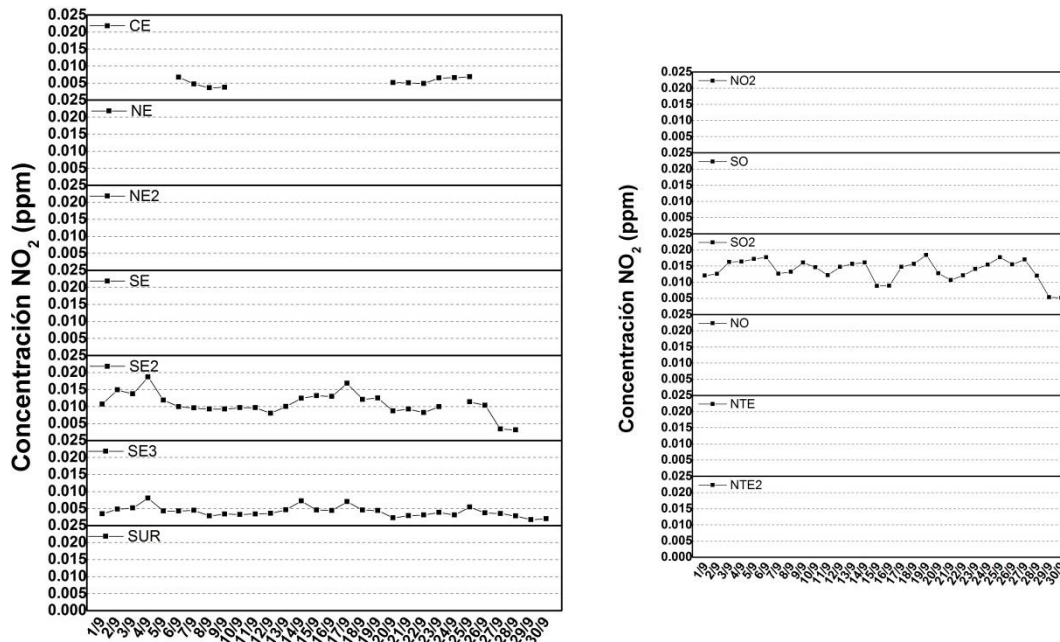


Figura 24. Promedio diario de NO₂ para las estaciones en septiembre 2019

Las estaciones SE, NE2 y NTE se encuentran sin equipos en las estaciones de monitoreo y en el caso de las estaciones SUR, NE y SO se tienen fallas en los equipos de medición. Por último en el caso de las estaciones NTE2 y NO2 no hay suficiencia de datos para realizar un análisis en el mes de septiembre 2019.

Se observan 2 eventos en los cuales las concentraciones de NO₂ incrementan, el primero ocurre el 4 de septiembre y el segundo el 17 de septiembre. Además se observa un comportamiento irregular de las concentraciones en la estación SO₂ a partir del 4 de septiembre.

En la **Figura 25** se muestra el análisis estadístico correspondiente al mes de septiembre 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.

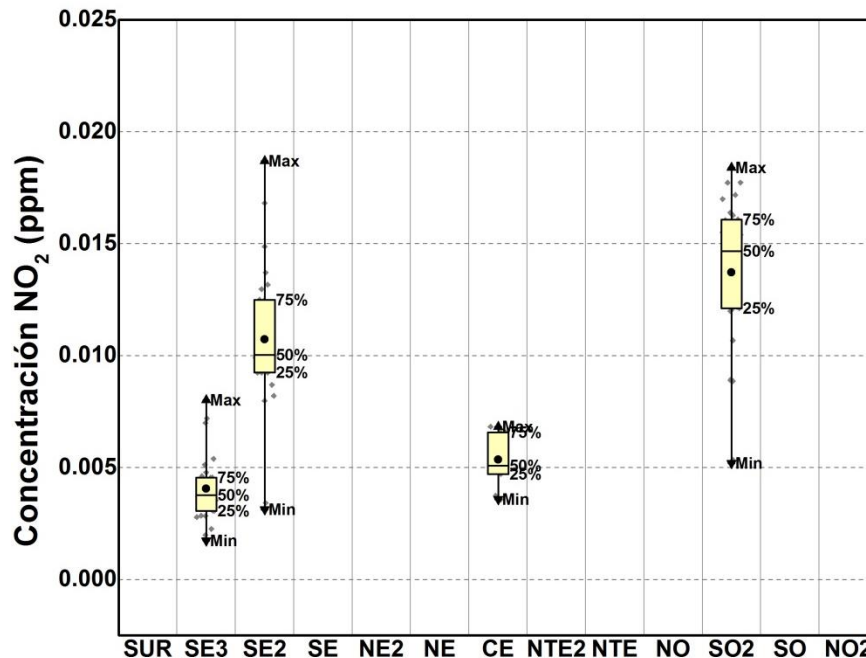


Figura 25. Estadístico del NO_2 para las estaciones para septiembre 2019

El análisis muestra que la estación SE2 tuvo la mayor concentración de NO_2 con un valor de 0.018 ppm. Para el valor mínimo, la estación SE3 presento una concentración de 0.017 ppm. Por último el promedio global de la concentración del indicador NO_2 para el mes de septiembre fue de 0.008 ppm.

Este indicador no sobrepasa los valores que establece la NOM-023-SSA1-1993 de 0.21 ppm como límite 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 septiembre muestran que el paso de la tormenta tropical “Fernand” represento una influencia muy marcada a su paso por la zona metropolitana de Monterrey, sin embargo, las emisiones locales presentan un mayor aporte en los indicadores de calidad del aire.

En el caso de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se puede observar la disminución de estos contaminantes entre los días 4 y 5 de septiembre para todas las estaciones de monitoreo. A pesar de la disminución de las concentraciones, a mitad de mes se presentaron incrementos en las concentraciones y también al final de septiembre, esto es para el caso de PM_{10} . En el caso de $PM_{2.5}$ no 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 a excepción de la estación SO2 que presento intervalos de concentración pero que no s

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.

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

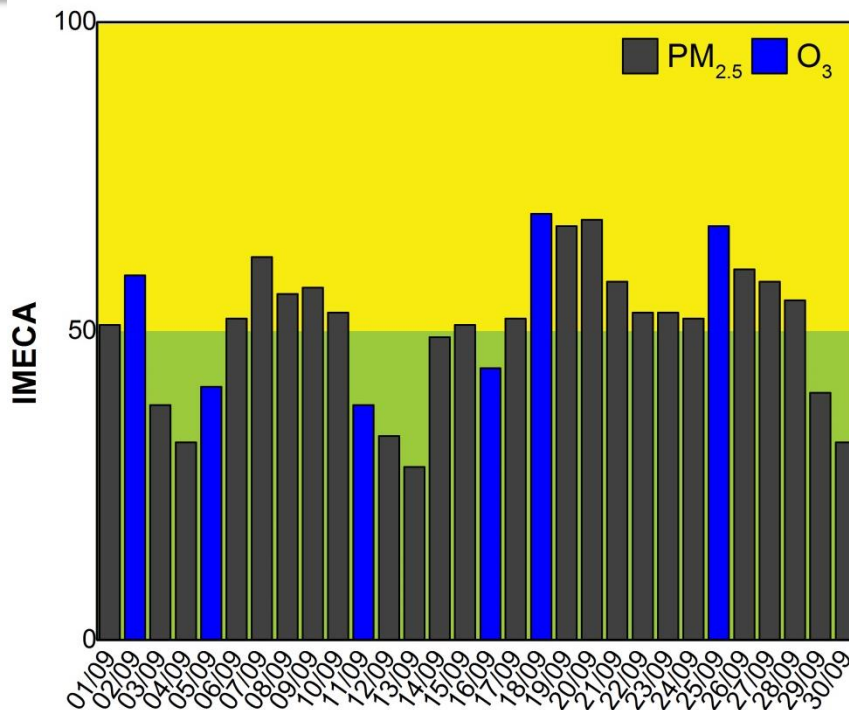


Figura 26. Valores máximos de puntos IMECA para la red del SIMA en el mes de septiembre 2019.

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 septiembre. Los contaminantes que prevalecieron fueron PM_{2.5}, y O₃, en donde ozono presentó el valor IMECA más alto del mes con 69 puntos el día 18 de septiembre. En el caso de PM_{2.5} el valor más alto se presentó el 21 de septiembre con un valor de 67 puntos.

De acuerdo a la clasificación que se muestra en la **Figura 26** de los puntos IMECA, hubo 20 con calidad Regular y 10 con calidad Buena. En el caso de 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.

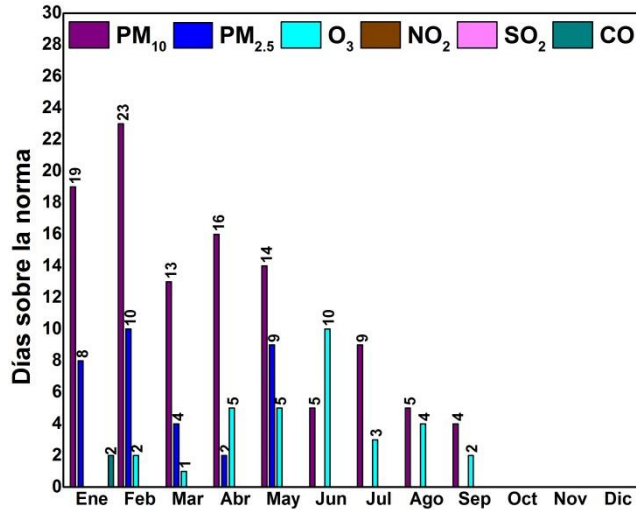
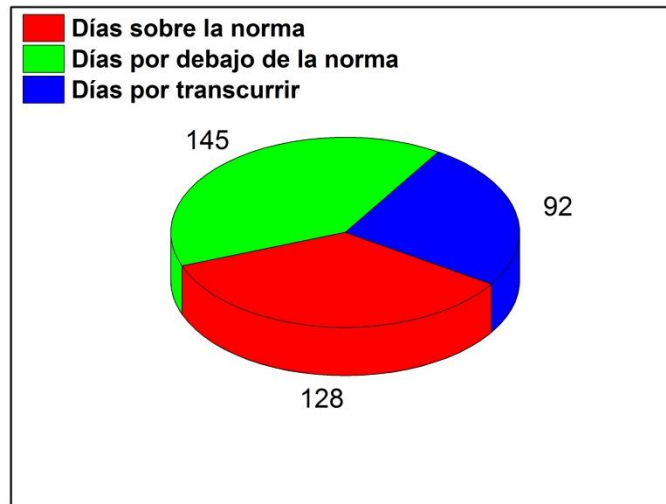


Figura 27. Conteo de los días sobre la norma por contaminante en la Zona Metropolitana de Monterrey

Con respecto al mes de septiembre se observa que en 4 días se sobrepasó el límite máximo permisible para PM₁₀. Para O₃, la Figura indica que se sobrepasó por 2 días. 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 septiembre, se tienen 128 días sobre la norma y 92 por debajo de la norma.



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

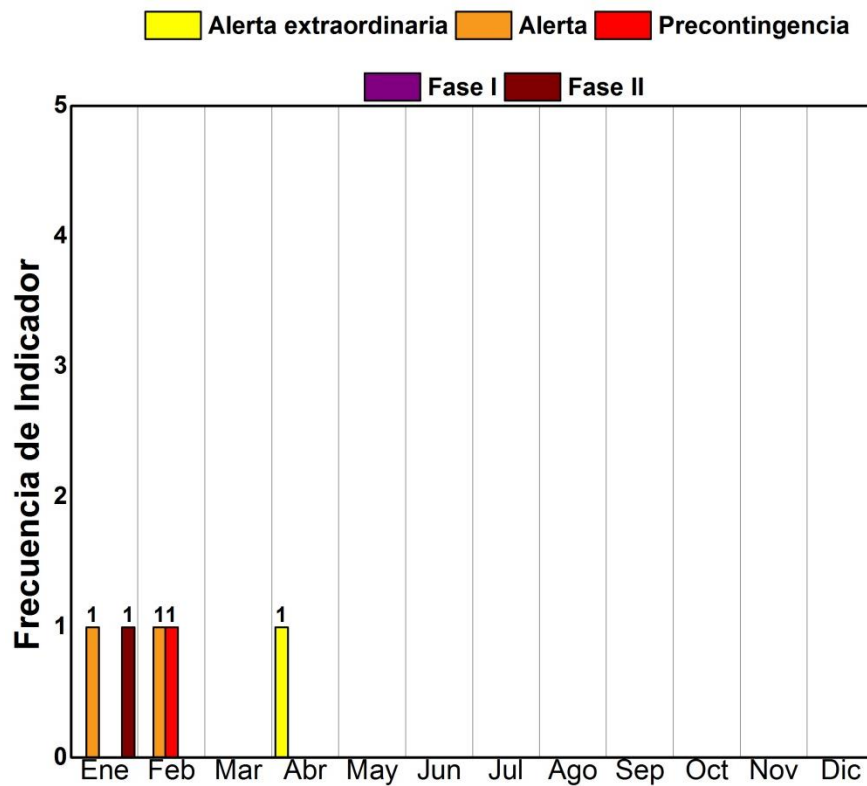


Figura 29. Frecuencia de eventos del programa de respuesta a contingencias atmosféricas

Por último se presentan los valores de las respuestas a contingencias atmosféricas. En el caso del mes de septiembre no se presentaron ningún tipo de alerta. 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 septiembre presentó un evento atípico de precipitación en el cual las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ tuvieron una disminución en sus concentraciones.

Para O_3 solo presentó elevación en su concentración en la estación SO_2 . También se observa que el indicador IMECA tuvo el valor más alto del mes con 69 puntos y que sobrepasó los valores de la norma al menos en 3 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 no presentaron condiciones de elevación en sus concentraciones, manteniendo sus concentraciones estables a lo largo del mes de septiembre.

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

Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León

M.C. Jair Rafael Carrillo Ávila

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



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