Secretaría de DESARROLLO SUSTENTABLE NL

Reporte del Estado de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana de Monterrey

Octubre 2014

SIMA
Sistema Integral de Monitoreo Ambiental

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....3

1. Sistema de Monitoreo Atmosférico del Área Metropolitana de Monterrey 4

2. Descripción Meteorológica.....5

2.1 Temperatura ambiente en el Área Metropolitana de Monterrey.....5
2.2 Humedad relativa y precipitación pluvial en el Área Metropolitana de Monterrey..7
2.3 Radiación solar en el Área Metropolitana de Monterrey.....10
2.4 Rosas de Viento del Área Metropolitana de Monterrey 11

3 Indicadores de calidad del aire 13

3.1 Análisis de las concentraciones de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante octubre de 2014. 14
Monóxido de carbono.....14
Bióxido de azufre 15
Óxidos de nitrógeno.....16
Ozono 18
Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) 19
Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)..... 20

3.2 Análisis de Días Sobre la Norma globales por zona presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante octure 2014 22

3.3 Análisis de los puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante el mes de octubre 2014 23

4. BIBLIOGRAFÍA.....23

INTRODUCCIÓN

El reporte del Estado de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey actualiza los parámetros meteorológicos y contaminantes monitoreados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León, con el fin de evaluar las tendencias de los mismos, dirigiendo así acciones de prevención, control y mitigación de la contaminación atmosférica.

La aplicación de criterios técnicos garantiza la consistencia y confiabilidad de los parámetros de calidad del aire monitoreados por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), los cuales se actualizan periódicamente y son de fácil acceso al público.

Estos indicadores de calidad del aire proporcionan un panorama de la contaminación del aire del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), tomando en cuenta el comportamiento temporal y espacial de los contaminantes, la influencia de variables meteorológicas y la presencia de fuentes de contaminación.

Los resultados que se obtienen del monitoreo de la calidad del aire son utilizados principalmente para estudios ambientales, tales como la determinación de algunas fuentes contaminantes y sus posibles impactos de las mismas hacia el entorno. Asimismo, la información generada por el SIMA es utilizada por investigadores que desarrollan modelos de dispersión de contaminantes y realizan estudios sobre el impacto de los contaminantes sobre la salud.

1. Sistema de Monitoreo Atmosférico del Área Metropolitana de Monterrey

El Sistema Integral de Monitoreo Ambiental tiene por objetivo evaluar la calidad del aire con la finalidad de vigilar las concentraciones de contaminantes del aire a las que se encuentra expuesta la población del área metropolitana y, bajo condiciones adversas, advertirle sobre los episodios de altos índices de contaminación atmosférica. En la tabla 1 se presentan las estaciones fijas del SIMA, la ubicación y el municipio en donde se encuentran instaladas.

Tabla 1: Estaciones de monitoreo del SIMA

Estación	Ubicación	Municipio
Sureste	Parque Zoológico La Pastora	Guadalupe
Noreste	Col. Unidad Laboral	San Nicolás de los Garza
Centro	Col. Obispado	Monterrey
Noroeste	Col. San Bernabé	Monterrey
Suroeste	Zona Centro	Santa Catarina
Noroeste 2	Col. Sierra Real	García
Norte	Fracc. Santa Luz	General Escobedo
Noreste 2	Col. Centro	Apodaca
Sureste 2	Col. Centro	Juárez
Suroeste 2	Frac. Los Sauces	San Pedro Garza García

Los contaminantes monitoreados, tanto en las estaciones fijas como en las móviles, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros que registra el SIMA

Parámetros	Métodos de Medición
Monóxido de Carbono (CO)	Atenuación IR no dispersiva GFC
Ozono (O_3)	Espectrofotometría UV
Bióxido de Nitrógeno (NO_2)	Luminiscencia Química
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 ($PM_{2.5}$)	

En la tabla 3 se muestran los parámetros meteorológicos medidos por el SIMA.

Tabla 3: Equipo utilizado para la medición de los parámetros meteorológicos

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

* No se mide en la zona Noroeste 2.

2. Descripción Meteorológica

En Nuevo León predominan los climas semisecos extremosos. La precipitación pluvial es, en general, bastante escasa, aunque cuenta con regiones que registran lluvias anuales mayores de 800 mm. La media general anual del Estado oscila entre 300 y 600 mm. La temperatura promedio anual se sitúa entre el rango de 14 °C y 30 °C.

En áreas menores de la región de la sierra, en la zona del centro y sur de la entidad y en gran parte de la cuenca del Río San Juan se registran los climas semicálidos, templados y semifríos. La variación de los parámetros climáticos que se registran en el Área Metropolitana de Monterrey permite explicar en parte el comportamiento de los contaminantes atmosféricos.

2.1 Temperatura ambiente en el Área Metropolitana de Monterrey

En general, la temperatura ambiente disminuye con la altura a lo largo de la troposfera, hasta alcanzar la región conocida como estratopausa, donde la temperatura permanece constante, y más arriba, en la estratosfera, la temperatura aumenta con la altura[1]. Un aspecto que influye en la variación de temperatura de una región es el tipo de superficie sobre la que incide la radiación solar.

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la temperatura promedio diaria en el Área Metropolitana de Monterrey del mes de octubre 2014, se puede apreciar fluctuaciones en la temperatura promedio diaria, y llegando a un punto máximo de 29°C. Asimismo, las temperaturas mínimas promedios alcanzadas fluctúan cerca de 18°C.

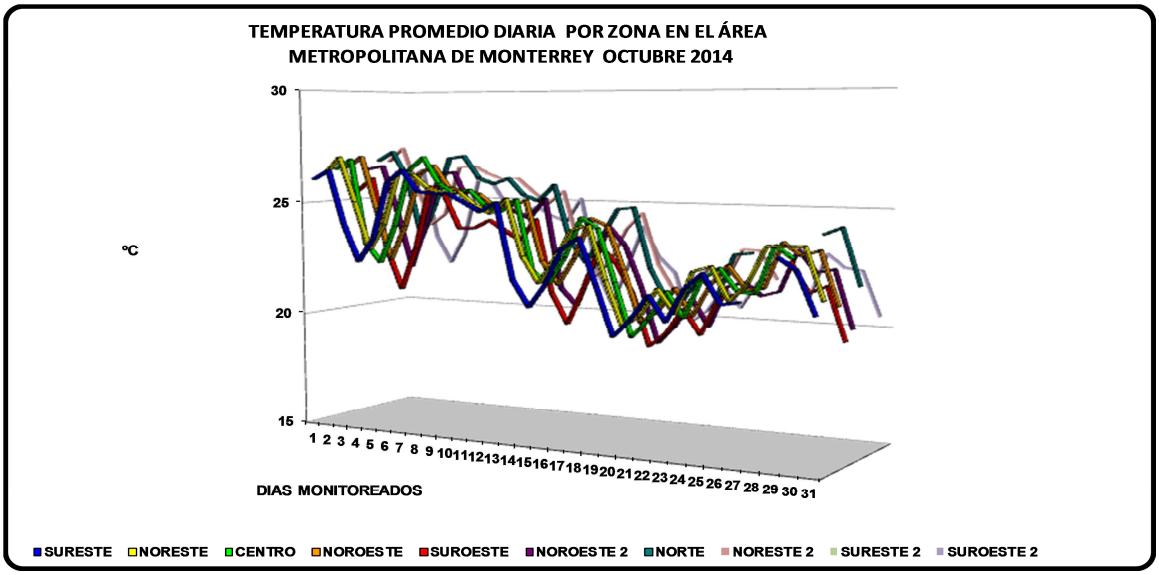


Figura 1: Temperatura Promedio Diaria por zona en el AMM

Por otro lado, en la figura 2 se muestra que la temperatura máxima por zona se alcanzó el día 06 de octubre, donde en la estación Noreste 2 registró una temperatura de 35.69°C, mientras que en Suroeste registró valores de 32.55 °C.

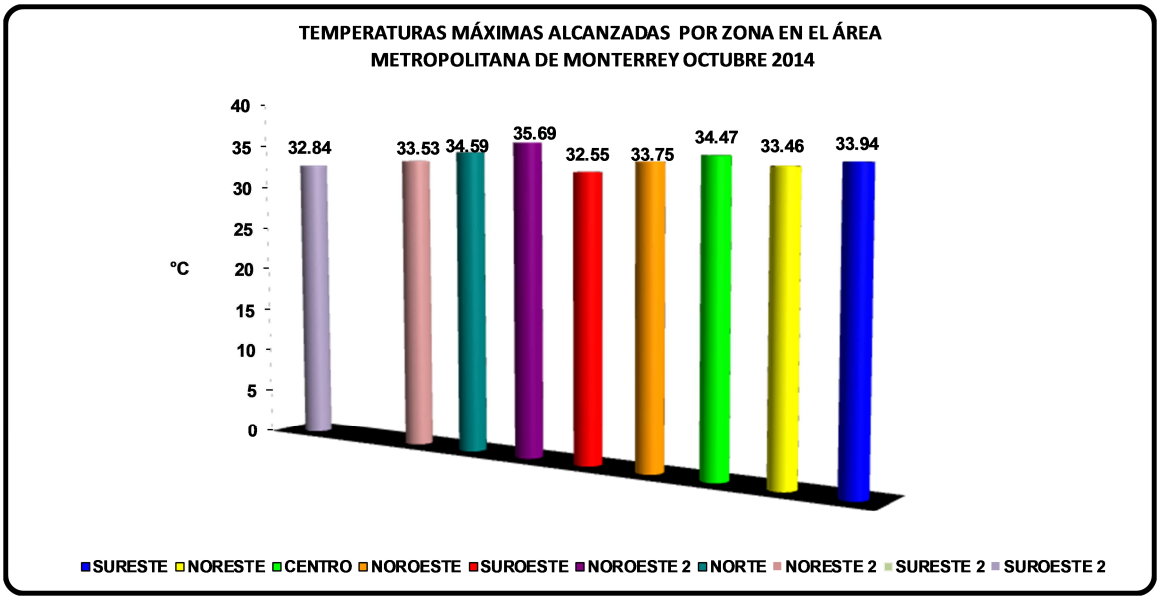


Figura 2: Temperatura Máxima por Zona en el AMM

En la figura 3 se muestran las temperaturas mínimas alcanzadas por zona, las cuales se alcanzaron el día 15 de octubre, donde en la estación Noroeste 2 presentó una temperatura de 14.52 °C, mientras que en la estación Norte registró un valor de 16.21°C.

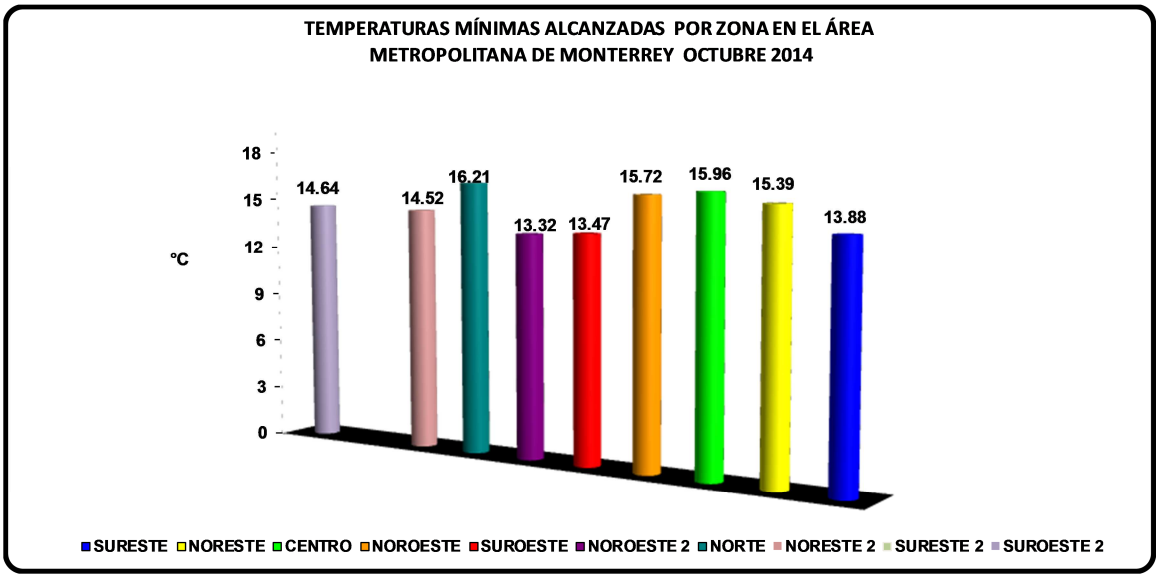


Figura 3: Temperatura Mínima por zona en el AMM

2.2 Humedad relativa y precipitación pluvial en el Área Metropolitana de Monterrey

La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir, sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica, y se expresa en porcentaje[1].

El contenido de agua en la atmósfera depende de la temperatura. Cuanto más caliente está una masa de aire, mayor es la cantidad de vapor de agua que puede retener. En contrapartida, a temperaturas bajas puede almacenar menos vapor de agua. Cuando una masa de aire caliente se enfría, por la causa que fuere, se desprende del vapor en forma de precipitación.

En la figura 4 se muestra la humedad relativa por zona en el Área Metropolitana de Monterrey. El día que mostró un mayor porcentaje de humedad fue el 20 de octubre con un valor del 95% en la estación Sureste. Durante todo el mes se presentaron fluctuaciones en el comportamiento de la humedad relativa, el cual oscilaba entre el 99% y el 25%.

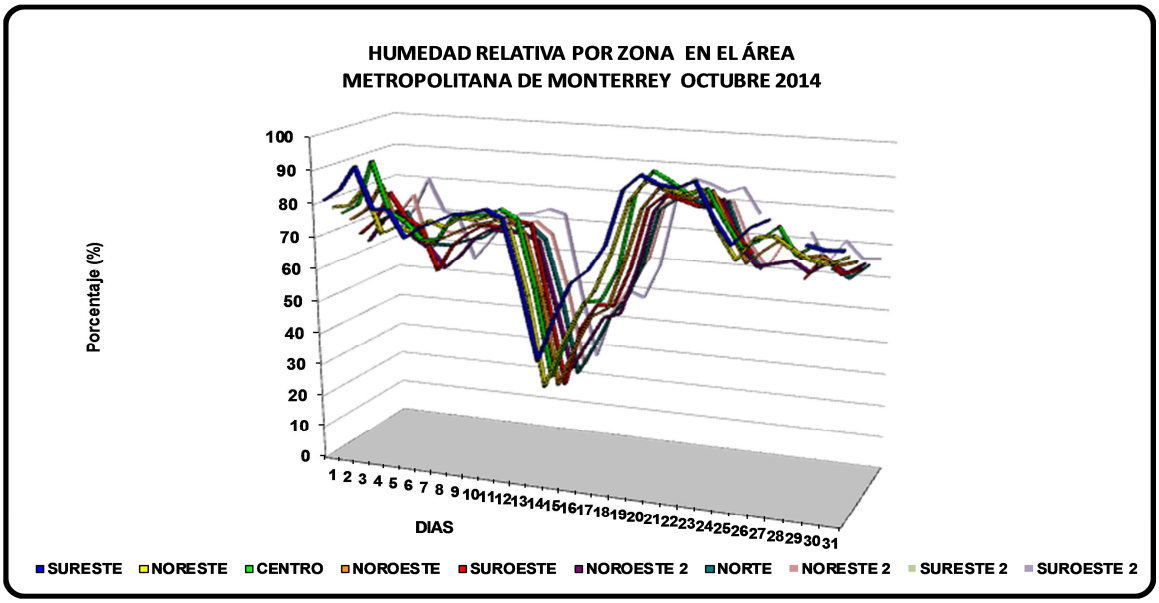


Figura 4: Humedad relativa por zona en el AMM

En la figura 5 se muestra la humedad relativa promedio por zona en el AMM, donde se puede observar que en la estación Sureste se reporta el valor más alto con 78.4 %, mientras que en las estación Norte muestra un valor menor, siendo éste igual 64.8 %.

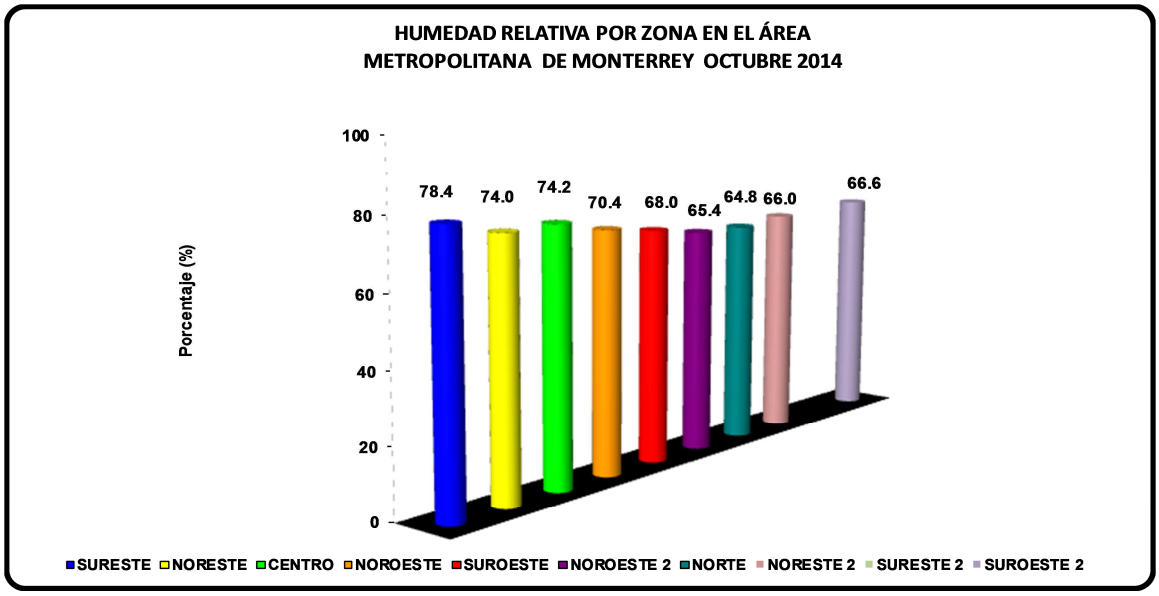


Figura 5: Humedad relativa promedio por zona en el AMM

La precipitación es considerada como cualquier forma de agua que cae a la superficie de la tierra, como parte importante del ciclo hidrológico e incluye a la lluvia, nieve, aguanieve y el granizo. La precipitación es producida por las nubes. Cuando éstas alcanzan el punto de saturación, las gotitas de agua (o cristales de hielo) crecen hasta caer a la tierra por efecto de la gravedad[1].

En la figura 6 se muestra la precipitación pluvial por zona en el Área Metropolitana de Monterrey. En general, la mayor parte del mes fue seco salvo los días del 3, 4, 11 y del 19-24 de octubre, siendo el día 06 donde se registró una mayor cantidad de precipitación en la estación Sureste, con 6.49 mm.

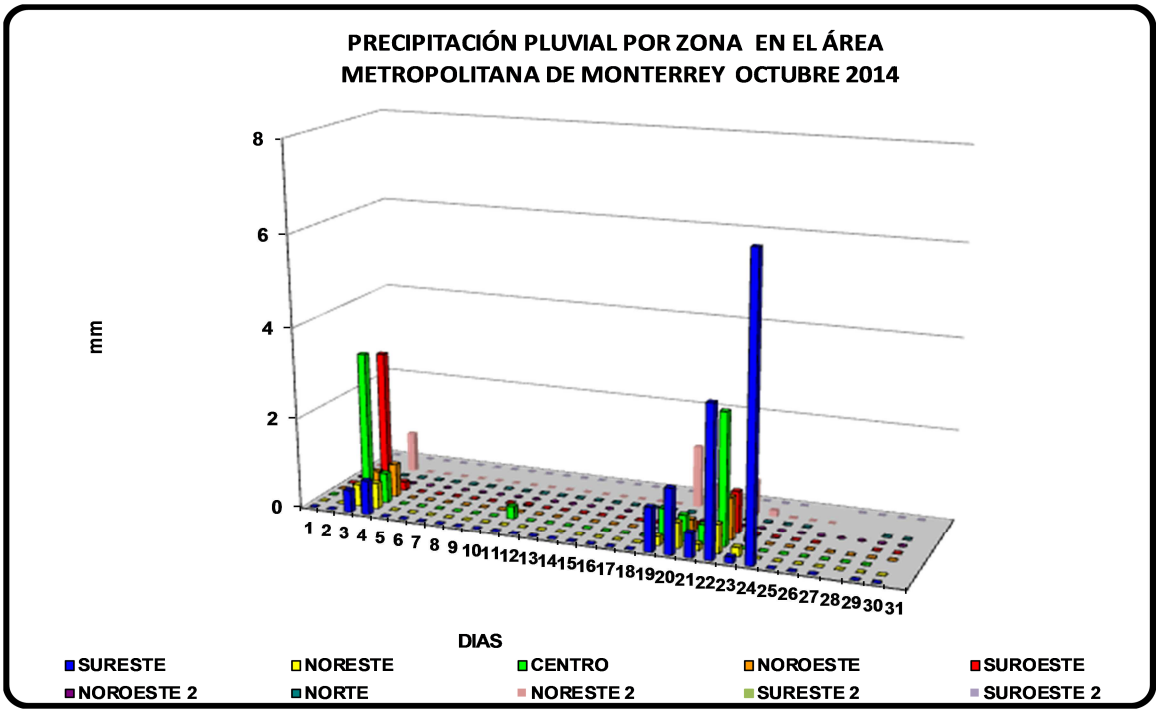


Figura 6: Precipitación pluvial por zona en el AMM

En la figura 7 se muestra la precipitación pluvial total por zona durante octubre de 2014, donde se registró una mayor acumulación de precipitación en la estación Sureste con un valor de 14.14 mm.

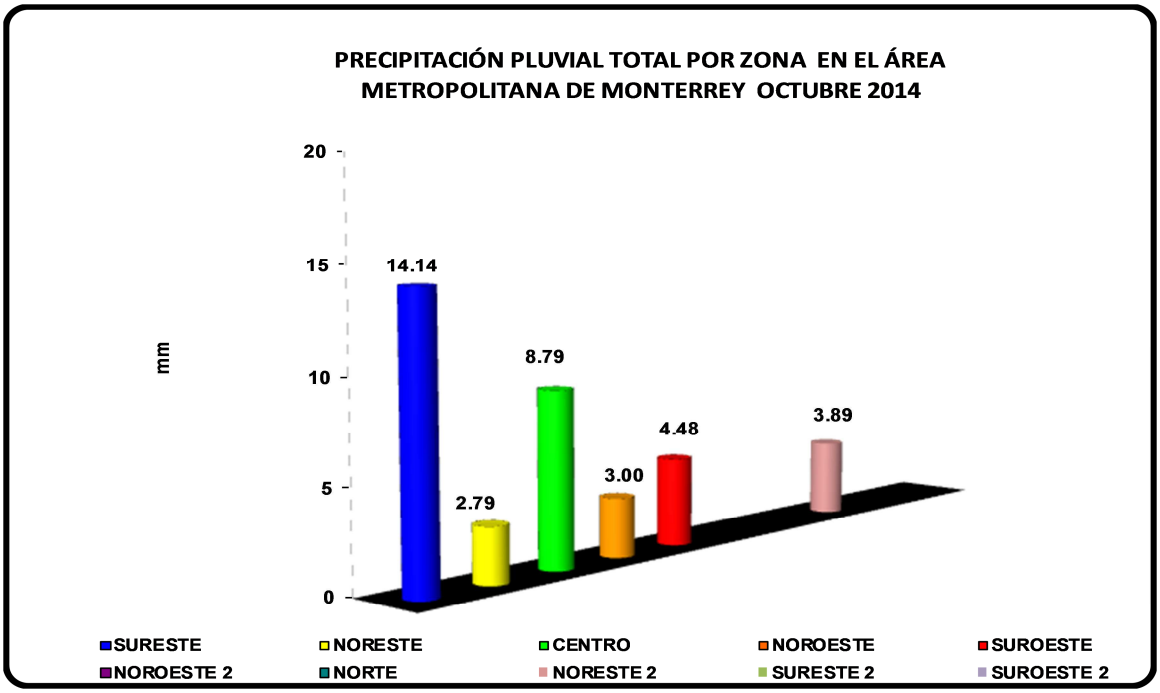


Figura 7: Precipitación pluvial total por zona en el AMM

2.3 Radiación solar en el Área Metropolitana de Monterrey

La superficie de la Tierra recibe energía proveniente del Sol en forma de radiación de onda corta. La Tierra refleja alrededor del 55% de dicha radiación incidente y absorbe el 45% restante, convirtiéndola en calor que, posteriormente, la Tierra irradia al espacio como energía de onda larga, conocida como radiación terrestre. El Hemisferio Norte es más cálido que el Hemisferio Sur en los meses de junio, julio y agosto porque los rayos solares caen menos oblicuos que durante los meses de diciembre, enero y febrero[1].

En la figura 8 se muestra el promedio de la radiación solar máxima alcanzada en el Área Metropolitana de Monterrey. En la gráfica se puede observar que los valores menores están presentes en la estación Noreste 2; mientras que la estación Sureste muestra los valores más altos de radiación.

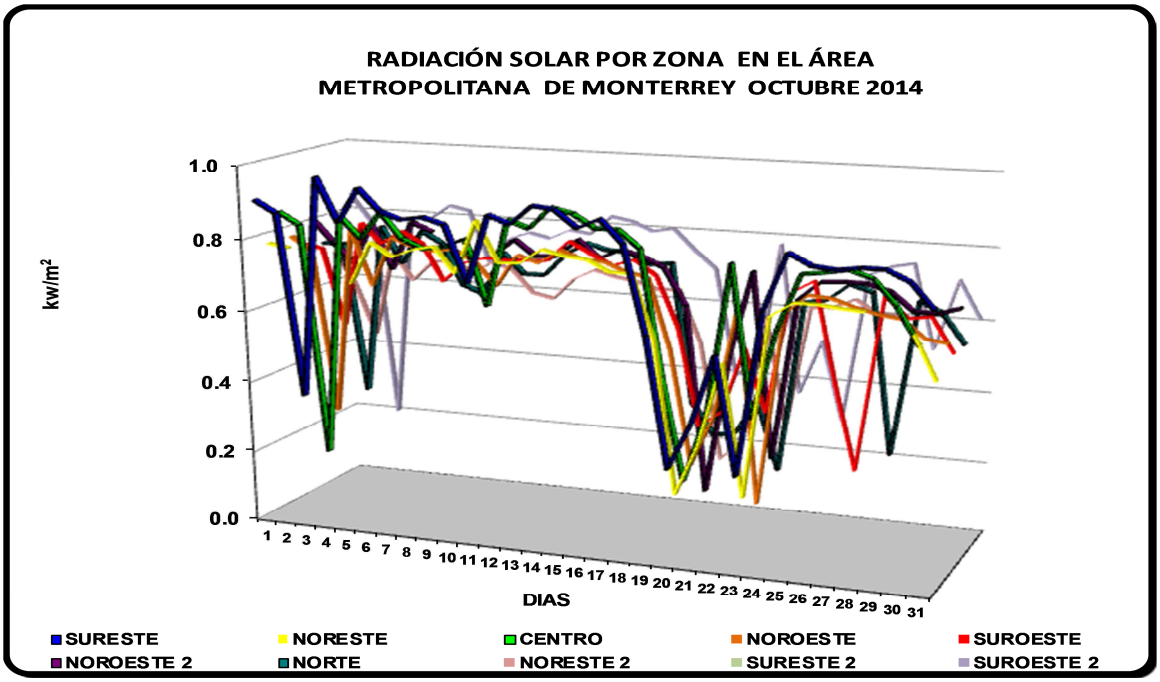


Figura 8: Radiación solar por zona en el AMM

En la figura 9 se muestran los valores máximos alcanzados de radiación solar, donde se puede observar que la estación Sureste presentan la mayor valor de radiación, el 04 de octubre, con 0.977 kw/m^2, mientras que en la estación Noreste 2 mostró los valores menores con 0.705 kw/m^2.

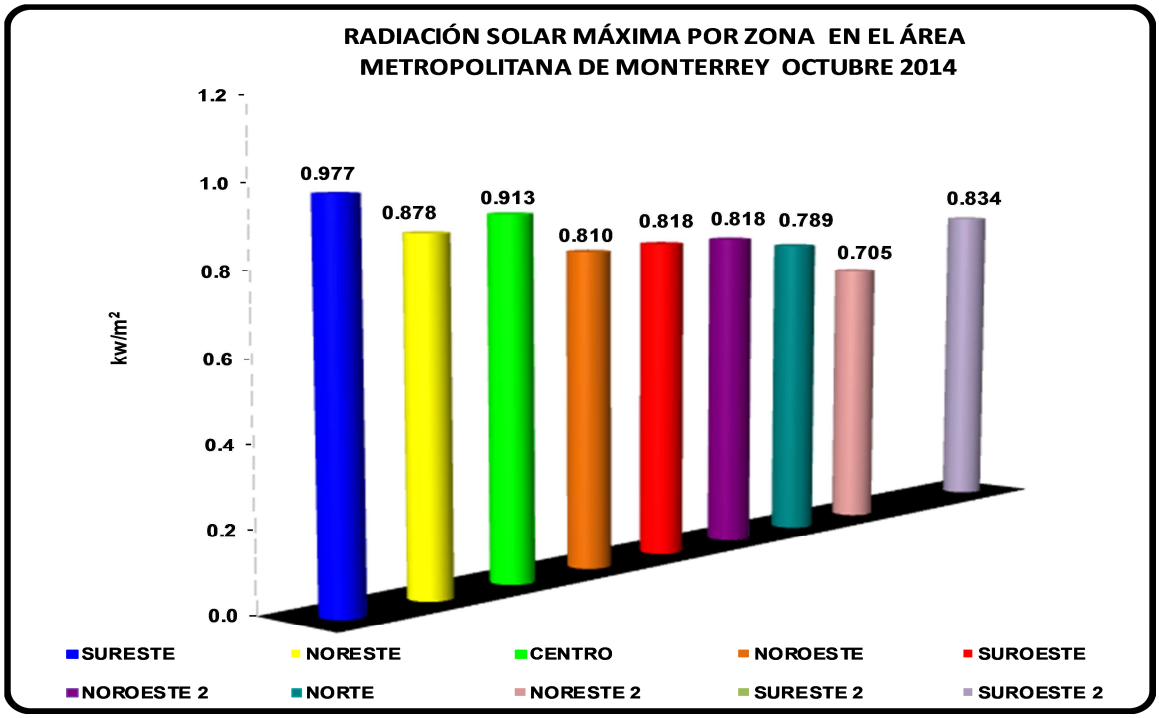
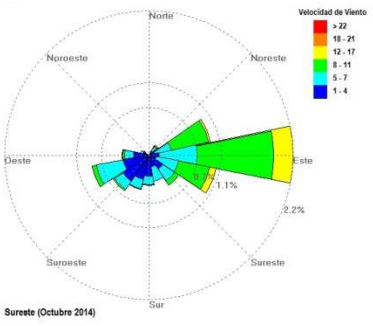


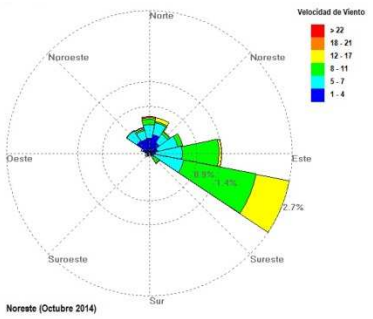
Figura 9: Radiación solar máxima por zona en el AMM

2.4 Rosas de viento del Área Metropolitana de Monterrey

El viento es un factor importante en la variación de la temperatura. En áreas donde los vientos proceden predominantemente de zonas húmedas u oceánicas, la excursión de temperatura es generalmente pequeña; por otro lado, se observan cambios pronunciados cuando los vientos dominantes soplan desde regiones áridas, desérticas o continentales[1].

En la figura 10 se muestra el promedio diario de las velocidades del viento en el Área Metropolitana de Monterrey. Donde se reportaron las mayores velocidades de viento fue en la estación Suroeste, alcanzando velocidades mayores a los 22 km/h.





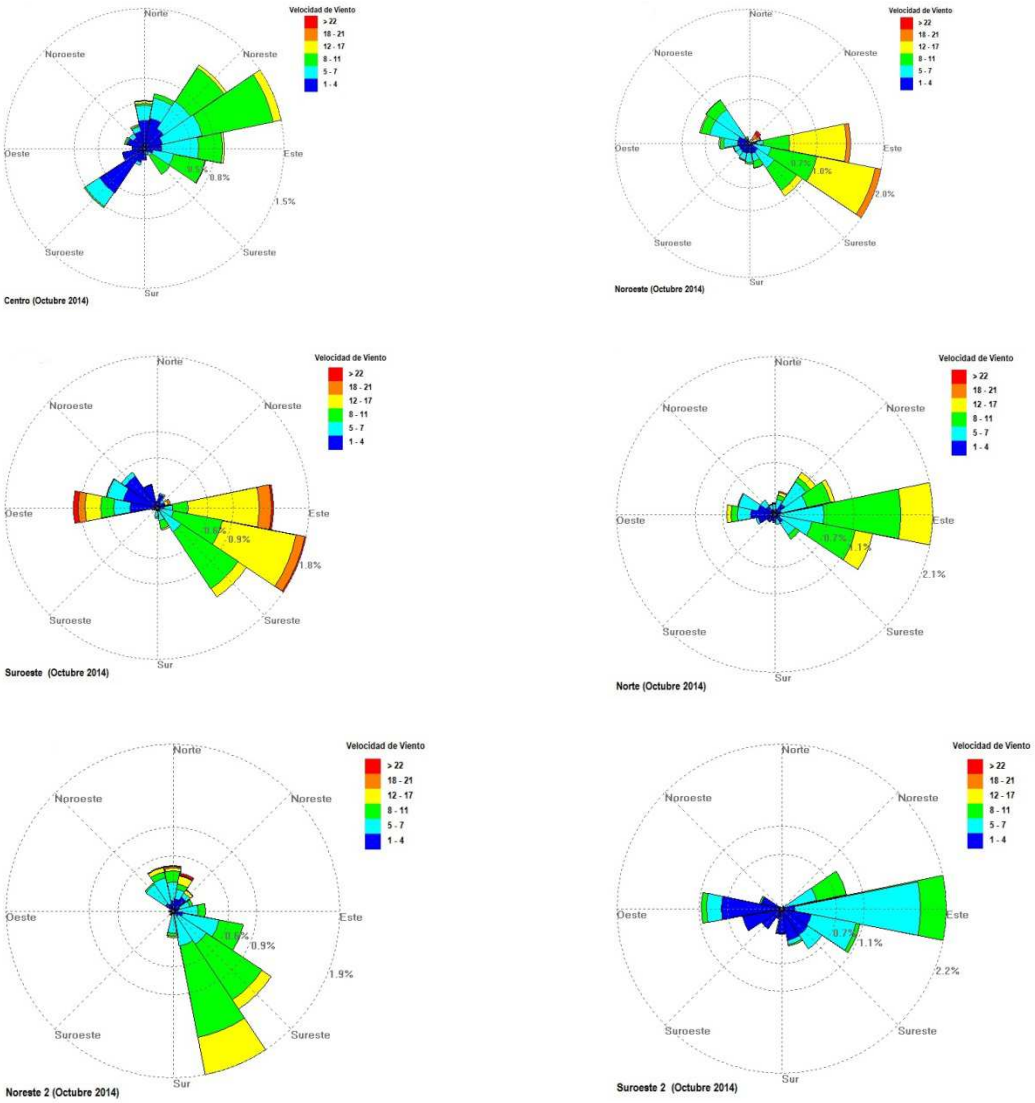


Figura 10: Velocidades del viento por Zona en el AMM

En relación a la dirección del viento por estación, se tiene que los vientos dominantes provenían de las siguientes direcciones, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Dirección del viento por estación de monitoreo

Zona (Estación)	Dirección del viento Predominante
Sureste	Este
Noreste	Este- Sureste
Centro	Noreste - Este
Noroeste	Este- Sureste
Suroeste	Este-Sureste
Noroeste 2	-
Norte	Este
Noreste 2	Sureste-Sur
Sureste 2	-
Suroeste 2	Este

CAPÍTULO III

3 Indicadores de calidad del aire

La contaminación del aire está presente en las grandes ciudades, debido a la intensa actividad industrial y flujo vehicular que se refleja en el elevado consumo de energía. Además de los procesos industriales y vehículos automotores, existen condiciones naturales que también aportan parte de la contaminación.

Las estaciones de monitoreo del SIMA determinan parámetros contaminantes y meteorológicos minuto a minuto, para posteriormente realizar un promedio horario y establecer las concentraciones de cada uno de los contaminantes monitoreados; se realizan los reportes de la calidad del aire y, a su vez, se sabe si éstos se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido en las Normas Oficiales Mexicanas. A continuación se presenta el comportamiento de las tendencias de los principales indicadores de la calidad del aire, de acuerdo a la información registrada por la red automática de monitoreo.

3.1 Análisis de las concentraciones de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey del mes de octubre 2014

Monóxido de Carbono (CO)

En la figura 11 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de Monóxido de Carbono en el área metropolitana, el día 28 de octubre se registró en la estación Centro una concentración máxima de 1.713 ppm. Mientras, que la estación que presentó los valores menores de concentración fue a estación Noreste 2.

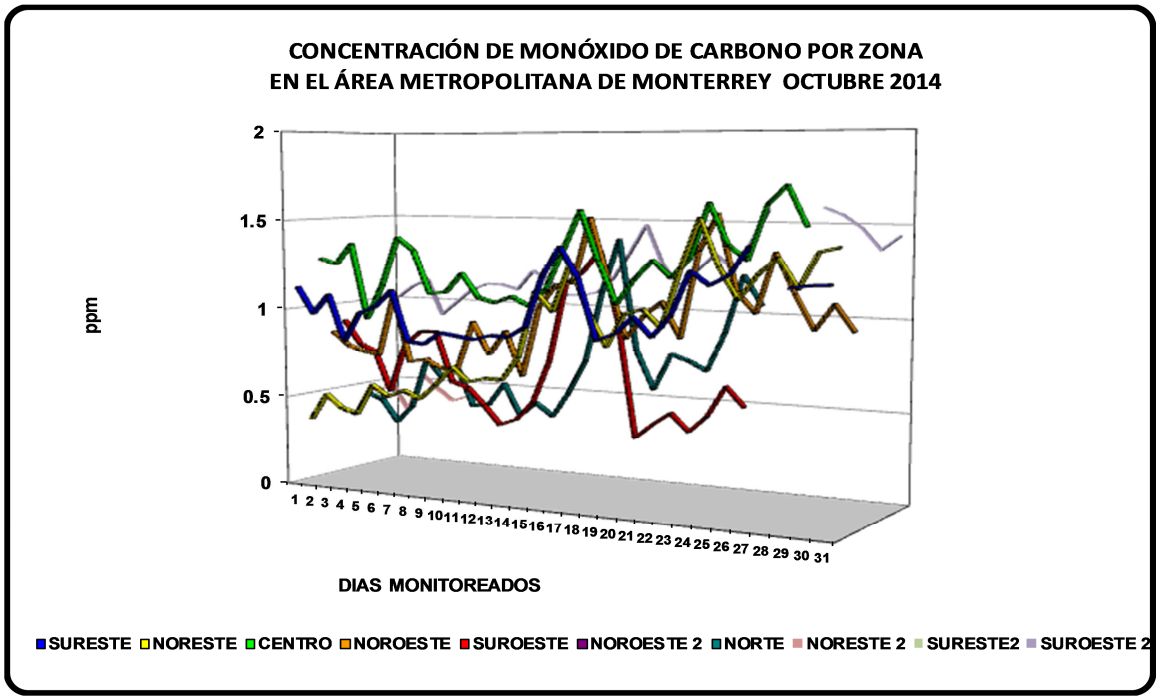


Figura 11: Concentración de Monóxido de Carbono por Zona en el AMM

En la figura 12 se muestran los valores promedios de concentración mensual de Monóxido de Carbono durante el mes octubre, donde se puede observar que el valor promedio más alto se presentó en la estación Centro con 1.285 ppm, mientras que el valor menor se presentó en la estación Norte con 0.417 ppm de CO.

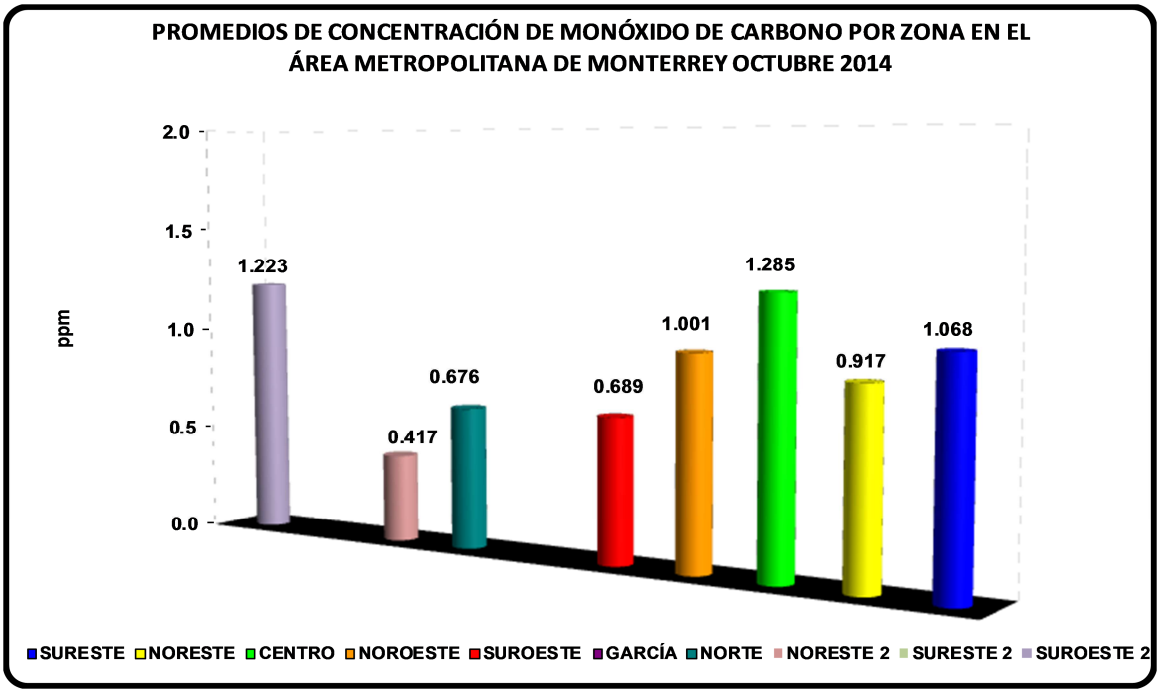


Figura 12: Promedios de concentración de Monóxido de Carbono por zona en el AMM

Bióxido de Azufre (SO_2)

En la figura 13 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Bióxido de Azufre (SO_2) por zona en el área metropolitana. El día donde se presentaron los picos máximos fueron el 15 de octubre en la estación Noreste 2, con 10.11 ppb, mientras que los valores menores de concentración fueron monitoreados en la estación Norte.

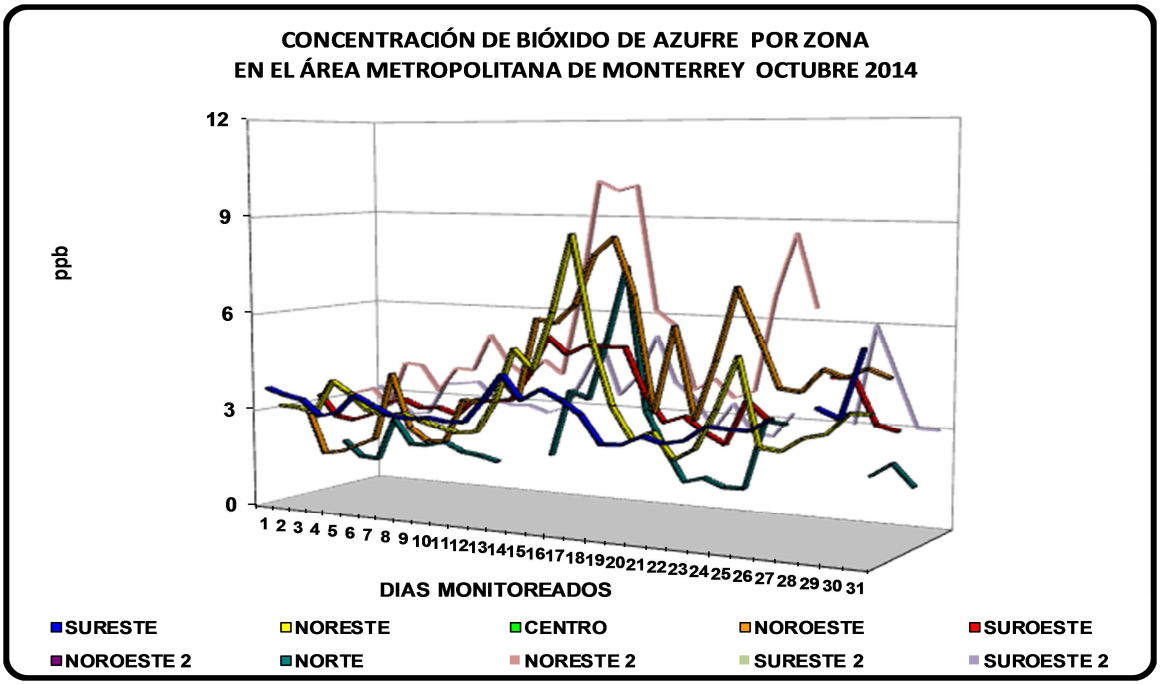


Figura 13: Concentración diaria de Bióxido de Azufre en el AMM

En la figura 14 se muestran los valores promedio mensuales por zona de Bióxido de Azufre en la zona metropolitana, donde se puede ver que la estación Noreste 2 es la que presentó los valores mayores con 5.3 ppb, mientras donde se observó el valor menor fue en la estación Norte con 2.3 ppb.

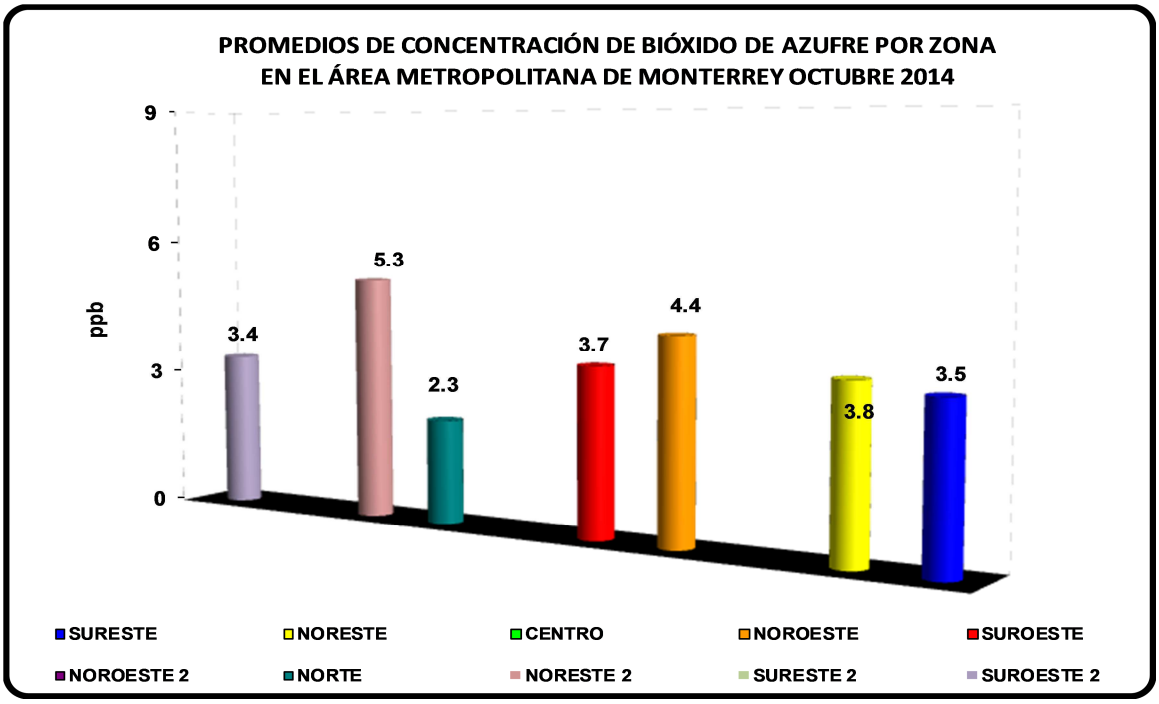


Figura 14: Promedio de concentración de Bióxido de Azufre por zona en el AMM

Óxidos de Nitrógeno (NO_2)

En la figura 15 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Bióxido de Nitrógeno (NO_2) por zona en el área metropolitana, donde el pico más alto se encuentran en la estación Noreste 2 con un valor de 50.50 ppb el día 15 de octubre, asimismo la esta estación Noroeste presenta los menores valores de concentración del contaminante en cuestión.

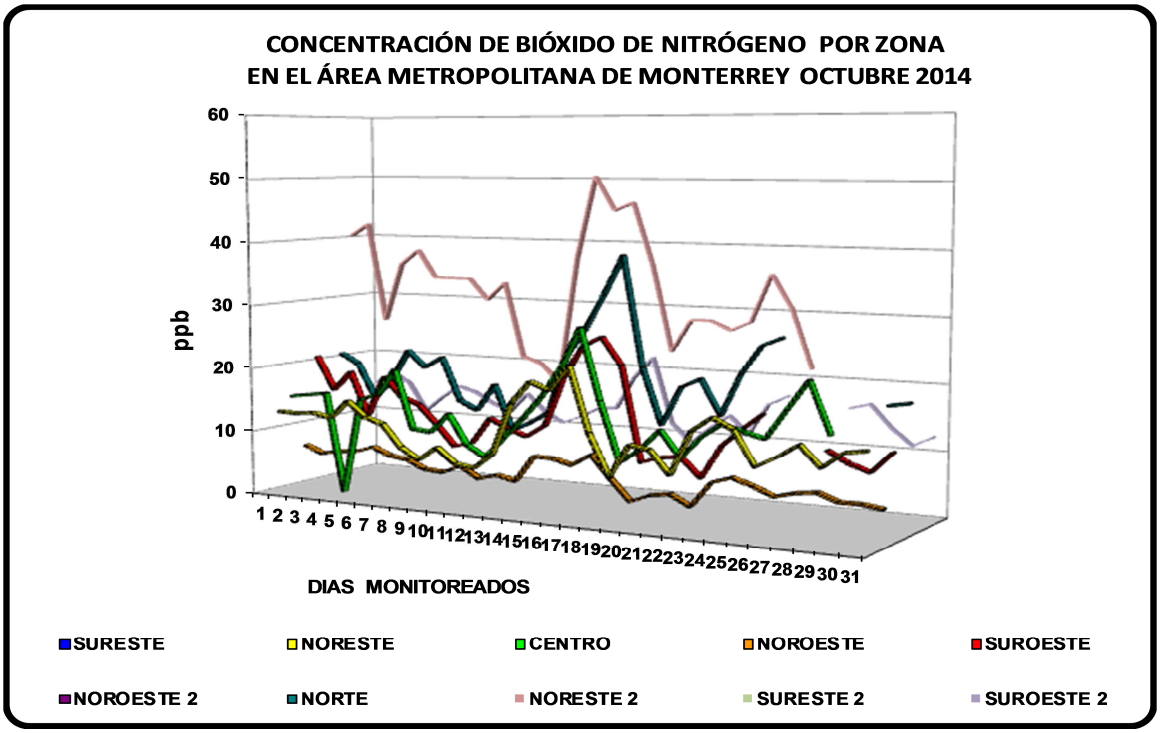


Figura 15: Concentración diaria de Bióxido de Nitrógeno por zona en el AMM

En la Figura 16 se presentan los promedios de concentración mensuales de Bióxido de Nitrógeno por zona, de acuerdo a las estaciones del SIMA, donde el valor promedio máximo fue de 32.68 ppb y se registró en la estación Noreste 2, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Noroeste con 5.4 ppb.

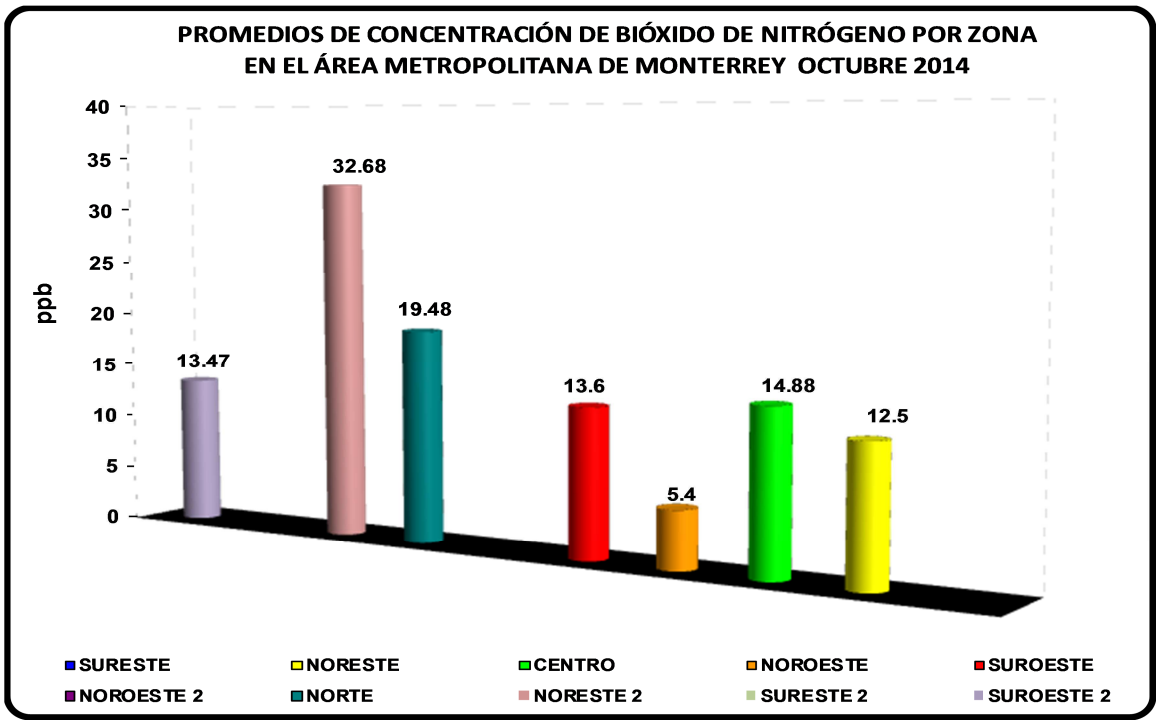


Figura 16: Promedio de concentración de Bióxido de Nitrógeno por zona en el AMM

Ozono (O_3)

En la figura 17 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Ozono (O_3) por zona en el área metropolitana. El pico más alto se encuentra en la estación Suroeste con un valor de 53.6 ppb el día 01 de octubre, mientras que la estación que presenta los menores valores de concentración es la estación Noreste.

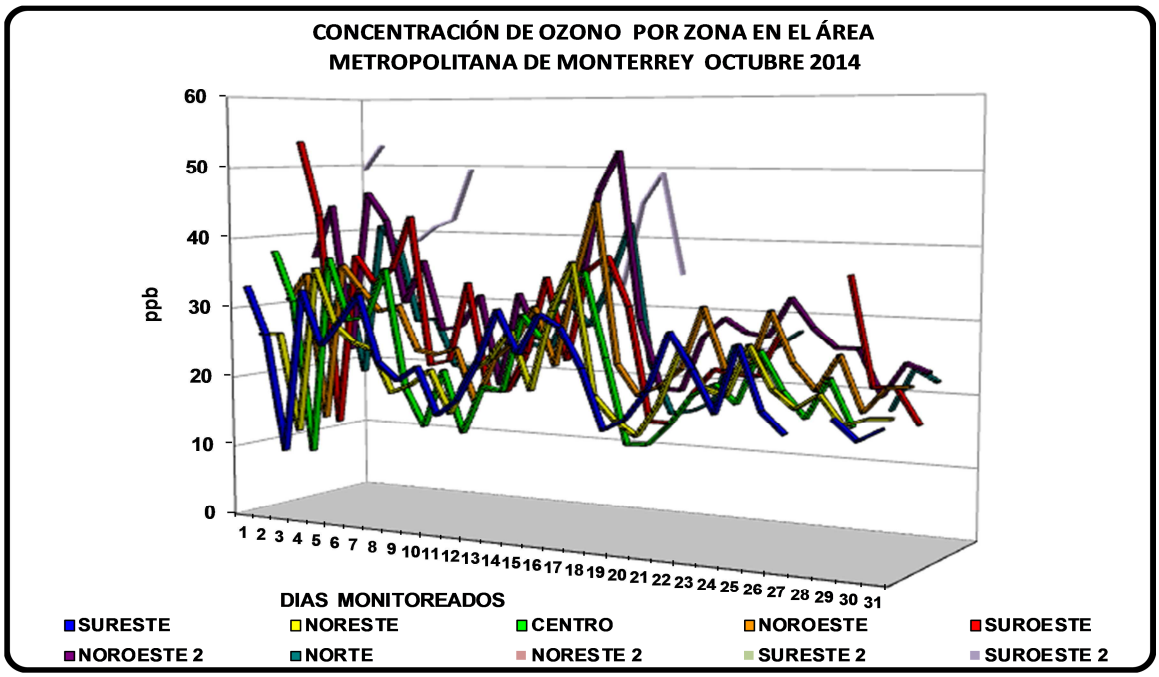


Figura 17: Promedio de concentración diaria de Ozono por zona en el AMM

En la figura 18 se presentan los promedios mensuales de concentración de Ozono por zona en el área metropolitana, donde el valor promedio máximo fue de 38.3 ppb y se registró en la estación Suroeste 2, mientras que el valor promedio mínimo se registró en las estaciones Noreste con 23.1 ppb.

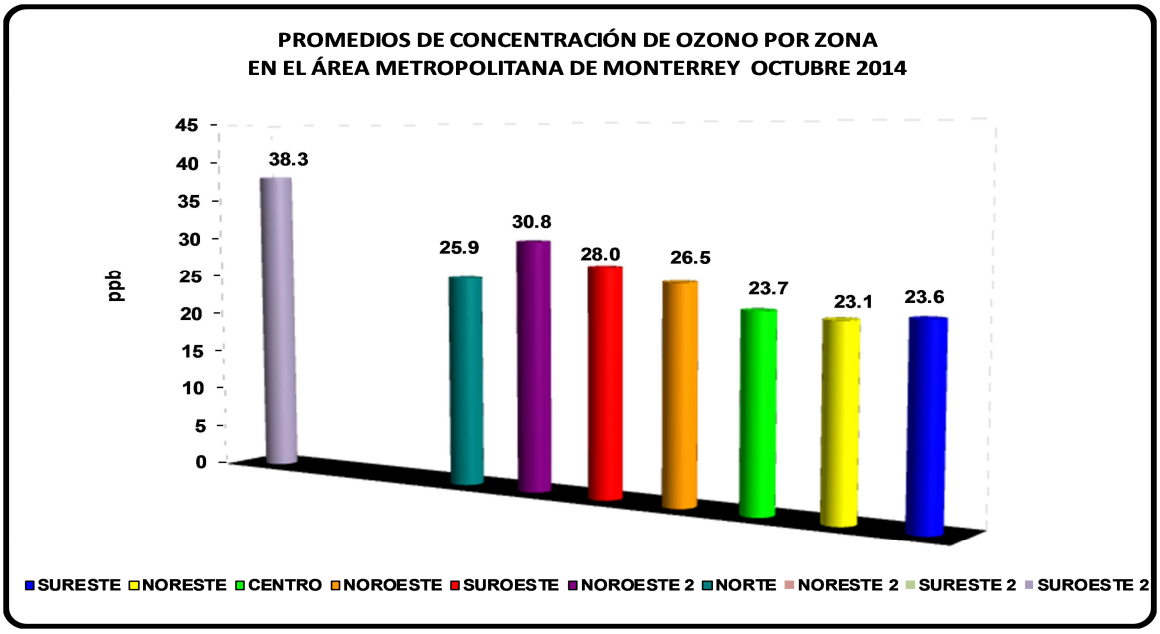


Figura 18: Promedio de concentración de Ozono por zona en el AMM

Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})

En la figura 19 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de las partículas menores a 10 micrómetros por zona. De acuerdo al monitoreo de las estaciones fijas del SIMA, durante el mes de octubre 2014, el pico más elevado se encuentra en la estación Suroeste con un valor de 188.3 µg/m^3, el 17 de octubre, mientras que la estación que presenta los menores valores de concentración de este contaminante es la Sureste.

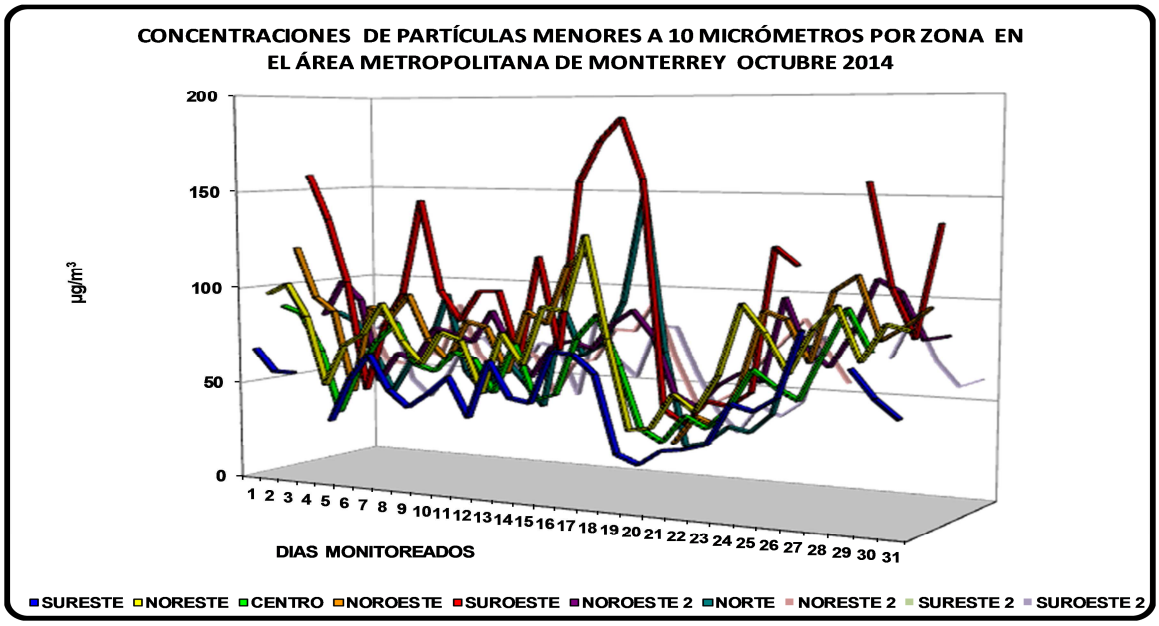


Figura 19: Promedio de concentración diaria de PM_{10} por zona en el AMM

En la figura 20 se presentan los promedios mensuales de concentración de las PM_{10} por zona en el área metropolitana, donde el valor promedio máximo fue de 104.9 µg/m^3 en la estación Suroeste, mientras que en la estación Sureste fue de 54.1 µg/m^3.

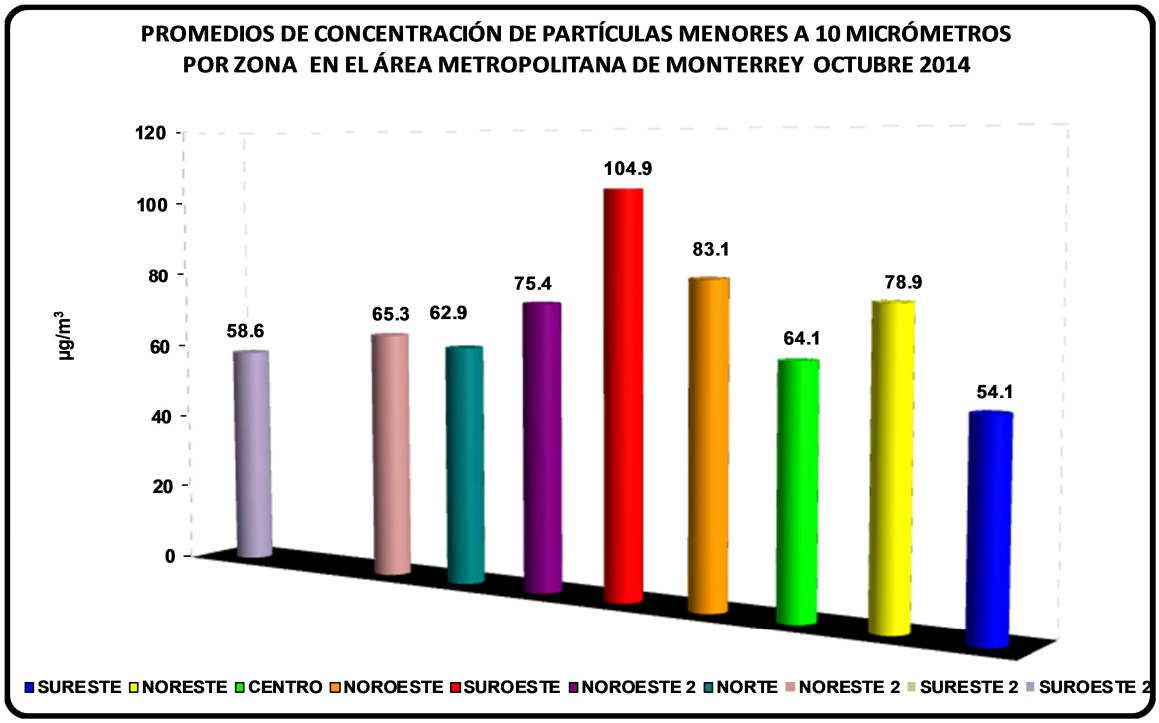


Figura 20: Promedio de concentración de partículas menores a 10 micrómetros por zona en el AMM

Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)

La figura 21 muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de las partículas menores a 2.5 micrómetros por zona. El pico más alto se encuentra en la estación Suroeste con un valor de 38.08 µg/m^3, el día 28 de octubre; por otro lado, la estación que presenta los menores valores de concentración es la estación Centro.

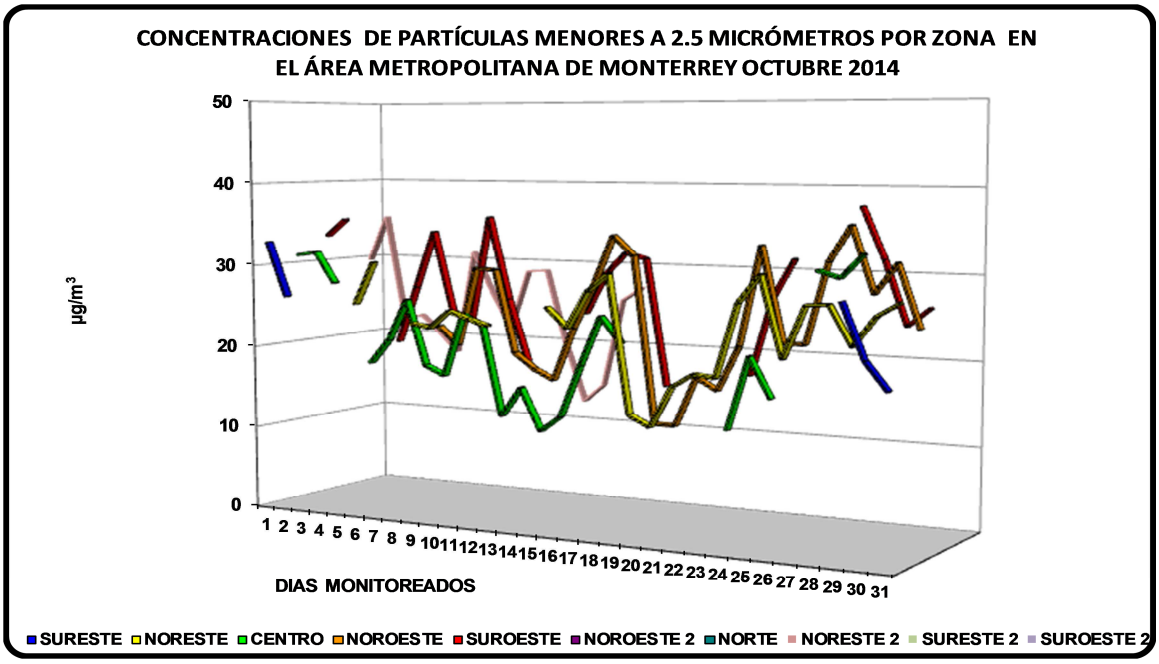


Figura 21: Promedio de concentración diaria de $PM_{2.5}$ por zona en el AMM

En la figura 22 se presentan los promedios mensuales de concentración de las $PM_{2.5}$ por zona, teniendo que el valor promedio máximo fue de 27.5 µg/m^3, en la estación Suroeste, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Centro con 21.6 µg/m^3.

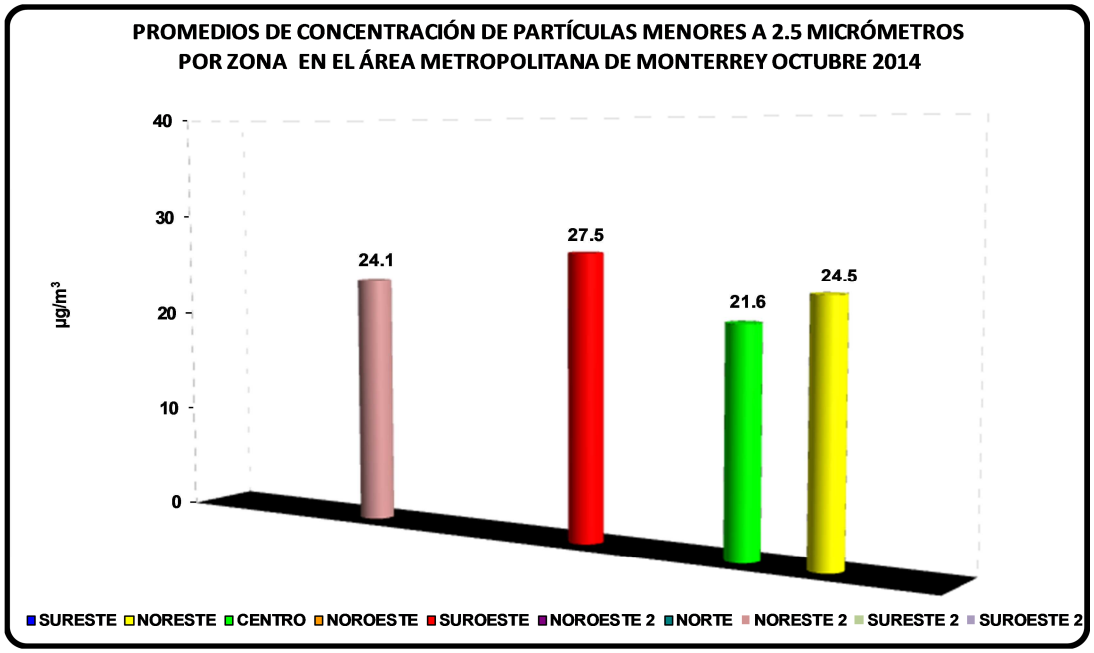


Figura 22: Promedio de concentración de partículas menores a 2.5 micrómetros por zona en el AMM

3.2 Análisis de Días Sobre la Norma globales por zona presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante octubre 2014

En la figura 22 se muestran los días sobre la norma globales por zonas del Área Metropolitana de Monterrey durante octubre de 2014, donde el contaminante que tuvo más excedencias a la Norma Oficial Mexicana fueron las partículas menores a diez micrómetros, registrándose 10 días sobre la norma en la estación Suroeste.

El resto de los contaminantes criterio, como lo son, el monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno, bióxido de azufre y las partículas menores a 2.5 micrómetros no presentaron ninguna excedencia a los límites máximos permisibles.

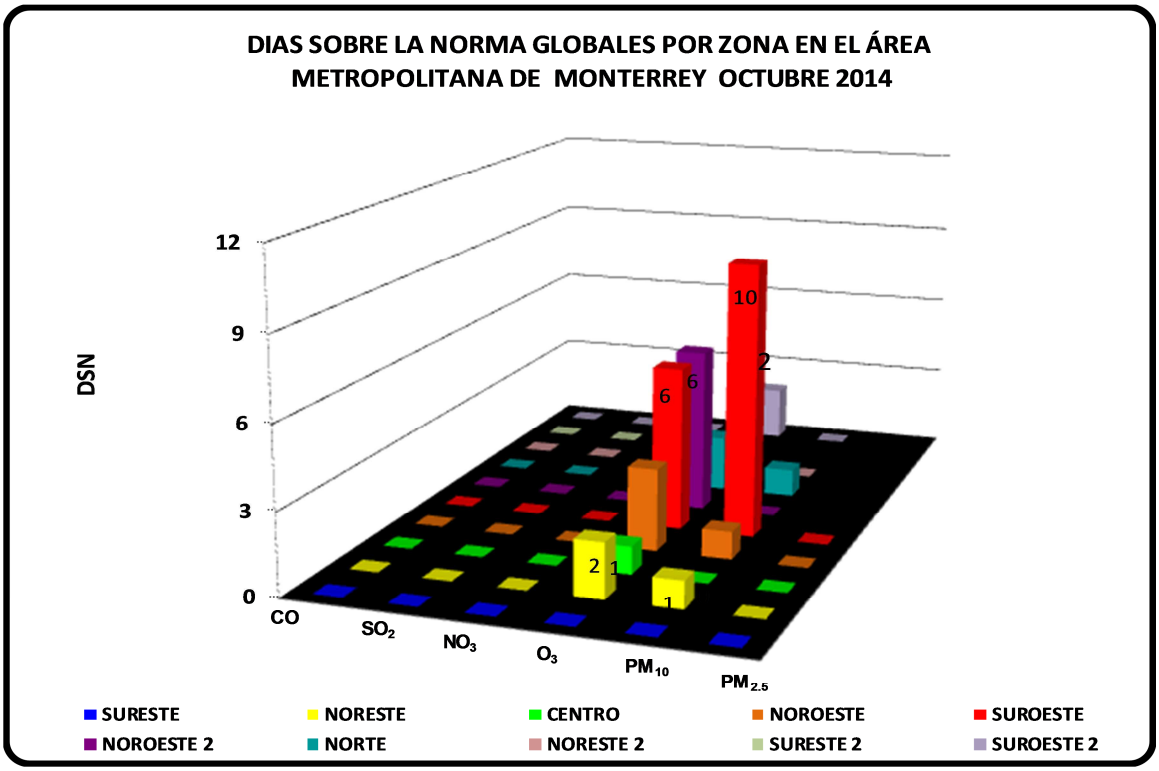


Figura 22: Días sobre la Norma globales por zona en el AMM

3.3 Análisis de los puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante el mes de octubre 2014

Puntos IMECA máximos de los contaminantes criterios

A continuación se muestran en la figura 23 los puntos IMECA máximos que tiene cada contaminante monitoreado por el SIMA.

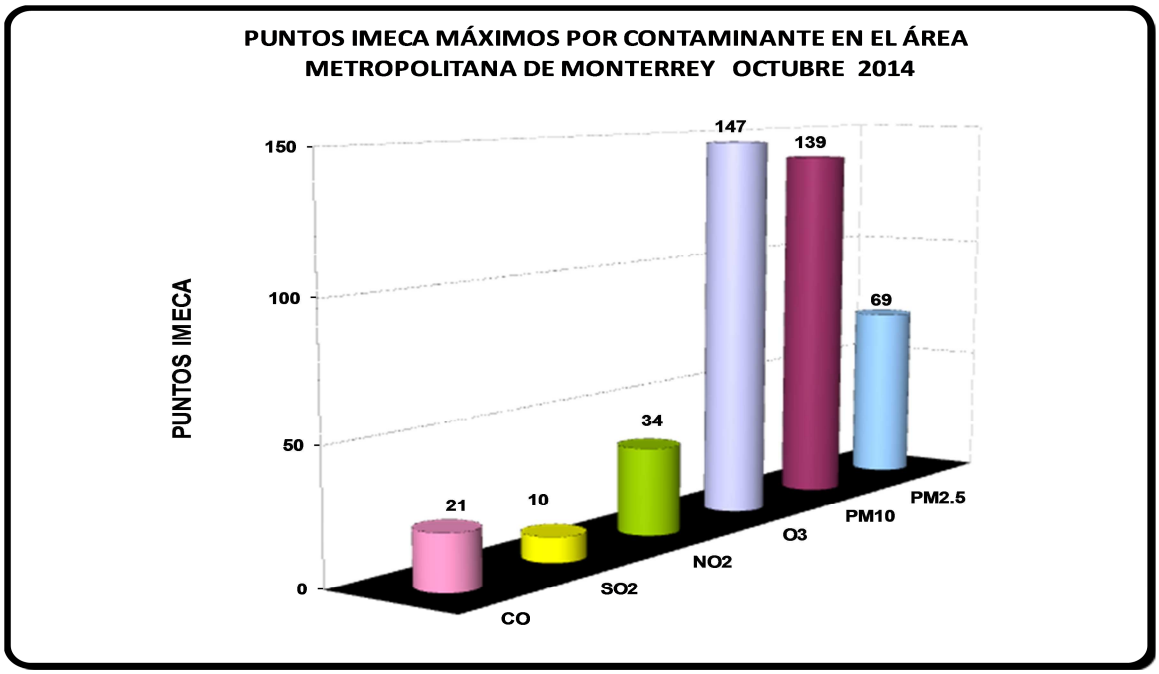


Figura 23: IMECA máximo por contaminante en el AMM

Como se puede observar en la figura anterior los contaminantes que registra los valores menores de puntos IMECA máximos es el Bióxido de Azufre con 10 puntos, mientras que el contaminante que presenta mayores concentraciones es el ozono, mostrando el valor más alto de 147 puntos IMECA presentándose éste en la estación García, el día 17 de octubre de 2014. Cabe señalar que valores mayores a los 165 puntos IMECA son considerados como Precontingencia Ambiental[2].

4. BIBLIOGRAFÍA

1. Informe Climatológico Ambiental del Valle de México 2005. Gobierno del Distrito Federal.
2. Programa de Respuesta a Contingencias Atmosféricas. Secretaría de Desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado de Nuevo León, 2014.