



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

Abril 2011



ÍNDICE

INT	FRODUCCIÓN	3
1. S	Sistema de Monitoreo Atmosférico del Área Metropolitana de Monterrey	4
2.	Descripción Meteorológica	5
2.1 2.2 2.3 2.4	Humedad relativa en el Área Metropolitana de Monterrey	7 9
3	Indicadores de calidad del aire	12
	Análisis de las concentraciones de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante abril de 2011. Monóxido de carbono	12 14 16 17
	Análisis de Días Sobre la Norma globales por zona presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante abril de 2011	21
Å	Análisis de los puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio presentes en Area Metropolitana de Monterrey durante el mes de abril de 2011	22
1	RIBLIOGRAFÍA	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

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 y pesado	
Partículas Menores a 2.5 Micrómetros (PM _{2.5})	continuo con microbalanza	

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

^{*} Se determina sólo en las zonas Sureste, Centro, Noroeste 2 y Norte ** No se determina en las zonas Noreste y Noroeste *** No se determina en las zonas Noreste.

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 altura¹. 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 abril de 2011, se puede apreciar fluctuaciones en la temperatura promedio diaria, y llegando a un punto máximo de 34°C. Asimismo, las temperaturas mínimas promedios alcanzadas fluctúan cerca de 19°C.

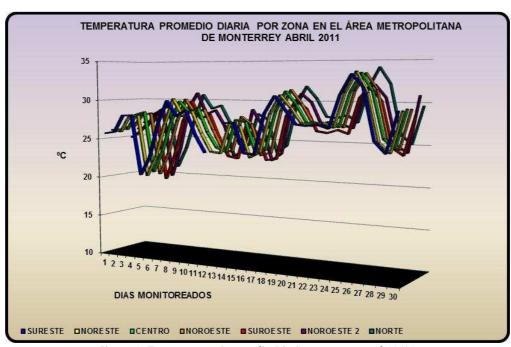


Figura 1: Temperatura Promedio Diaria por zona en el AMM

Por otro lado, en la figura 2 se muestra que la temperatura máxima por zona se alcanzó el día 26 de abril, donde en las estaciones Norte y Sureste presentó una temperatura de 42.38 °C, mientras que en Suroeste registró valores de 40.42 °C.

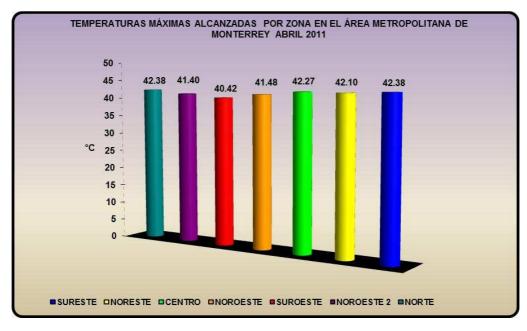


Figura 2: Temperatura Máxima por Zona en el AMM

En la figura 3 se muestran las temperaturas mínimas alcanzadas por zona, las cuales se alcanzaron el día 06 de abril, donde en la estación Noroeste 2 presentó una temperatura de 13.29 °C, mientras que en las estaciones Centro registraron valores de 15.02 °C.

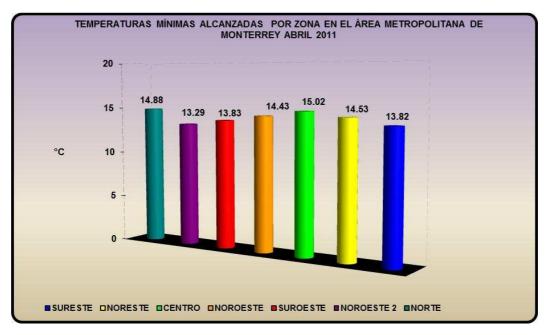


Figura 3: Temperatura Mínima por zona en el AMM

2.2 Humedad relativa 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 porcentaje¹.

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 30 de marzo con un valor del 71% en la estación Sureste. Durante todo el mes se presentaron fluctuaciones en el comportamiento de la humedad relativa, el cual oscilaba entre el 71% y el 5%.

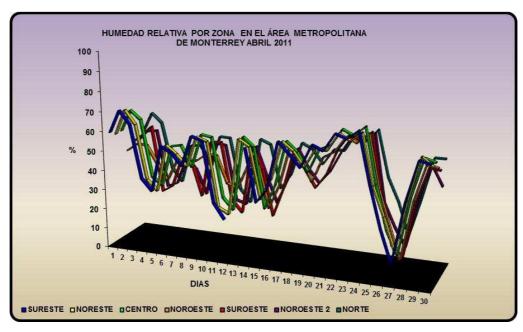


Figura 4: Humedad relativa por zona en el AMM

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 50.59%, mientras que en la estación Noroeste 2 muestra un valor menor, siendo éste igual a 40.10%.

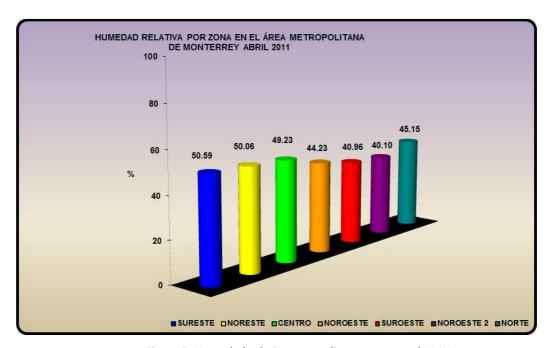


Figura 5: Humedad relativa promedio por zona en el AMM

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 febrero¹.

En la figura 6 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 Norte; mientras que la estación Sureste muestra los valores más altos de radiación.

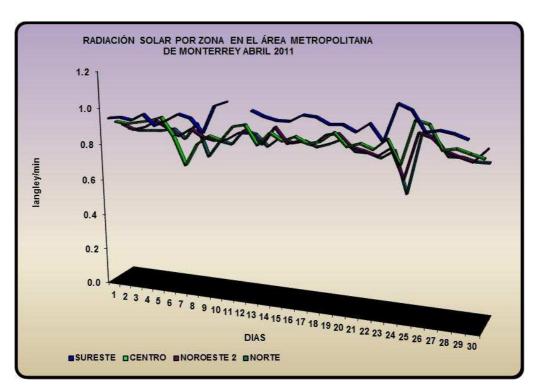


Figura 6: Radiación solar por zona en el AMM

En la figura 7 se muestran los valores máximos alcanzados de radiación solar, donde se puede observar que la estación Sureste presentan la mayor valor de radiación, el 25 de abril, con 1.134 Langley/min, mientras que en la estación Norte mostró los valores menores con 0.950 Langley/min.

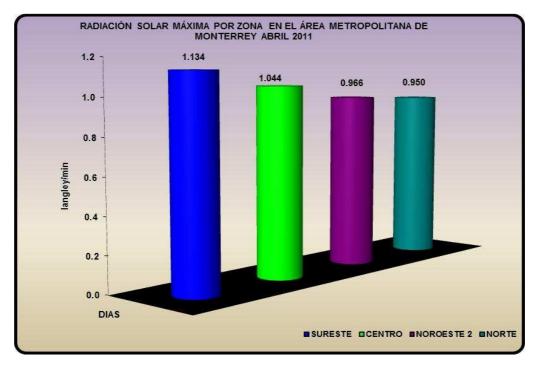


Figura 7: Radiación solar máxima por zona en el AMM

2.4 Velocidad y dirección del 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 continentales¹.

En la figura 8 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 Noroeste, donde alcanzó un máximo de 24.34 km/h el día 16 de abril. Asimismo, donde se registraron valores menores de velocidad fue en la estación Centro, teniendo un valor máximo de 11.92 km/h.

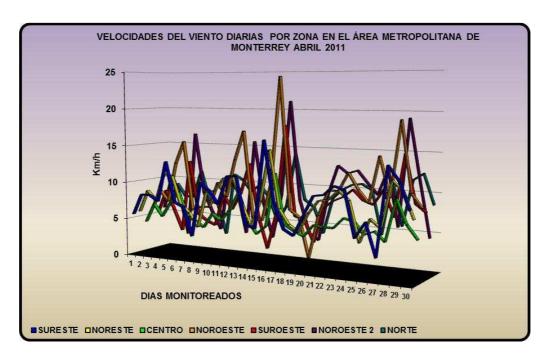


Figura 8: Velocidades del viento Diarias por Zona en el AMM

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 Promedio
Sureste	Este
Noreste	Este
Centro	Este
Noroeste	Este
Suroeste	Este
Noroeste 2	Este
Norte	Este

ND: No Disponible

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 abril de 2011

Monóxido de Carbono (CO)

En la figura 9 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de Monóxido de Carbono en el área metropolitana, el día 8 de abril se encontró en la estación Sureste una concentración máxima de 3.952 ppm. Mientras, que la estación que presentó los valores menores de concentración fue a estación Suroeste.

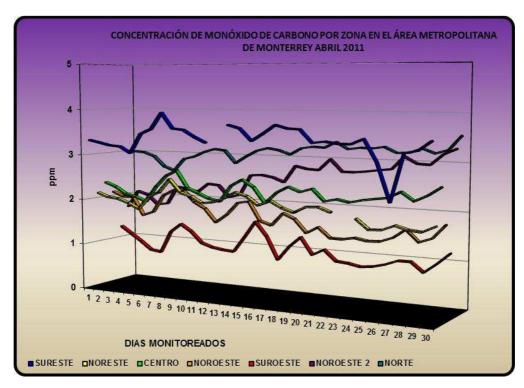


Figura 9: Concentración de Monóxido de Carbono por Zona en el AMM

En la figura 10 se muestran los valores promedios de concentración mensual de Monóxido de Carbono durante el mes abril, donde se puede observar que el valor promedio más alto se presentó en la estación Sureste con 3.428 ppm, mientras que el valor menor se presentó en la estación Suroeste con 1.052 ppm de CO.

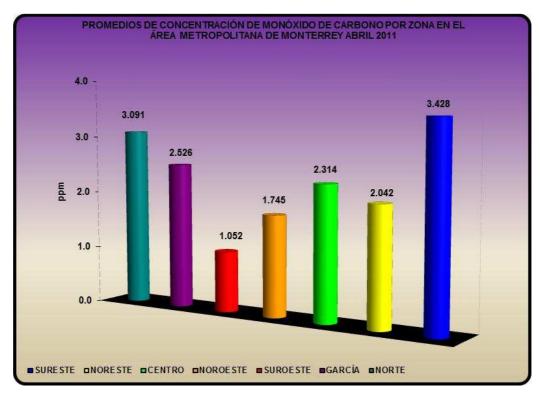


Figura 10: Promedios de concentración de Monóxido de Carbono por zona en el AMM

Bióxido de Azufre (SO₂)

En la figura 11 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Bióxido de Azufre (SO₂) por zona en el área metropolitana. El día donde se presentaron los picos máximos fue el 13 de abril en la estación Suroeste con 12.32 ppb, mientras que los valores menores de concentración fueron monitoreados en la estación Noroeste 2.

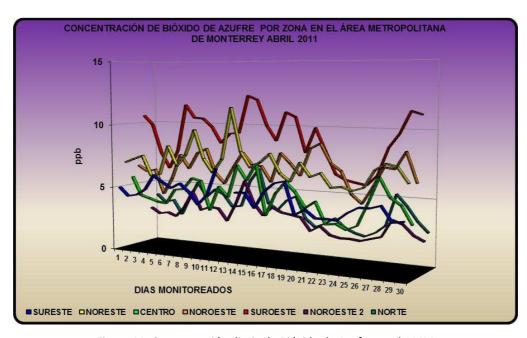


Figura 11: Concentración diaria de Bióxido de Azufre en el AMM

En la figura 12 se muestran los valores promedio mensuales por zona de Bióxido de Azufre en la zona metropolitana, donde se puede ver que la estación Suroeste presentó el valor mayor con 9.2 ppb, mientras donde se observó el valor menor fue en la estación Noroeste 2 con 2.8 ppb.

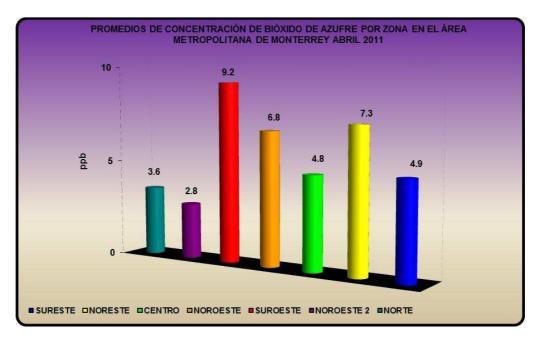


Figura 12: Promedio de concentración de Bióxido de Azufre por zona en el AMM

Óxidos de Nitrógeno (NO₂)

En la figura 13 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Bióxido de Nitrógeno (NO₂) por zona en el área metropolitana, donde el pico más alto se encuentran en la estación Suroeste con un valor de 37.29 ppb el día 14 de abril, asimismo la esta estación Noroeste 2 presenta los menores valores de concentración del contaminante en cuestión.

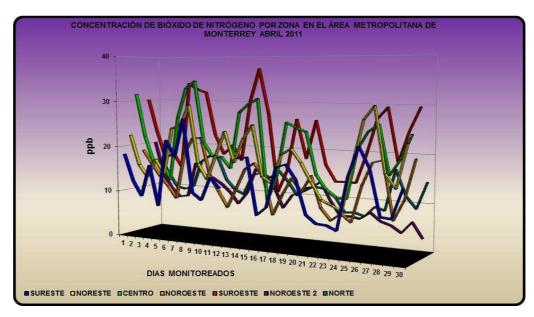


Figura 13: Concentración diaria de Bióxido de Nitrógeno por zona en el AMM

En la Figura 14 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 22.8 ppb y se registró en la estación Suroeste, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Noroeste 2 con 9.8 ppb.

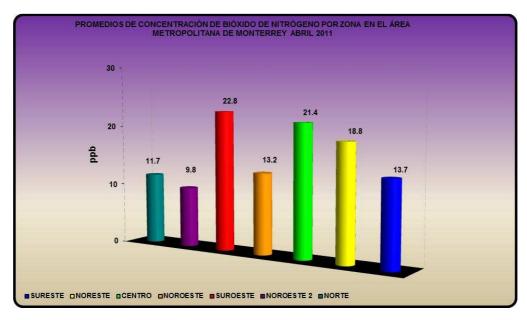


Figura 14: Promedio de concentración de Bióxido de Nitrógeno por zona en el AMM

Ozono (O₃)

En la figura 15 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 Noroeste 2 con un valor de 59.8 8 ppb el día 17 de abril, mientras que la estación que presenta los menores valores de concentración es la estación Suroeste.

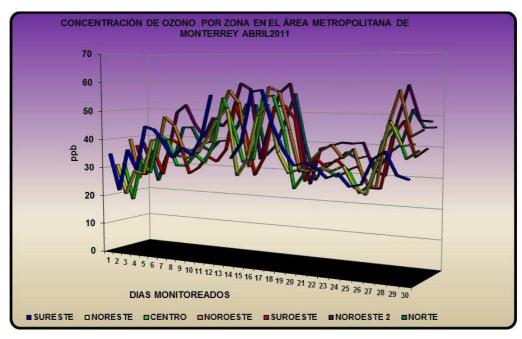


Figura 15: Promedio de concentración diaria de Ozono por zona en el AMM

En la figura 16 se presentan los promedios mensuales de concentración de Ozono por zona en el área metropolitana, donde el valor promedio máximo fue de 44.01 ppb y se presentó en la estación Noroeste 2, mientras que el valor promedio mínimo se encontró en las estaciones Suroeste y Centro con 36.5 ppb.

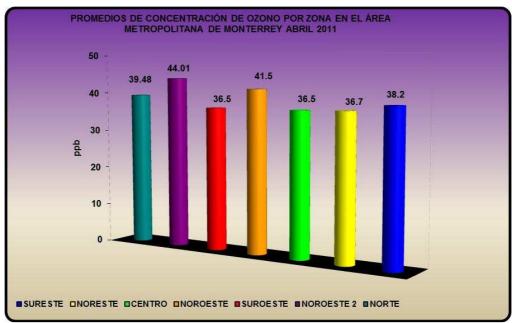


Figura 16: Promedio de concentración de Ozono por zona en el AMM

Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀)

En la figura 17 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 abril de 2011, los picos más elevados se registraron del día 25 al 27 de abril en la estación Noroeste 2 con un valores de 379 $\mu g/m^3$, el día 26 de abril como máximo valor reportado, mientras que la estación que presenta los menores valores de concentración de este contaminante es la Norte.

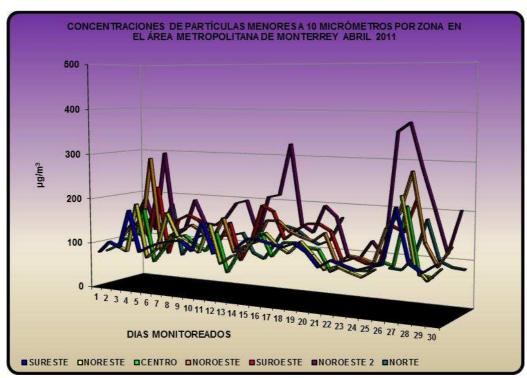


Figura 17: Promedio de concentración diaria de PM₁₀ por zona en el AMM

En México hemos tenido un período extenso de sequía que inició en octubre de 2010. Lo anterior ha causado que el ambiente este muy seco, lo que aunado al aumento de temperatura causa una humedad relativa muy baja. En el Área Metropolitana de Monterrey hubo períodos con vientos fuertes entre 25 y 40 km/hora, lo que causa una fuerte resuspensión de partículas y eleva considerablemente las concentraciones de PM₁₀. Varios eventos de este tipo se tuvieron en el mes de abril, y en un caso en tres días seguidos. En particular la estación Noroeste 2 ubicada en el municipio de García presenta niveles elevados en algunos casos hasta el doble o triple de los que se observan en otras estaciones. Inclusive se presentan picos mientras que en otras estaciones no se observan valores elevados. Analizando la situación del medio ambiente que rodea a la estación de García, encontramos que los valores de concentración de PM₁₀ que se miden pueden tener una fuerte influencia local debido a la presencia del campo de futbol y de terrenos que se están fraccionando y que levantan mucho polvo. Por lo anterior, las mediciones de concentración de PM₁₀ que se realizan en esta estación pueden no ser representativas de la calidad del aire en el municipio. Por lo anterior, se está iniciando un proceso de relocalización de la estación a una zona representativa avalada por expertos en redes de monitoreo del Centro de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA) del INE.

En la figura 18 se presentan los promedios mensuales de concentración de las PM_{10} por zona en el área metropolitana, donde el valor promedio máximo fue de 183.1 $\mu g/m^3$ en la estación Noroeste 2, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Centro con 106.1 $\mu g/m^3$.

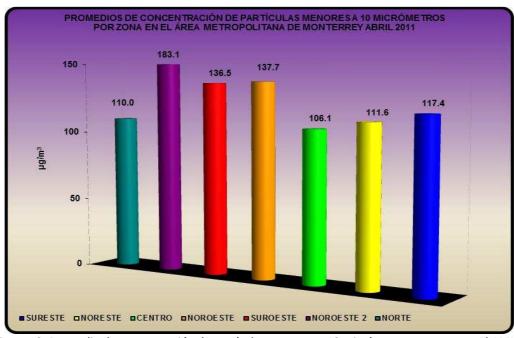


Figura 18: Promedio de concentración de partículas menores a 10 micrómetros por zona en el AMM

Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5})

La figura 19 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 Noroeste con un valor de $86.5 \, \mu g/m^3$, el día 27 de abril; por otro lado, la estación que presenta los menores valores de concentración es la estación Sureste.

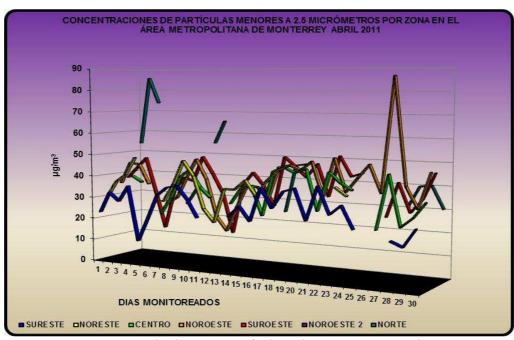


Figura 19: Promedio de concentración diaria de PM_{2.5} por zona en el AMM

En la figura 20 se presentan los promedios mensuales de concentración de las $PM_{2.5}$ por zona, teniendo que el valor promedio máximo fue de 46.5 $\mu g/m^3$, en la estación Norte, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Sureste con 29.2 $\mu g/m^3$.

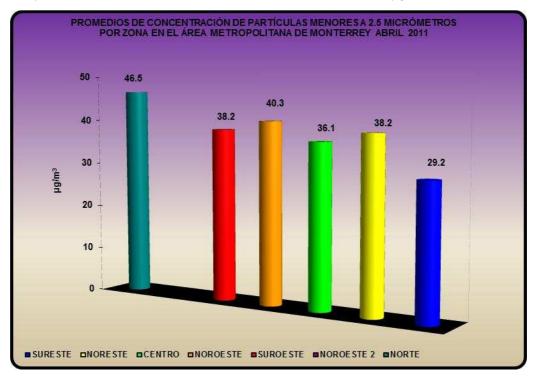


Figura 20: Promedio de concentración de partículas menores a 2.5 micrómetros por zona en el AMM

3.2 Análisis de Días Sobre la Norma globales por zona presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante abril 2011

En la figura 21 se muestran los días sobre la norma globales por zonas del Área Metropolitana de Monterrey durante abril de 2011, donde los contaminantes que tuvieron más excedencias a la Norma Oficial Mexicana fueron las partículas menores a 10 micrómetros, presentándose 24 días sobre la norma en la estación Noroeste 2.

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

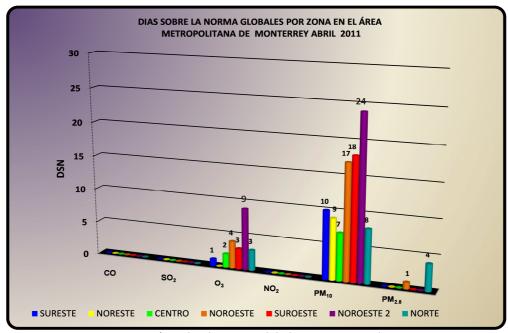


Figura 21: Días sobre la Norma globales por zona en el AMM

3.3 Análisis de los puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante el mes de abril de 2011

Puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio

A continuación se muestran en la figura 22 los puntos IMECA máximos que tiene cada contaminante monitoreado por el SIMA.

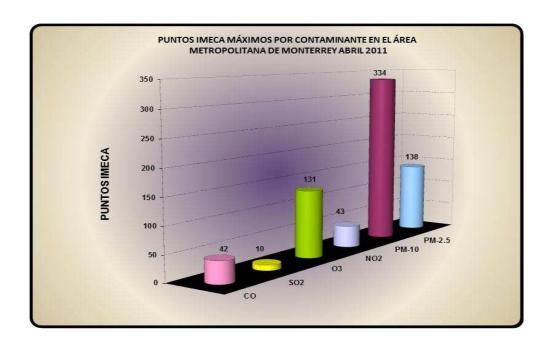


Figura 22: IMECA máximo por contaminante en el AMM

Como se puede observar el contaminante que menores puntos IMECA máximos tiene es el Bióxido de Azufre con 10 puntos, mientras que el contaminante que presenta mayores concentraciones son las partículas menores a 10 micrómetros, mostrando el valor más alto de 334 puntos IMECA presentándose éstos en la estación Noroeste 2, el día 27 de abril de 2011.

Cabe señalar que valores mayores a los 185 puntos IMECA son considerados como Contingencia Ambiental².

4. BIBLIOGRAFÍA

- Informe Climatológico Ambiental del Valle de México 2005. Gobierno del Distrito Federal.
- Programa de Respuesta a Contingencias Atmosféricas. Secretaría de Desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado de Nuevo León, 2009.