

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como principal objetivo informar a la comunidad interesada el estado actual de la calidad del aire que respiramos, obtenido por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la CDMB durante el primer Trimestre del año 2012.

El informe presenta en forma sencilla la concentración de los principales contaminantes que podrían afectar en mayor medida la salud de la población, la comparación con las normas nacionales (resolución 601/2006, resolución 610/2010 y decreto 979/2006), el análisis del Índice de Calidad del Aire IBCA para el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) y el estado de las condiciones meteorológicas regionales.

2. METODOLOGÍA

La Red de Monitoreo de Calidad del aire del AMB está conformada por cinco (5) estaciones automáticas y tres (3) manuales ubicadas en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca. Cada estación automática está conformada por equipos electrónicos que poseen la característica de medir en tiempo real y hora a hora el estado de la calidad del Aire en su área de influencia. Por otra parte, las estaciones manuales están conformadas por equipos muestreadores de material particulado, los cuales entregan información acumulada de 24 horas de monitoreo continuas cada tercer día. En total, se monitorearon los cinco (5) contaminantes criterio exigidos por la Norma Colombiana, la resolución 610 de marzo de 2010 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, los cuales se describen a continuación:

a. Monóxido de Carbono¹(CO): Es un gas incoloro, inodoro y muy tóxico, que se produce por la combustión incompleta de sustancias que contienen carbono, como la gasolina y el diesel. Una de las principales fuentes de contaminación del aire por este gas la constituyen los vehículos con motores a gasolina.

b. Dióxidos de nitrógeno² (NO₂): Es el principal contaminante entre varios óxidos de nitrógeno ya que se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. El dióxido de nitrógeno es de color marrón amarillento. Se forma de los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados. También es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato. Estas llevan a la producción de ácido y elevados niveles de PM_{2.5} en el ambiente.

¹www.envtox.ucdavis.edu/cehs/TOXINS/SPANISH/carbonmonoxide.htm

² Air quality Index. Aguide air quality and your health.
www.epa.gov/airnow/aqi_bw.pdf

La reacción del dióxido del nitrógeno con el vapor de agua de la atmósfera conduce a la formación del ácido nítrico (HNO_3), que es un componente importante de la lluvia ácida. El dióxido del nitrógeno (NO_2) también reacciona con la luz del sol, que conduce a la formación del ozono y de nieblas de humo en el aire que respiramos.

c. Ozono y otros oxidantes foto químicos (O₃): El oxidante que se encuentra en mayor concentración en la atmósfera contaminada es el ozono y su presencia persiste durante una parte considerable del día. El 90% del ozono total existente en la atmósfera, se encuentra y se forma en la estratosfera, a una altura entre los 12 a 40 Km sobre la superficie terrestre, siendo este el que protege a la Tierra de las radiaciones ultravioletas del sol. El resto del ozono que existe en la atmósfera se encuentra y se forma en la troposfera y se considera un contaminante atmosférico secundario, es decir, que no es emitido directamente a la atmósfera, sino que se forma a través de reacciones activadas por la luz solar (fotoquímicas) entre otros contaminantes primarios. Los principales precursores del ozono son los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, que se emiten de forma natural o a consecuencia de las actividades humanas. Estas especies químicas, al reaccionar en unas condiciones meteorológicas determinadas de altas temperaturas y radiación solar intensa, producen el consiguiente aumento de concentración de ozono. El tráfico son las principales fuentes de emisión de óxidos de nitrógeno; precursores del ozono.

d. Material Particulado: Es el término utilizado para definir una mezcla de partículas sólidas y líquidas encontradas en el aire. Algunas de estas partículas son grandes y oscuras que pueden ser vistas, tales como el hollín y el humo. Otras son tan pequeñas que solamente pueden ser detectadas mediante la utilización de un microscopio electrónico. Estas partículas, que se producen en una gran variedad de tamaños ("finas" cuando son menores a 2,5 micras en diámetro y de mayor tamaño cuando son mayores a 2,5 micras), son originadas por diferentes fuentes móviles y estacionarias, así como por fuentes naturales.

Las partículas de mayor tamaño (PM₁₀) son generalmente emitidas por fuentes tales como vehículos que se desplazan en carreteras, manipulación de materiales, operaciones de compactación y trituración, así como del polvo levantado por el viento. Algunas partículas son emitidas directamente por sus fuentes, como chimeneas industriales y exostos de vehículos.

En otros casos, gases como el SO_2 , el NO_x y los VOC's interactúan con otros compuestos en el aire para formar partículas finas, cuya composición varía dependiendo de la localización geográfica, época del año y clima.

e. Dióxidos de Azufre³(SO₂): Es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico. Es liberado en muchos

³ Asociación Española de Toxicología (AET).

procesos de combustión ya que los combustibles como el carbón, el petróleo, el diesel o el gas natural contienen ciertas cantidades de compuestos azufrados.

La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (ocurre a lo largo de un periodo corto de exposición, por lo general minutos u horas) y crónicos (que ocurre por un periodo de tiempo largo de exposición, es decir, un año o más) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos e irreversibles cuando cesa la exposición al contaminante. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles⁴.

Normas de Calidad del Aire

El 24 de Marzo de 2010 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial modificó la Norma de referencia de Calidad del Aire para todo el territorio Nacional, por medio de la Resolución 610 en la cual se establece los nuevos niveles permisibles de concentración en el aire de cinco (5) contaminantes criterio que podrían afectar significativamente la salud de la población en general. De esta forma, en la tabla No 1 se encuentran las nuevas Normas que se tendrán como referencia en el presente informe:

CONTAMINANTE	PERIODO	NORMA	UNIDAD
Partículas Suspendidas PM ₁₀	24 horas	100	µg/m ³
Partículas Suspendidas PM _{2.5}	24 horas	50	µg/m ³
Óxidos de Azufre, SO _x	24 horas	96	ppb
Óxidos de Nitrógeno, NO ₂	1 hora	106	ppb
Monóxido de Carbono, CO	1 hora	35	ppm
Oxidante Fotoquímico O ₃	1 hora	61	ppb

Tabla 1. Normas de Referencia de Calidad del Aire utilizadas en el cálculo del IBUCA

Así mismo, el Decreto 979 del 2006 establece los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire, con base en las mediciones de calidad del aire obtenidas diariamente y de esta forma tomar las medidas de control que sean necesarias para proteger la salud de la Población. En la Tabla No 2, se establecen los niveles de concentración de cada contaminante para determinar el nivel respectivo:

⁴ Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR).
Glosario de términos.

Contaminante	Tiempo de Exposición	Unidades	Prevención	Alerta	Emergencia
PST	24 horas	µg/m ³	375 µg/m ³	625 µg/m ³	875 µg/m ³
PM10	24 horas	µg/m ³	300 µg/m ³	400 µg/m ³	500 µg/m ³
SO2	24 horas	ppm (µg/m ³)	0.191 (500)	0.382 (1000)	0.612 (1600)
NO2	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.212 (400)	0.425 (800)	1.064 (2000)
O3	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.178 (350)	0.356 (700)	0.509 (1000)
CO	8 horas	ppm (mg/m ³)	14.9 (17)	29.7 (34)	40,2 (46)

Tabla 2. Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia

El IBUCA

El IBUCA o Índice de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga, es un indicador que permite establecer como se encuentra la calidad del aire en nuestra ciudad con respecto a la Norma (ver tabla 1). El comportamiento de la calidad del aire representado por el IBUCA está asociado directamente con el grado de afectación de la salud humana.

El indicador es adimensional y posee una escala de 0 a 10 que depende del grado de contaminación del aire. Este indicador está relacionado con la afectación que tiene la contaminación del aire sobre la salud humana. A continuación se presenta la categorización de los valores de IBUCA:

IBUCA	DESCRIPTOR	CALIFICACION EPIDEMIOLOGICA	COLOR
0 – 1.25	Bueno	La calidad de aire es considerada como satisfactoria y la afectación en la contaminación del aire es pequeña y no evidencia ningún efecto en la salud humana.	verde
1.26 – 2.5	Moderado	La calidad de aire es aceptable y no tiene ningún efecto sobre la población en general.	Amarillo
2.51 – 7.5	Regular	Aumento de molestias en personas con padecimientos respiratorios y cardiovasculares; aparición de ligeras molestias en la población en general.	Naranja
7.51 – 10	Malo	Agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades cardiacas o respiratorias. Afectación de la población sana.	Rojo
> 10	Peligroso	Alto riesgo para la salud de la población. Aparición de efectos al nivel de daño.	Violeta

Tabla 3. Niveles de clasificación Epidemiológica utilizados por el IBUCA

Ubicación de las Estaciones

En el siguiente mapa se encuentra la ubicación actual de las estaciones de monitoreo de calidad del aire que hicieron parte de la información suministrada para la realización del presente informe:

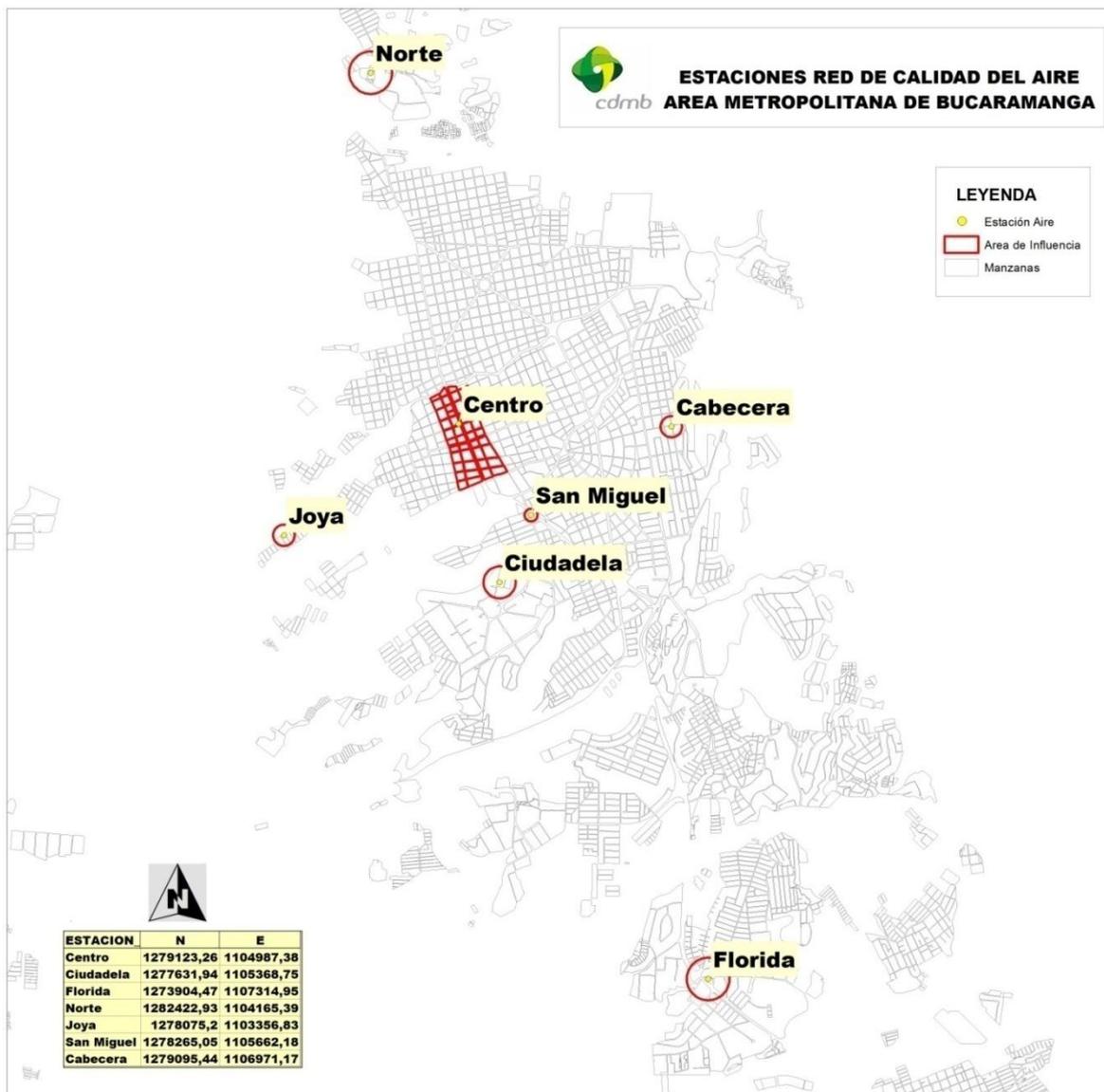


Fig 1. Mapa con la ubicación de las Estaciones

No	NOMBRE	LOCALIZACIÓN	MIDE:
1	CENTRO	CARRERA 15 CON CALLE 34 Terraza Cafetería El Faro	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , PM ₁₀ , PM_{2.5} , Meteorología
2	CIUDADELA	CALLE DE LOS ESTUDIANTES, Terraza Colegio Aurelio Martínez Mutis	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , Meteorología
3	FLORIDA	Terraza edificio Telebucaramanga Sede Sur de Cañaverál (frente al Exito)	PM ₁₀ y O ₃
4	CABECERA	Carrera 36 con Calle 45. Parque San Pio	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , PM ₁₀
5	NORTE	Terraza del HOSPITAL LOCAL DEL NORTE	PM ₁₀ y O ₃ , Meteorología
6	SAN MIGUEL	Oficinas de la DTB: Diagonal 15 con Carrera 17	PM ₁₀
7	LA CONCORDIA	Carrera 21 # 51-20	PM ₁₀
8	LA JOYA	Carrera 11 occ No 36-04	PM ₁₀

Tabla 4. Ubicación y parámetros medidos por cada Estación.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

A) Resumen: Durante los primeros 3 meses del año el Índice de la Calidad del Aire IBUCA del Material Particulado inferior a 10 micras (PM₁₀) obtuvo 21 días con niveles para una calidad del aire Mala.

El IBUCA del Ozono Troposférico obtuvo los 91 días niveles para una calidad del aire Regular. Situación diferente se presentó para el dióxido de Nitrógeno (NO₂) con 73 de los 91 días analizados con clasificación de Regular.

Por el contrario, el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO₂) tuvieron valores que indicaron una calidad del aire Buena.

Por otra parte, el monitoreo del Material Particulado inferior a 2.5 micras (PM_{2.5}) se realiza con tecnología manual cada tercer día obteniendo un máximo de 10 muestras al mes, razón por la cual se obtuvieron 26 monitoreos de los 30 posibles de PM_{2.5} durante este primer trimestre. De esta forma, de los 26 días, dos fueron de el rango de calidad del aire moderado, 23 registraron una calidad del aire "regular" y en una ocasión "mala" debido a este contaminante.

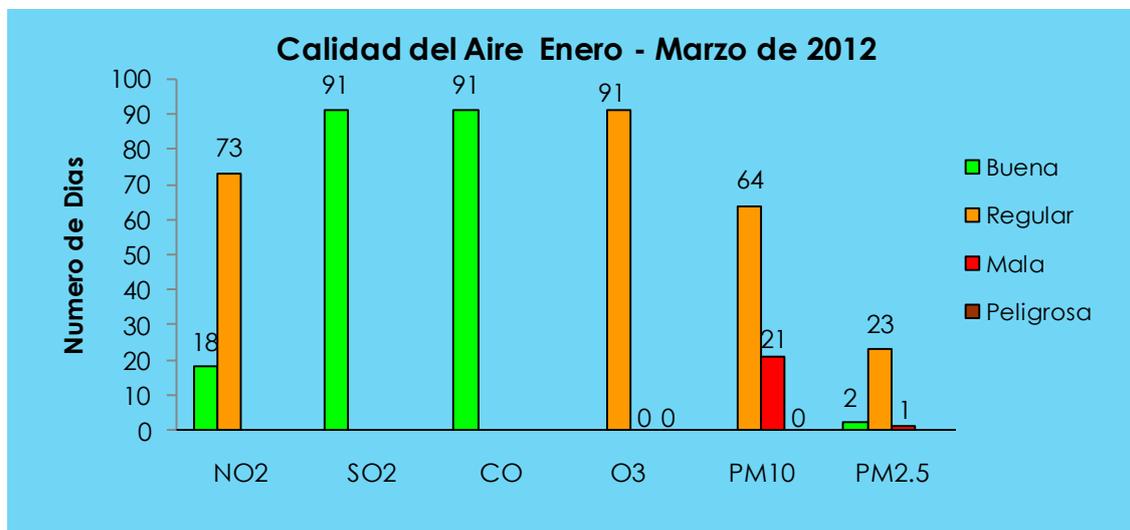


Fig 2. Grafica IBUCA en el AMB entre enero – marzo 2012

B) Análisis de resultados por contaminante:

Material Particulado inferior a 10 micras [PM₁₀]
 Unidad: microgramos por metro cúbico [Ug/m³]
 Frecuencia de medición: Horaria
 Norma promedio 24 horas = 100 Ug/m³

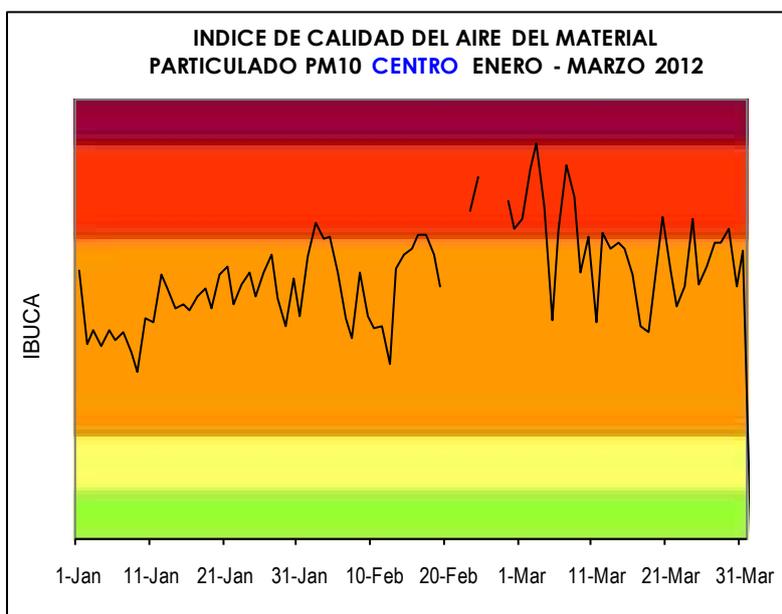
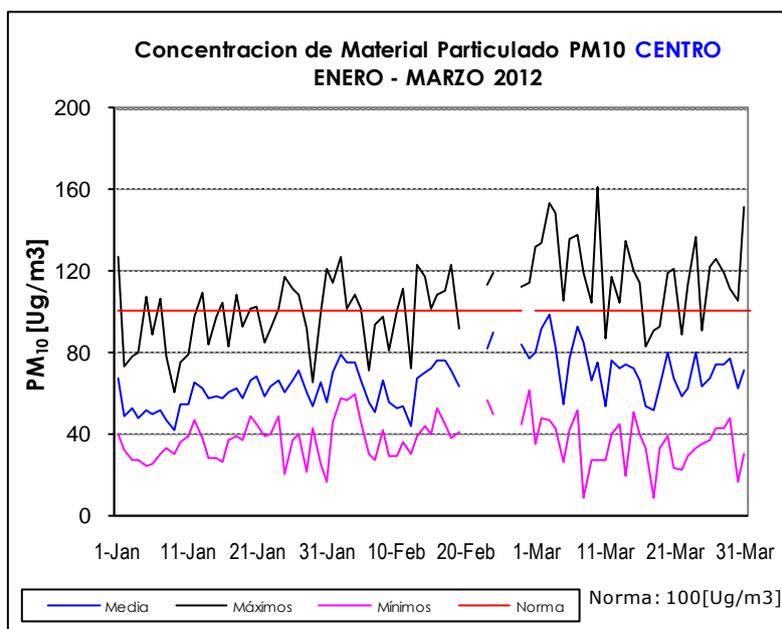


Fig 3. Comportamiento PM₁₀ entre enero – marzo 2012

Durante los primeros 3 meses de este año se obtuvo principalmente una calidad del aire entre “regular” y “mala” debido a este contaminante primario, presentándose el 75% del periodo en estado regular y 25% en calidad del aire mala, aunque en ningún momento se sobre paso el valor de la norma de 100

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos niveles de contaminación se deben a la circulación de vehículos de toda clase principalmente por las calles 33 y 34 del centro de Bucaramanga, causando una baja movilidad y por lo tanto un incremento en la contaminación atmosférica junto con los establecimientos comerciales que cuentan con ductos para la dispersión de los contaminantes que se generan en la cocción de alimentos, especialmente asaderos de pollos.

Material Particulado inferior a 2.5 micras [PM_{2.5}]
 Unidad: microgramos por metro cúbico [Ug/m³]
 Frecuencia de medición: Diaria
 Norma promedio 24 horas = 50 Ug/m³

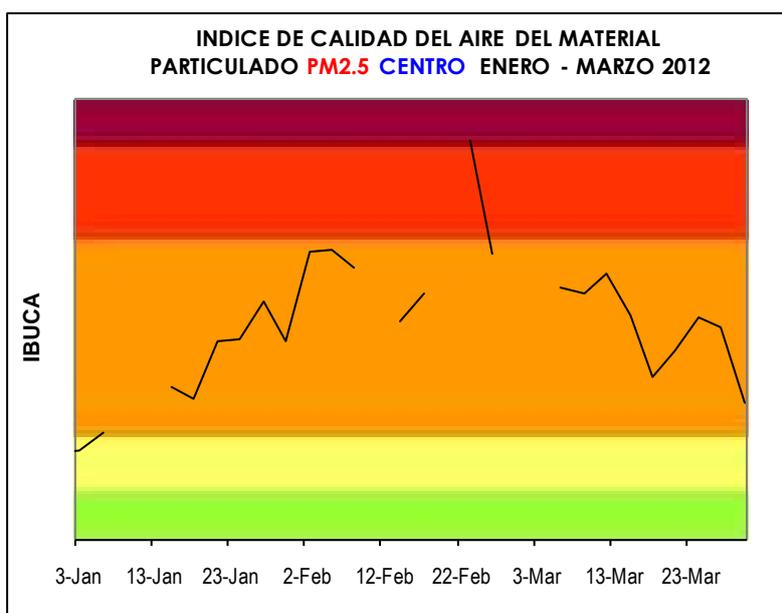
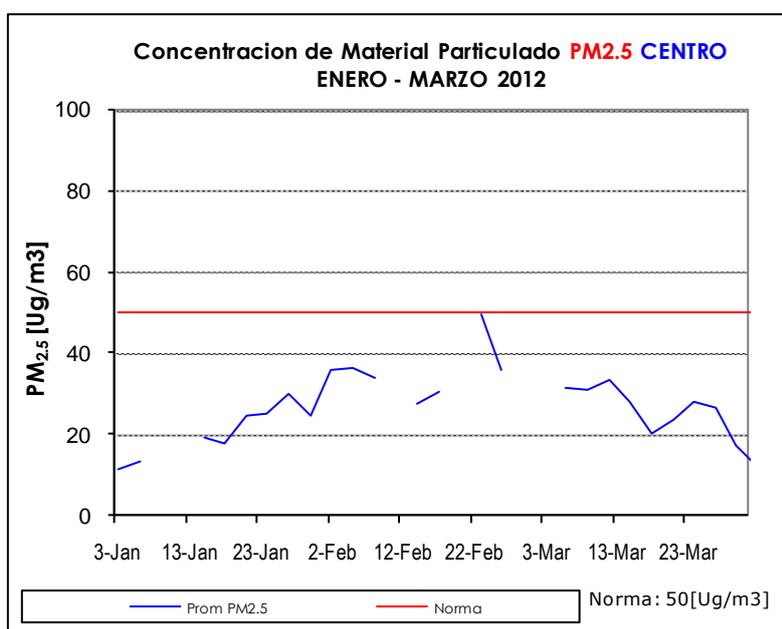


Fig 4. Comportamiento PM_{2.5} entre enero – marzo 2012

Este contaminante al igual que el PM10 su comportamiento se presentó en los niveles de calidad del aire "regular" y "mala". El promedio diario de PM2.5 siempre se ubicó por debajo de la Norma y su máxima clasificación IBUCA fue de "calidad del aire mala" (color roja) siendo el día de mayor impacto obtenida el 23 de febrero.

Ozono troposférico [O₃]

Unidad: Partes Por Billón [ppb]

Frecuencia de medición: Horaria

Norma Máxima Horaria= 61 ppb

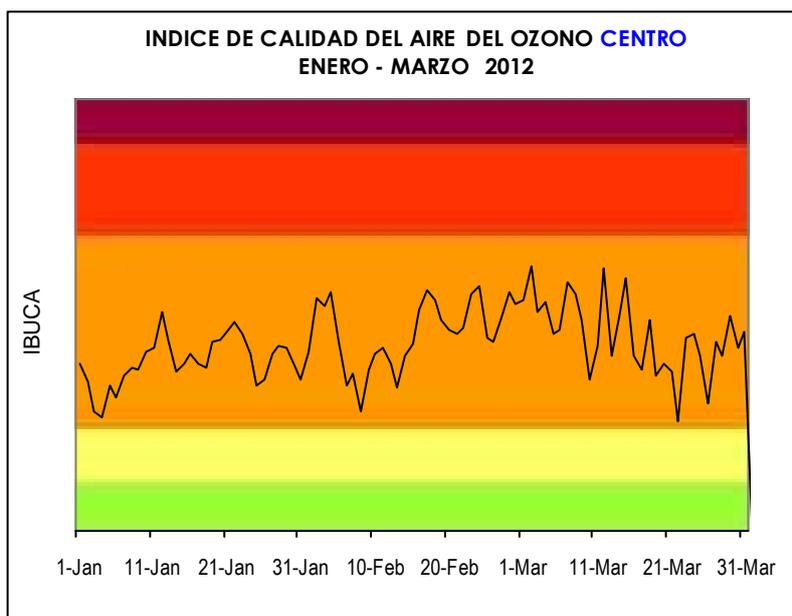
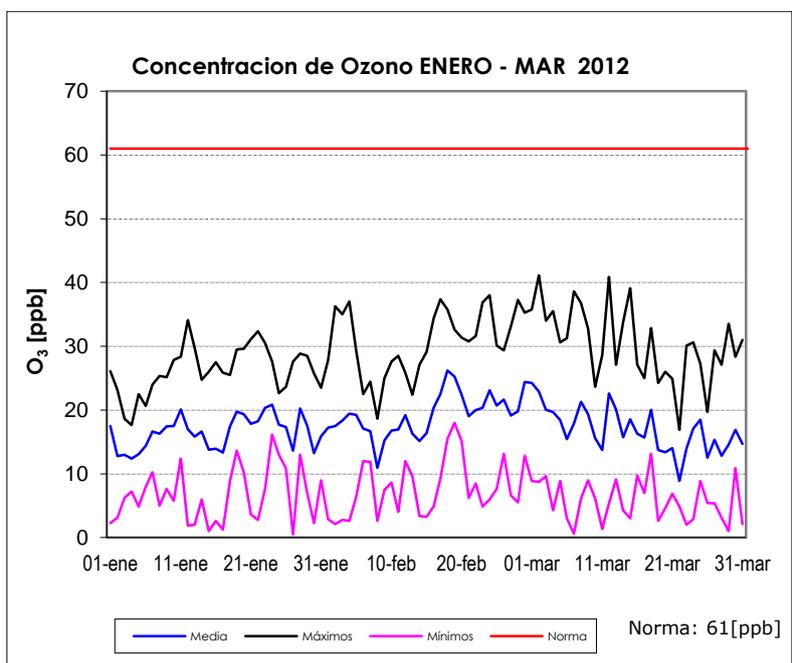


Fig 5. Comportamiento O₃ entre enero – marzo 2012

Este contaminante secundario es el segundo parámetro que afecta en mayor medida la calidad del aire en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Su concentración promedio diaria se ubica entre 16 y 41 partes por billón (ppb) y la máxima concentración horaria por día fue de 41.12 ppb registrada el 12 de marzo de 2011. En términos de calidad del aire se ubica principalmente en "regular" (color naranja) causando molestias principalmente a la población que padezca enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

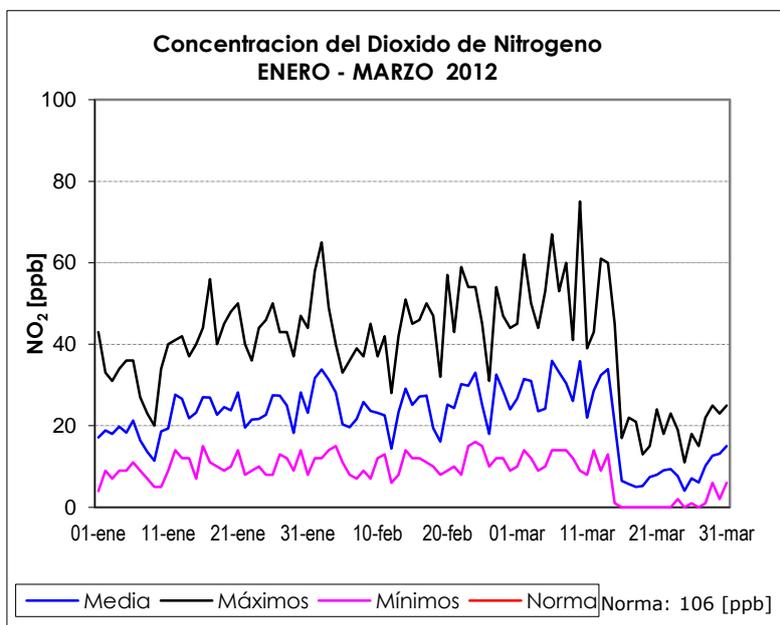
Su alta concentración se debe principalmente a la dificultad de la dispersión del viento en algunas áreas de la ciudad, como en la Ciudadela Real de Minas, ya que los altos edificios que se encuentran en la zona se convierten en un obstáculo importante, causando acumulación de diversos contaminantes precursores y por reacción química entre ellos, en presencia de luz solar, se facilita la formación del Ozono Troposférico.

Dióxido de Nitrógeno [NO₂]

Unidad: Partes Por Billón [ppb]

Frecuencia de medición: Horaria

Norma = 106 ppb



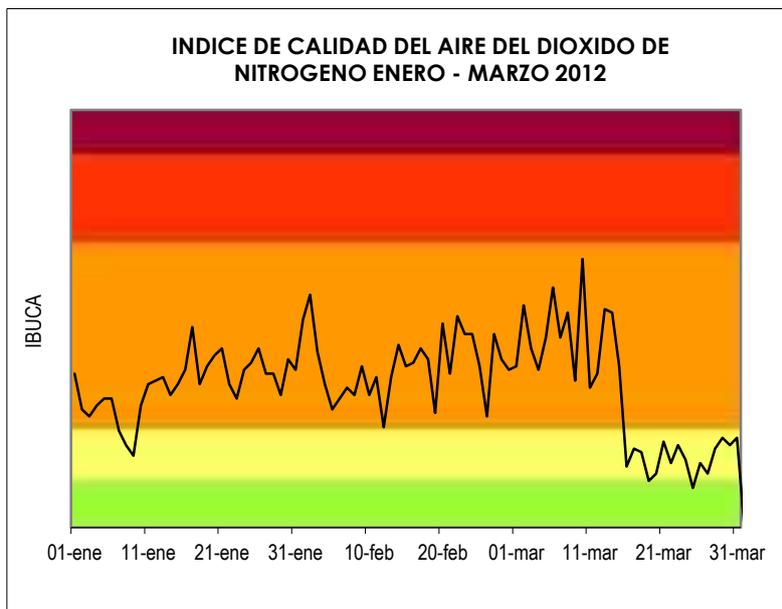
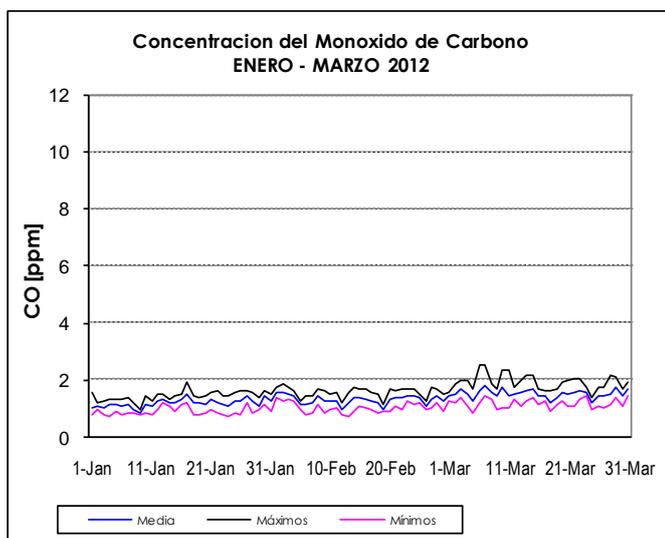


Fig 6. Comportamiento NO₂ entre enero – marzo 2012

Posterior al Material Particulado Respirable y el Ozono Troposférico, el Dióxido de Nitrógeno (NO₂) es el contaminante que podría afectar en mayor medida a la población, aunque a diferencia de los dos anteriores, durante estos primeros 3 meses en ninguna ocasión se obtuvo la clasificación IBUCA de “malo”, presentando un descenso significativo posterior a la presencia de lluvias después del 15 de marzo siendo su nivel de contaminación “moderado”. Este contaminante es generado principalmente por las fuentes móviles (vehículos) que utilizan principalmente diesel y gas natural como combustible.

Monóxido de Carbono [CO]
 Unidad: Partes Por Millón [ppm]
 Frecuencia de medición: Horaria
 Norma = 35 ppm



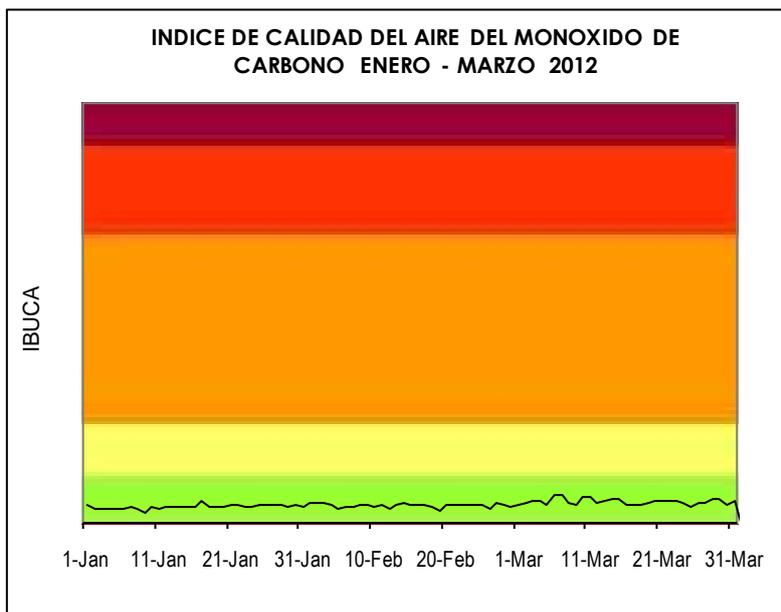


Fig 7. Comportamiento CO entre enero – marzo 2012

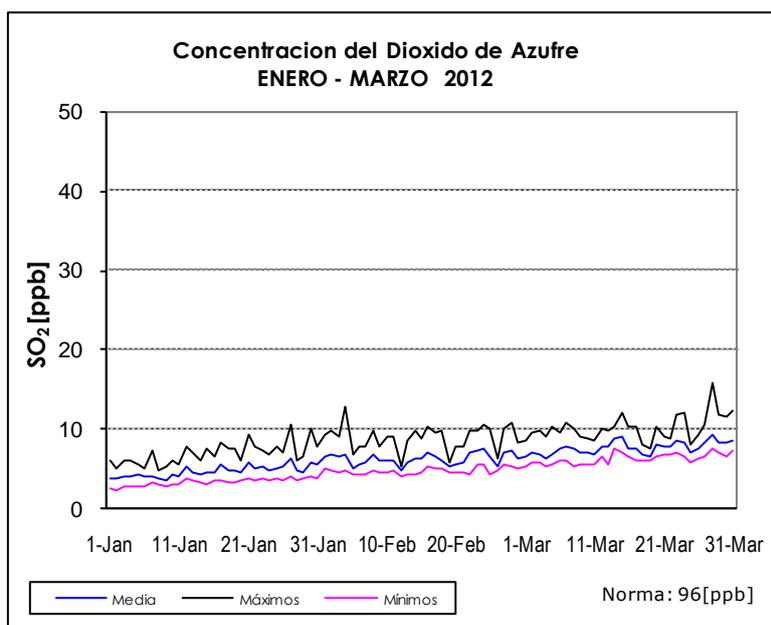
Las gráficas permiten apreciar la baja concentración que ha registrado este contaminante primario, monitoreado en 3 de las 5 Estaciones Automáticas que conforman la Red, lo cual significa en términos epidemiológicos que no representa un riesgo importante para la salud de la población del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Dióxido de Azufre [SO₂]

Unidad: Partes Por Billón [ppb]

Frecuencia de medición: Horaria

Norma = 96 ppb



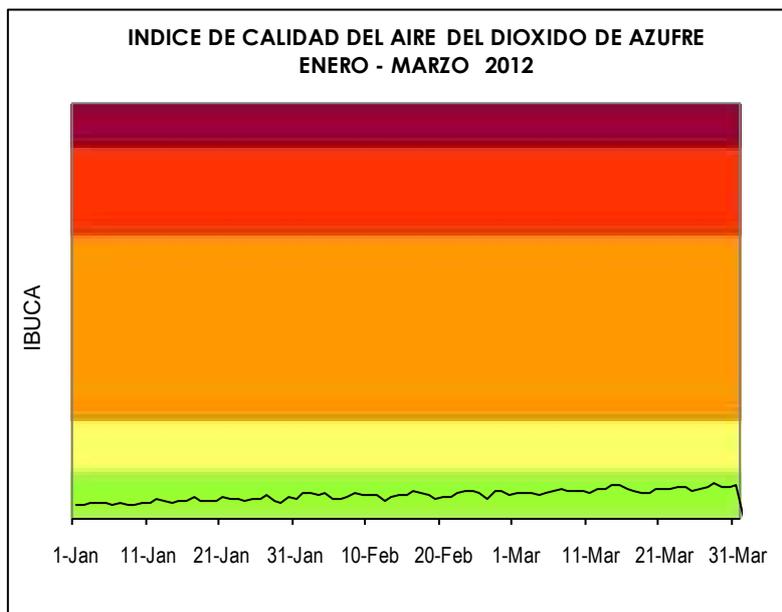


Fig 8. Comportamiento SO₂ entre enero – marzo 2012

Similar al comportamiento del Monóxido de Carbono (CO), el Dióxido de Azufre (SO₂) se ha constituido como otro de los contaminantes de menor impacto a la calidad del aire del AMB con una concentración estable que varía entre 3 y 8 partes por billón (ppb). Lo anterior significa que la totalidad de los datos (91 días) se ubicaron por debajo de la norma, indicando una calidad del aire “buena” debido al SO₂.

En el siguiente mapa se presenta un resumen geográfico del Estado de la calidad del Aire en términos del IBUCA por zona de Monitoreo en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca.

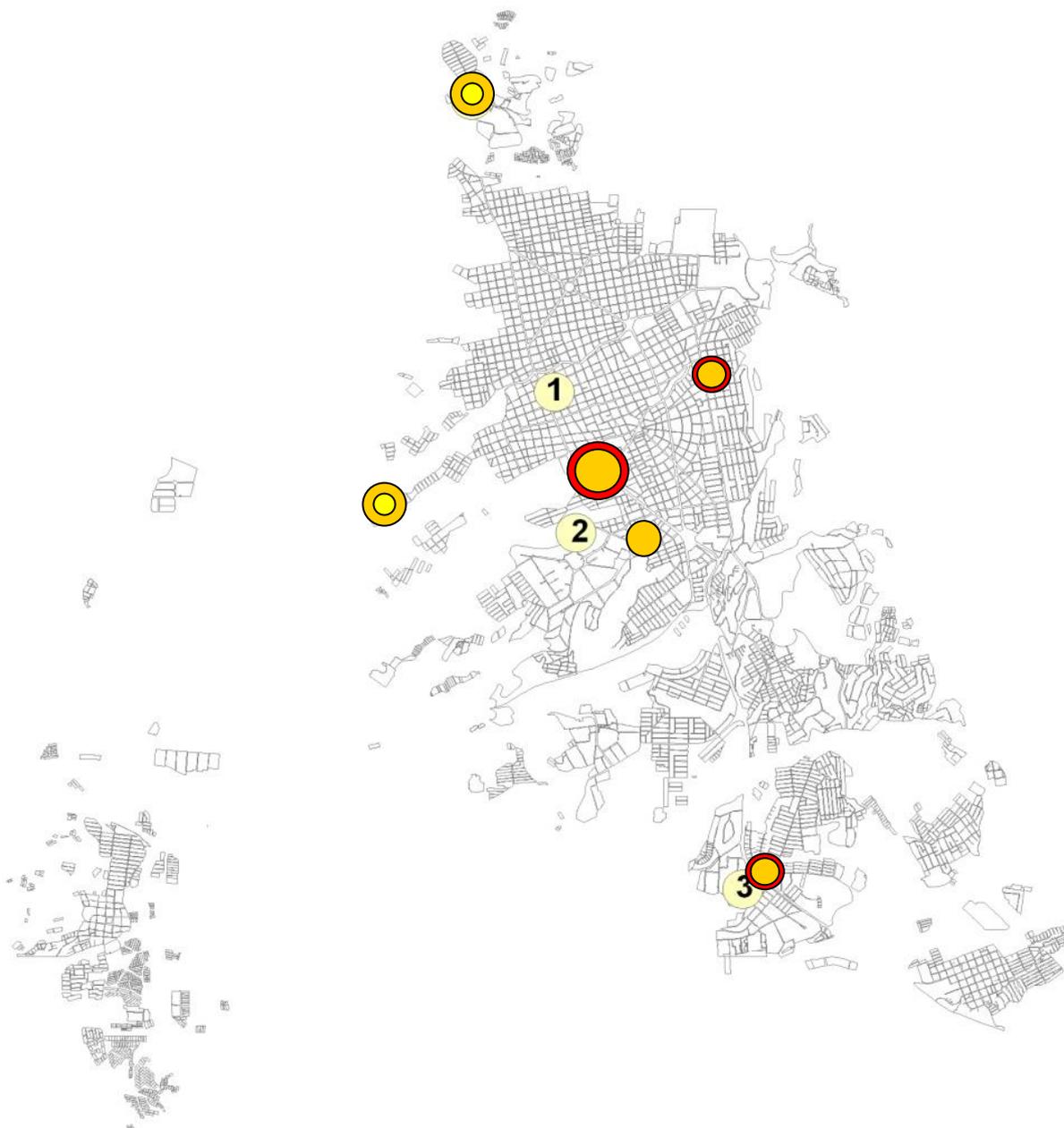


Fig 8. Estado de la Calidad del Aire enero – marzo 2012

C) Análisis Decreto 979: como se mencionó anteriormente, el Decreto 979 de 2006 establece los niveles de **prevención**, **alerta** y **emergencia** por contaminación del aire, con base en las mediciones de calidad del aire obtenidas diariamente y de esta forma tomar las medidas de control que sean necesarias para proteger la salud de la Población. La Resolución 601, establece los niveles de concentración en los cuales la CDMB estaría en obligación de declarar el estado correspondiente de calidad del aire.

Con base en lo anterior la presente tabla muestra los valores de concentración obtenidos durante este primer periodo del año y su comparación con lo estipulado en la referida Norma:

Contaminante	Tiempo de Exposición	Prevención	Alerta	Emergencia	Concentración Enero – Marzo 2012
PM ₁₀	24 horas	300 µg/m ³	400 µg/m ³	500 µg/m ³	79.11 µg/m ³
SO ₂	24 horas	191 ppb	382 ppb	612 ppb	9.16 ppb
NO ₂	1 hora	212 ppb	425 ppb	1064 ppb	75 ppb
O ₃	1 hora	178 ppb	356 ppb	509 ppb	41.12 ppb
CO	8 horas	14.9 ppm	29.7 ppm	40,2 ppm	2.5 ppm

Tabla 5. Análisis Decreto 979 de 2006 para el periodo Enero – Marzo de 2012

Según el análisis los valores de concentración, obtenidos en el tiempo de exposiciones establecidas en la Norma, para cada contaminante atmosférico estuvieron por debajo del Nivel de Prevención.

No obstante la CDMB realiza 2 actividades complementarias al monitoreo de la vigilancia permanente de la calidad del aire:

1. Monitoreo y Control a las Fuentes móviles que circulan en el Área Metropolitana de Bucaramanga: En convenio interadministrativo entre la Secretaria de Salud y Ambiente de Bucaramanga, la Dirección de Tránsito de Bucaramanga y Floridablanca y la CDMB, se chequean diariamente las emisiones de gases y partículas generadas por los vehículos de toda clase, incluidas motocicletas, y que utilizan como combustible ACPM, gas natural y gasolina. Según la resolución 910 de 2008, se establecen los límites permisibles de contaminantes atmosféricos que un vehículo puede emitir de acuerdo a su año modelo. Estos operativos se llevan a cabo de lunes a viernes en diferentes sitios estratégicos del municipio de Bucaramanga.
2. Seguimiento y Control a las Fuentes Fijas instaladas en el Área Metropolitana de Bucaramanga: La CDMB cuenta con un grupo de profesionales idóneos para realizar visitas de seguimiento a las diferentes industrias que se encuentran principalmente en el AMB, según los lineamientos de las Normas expedidas por el Ministerio de Ambiente,



vivienda y Desarrollo Territorial en las que encuentran la Resolución 909 de 2008 y el decreto 948 de 1995, entre otras.

4. CONCLUSIONES

- Se realizó el monitoreo manual, automático y en tiempo real de la calidad del aire en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca entre los meses de enero y marzo de 2012, siguiendo los lineamientos de las Resoluciones 601/2006 y 610/2010 y el protocolo de monitoreo de la calidad del aire aprobado con la Resolución 650/2010, expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Según los resultados obtenidos, de los cinco (5) contaminantes criterio ninguno superó la norma durante los primeros tres meses del año 2012.
- Con respecto al análisis del Índice de Calidad del Aire – IBUCA, el Material Particulado inferior a 10 micras [PM₁₀] es el contaminante que afecta en mayor medida la salud de la población, ya que de los 91 días de monitoreo en 21 días se obtuvieron niveles para una calidad del aire “Mala” (color rojo). De esta forma, la CDMB recomienda a la población que posea enfermedades respiratorias y cardiovasculares y a los adultos mayores de 65 años evitar esfuerzos físicos prolongados en zonas como el centro y áreas cercanas a vías de alto flujo vehicular como las carreras 27 y 33 o las autopistas.
- Por el contrario, el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO₂) tuvieron valores que indicaron una calidad del aire Buena.
- Finalmente, se concluye que en este primer periodo del año 2012, se obtuvieron valores de concentración inferiores al nivel de prevención establecido por el Decreto 979 de 2006, con lo cual la CDMB continuará con las actividades de seguimiento y control a las fuentes móviles y fijas principalmente en el Área Metropolitana de Bucaramanga.