

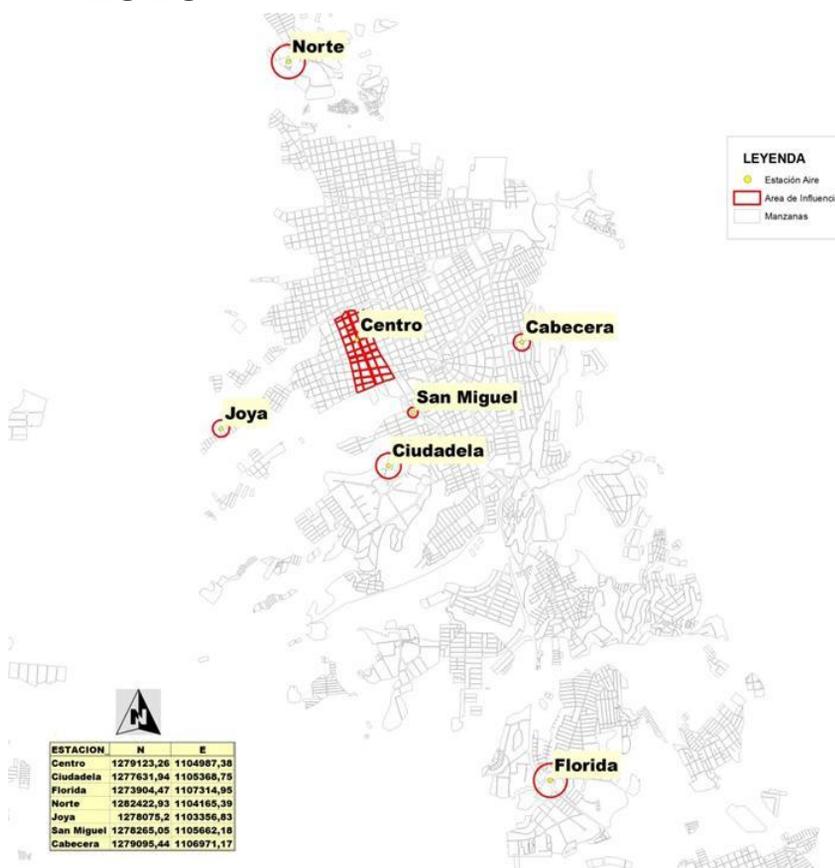


cdmb

Amigos de la Vida

# RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

## Informe Primer Semestre 2010



Mapa ubicación Estaciones de Monitoreo 2010



SUBDIRECCION DE NORMATIZACION Y CALIDAD AMBIENTAL

## **TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA POR LA RED:

1. ESTACION AUTOMATICA CENTRO (carrera 15 con calle 34)
2. ESTACION AUTOMATICA CABECERA (Parque San Pio)
3. ESTACION AUTOMATICA CIUDADELA (calle de los estudiantes)
4. ESTACION AUTOMATICA FLORIDA (Cañaveral)
5. ESTACION AUTOMATICA NORTE (Hospital Local del Norte)
6. ESTACIONES MANUALES DE PM10 (La Joya, Cra 17 con Diagonal 15, Ricaurte y Cañaveral)

## INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se muestran los resultados del estado de la calidad del aire para el primer semestre de 2010, obtenidos por las estaciones automáticas y manuales pertenecientes a la Red de Monitoreo instaladas en diferentes sitios estratégicos del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Cada estación de monitoreo de calidad del aire posee cinco analizadores automáticos que miden en tiempo real cinco contaminantes criterio que afectan significativamente la salud de la población. En las estaciones manuales se monitorea el material particulado fracción respirable (PM<sub>10</sub>) causante de problemas significativos en la salud de la población. Estos equipos se han logrado instalar gracias a la colaboración de la familia Jaimes en el barrio La Concordia, la Central de Semaforización de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga y a la familia Cáceres en el barrio La Joya.

A continuación se hace una breve descripción de los contaminantes monitoreados por la Red para que el lector pueda interpretar de la mejor forma los resultados de estos seis (6) meses de monitoreo:

**1. Monóxido de Carbono<sup>1</sup>(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.

**2. Dióxidos de nitrógeno<sup>2</sup> (NO<sub>2</sub>):** 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<sub>2.5</sub> en el ambiente.

La reacción del dióxido del nitrógeno con el vapor de agua de la atmósfera conduce a la formación del ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), que es un componente importante de la lluvia ácida. El dióxido del nitrógeno (NO<sub>2</sub>) también reacciona con la luz del sol, que conduce a la formación del ozono y de nieblas de humo en el aire que respiramos.

**3. Ozono y otros oxidantes fotoquímicos (O<sub>3</sub>):** 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

---

<sup>1</sup>[www.envtox.ucdavis.edu/cehs/TOXINS/SPANISH/carbonmonoxide.htm](http://www.envtox.ucdavis.edu/cehs/TOXINS/SPANISH/carbonmonoxide.htm)

<sup>2</sup> Air quality Index. Aguide air quality and your health. [www.epa.gov/airnow/aqi\\_bw.pdf](http://www.epa.gov/airnow/aqi_bw.pdf)

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.

**4. 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<sub>2</sub>, el NO<sub>x</sub> 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.

**5. Dióxidos de Azufre<sup>3</sup>(SO<sub>2</sub>):** Es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico. Es liberado en muchos 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 irreversibles<sup>4</sup>.

#### **EFFECTOS SOBRE LA SALUD:**

**Material particulado:** El material particulado inhalable incluye las partículas finas y las de mayor tamaño (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>). Estas partículas se acumulan en el sistema respiratorio, logrando inclusive penetrar dentro de los pulmones y están relacionadas con numerosos efectos en la salud. La exposición al PM<sub>10</sub>

---

<sup>3</sup> Asociación Española de Toxicología (AET).

<sup>4</sup> Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR). Glosario de términos.

está asociada primordialmente con la agudización de enfermedades respiratorias. Las partículas finas se asocian con efectos tales como el incremento en la admisión de personas a los hospitales por problemas cardíacos y pulmonares, incremento de las enfermedades respiratorias, reducción de las funciones pulmonares, cáncer pulmonar e inclusive muerte prematura. Los grupos sensibles de mayor riesgo incluyen ancianos, niños y personas con problemas cardio-pulmonares como asma.

**Dióxido de nitrógeno:** En cortos periodos de exposición (menor a 24 horas)<sup>5</sup> ocasiona cambios en la función pulmonar, daño en las paredes capilares, causando edema luego de un período de latencia de 2-24 horas. Los síntomas típicos de la intoxicación aguda son ardor y lagrimeo de los ojos, tos, disnea y finalmente, la muerte.

En largos periodos de exposición<sup>6</sup> produce alteraciones irreversibles en la estructura de los pulmones, cambios de la función pulmonar en asmáticos, asociación con la hemoglobina produciendo metahemoglobina y que en concentraciones altas causa bronquiolitis obliterante, fibrosis bronquiolar y efisema.

**Dióxido de Azufre<sup>7</sup>:** En cortos periodos de exposición (menor a 24 horas) los efectos incluyen reducciones en el volumen de expiración por un segundo, aumento en la resistencia específica al aire, y síntomas tales como disminución de la capacidad pulmonar. Estos efectos pueden ser incrementados a través de ejercitación que aumenta el volumen de aire inhalado, dado que permite el SO<sub>2</sub> penetrar más lejos en el tracto respiratorio.

En exposiciones en periodos mayores a 24 horas: A bajos niveles de exposición (promedios anuales por debajo de 50 µg/m<sup>3</sup>); niveles diarios usualmente que no excedan 125 µg/m<sup>3</sup> y en admisiones por urgencias en hospitales para causas respiratorias y enfermedad pulmonar crónica obstructiva, han sido consistentemente demostradas.

En largos periodos de exposición se encontraron la prevalencia de síntomas respiratorios, frecuencias de enfermedades respiratorias, o diferencias en funciones pulmonares.

El nivel adverso bajo observado del efecto de SO<sub>2</sub> se juzgó para estar en un promedio anual de 100 µg/m<sup>3</sup>, cuando se presenta con PST. Estudios recientes relacionan fuentes industriales de SO<sub>2</sub>, o a la mezcla urbana de contaminantes atmosféricos, se han demostrado efectos adversos por debajo de estos niveles. Pero hay una mayor dificultad en la interpretación ya que los efectos no solo son por las condiciones actuales, si no por la contaminación a través de los años. Sin embargo, estudios de diferencias de mortalidad entre áreas con niveles de contaminación, indican que la mortalidad se encuentra más asociada con PST que con los SO<sub>2</sub>

---

<sup>5</sup> Valores guía para contaminantes clásicos, según la OMS, basados en efectos conocidos para la salud.

<sup>6</sup> Health and Environmental Effects Nitrogen Dioxide. Environmental Protection Agency (EPA).

<sup>7</sup> Guidelines for Air Quality, World Health Organization, Geneva 2000

**Monóxido de Carbono<sup>8</sup>:** Los efectos del monóxido de carbono en la salud humana son consecuencia de su capacidad para combinarse en forma casi irreversible con la hemoglobina, produciendo carboxihemoglobina, la cual se forma al desplazar un átomo de hierro, estableciendo una fuerte unión con la hemoglobina, impidiendo su remoción de la sangre. El transporte de oxígeno por la sangre, desde los pulmones hasta los tejidos, asegurado por la oxihemoglobina (hemoglobina combinada con el oxígeno) queda así comprometido debido a la ocupación del centro activo de la hemoglobina por el monóxido de carbono. Los diferentes niveles de carboxihemoglobina pueden provocar diferentes tipos de efectos en los individuos afectados, tales como dificultades respiratorias y asfixia. La transformación del 50% de hemoglobina en carboxihemoglobina puede conducir a la muerte.

La afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina, que es la que transporta el oxígeno en la sangre por nuestro organismo, es 250 veces mayor que la del oxígeno, formando carboxihemoglobina, disminuyendo la cantidad de oxígeno que llega a los distintos tejidos y actuando como agente asfixiante. Los efectos son más pronunciados e intensos en los fumadores y en los cardíacos. Los síntomas típicos son mareos, dolor de cabeza concentrado, náuseas, sonoridad en los oídos y golpeteo del corazón (latidos intensos). La exposición a altas concentraciones puede tener efectos graves permanentes, y en algunos casos, fatales. El aspirar niveles bajos del compuesto químico puede causar fatiga y aumentar el dolor en el pecho en las personas con enfermedades cardíacas crónicas.

**Ozono y otros oxidantes fotoquímicos:** Cortos periodos de exposición (menor a 24 horas)<sup>9</sup>: Para periodos de exposición menores a 24 horas la Organización panamericana de la Salud presenta los siguientes efectos: Se observa tos y dolores de cabeza, en individuos sanos, durante el ejercicio, disminuye la tasa máxima de flujo respiratorio y la capacidad vital forzada, se presenta una disminución de la función pulmonar en niños y adultos durante ejercicio fuerte, incremento de la frecuencia respiratoria, disminución en la resistencia de las vías aéreas y disminución de la función pulmonar.

Largos periodos de exposición: La exposición a largo plazo del ozono puede causar engrosamiento de los bronquios respiratorios terminales, Bronquitis crónica, fibrosis y cambios enfisematosos se observan en diferentes especies expuestas al ozono en concentraciones un poco mayores de 1 ppm. El ozono causa respiración superficial rápida y disminución de la adaptabilidad pulmonar, y síntomas subjetivos como tos, opresión torácica y sequedad de fauces con concentraciones de 0,25 a 0,75 ppm.

## **RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES:**

Antes de presentar las graficas y con el objeto de alcanzar un mayor entendimiento de los resultados, a continuación se da una breve explicación del Índice de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga IBUCA

---

<sup>8</sup> International Programme On Chemical Safety (IPCS)-Environmental Health Criteria 213 - [www.who.int/pcs/docs/ehc\\_213.html](http://www.who.int/pcs/docs/ehc_213.html)

<sup>9</sup> Efectos en la salud humana por exposición al ozono. Organización Panamericana de la Salud

para expresar la contaminación atmosférica en términos de afectación en la salud de la población:

**El IBUCA** es un indicador que permite establecer como se encuentra la calidad del aire en Bucaramanga con respecto a los límites locales (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.

CONTAMINANTE	PERIODO	NORMA	UNIDAD
Partículas Suspendidas PM <sub>10</sub>	24 horas	134	µg/m <sup>3</sup>
Óxidos de Azufre, SO <sub>x</sub>	24 horas	86	ppb
Óxidos de Nitrógeno, NO <sub>2</sub>	1 hora	95	ppb
Monóxido de Carbono, CO	1 hora	31	ppm
Oxidante Fotoquímico O <sub>3</sub>	1 hora	54	ppb

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

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 – 2.50	Moderado	La calidad de aire es aceptable y no tiene ningún efecto sobre la población en general.	Amarillo
2.51 – 7.50	Regular	Aumento de molestias en personas con padecimientos respiratorios y cardiovasculares; aparición de ligeras molestias en la población en general.	Naranja
7.51 – 10.00	Malo	Agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades cardiacas o respiratorias. Afectación de la población sana.	Rojo
> 10.00	Peligroso	Alto riesgo para la salud de la población. Aparición de efectos al nivel de daño.	Violeta

**ESTACION CENTRO**  
**[carrera 15 con calle 34]**

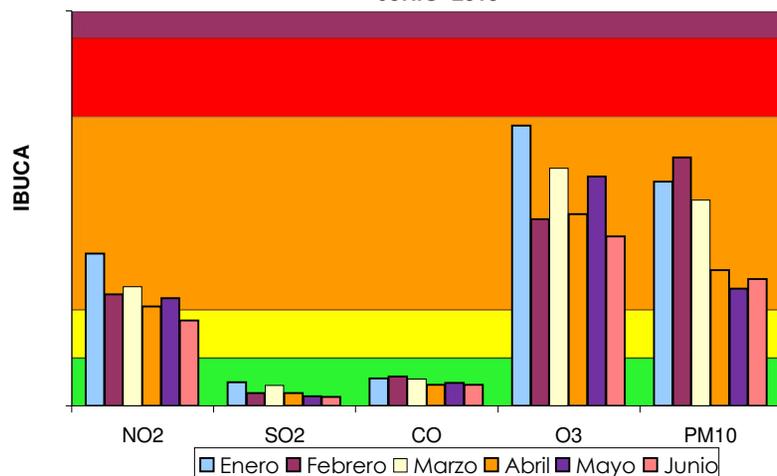
**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE IBUCA CARRERA 15 CALLE 34 2010**

ESTACION CENTRO					
MESES	NO2	SO2	CO	O3	PM10
Enero	3.86	0.59	0.69	7.09	5.67
Febrero	2.83	0.32	0.74	4.73	6.29
Marzo	3.01	0.52	0.67	6.01	5.20
Abril	2.51	0.32	0.53	4.85	3.43
Mayo	2.72	0.23	0.58	5.80	2.96
Junio	2.16	0.23	0.54	4.29	3.21

IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	Verde
1.26 - 2.5	Moderado	Amarillo
2.6 - 7.5	Regular	Naranja
7.6 - 10	Malo	Rojo
> 10	Peligroso	Púrpura

PARAMETRO	NORMA CDMB	
NO2	95 ppb	Max Horario
SO2	86 ppb	Prom Diario
CO	31 ppm	Max Horario
O3	54 ppb	Max Horario
PM10	134 Ug/m3	Prom Diario

**Comparacion del IBUCA CARRERA 15 CALLE 34 ENERO - JUNIO 2010**



**Estacion CENTRO**



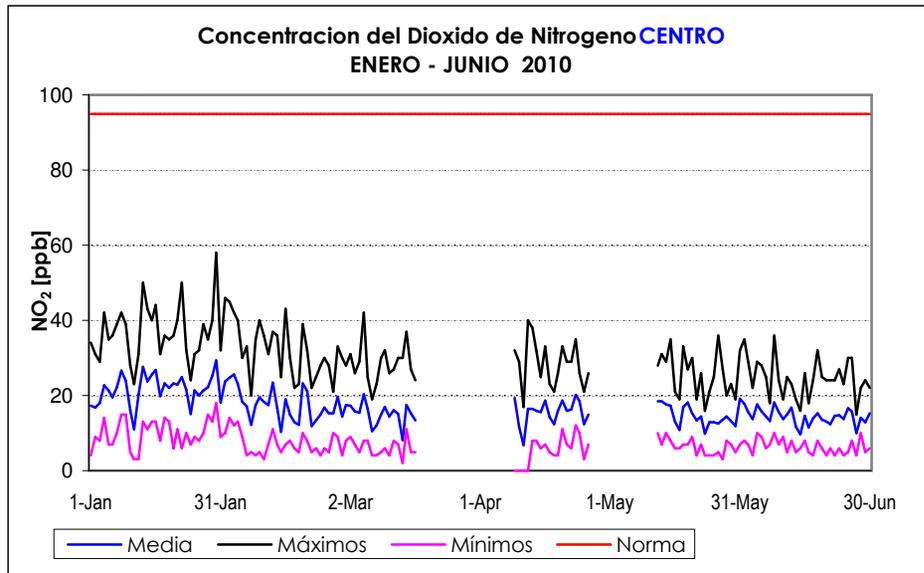
El primer semestre de este año en curso ha presentado una de las novedades mas importantes en los últimos años desde que esta Corporación ha monitoreado la calidad del aire en el Centro de Bucaramanga: la entrada en operación del Sistema Integrado de Transporte Masivo "Metrolínea", lo cual ha traído consigo una significativa mejora en la calidad del aire, en comparación con los mismos meses del año 2009. Lo anterior se evidencia con la grafica de arriba en donde se observa una reducción en la contaminación atmosférica por Material Particulado fracción respirable (PM10) en los meses de abril, mayo y junio. Para esta misma época del año pasado la concentración promedio de PM10 fue de 60.94 microgramos por metro cubico (Ug/m3) y para este año ha sido de 42.91 Ug/m3 obteniéndose una reducción de 29.57%. Esta situación se puede explicar fácilmente debido a la salida de un gran número rutas de buses por la carrera 15 y la entrada en operación de buses modernos que utilizan combustible de mejor calidad (contenido en azufre de 50 partes por millón).

Entre Enero y Junio de 2010, no se ha superado en ninguna ocasión la norma de calidad del aire en el área de influencia de la estación Centro según la Resolución 601 de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. En las siguientes páginas se analiza el comportamiento individual de cada contaminante monitoreado en la estación CENTRO.

Estación: **CENTRO**

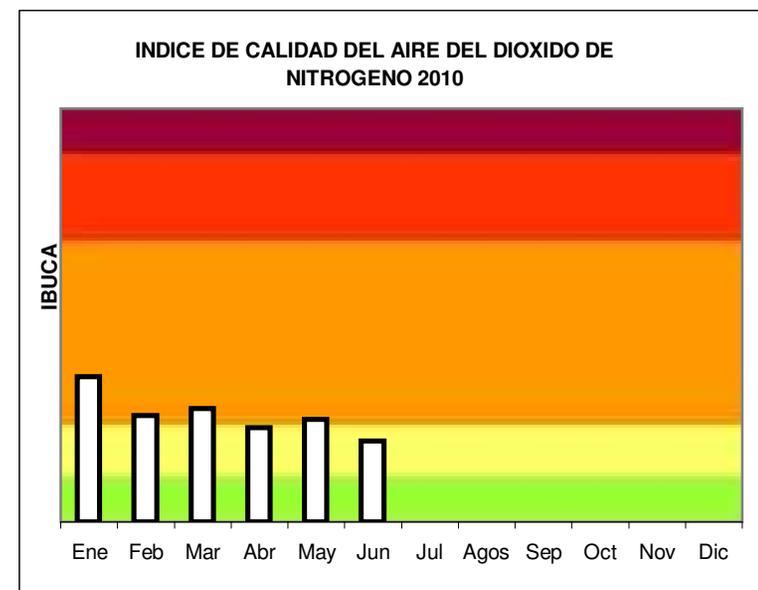
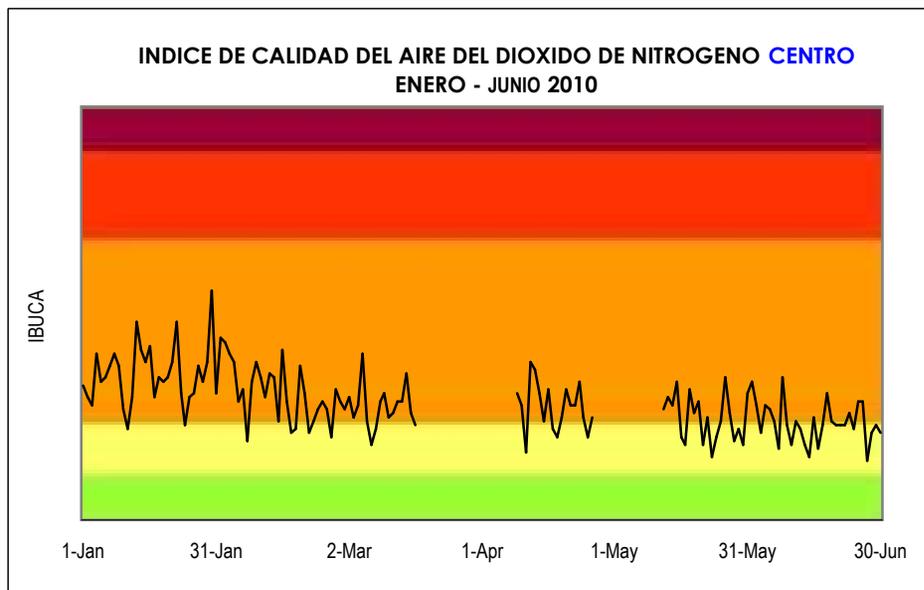
Enero - Junio 2010

Contaminante **NO<sub>2</sub> [ppb]**



Durante el primer semestre del año, la concentración del Dióxido de Nitrógeno en el área de influencia de la estación Centro ha ido decreciendo con el transcurso de los meses como se observa fácilmente de la grafica de promedios mensuales del IBUCA (abajo). El NO<sub>2</sub> ha registrado valores máximos (línea negra) principalmente entre 20 y 40 partes por billón (ppb), lo cual en términos del Índice de Calidad del Aire IBUCA lo ubica principalmente en la franja del color naranja, es decir una afectación “regular” a la calidad del aire con afectaciones a la salud de la población sensible.

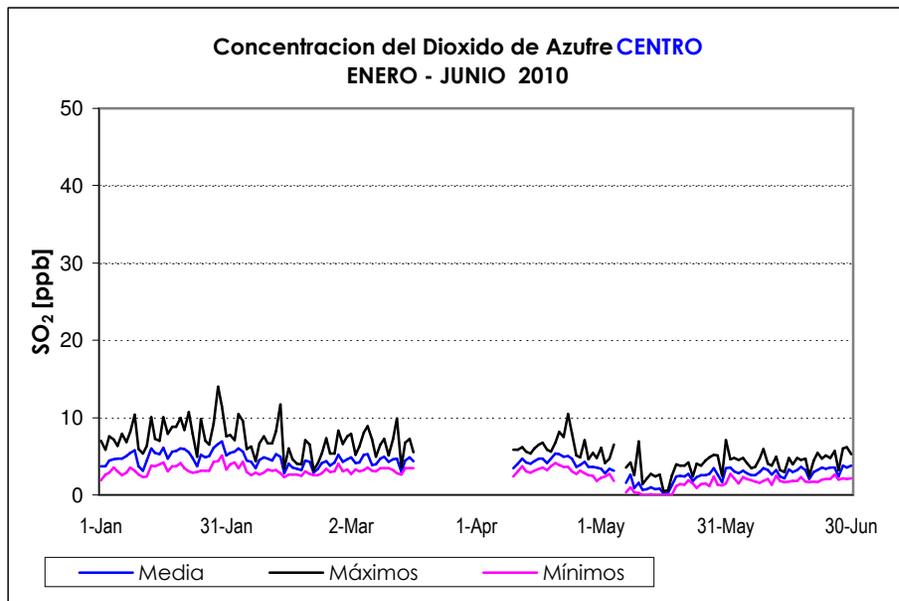
Las graficas muestran el comportamiento estable de NO<sub>2</sub> sobre la carrera 15.



Estación: **CENTRO**

Enero - Junio 2010

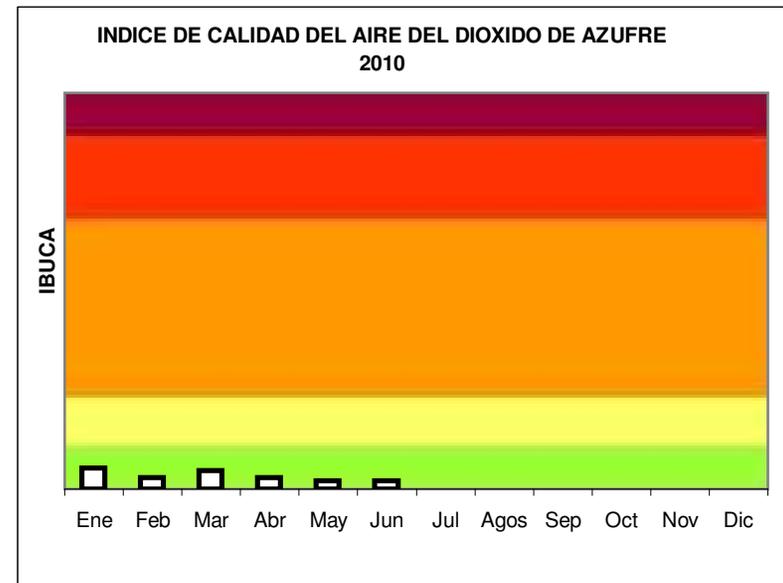
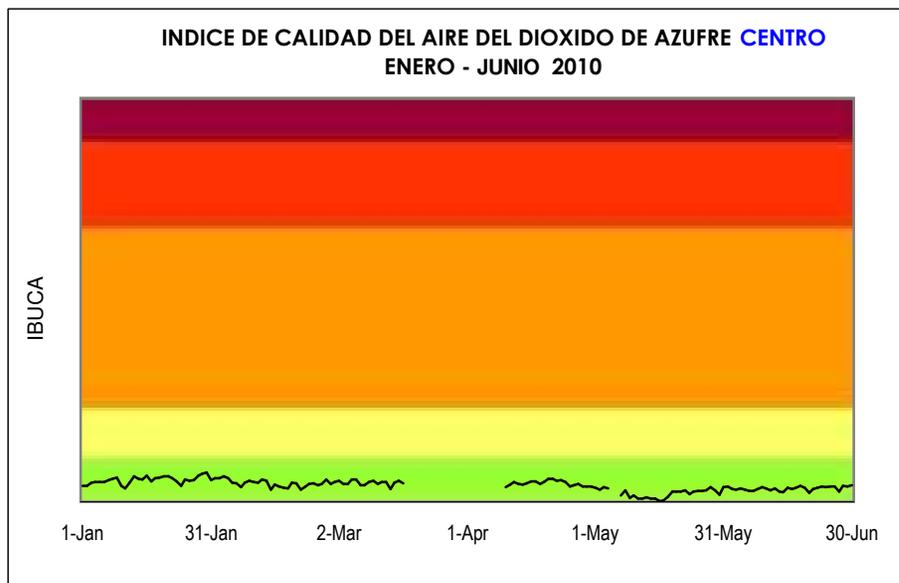
Contaminante: **SO<sub>2</sub> [ppb]**



En términos generales, el comportamiento del dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) monitoreado en la estación CENTRO, ha sido estable con un valor promedio de máximo 12 partes por billón (ppb) o en términos del IBUCA con una clasificación epidemiológica de "bueno" (color verde) indicando un bajo riesgo en la salud de la población debido a este contaminante.

El máximo valor de concentración registrado hasta el momento ha sido 14.03 ppb, obtenido el 29 de enero.

La grafica de promedios mensuales del IBUCA permite mostrar la disminución de este contaminante en los últimos 3 meses.



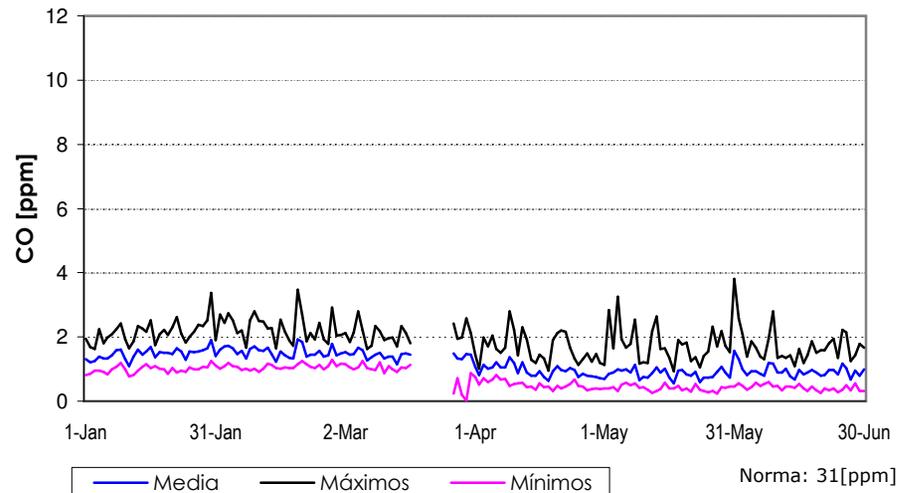
Estación: **CENTRO**

Enero - Junio 2010

Contaminante: **CO [ppm]**



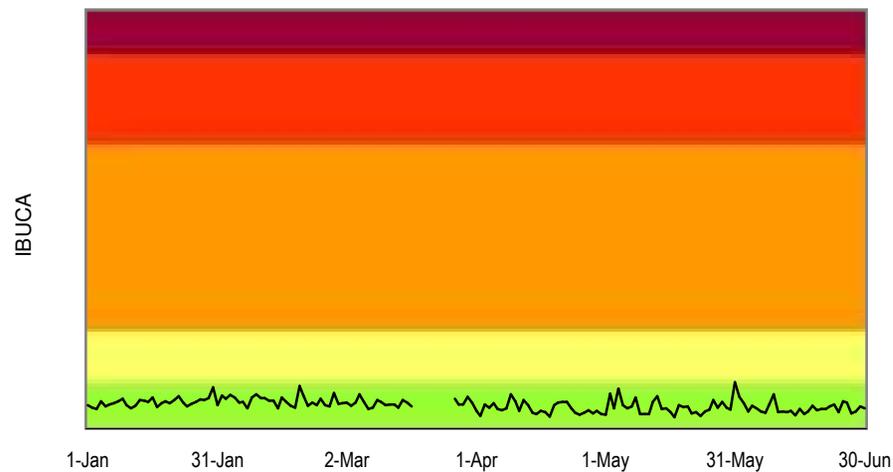
Concentración del Monóxido de Carbono **CENTRO** ENERO - JUNIO 2010



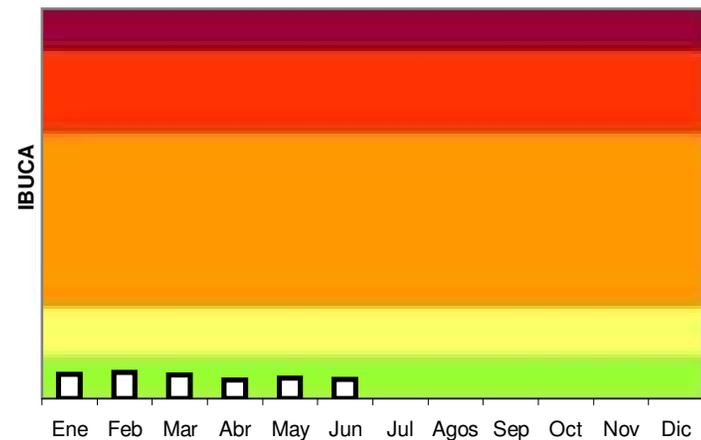
Similar que el SO<sub>2</sub>, el monóxido de carbono registrado en el área de influencia de la estación Centro es muy estable y con valores de concentración por debajo del 12% de la norma vigente de 31 partes por millón (ppm) según lo estipulado en la Resolución 601 de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El máximo valor de concentración de CO ha sido 3.81 ppm registrado el 31 de mayo de 2010.

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MONOXIDO DE CARBONO **CENTRO** ENERO - JUNIO 2010



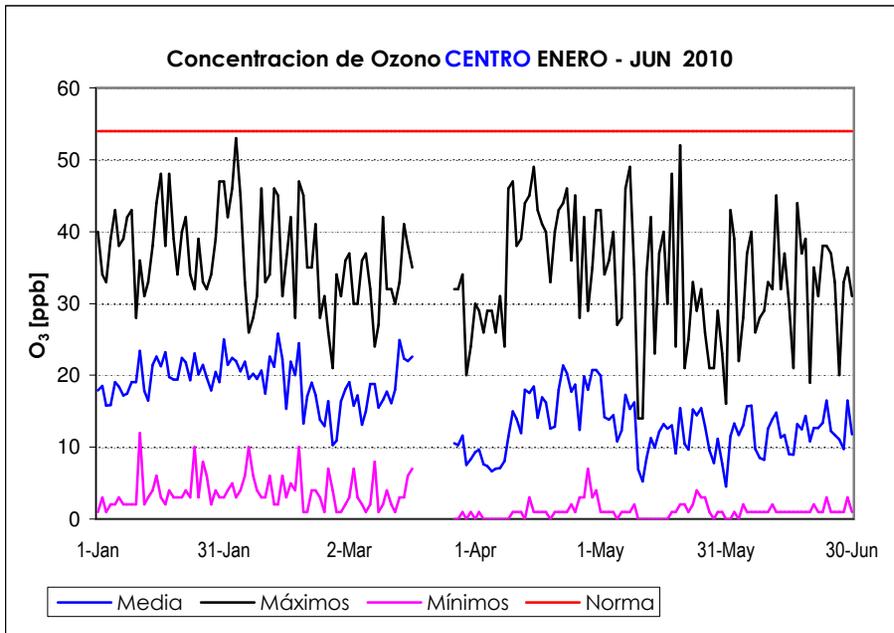
INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MONOXIDO DE CARBONO 2010



Estación: **CENTRO**

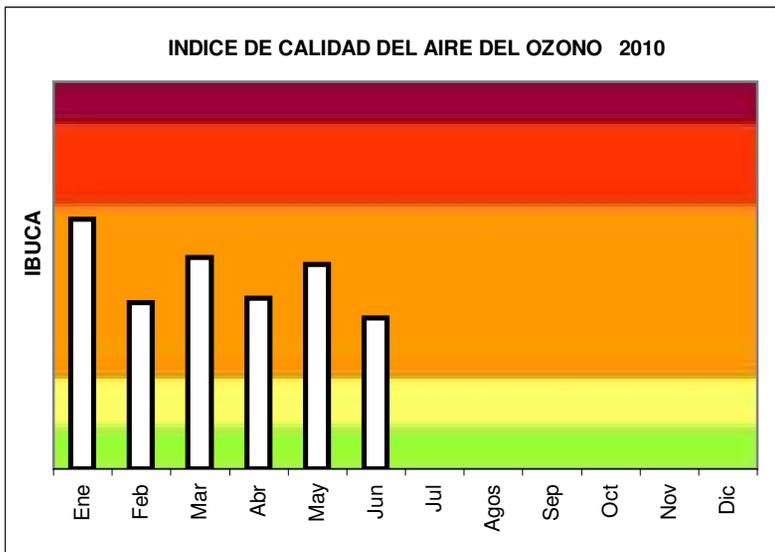
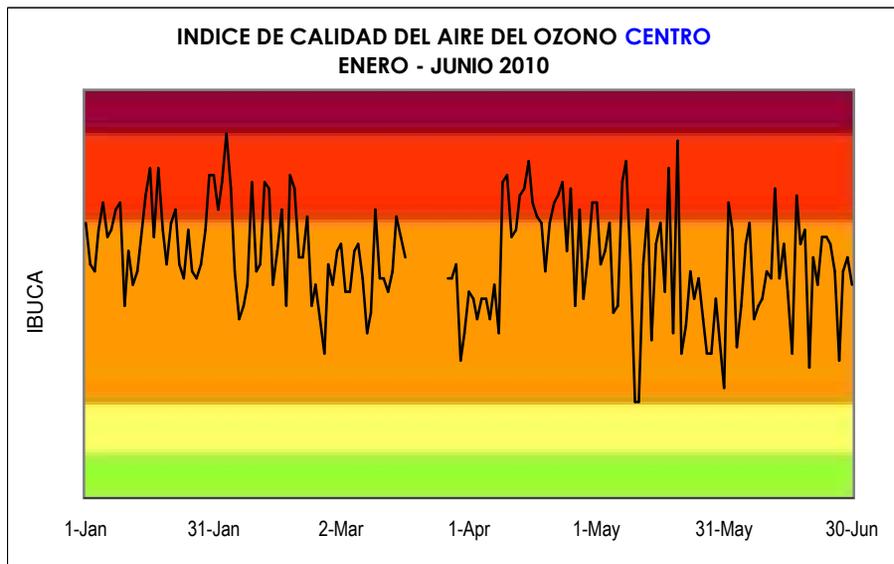
**Enero - Junio 2010**

Contaminante: **O<sub>3</sub> [ppb]**



El Ozono troposferico o Superficial, contaminante secundario que se forma a partir de la reacción química de otros contaminantes primarios en presencia de luz solar, ha registrado valores variables que se explican por el régimen de lluvias que se han presentado en Bucaramanga en los últimos meses. Este parámetro al depender su formación de la radiación solar, presenta sus máximos valores de concentración promedio en el aire (línea azul de la grafica) en los primeros meses del año cuando las lluvias son menores. Precisamente en esta época se registro el máximo valor de Ozono con 53 ppb para el 3 de febrero de 2010, sin superar la Norma de 54 ppb.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que junto con el material particulado fracción respirable, el Ozono Troposférico se constituyen como los contaminantes que afecta en mayor medida la calidad del aire de este sector



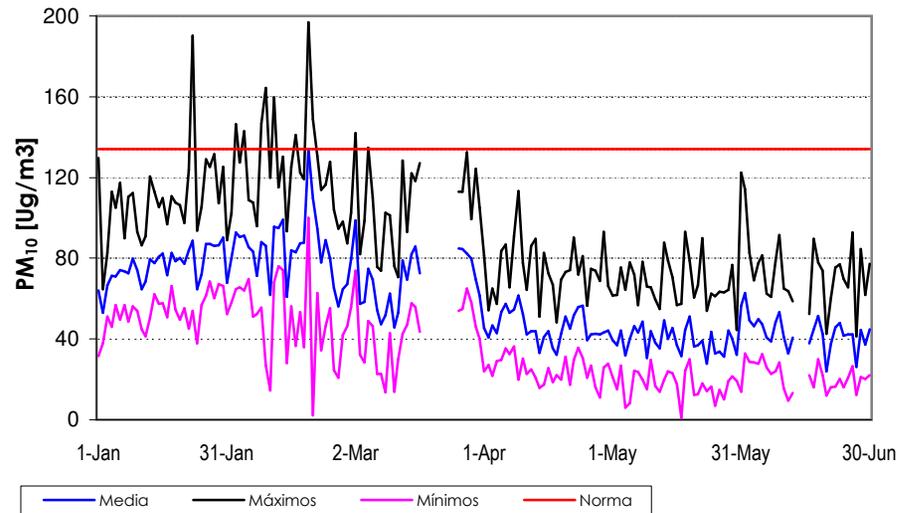
Estación: **CENTRO**

Enero - Junio 2010

Contaminante: **PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



Concentración de Material Particulado PM10 **CENTRO** ENERO - JUNIO 2010

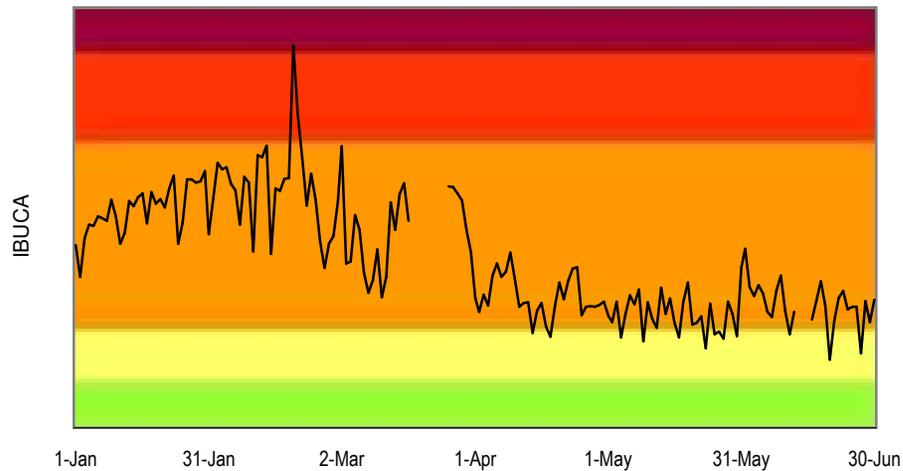


Como se menciono anteriormente, este contaminante es que el que más ha disminuido favorablemente su concentración en el aire, debido a la entrada en operación del Sistema Integrado de Transporte Masivo sobre la carrera 15 del centro de Bucaramanga. La grafica de abajo permite observar la disminución significativa de Material Particulado en los últimos 3 meses del primer semestre del 2010.

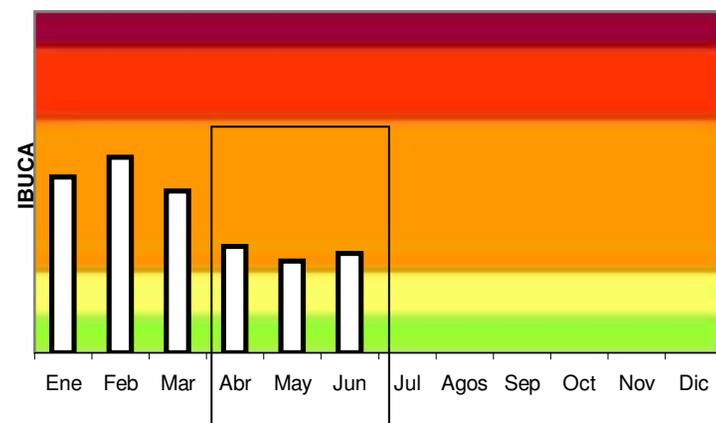
La anterior situación favorece claramente la calidad del aire obteniendo un Índice de Calidad del Aire muy cercano a la franja del color amarillo, indicando que existiría un riesgo moderado para la salud de la población debido a este contaminante.

El máximo valor de PM10 promedio horario ha sido 196.79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , obtenido el 19 de febrero.

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 **CENTRO** ENERO - JUN 2010



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO 2010



**ESTACION CABECERA – Parque San Pio  
[Carrera 36 con Calle 45]**

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE IBUCA CABECERA SAN PIO 2010**

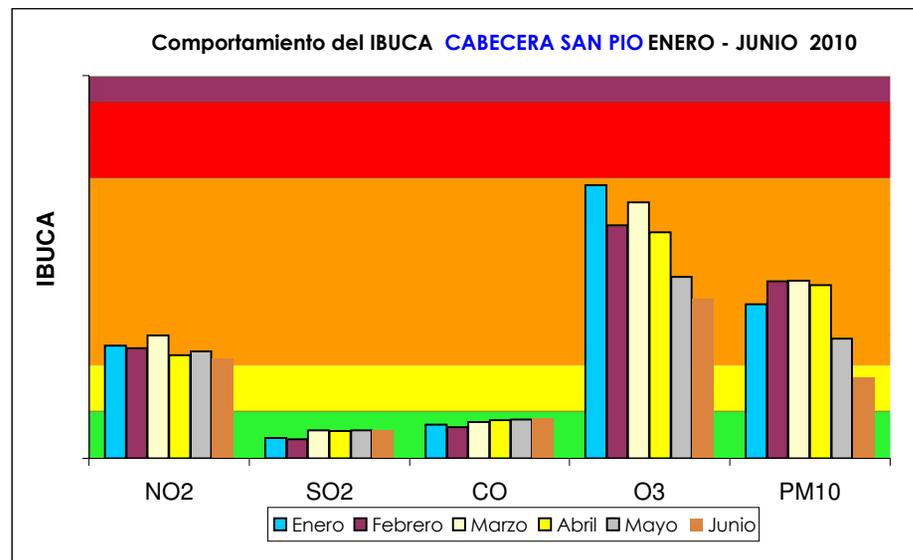
ESTACION CABECERA SAN PIO					
MESES	NO2	SO2	CO	O3	PM10
Enero	2.95	0.52	0.88	7.14	4.03
Febrero	2.88	0.49	0.82	6.09	4.63
Marzo	3.21	0.74	0.94	6.69	4.64
Abril	2.69	0.72	1.00	5.91	4.53
Mayo	2.79	0.73	1.01	4.75	3.13
Junio	2.60	0.73	1.04	4.16	2.11

IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	
1.26 - 2.5	Moderado	
2.6 - 7.5	Regular	
7.6 - 10	Malo	
> 10	Peligroso	

PARAMETRO	NORMA CDMB	CRITERIO
NO2	95 ppb	Max Horario
SO2	86 ppb	Prom Diario
CO	31 ppm	Max Horario
O3	54 ppb	Max Horario
PM10	134 Ug/m3	Prom Diario



Estacion Cabecera San Pio



En el próximo mes de Julio concluye el monitoreo de calidad del aire en esta importante zona del barrio Cabecera del Llano y se proyecta trasladar la estación hacia la carrera 33, en donde los problemas de movilidad suponen una afectación de la calidad del aire, que será detectado por la estación y se determinara en que grado podría afectar a la población que se encuentre en la zona.

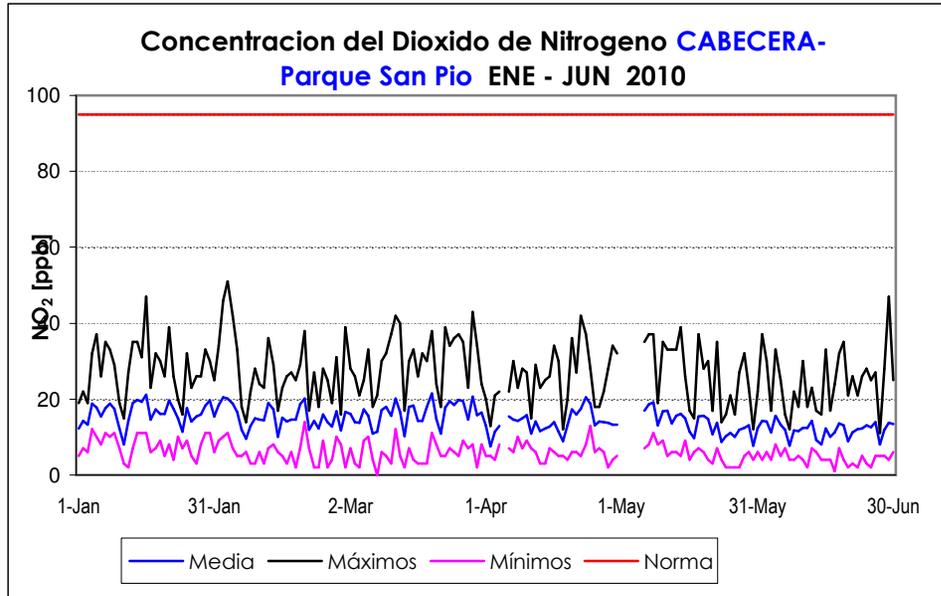
Por otra parte y como resultado del monitoreo se concluye, que el Ozono Superficial (O3), ha sido el contaminante de mayor interés debido su mayor valor de concentración en el aire que se respira en la zona en comparación con los demás contaminantes que se monitorean; durante el mes de junio, registró su mínimo valor de los últimos 6 meses con una reducción del 41.72 % con respecto al mayor promedio mensual obtenido hasta la fecha (enero). Esta situación obedece a las condiciones meteorológicas características de los últimos dos meses de este semestre, lo cual también ha favorecido la disminución de Material Particulado pasando de una clasificación epidemiológica de "regular" a "moderada" (ver tabla).

Finalmente, se concluye que en ninguna ocasión se ha superado la norma establecida en la Resolución 601/2006 y que la calidad del aire del sector se clasifica como "regular" causando posibles problemas en la salud de la población sensible (niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares).

Estación: CABECERA San Pio

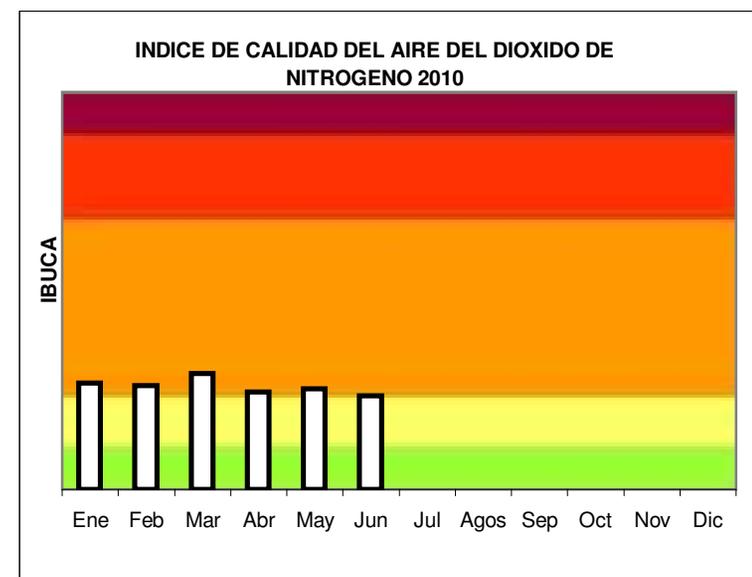
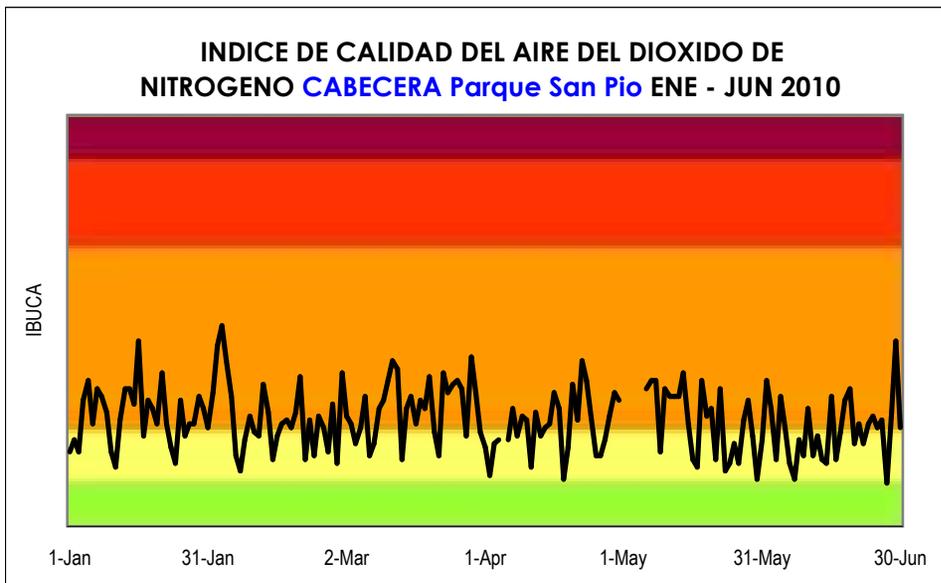
Enero - Junio 2010

Contaminante: **NO<sub>2</sub> [ppb]**



Realizando una comparación de los resultados de monitoreo del Dióxido de Nitrógeno en las estaciones CENTRO y Cabecera-San Pio, se puede concluir que su comportamiento es muy similar con valores IBUCA entre "moderado" y "regular", causando molestias de salud en las personas que presentan problemas respiratorios y cardiovasculares, aunque sin causar ninguna crisis en sus enfermedades.

Ningún valor de concentración ha sobrepasado la norma permitida para este contaminante establecida en 95 ppb. El máximo valor de NO<sub>2</sub> ha sido 51 partes por billón (ppb) obtenido el día 3 de febrero de 2010.



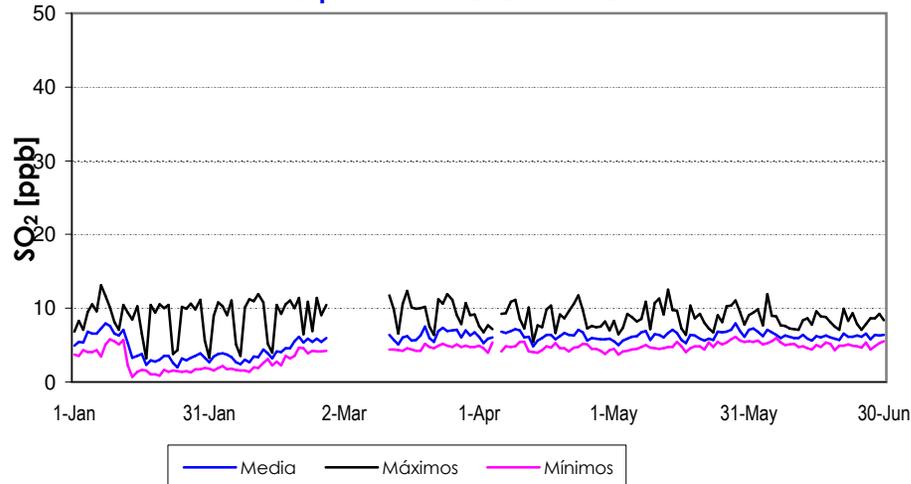
Estación: CABECERA San Pio

Enero - Junio 2010

Contaminante: SO<sub>2</sub> [ppb]



### Concentración del Dioxido de Azufre CABECERA - Parque San Pio ENE - JUN 2010

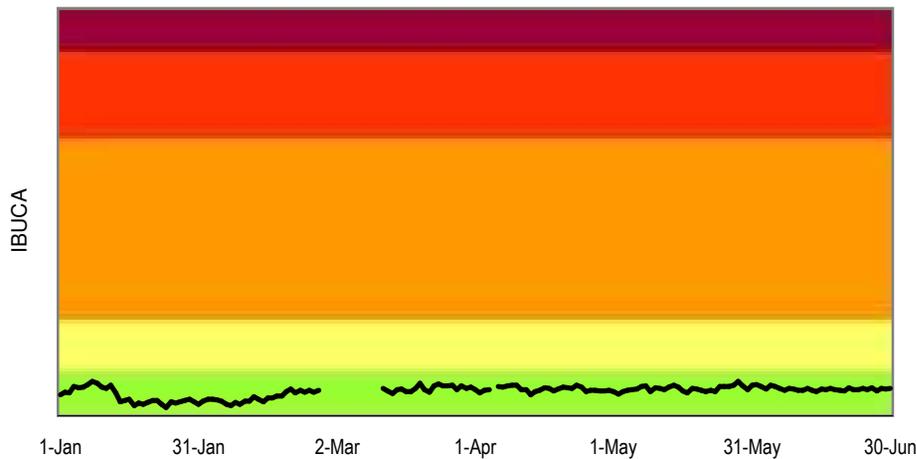


Los primeros 180 días de este año ubican a este contaminante en una clasificación IBUCA de "bueno" (franja del color verde) indicando que existe un riesgo "mínimo" para la salud de las personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

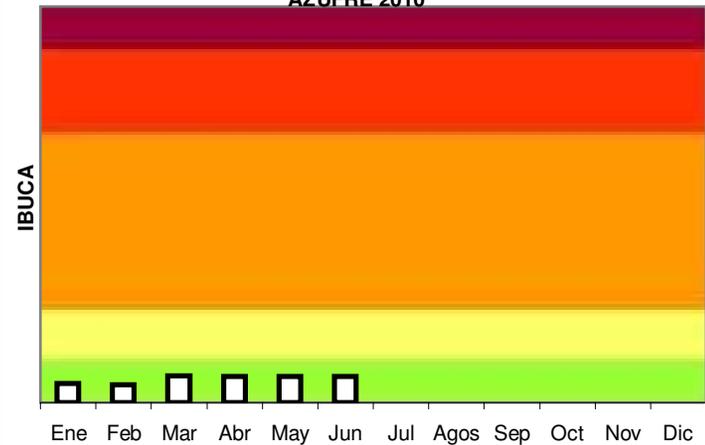
La concentración promedio de SO<sub>2</sub> ha estado entre 8 y 10 partes por billón (ppb) ubicándose por debajo de la norma horaria vigente de 86 ppb.

La principal fuente de este contaminante son las pocas (4) rutas de buses que circulan por la carrera 36 hacia el norte de la ciudad.

### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL DIOXIDO DE AZUFRE CABECERA - Parque San Pio ENE - JUN 2010



### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL DIOXIDO DE AZUFRE 2010



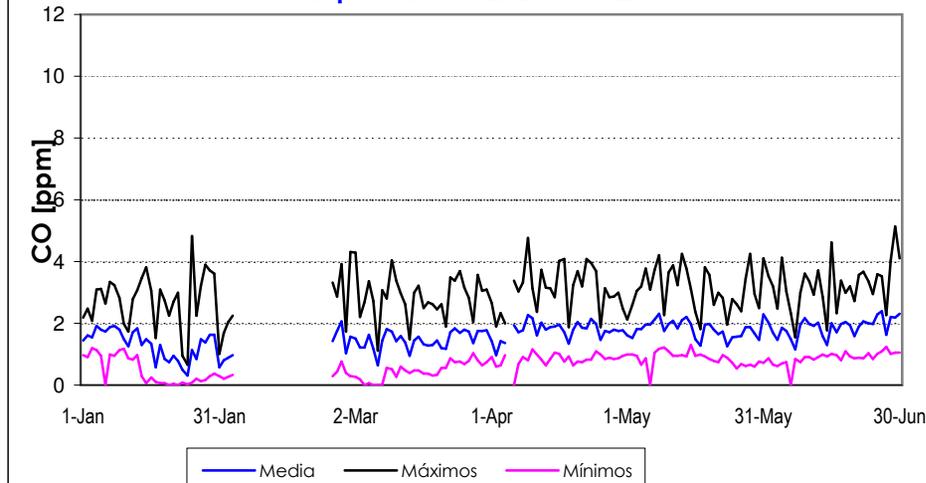
Estación: CABECERA San Pio

Enero - Junio 2010

Contaminante: CO [ppm]



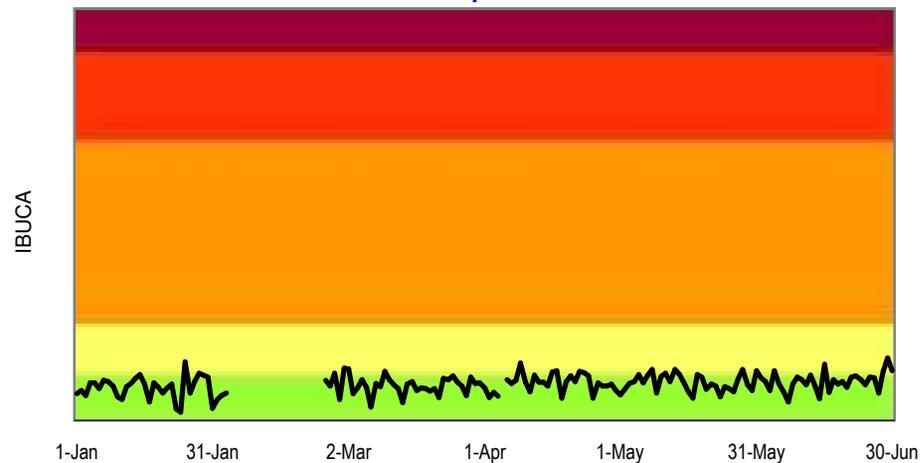
### Concentración del Monóxido de Carbono CABECERA - Parque San Pio ENE - JUN 2010



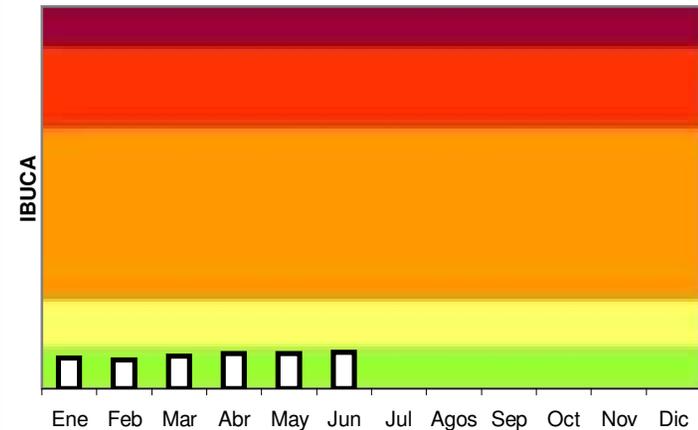
Actualmente este parámetro es monitoreado en dos estaciones y es precisamente en la estación Cabecera-San Pio en donde se ha obtenido la mayor concentración de Monóxido de Carbono (CO) debido principalmente al mayor número de vehículos que utilizan gasolina como combustible en el área de influencia de la estación. En las graficas se observa su comportamiento para este primer semestre del año y sus valores de concentración diarios comparados con la norma vigente de 31 partes por millón (ppm).

El día de mayor concentración de CO ha sido el viernes 29 de junio con un valor de 5.14 ppm.

### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MONOXIDO DE CARBONO CABECERA Parque San Pio ENE - JUN 2010



### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MONOXIDO DE CARBONO 2010



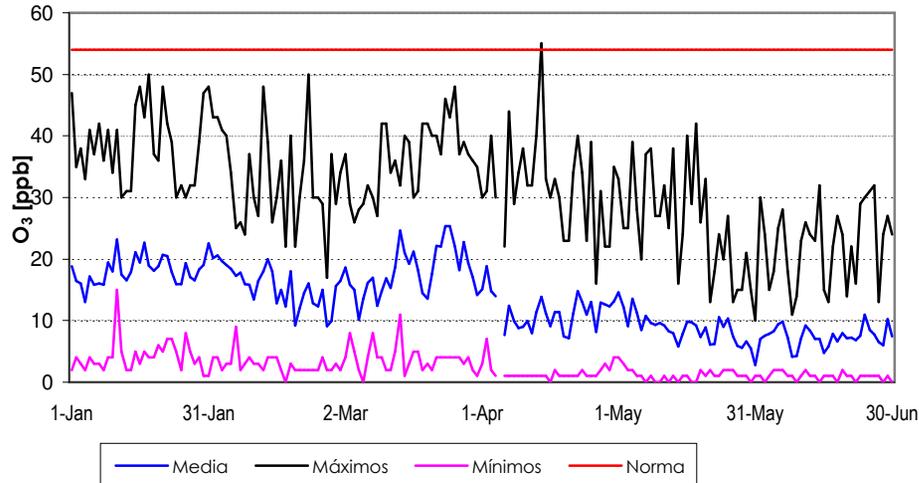
Estación: CABECERA San Pio

Enero - Junio 2010

Contaminante O<sub>3</sub> [ppb]



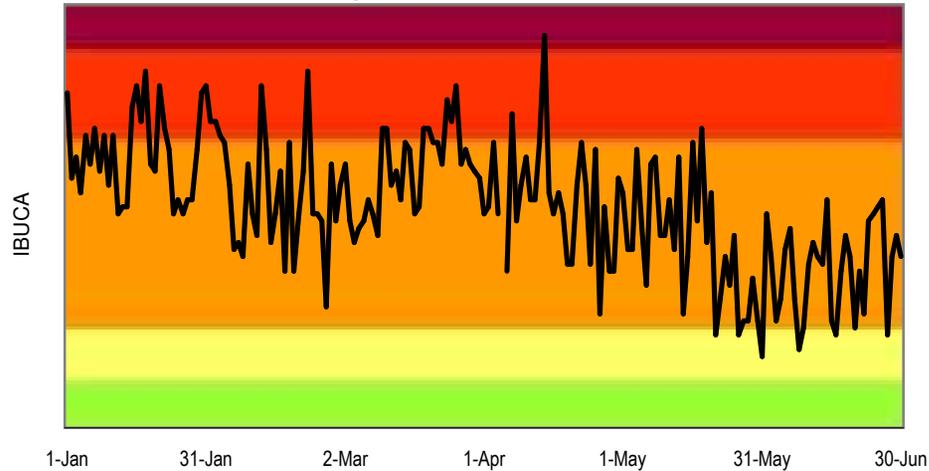
Concentración de Ozono CABECERA - Parque San Pio  
ENE - JUN 2010



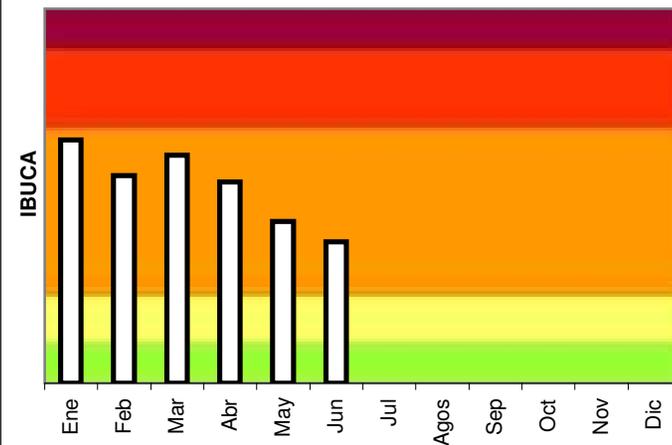
Como era de esperarse en los primeros 4 meses del año, se registró la máxima concentración de Ozono Superficial en la estación Cabecera - San Pio, debido principalmente a las condiciones meteorológicas características de los primeros meses del año. Durante estos meses, se obtuvo las máximas concentraciones diarias promedio (línea de color azul en la grafica), con la clasificación epidemiológica de "malo" (color rojo), la cual fue disminuyendo paulatinamente en los siguientes dos meses, obteniendo en varios días la calcificación epidemiológica de "moderado" (color amarillo) en la escala del IBUCA.

Con respecto a la Norma, esta se ha superado un vez el día 14 de abril con un valor de 55 ppb.

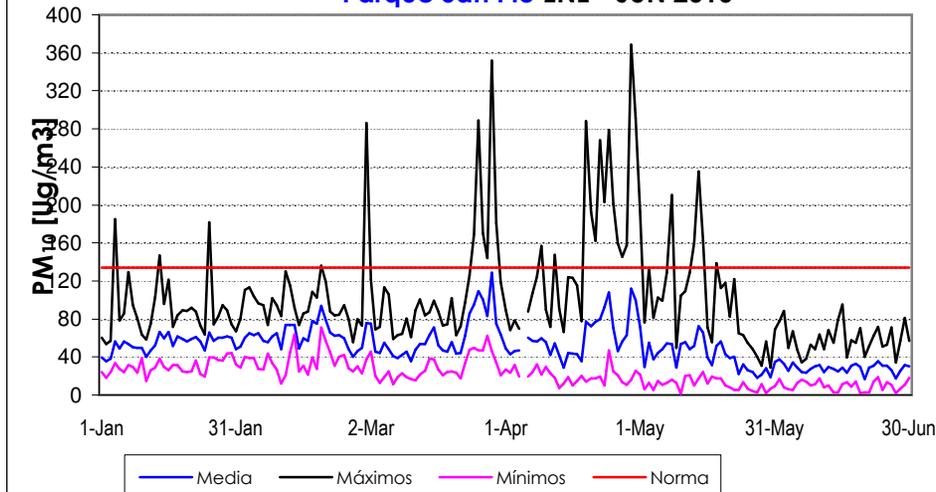
INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL OZONO CABECERA  
Parque San Pio ENE - JUN 2010



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL OZONO 2010



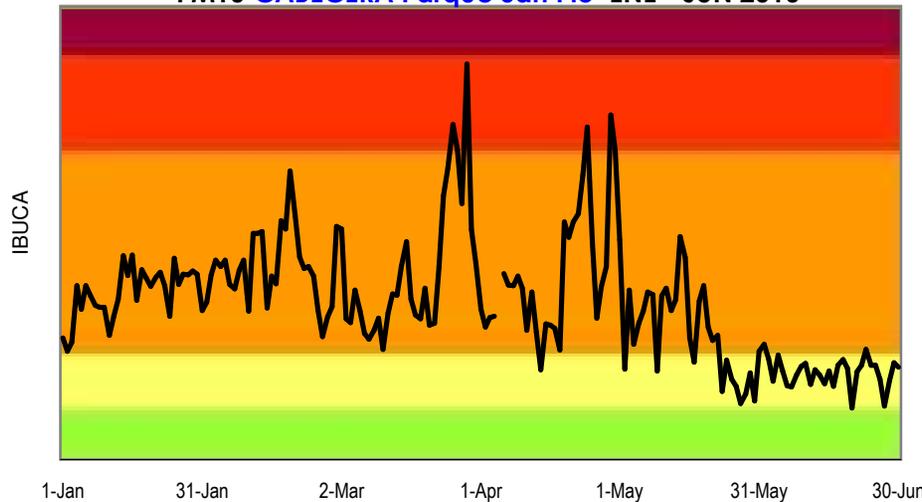
**Concentración de Material Particulado PM10 CABECERA - Parque San Pio ENE - JUN 2010**



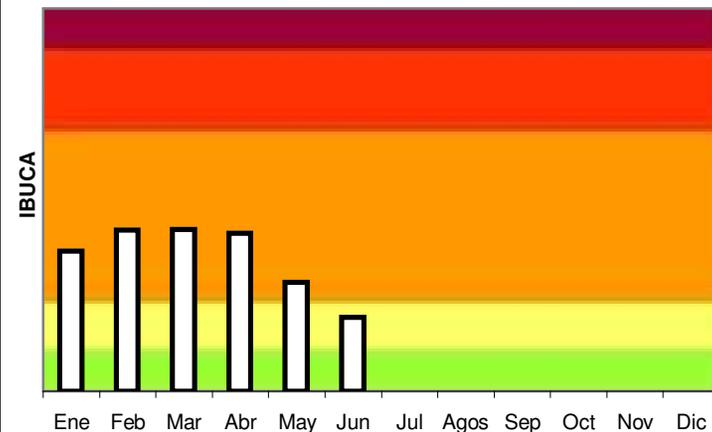
La presencia de lluvias en los dos últimos meses también ha favorecido notablemente la disminución de Partículas peligrosas en el aire. En este sentido, las graficas permiten observar que la clasificación del Índice de Calidad del Aire paso de "regular" a "moderado" en el mes de junio.

Los grandes picos de concentración de PM10 que se observan en el mes de marzo y abril son causados por obras para el cambio y mantenimiento de tuberías subterráneas de servicios públicos realizados sobre la carrera 36, lo cual ocasionaba levantamiento de polvo, llegando a registrar valores máximos de 368.38 microgramos por metro cubico (Ug/m3) el 29 de abril, aunque sus valores promedio (línea de color azul) en ninguna ocasión alcanzaron a superar la

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 CABECERA Parque San Pio ENE - JUN 2010**



**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO 2010**



**ESTACION CIUDADELA**  
**[calle de los estudiantes]**

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE IBUCA CIUDADELA calle de los estudiantes 2010**

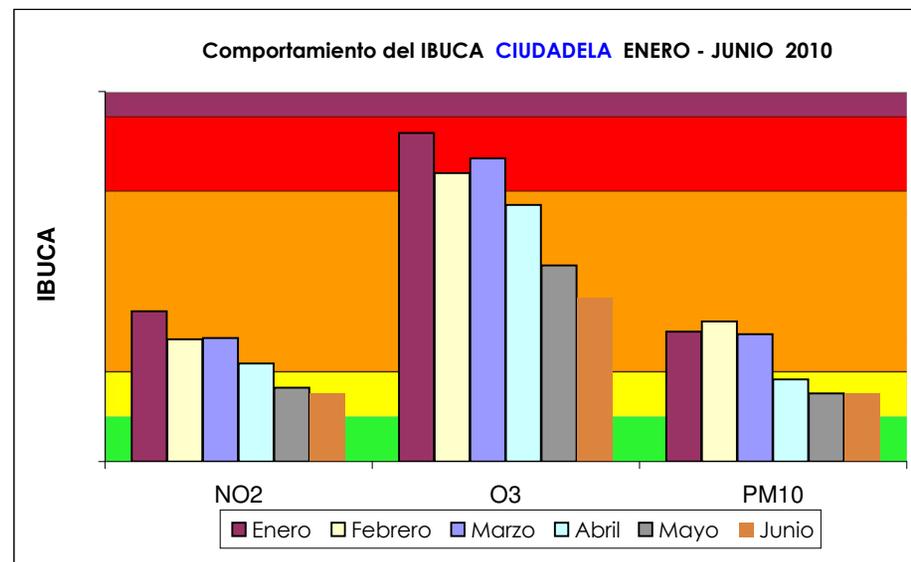
ESTACION CIUDADELA			
MESES	NO2	O3	PM10
Enero	4.07	8.88	3.51
Febrero	3.30	7.80	3.78
Marzo	3.33	8.20	3.43
Abril	2.65	6.93	2.23
Mayo	1.99	5.29	1.85
Junio	1.86	4.43	1.84

IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	Verde
1.26 - 2.5	Moderado	Amarillo
2.6 - 7.5	Regular	Naranja
7.6 - 10	Malo	Rojo
> 10	Peligroso	Púrpura

PARAMETRO	NORMA CDMB	CRITERIO
NO2	95 ppb	Max Horario
SO2	86 ppb	Prom Diario
CO	31 ppm	Max Horario
O3	54 ppb	Max Horario
PM10	134 Ug/m3	Prom Diario



Estacion Ciudadela, ubicada en la terraza del colegio Aurelio Martinez Muti



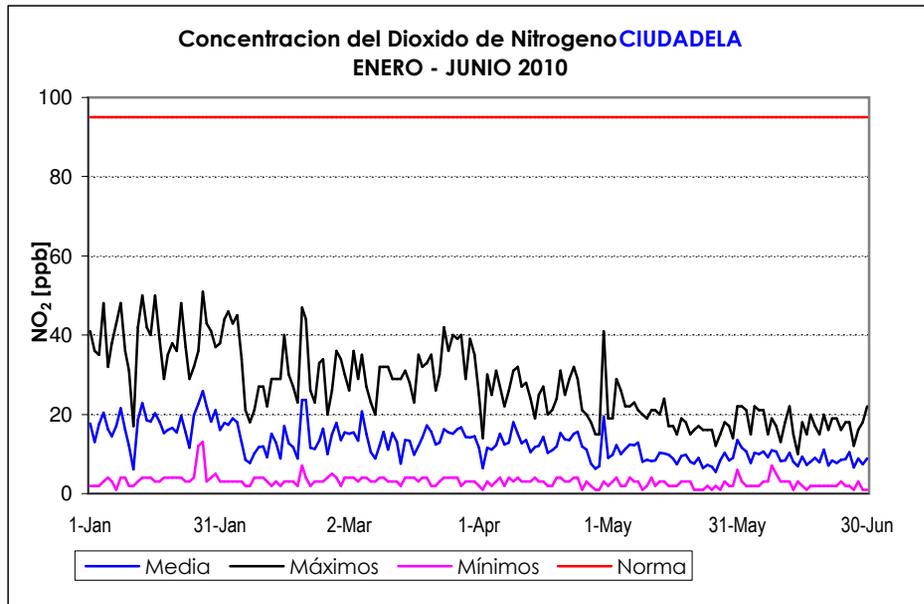
Desde marzo del año 2008 se instalaron 3 nuevos equipos como parte del convenio íter-administrativo entre El Área Metropolitana de Bucaramanga y la CDMB. Resultado de esta exitosa cooperación interinstitucional, se instalaron los analizadores automáticos de gases de Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Ozono Superficial (O3) y de partículas PM10. Durante estos dos años de monitoreo el contaminante de mayor concentración en el aire que respira la comunidad de esta importante zona de Bucaramanga es el Ozono troposférico (O3), el cual registró en el mes de enero la máxima concentración con un Índice de Calidad IBUCA con clasificación epidemiológica de "malo" (color rojo) y posteriormente disminuyó a "regular" (color naranja) con la llegada de las lluvias. Como ya se ha mencionado anteriormente, este contaminante no es generado directamente de las fuentes de contaminación existentes en la ciudad (fuentes móviles: vehículos, fuentes fijas: industrias) sino que se forma a partir de la reacción química entre otros contaminantes primarios en presencia de luz solar y por tal razón se denomina contaminante secundario. Este contaminante se forma principalmente en el centro de Bucaramanga y es desplazado por la acción del viento hacia la ciudadela en donde encuentra obstáculos como edificios, impidiendo su libre circulación y por lo tanto incrementando los problemas de contaminación por ozono.

Con respecto a los demás contaminantes monitoreados por la Estación Ciudadela, Material Particulado inferior a 10 micras (PM10) y dióxido de nitrógeno (NO2), se concluye que no representan un riesgo significativo para la salud de la población.

Estación: Ciudadela

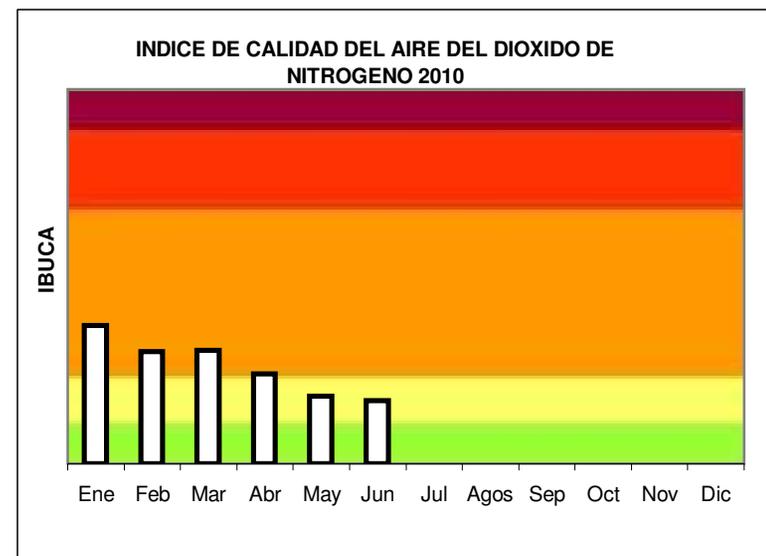
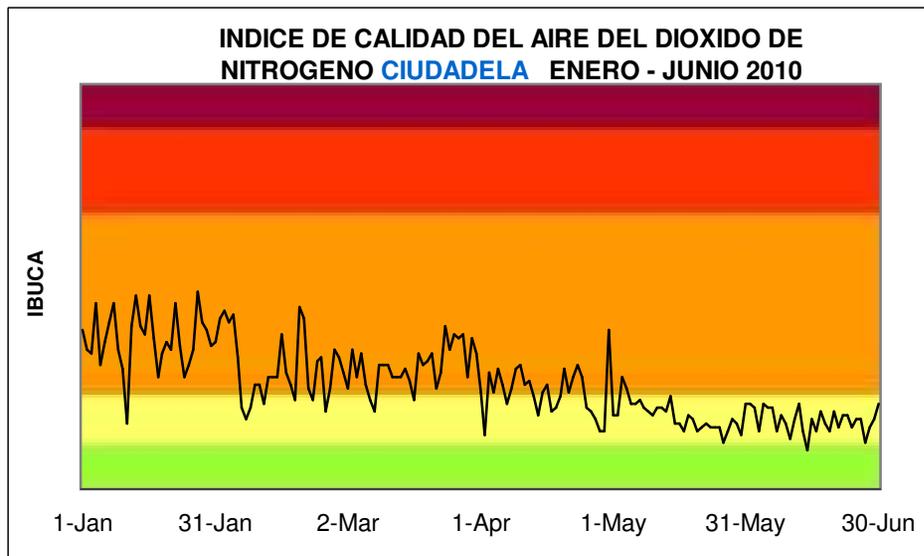
Enero - Junio 2010

Contaminante: NO2 [ppb]



Si se compara el comportamiento mensual de este contaminante con respecto a lo registrado en la estación Centro, se puede concluir que en ambos sectores la concentración de Óxidos de Nitrógeno disminuyo en los últimos meses de este primer semestre del año 2010. Lo anterior se podría deber a la disminución de buses de servicio público antiguos que han salido de circulación, generadores principales de Óxidos de Nitrógeno debido a procesos de combustión ineficientes (motores obsoletos).

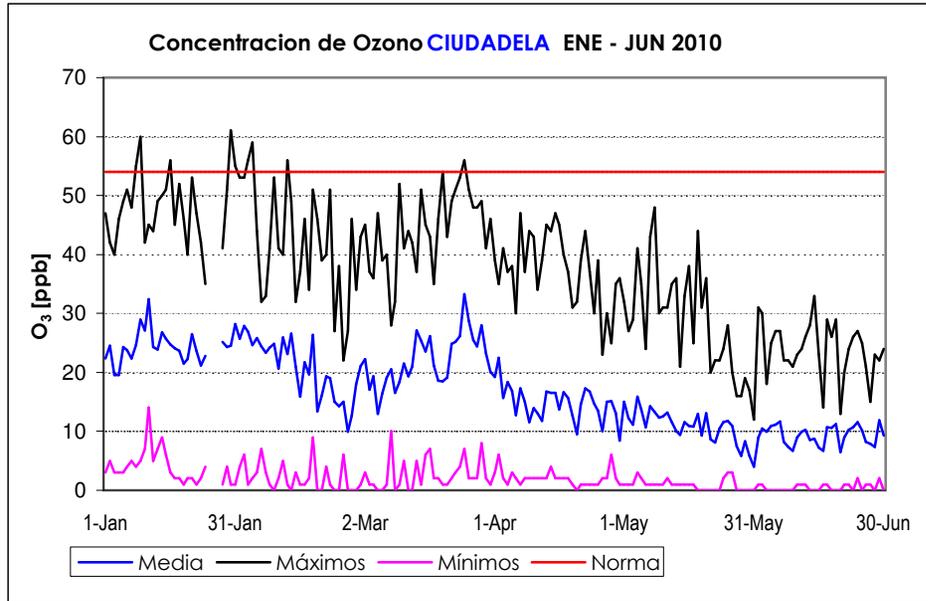
Con respecto al IBUCA se concluye que este contaminante representa un riesgo moderado para los estudiantes que diariamente realizan sus actividades en esta zona de la ciudad. El valor máximo de concentración ha sido 51 partes por billón (ppb) registrado el 27 de enero.



Estación: Ciudadela

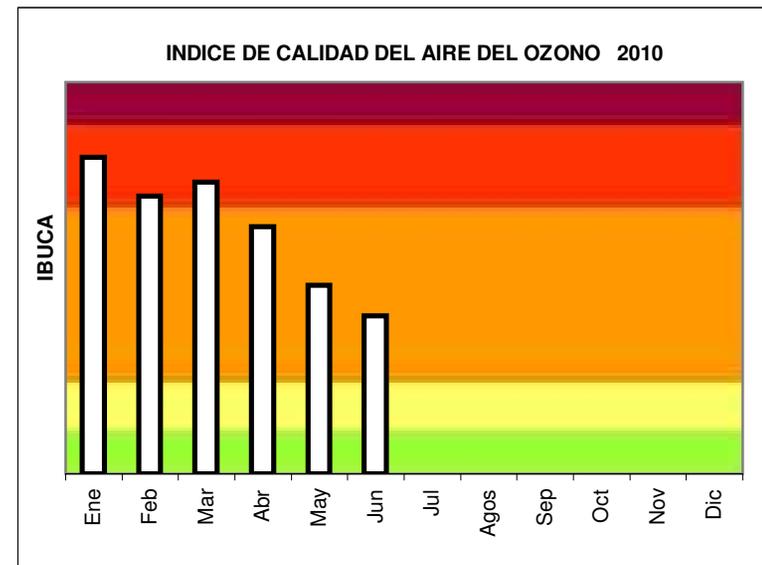
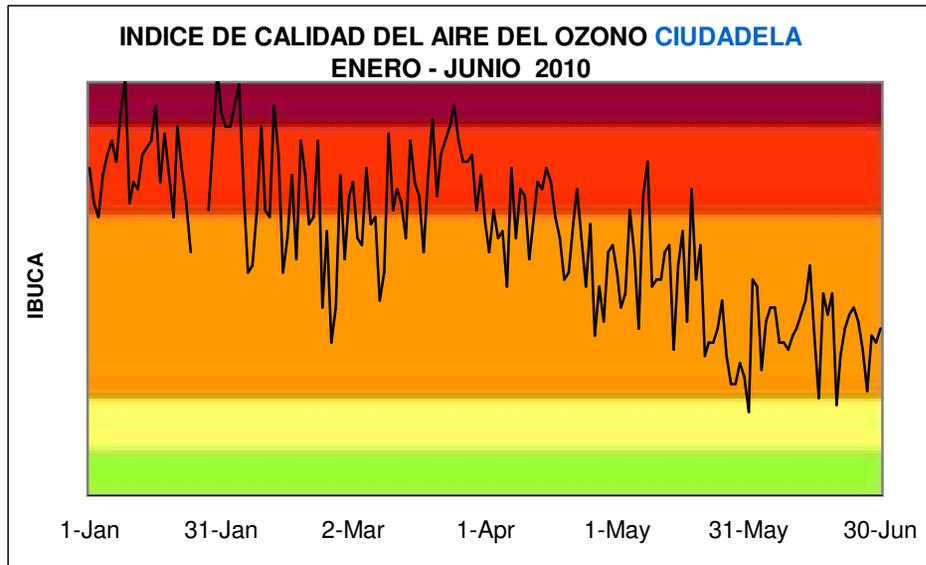
Enero - Junio 2010

Contaminante: O<sub>3</sub> [ppb]



Dado que la formación de este contaminante depende del calor presente en la atmósfera, son lógicos los resultados observados en las graficas, en donde los meses entre enero y marzo fue el periodo más crítico en la calidad del aire de este sector, obteniéndose un valor máximo de ozono troposférico de 61 ppb el 30 de enero, superándose la norma para este contaminante en 7 ppb.

En total se superó en 9 ocasiones la Norma en este periodo, obteniendo una clasificación promedio IBUCA de malo (color rojo) y posteriormente fue disminuyendo con la llegada de las temporadas de lluvias, a una clasificación de "regular" (color naranja).



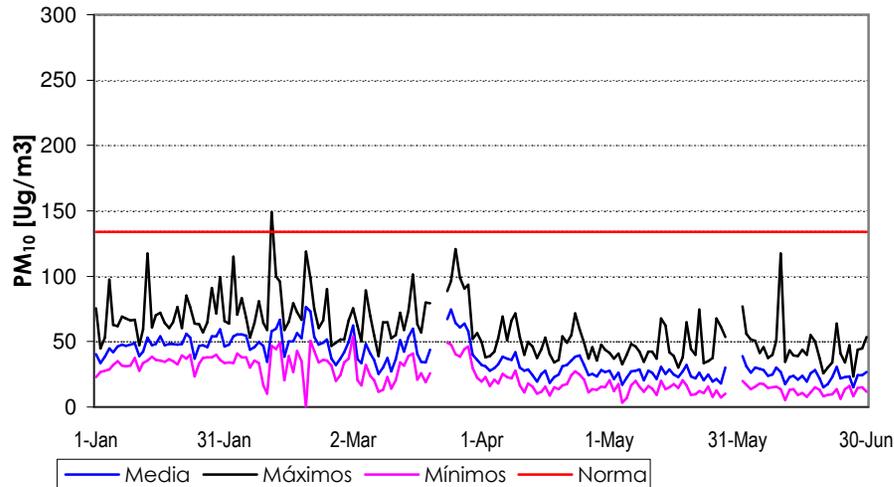
Estación: Ciudadela

Enero - Junio 2010

Contaminante: PM10 [Ug/m3]



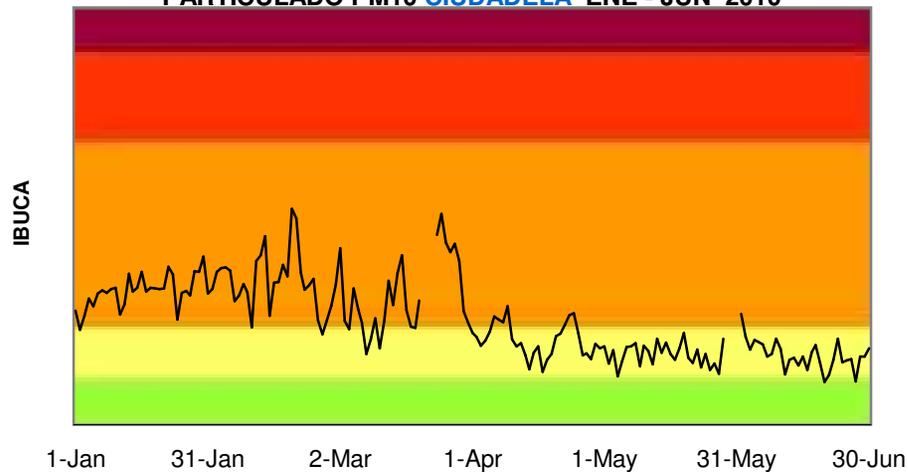
Concentracion de Material Particulado PM10 CIUDADELA ENERO - JUNIO 2010



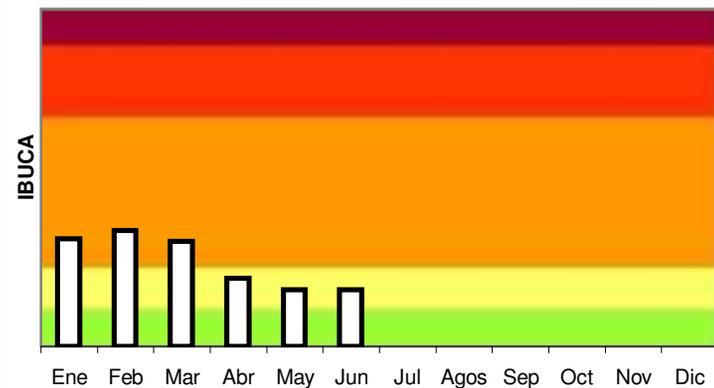
La zona de la Calle de los Estudiantes no posee problemas de contaminación atmosférica por Material Particulado, tal y como lo muestran las graficas resumen de este primer semestre del año. La norma de este parámetro es referenciada con el promedio diario (línea azul) y en la grafica del Índice de Calidad del Aire se observa que su valor de concentración se encuentra entre "regular" y "moderado", en donde el mes de febrero fue el mas critico debido a la minima presencia de lluvias.

El valor máximo de concentración, para el primer semestre de este 2010, fue de 148.9 microgramos por metro cúbico (Ug/m3) registrado el 11 de febrero.

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 CIUDADELA ENE - JUN 2010



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO 2010



**ESTACION FLORIDA**  
**[Frente al Centro Comercial Cañaveral]**

## INDICE DE CALIDAD DEL AIRE FLORIDA IBUCA 2010

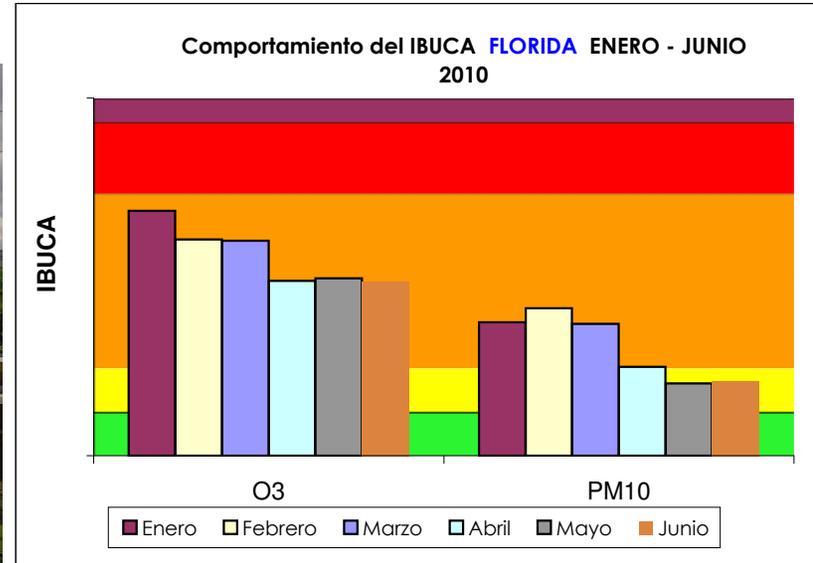


ESTACION FLORIDA		
MESES	O3	PM10
Enero	6.85	3.73
Febrero	6.04	4.12
Marzo	6.01	3.68
Abril	4.88	2.48
Mayo	4.96	2.02
Junio	4.88	2.09

IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	
1.26 - 2.5	Moderado	
2.6 - 7.5	Regular	
7.6 - 10	Malo	
> 10	Peligroso	



Autopista Bucaramanga-Piedecuesta



Actualmente, en la Estación Floridablanca se monitorea dos parámetros en la escala espacial de "barrio", según el Protocolo de Calidad del Aire Nacional: Material Particulado inferior a 10 micras de tamaño (PM10) y el Ozono troposférico (O3), contaminante secundario que se forma a partir de la reacción química de contaminantes precursores (NOX + VOC) en presencia de luz solar. La escala espacial de barrio nos permite analizar en un rango hasta de 4 km la calidad del aire que respiran los habitantes de los barrios Molinos Altos, Lagos 2 y Cañaverál. Según los resultados obtenidos para este primer semestre, el ozono se ha clasificado con un Índice de Calidad del Aire de "regular", lo cual indica que podría causar molestias en la salud de la población que ya posea enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Se recomienda a este tipo de personas realizar actividades que requieran un esfuerzo significativo (por ejm, correr o trotar) en horarios antes de las 6:30 de la mañana y evitar las horas "pico" de alto flujo vehicular.

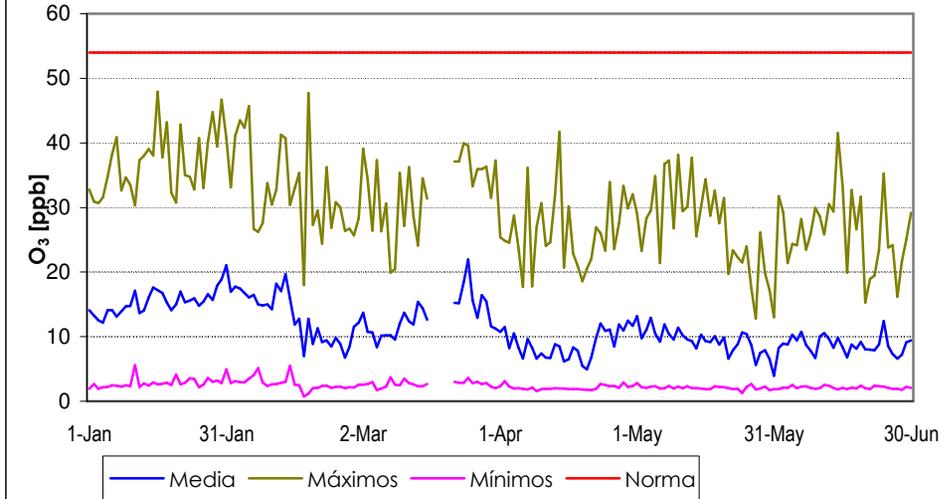
Estación: **FLORIDA**

Enero - Junio 2010

Contaminante: **O<sub>3</sub> I<sub>amb</sub>I**



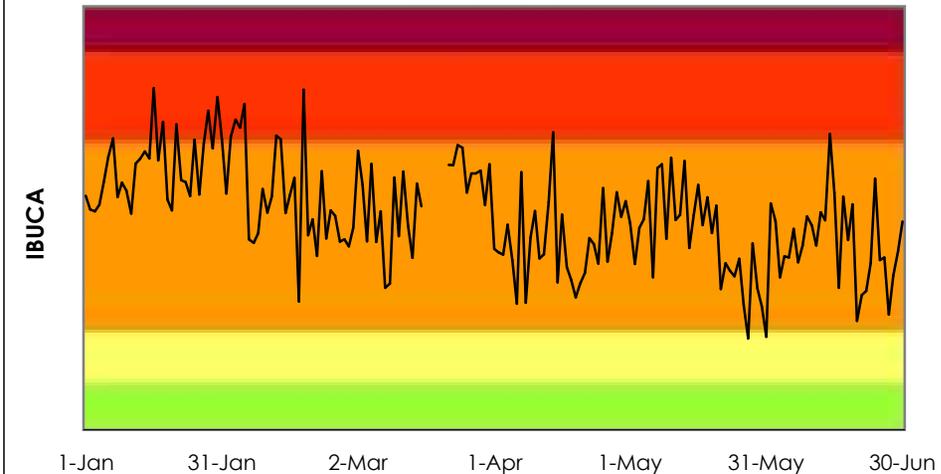
**Concentración de Ozono FLORIDA ENERO - JUN 2010**



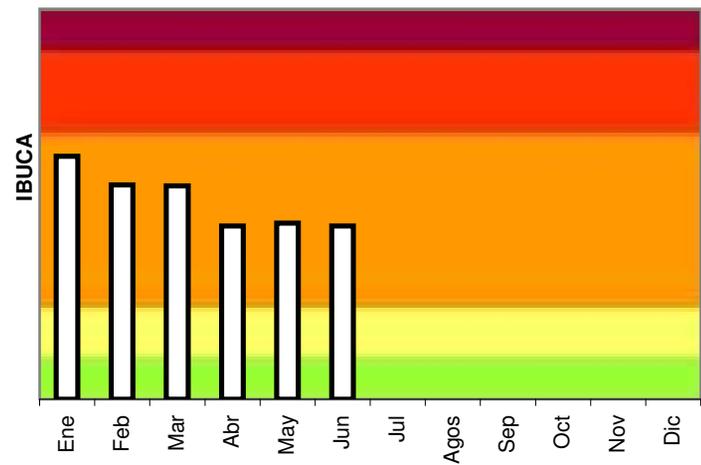
Como ha sido la constante de comportamiento de este contaminante, en todas las estaciones de calidad del aire de la CDMB en donde se monitorea el Ozono Superficial entre los meses de enero y marzo fue el periodo mas critico en la calidad del aire de este sector, obteniéndose un valor máximo de 48 ppb el 18 de febrero, sin superar la Norma de Calidad del Aire establecida en 54 ppb. Posteriormente fue disminuyendo con la llegada de las temporadas de lluvias.

Con respecto al IBUCA en el primer semestre se ha ubicado en la franja de color naranja, clasificándose como "calidad del Aire regular" afectando principalmente a la población que ya posea enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL OZONO FLORIDA ENERO - JUNIO 2010**



**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL OZONO 2010**



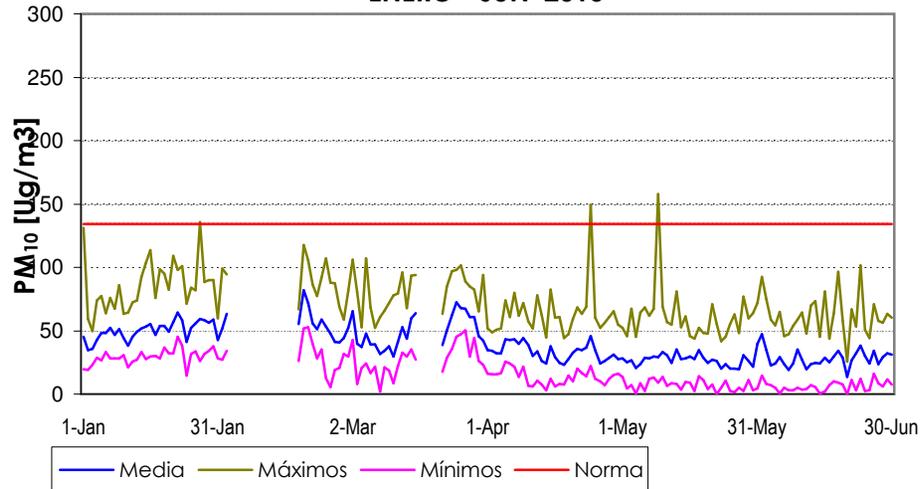
Estación: **FLORIDA**

Enero - Junio 2010

Contaminante: **PM<sub>10</sub> [µg/m<sup>3</sup>]**



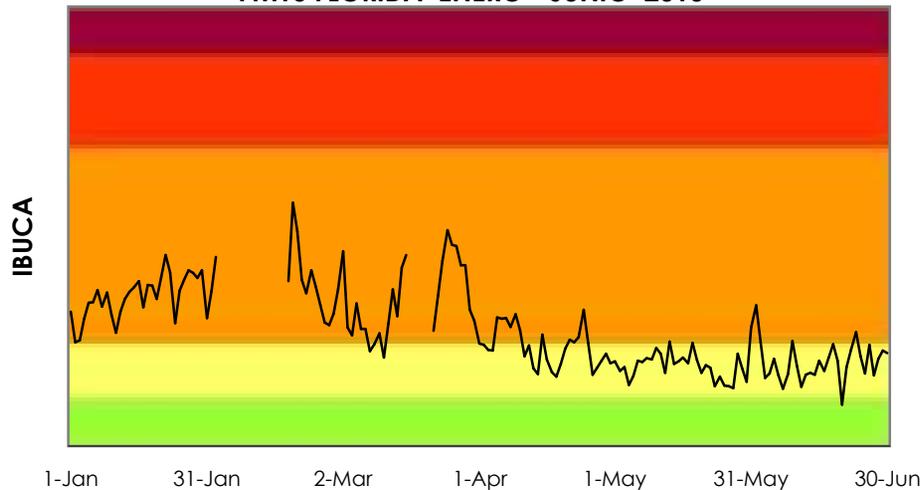
**Concentración de Material Particulado PM10 FLORIDA  
ENERO - JUN 2010**



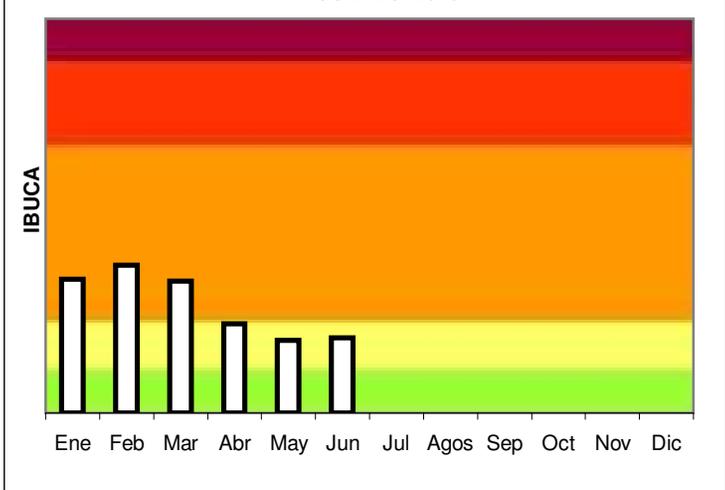
Posterior a la culminación de los trabajos de construcción, el pasado mes de febrero, de la infraestructura para el Sistema Integrado de Transporte Masivo sobre la autopista Bucaramanga-Piedecuesta, la contaminación de Material Particulado en el área de influencia de Cañaveral y Molinos Altos ha mejorado significativamente, pasando de un Índice de Calidad del Aire de "regular" (color naranja) a "moderado" (color amarillo) como se puede apreciar en las graficas.

El día de mayor concentración de PM10 se registró el 9 de mayo con un valor máximo de 157.91 µg/m<sup>3</sup>.

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MATERIAL PARTICULADO  
PM10 FLORIDA ENERO - JUNIO 2010**



**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO 2010**



**ESTACION NORTE**  
**[Hospital Local del Norte de Bucaramanga]**

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE NORTE IBUCA 2010

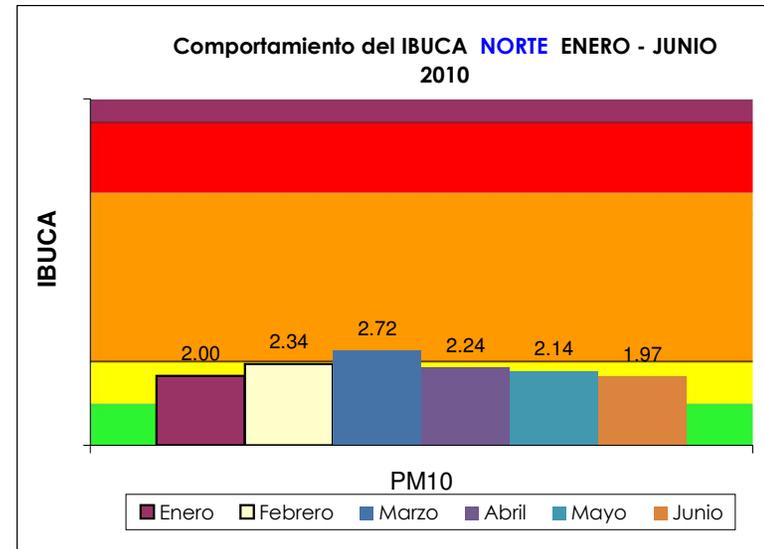


ESTACION NORTE	
MESES	PM10
Enero	2.00
Febrero	2.34
Marzo	2.72
Abril	2.24
Mayo	2.14
Junio	1.97

IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	Verde
1.26 - 2.5	Moderado	Amarillo
2.6 - 7.5	Regular	Naranja
7.6 - 10	Malo	Rojo
> 10	Peligroso	Púrpura



Vista de la Estacion en la Terraza del Hospital Local del Norte



La Foto permite observar la ubicación exacta de la estación de monitoreo de calidad del aire en la terraza del Hospital Local del Norte, en donde el contaminante que actualmente se monitorea, Material Particulado inferior a 10 micras (PM10), registra valores de concentración menores en comparación con otras zonas del Área Metropolitana de Bucaramanga. En promedio, el riesgo sobre la salud de la población de esta importante zona de la ciudad se encuentra en "moderado" lo cual supone un riesgo menor para la salud de la población en general.

Con respecto al análisis con respecto a la Norma (Resolución 601 de 2006), para ningún día se superó el límite máximo permisible que pudiera afectar la salud de la población de los barrios Kennedy, Colseguros, Olas y otros que se encuentran en el área de influencia de la Estación.

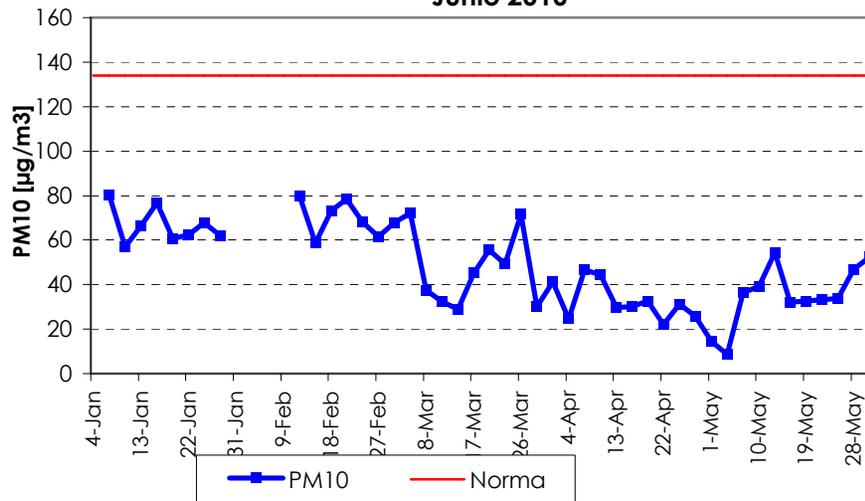
Estación: NORTE

Enero - Junio 2010

Contaminante: PM<sub>10</sub> [µg/m<sup>3</sup>]



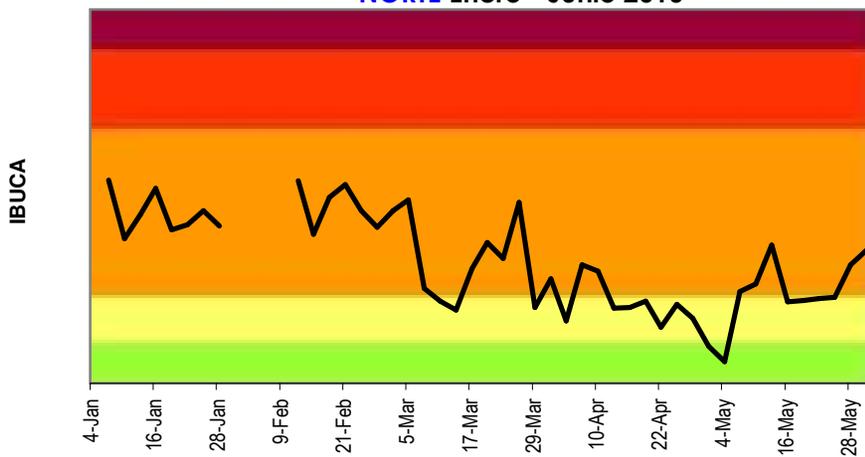
Concentración de Material Particulado NORTE Enero - Junio 2010



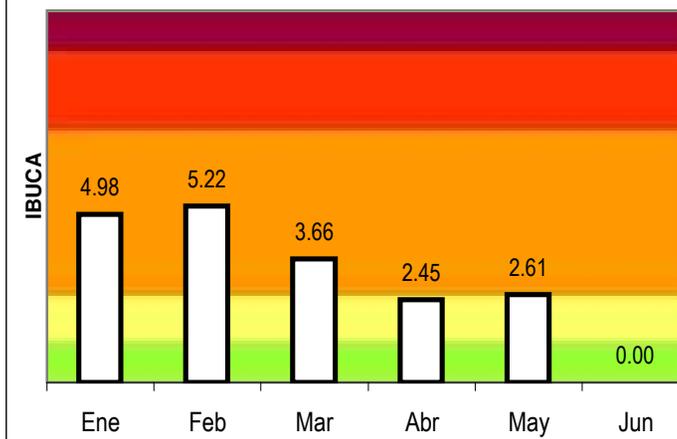
El comportamiento y valores de concentración del Material Particulado respirable inferior a 10 micras (PM<sub>10</sub>), para el área de influencia del Hospital Local del Norte, durante este semestre, fue similar al obtenido en la Ciudadela, en el sentido de que su máxima concentración se obtuvo durante los primeros meses del año cuando la presencia de lluvias en la meseta de Bucaramanga es mínima.

El día de mayor concentración de PM<sub>10</sub> se registró el 7 de enero con un valor máximo de 80.03 Uq/m<sup>3</sup>.

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO NORTE Enero - Junio 2010



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO NORTE 2010



**MONITOREO UTILIZANDO EQUIPOS MUESTREADORES DE ALTO VOLUMEN  
HIGHVOL**

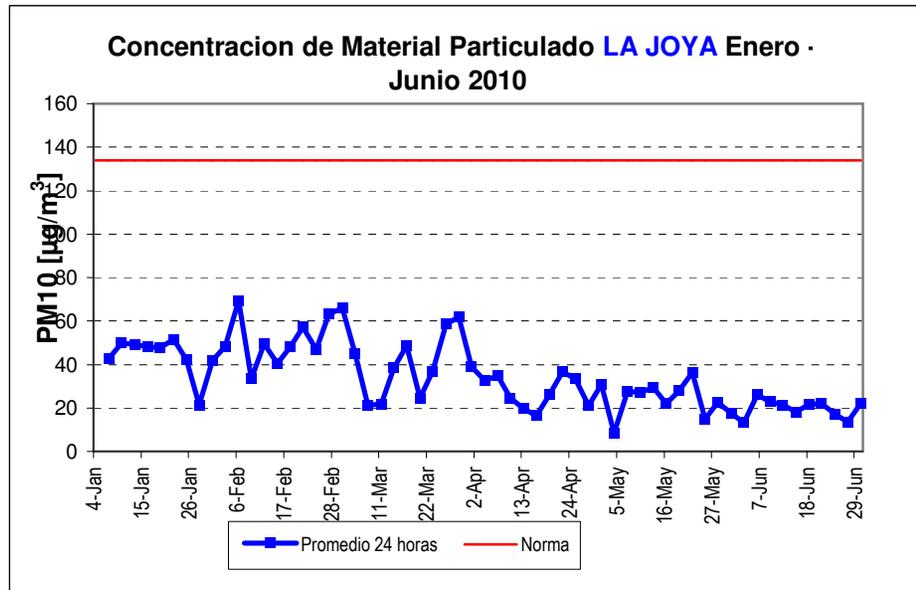
Estación: LA JOYA

Enero - Junio 2010

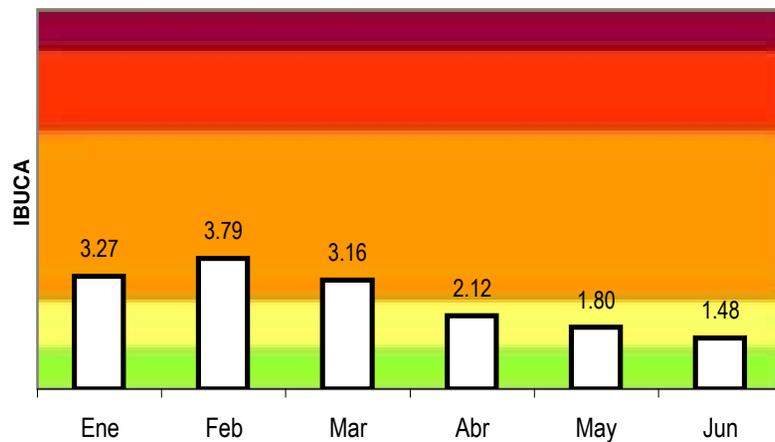
Contaminante  $PM_{10}$  [ $Ug/m^3$ ] (promedio 24 horas)



Salon Comunal Barrio La Joya



### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO LA JOYA 2010



Como complemento al monitoreo automático de la calidad del aire, se han instalado tres (3) equipos manuales de alto volumen (Highvol) para la medición de material particulado respirable ( $PM_{10}$ ), en tres (3) barrios populares y densamente poblados de la ciudad. En su orden a continuación la foto muestra el primer equipo instalado en el barrio La Joya, terraza de la vivienda ubicada en la Carrera 11 occidente con calle 36, con la colaboración de la familia Cáceres.

Las graficas permiten visualizar el comportamiento del contaminante durante los primeros seis meses de monitoreo de este año, en donde se puede observar que en ningún momento se ha superado la norma actual de 134 microgramos por metro cúbico ( $Ug/m^3$ ). Asimismo, los tres ultimos meses de la grafica del índice de calidad del aire se ha ubicado en la franja de "moderado" (color amarillo) mientras que en los 3 primeros meses se obtuvo la clasificación de "regular" (color naranja).

Estación: **CARRERA 17 DTB**

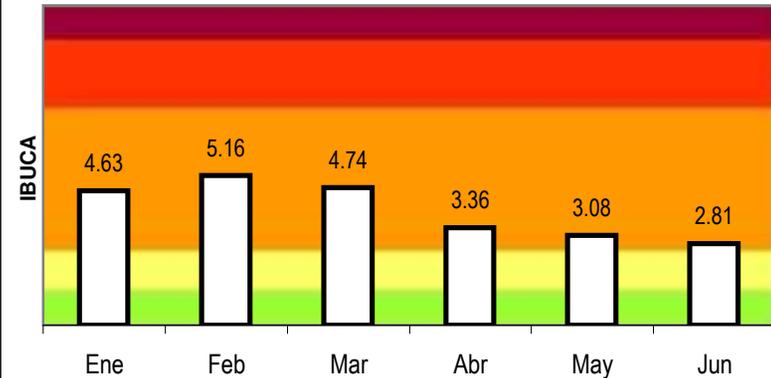
**Enero - Junio 2010**

Contaminante **PM<sub>10</sub> [Ug/m<sup>3</sup>]** (promedio 24 horas)

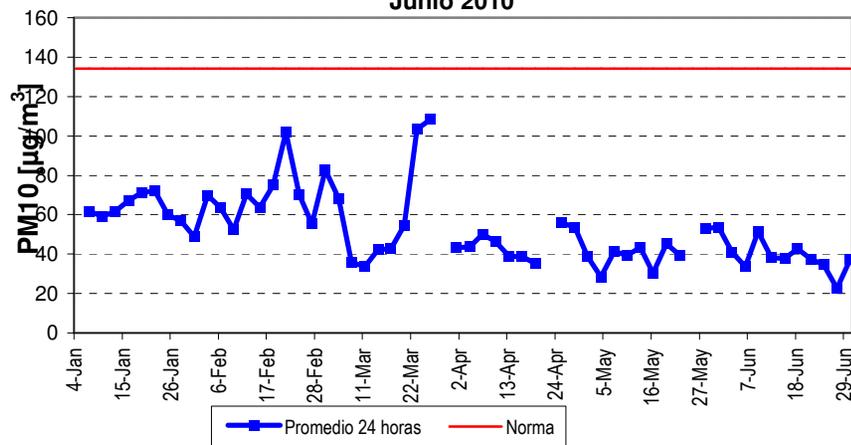


Paso vehicular subterráneo. Carrera 17 con Diag 15

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO**  
Cra 17 Diag 15 2010



**Concentración de Material Particulado CRA 17 DIAG 15 Enero-Junio 2010**



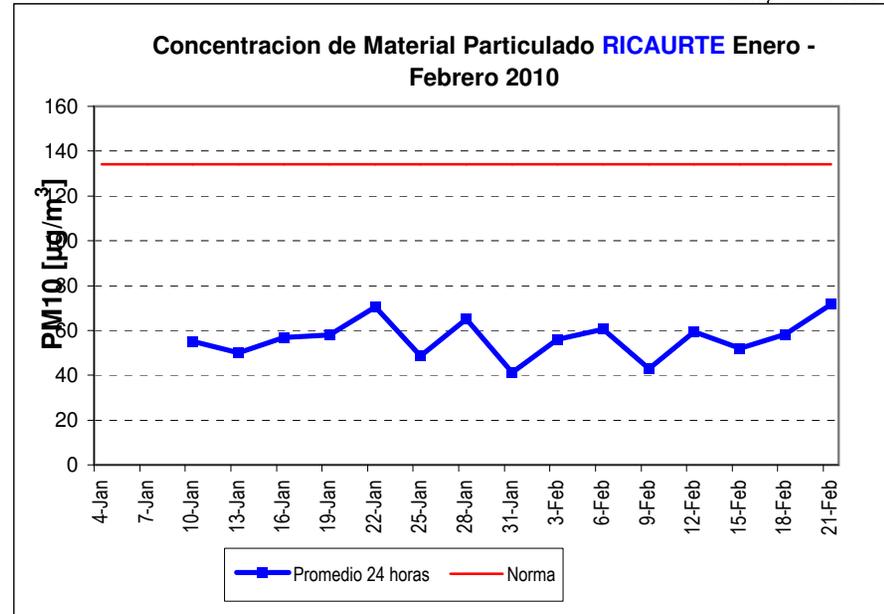
Gracias a la colaboración de la Dirección de Transito de Bucaramanga (DTB), se ha podido realizar el monitoreo de PM<sub>10</sub> sobre la carrera 17, desde antes de la construcción del paso deprimido vehicular en la intersección de la diagonal 15 con calle 50, el cual hace parte de la infraestructura del Sistema integrado de transporte masivo "Metrolínea".

De acuerdo a los datos obtenidos durante lo corrido del 2010, en ninguna ocasión la norma Local diaria de PM<sub>10</sub> de 134 microgramos por metro cúbico (Ug/m<sup>3</sup>), . Adicionalmente, la grafica muestra que entre los meses de enero y marzo se han constituido, hasta la fecha, como el periodo de tiempo mas critico para la calidad del aire en este sector.

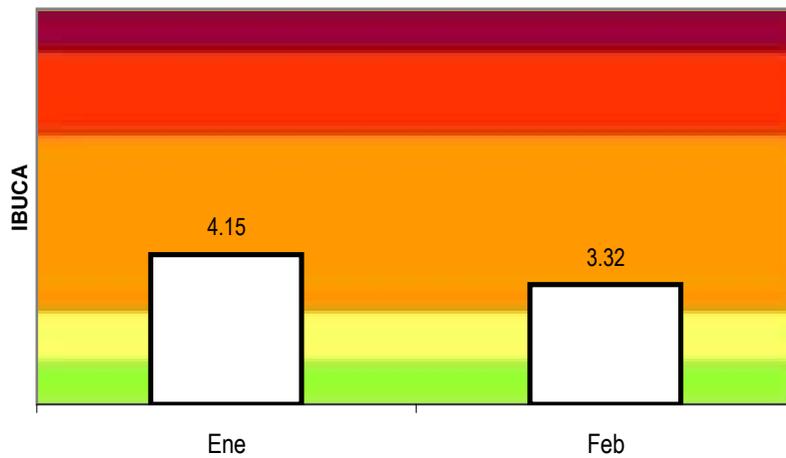
El valor más alto de concentración fue ha sido 108.19 Ug/m<sup>3</sup>, obtenido el 26 de marzo de 2010.



Vivienda del Barrio Ricaurte



**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO  
RICAURTE 2010**



El tercer sitio de monitoreo de material Particulado, fracción respirable, corresponde al barrio Ricaurte ubicado en la Carrera 17c # 58-86 el cual fue instalado con la colaboración de la Familia Jaimes. El monitoreo para este año se realizó para solo 2 meses del año, ya que se decidió trasladar el equipo al barrio Cañaveral con el objeto de realizar caracterización Fisicoquímica al material particulado recolectado en esta zona.

Según la grafica del Índice de Calidad del Aire IBUCA, se ha obtenido la clasificación epidemiológica de "regular" aunque muy cercano a la franja del color amarillo indicando que no existe un riesgo "moderado" en la salud de la población.

El valor más alto de concentración continua siendo 70.47 microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) obtenido el 22 de enero.

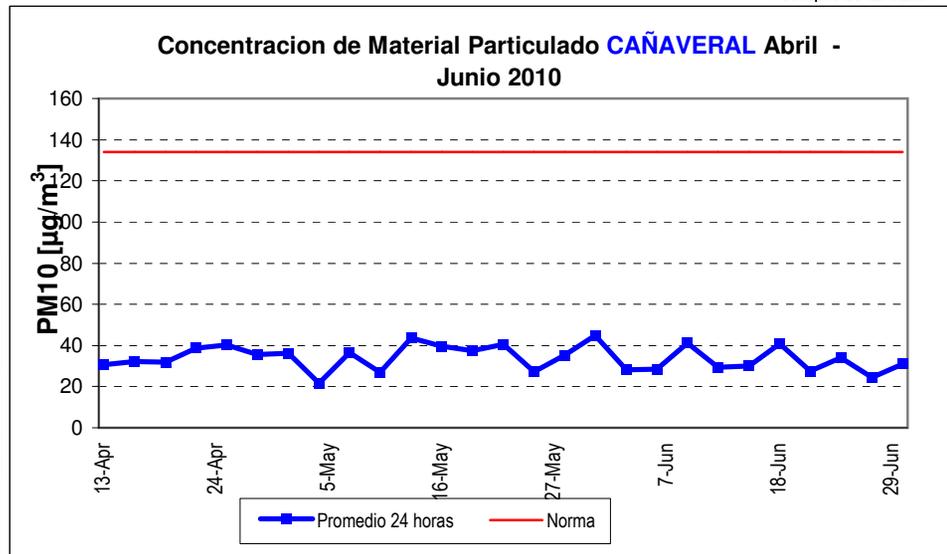
Estación: **Cañaverál**

**Abril - Junio 2010**

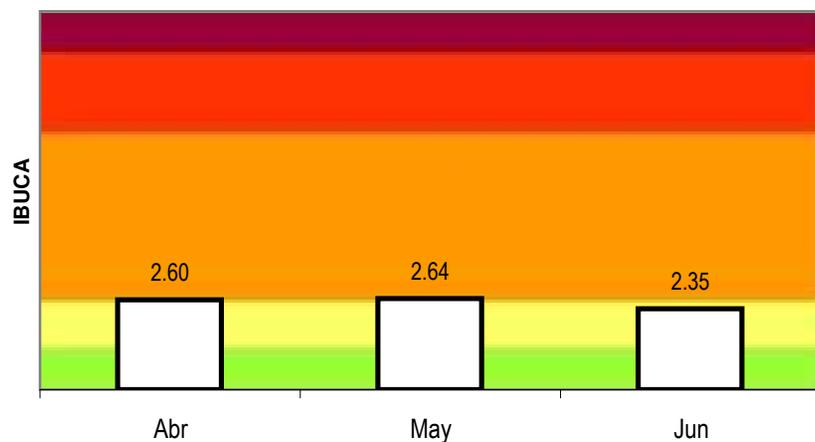
Contaminante: **PM<sub>10</sub> [Ug/m<sup>3</sup>]** (promedio 24 horas)



HiVol instalado en Cañaverál



### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO CAÑAVERAL 2010



Como se menciono anteriormente, el muestreador manual ubicado en el barrio Ricaurte se traslado al barrio Cañaverál, con el objeto de conocer la calidad del aire del sector y realizar análisis fisicoquímico a la muestra recolectada en los filtros utilizados por el equipo. De esta forma, las graficas muestran el comportamiento del PM10 en esta zona, entre los meses de abril y junio de 2010, con valores entre "regular" y "moderado" según nuestra escala del IBUCA. La concentración promedio fue de 37.88 Ug/m<sup>3</sup>, con un máximo de 44.84 Ug/m<sup>3</sup> registrado el 31 de mayo de 2010.

La principal fuente de contaminación de la zona son los vehículos que circulan por la autopista que comunica los municipios de Floridablanca y Piedecuesta.