

Informe Anual de Calidad del Aire de Bucaramanga 2010



cdmb



Monitoreo al exterior e interior de una vivienda en el Norte de Bucaramanga



Monitoreo personal de Material Particulado

COORDINACION DE INFORMACION E
INVESTIGACION AMBIENTAL

Bucaramanga, Febrero de 2011



Elvia Hercilia Páez Gómez

Directora General CDMB

Carlos Alberto Suarez Sánchez

Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Carlos Mauricio Torres Galvis

Coordinador de Información e Investigación Ambiental

Manuel Antonio Campos Malagon

Freddy Quintanilla Barajas

Henry Castro Ortiz

Grupo de operación Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire

Febrero de 2011, Bucaramanga – Colombia

Informe anual de Calidad del Aire de Bucaramanga 2010

Elaborado por: Henry Castro Ortiz, email:

henry.castro@cdmb.gov.co

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA POR LA RED DE MONITOREO

AUTOMÁTICA:

ESTACION CENTRO (carrera 15 con calle 34)

ESTACION CIUDADELA (calle de los estudiantes)

ESTACION FLORIDA (Cañaverál)

ESTACION NORTE (Hospital Local del Norte)

ESTACION CABECERA (parque San Pio)

2. MONITOREO UTILIZANDO EQUIPOS MANUALES DE ALTO VOLUMEN HIGHVOL

LA JOYA (vivienda)

RICAURTE (vivienda)

CARRERA 17 (DTB)

3. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN

4. PROYECTO DE INVESTIGACION DE EPIDEMIOLOGIA: La Contaminación Atmosférica y sus efectos en la Salud Fase 2, Bucaramanga 2010.

5. ACCIONES DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

ANEXOS

1. Comportamiento horario
2. Comportamiento Semanal
3. Promedios Mensuales

INTRODUCCIÓN

El comienzo del año 2010 se caracterizó por la finalización de las obras civiles de la Fase II y del inicio de operación del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) para los municipios de Bucaramanga y Floridablanca principalmente. Lo anterior trajo varias consecuencias como el ingreso de buses nuevos y modernos, que utilizan un combustible de mejor calidad (menor cantidad de azufre con respecto al tradicional), la salida de 588 buses antiguos, el mejoramiento de la movilidad en algunos sitios y dificultad en otros, el cambio de cultura ciudadana y otros aspectos que han influido en el diario vivir de los habitantes del área Metropolitana de Bucaramanga.

Otro aspecto importante, en términos ambientales durante el año 2010 fue el cambio en el patrón climático especialmente en el segundo semestre del año, en donde se presentaron épocas con fuertes lluvias que en años anteriores se caracterizaban por las bajas precipitaciones, indicando que llegó la hora de atender los riesgos del cambio climático y sus posibles consecuencias. Esta responsabilidad no es exclusiva del Estado, sino que obedece a malas prácticas ambientales de toda la humanidad que han ejercido presión sobre los Recursos Naturales y del cual LA CALIDAD DEL AIRE juega un papel muy importante principalmente por las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) que diariamente emiten los vehículos y las empresas que queman combustibles fósiles (carbón, diesel, gasolina, derivados del petróleo, etc) causando cambios en nuestra atmosfera e incrementando la capacidad de retención de los rayos solares provenientes del Sol lo que se traduce en el aumento de la temperatura Global, cambios en los patrones climáticos, aumento en el nivel del mar, inundaciones, afectación de la Flora y Fauna Silvestre y otros aspectos que cada vez son más evidentes en los medios de comunicación.

Por el momento, es hora de empezar en casa y cambiar nuestra actitud pasiva y muchas veces apática sobre los problemas de contaminación del aire que diariamente causamos y en lugar de ello ser conscientes de que todos los vehículos contaminan, y aun mas sino se realiza mantenimiento PREVENTIVO o se utiliza combustible de contrabando que posee plomo (pb), que no se deben realizar quemas a cielo abierto, que las chimeneas de las empresas que queman combustibles deben poseer algún tipo de sistema de control que minimice las emisiones al medio ambiente y otras serie de malas prácticas ambientales que sin duda afectarán a las generaciones futuras y a nosotros mismos.

De esta forma, el presente informe se constituye en una herramienta que nos permitirá conocer el estado de la calidad del aire que actualmente experimentamos en nuestra ciudad y empezar entre todos a mejorar la situación actual. El informe es una síntesis o resumen del monitoreo realizado durante el año 2010 obtenido por ocho estaciones (5 automáticas y 3 manuales) ubicadas estratégicamente en el área metropolitana de Bucaramanga, detallado en los capítulos 1 y 2. En el capítulo tres se realiza un análisis de comparación de los contaminantes que se monitorean simultáneamente en dos o mas estaciones ubicadas en sitios diferentes. En el capítulo cuatro se presentan los resultados de un proyecto de investigación

realizado en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca para conocer mejor el comportamiento de la calidad del aire y sus efectos en la salud de la población, como continuación de un trabajo anterior. Finalmente, en el capítulo cinco se muestran los resultados de las acciones de control que la CDMB efectuó sobre las principales fuentes de contaminación atmosférica.

LOS CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD:

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 consignados en este informe:

1. 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.

2. 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.

La reacción del dióxido del nitrógeno con el vapor de agua de la atmósfera conduce a la formación del ácido nítrico (HNO₃), que es un componente importante de la lluvia ácida. El dióxido del nitrógeno (NO₂) 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 (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.

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

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 SO₂, 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.

5. 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 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.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD:

Material particulado: El material particulado inhalable incluye las partículas finas y las de mayor tamaño (PM_{2.5} y PM₁₀). 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 PM₁₀ 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 cardiacos 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.

³ Asociación Española de Toxicología (AET).

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

Dióxido de nitrógeno: En cortos periodos de exposición (menor a 24 horas)⁵ 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 exposición⁶ 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 Azufre⁷: En cortos periodos de exposición (menor a 24 horas) los efectos incluyen reducciones en el volumen de espiración 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 SO₂ 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/m³); niveles diarios usualmente que no excedan 125 µg/m³ 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 SO₂ se juzgó para estar en un promedio anual de 100 µg/m³, cuando se presenta con PST. Estudios recientes relacionan fuentes industriales de SO₂, 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 SO₂

Monóxido de Carbono⁸: 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

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

⁶ Health and Environmental Effects Nitrogen Dioxide. Environmental Protection Agency (EPA).

⁷ Guidelines for Air Quality, World Health Organization, Geneva 2000

⁸ International Programme On Chemical Safety (IPCS)-Environmental Health Criteria 213 - www.who.int/pcs/docs/ehc_213.html

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)⁹: 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.

⁹ Efectos en la salud humana por exposición al ozono. Organización Panamericana de la Salud

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 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 ₁₀	24 horas	134	µg/m ³
Óxidos de Azufre, SO _x	24 horas	86	ppb
Óxidos de Nitrógeno, NO ₂	1 hora	95	ppb
Monóxido de Carbono, CO	1 hora	31	ppm
Oxidante Fotoquímico O ₃	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

Tabla 2. **Descripción Epidemiológica del IBUCA**

CAPITULO 1.

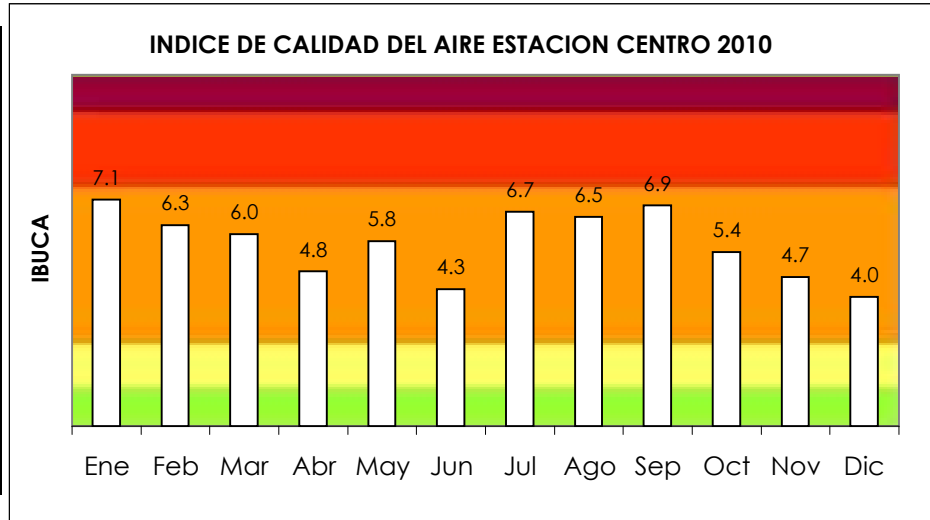
ANALISIS DE LA INFORMACION OBTENIDA POR EL SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE

ESTACION CENTRO
[carrera 15 con calle 34]

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE IBUCA CENTRO 2010



ESTACION CENTRO					
MESES	NO2	SO2	CO	O3	PM10
Ene-2010	3.86	0.59	0.69	7.09	5.67
Feb-2010	2.83	0.32	0.74	4.73	6.29
Mar-2010	3.01	0.52	0.67	6.01	5.20
Abr-2010	2.51	0.32	0.53	4.85	3.43
May-2010	2.72	0.23	0.58	5.80	2.96
Jun-2010	2.16	0.23	0.54	4.29	3.21
Jul-2010	2.81	0.43	0.68	6.72	3.20
Ago-2010	2.58	0.44	0.63	6.55	3.38
Sep-2010	3.52	0.48	0.62	6.91	3.43
Oct-2010	3.59	0.49	0.58	5.45	3.56
Nov-2010	3.37	0.49	0.59	4.67	3.89
Dic-2010	3.68	0.55	1.07	4.00	4.04



Estacion CENTRO, carrera 15 con calle 34

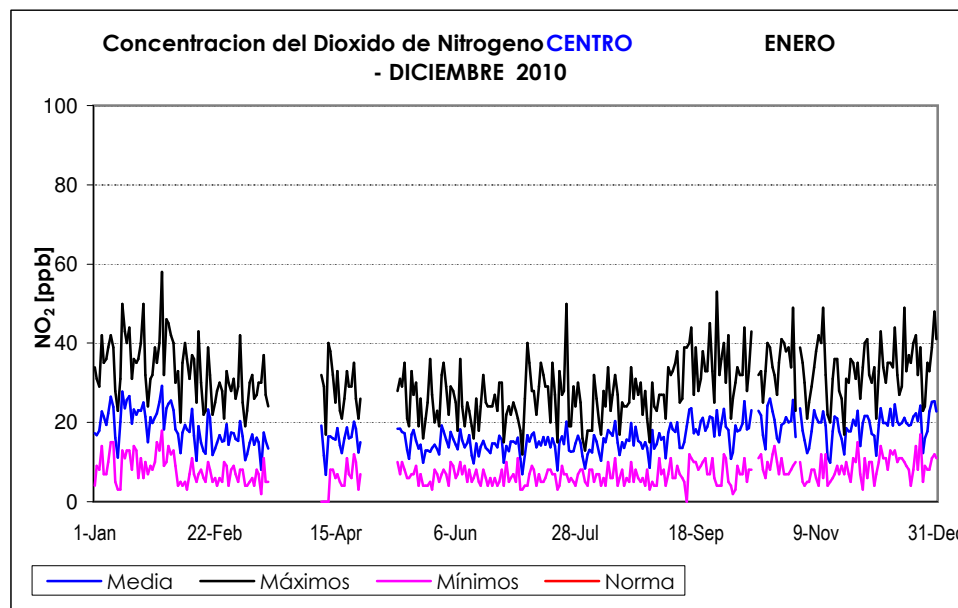
IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	Verde
1.26 - 2.5	Moderado	Amarillo
2.6 - 7.5	Regular	Naranja
7.6 - 10	Malo	Rojo
> 10	Peligroso	Purpura

PARAMETRO	NORMA	
NO2	106 ppb	Max Horario
SO2	96 ppb	Prom Diario
CO	35 ppm	Max Horario
O3	61 ppb	Max Horario
PM10	150 Ug/m3	Prom Diario

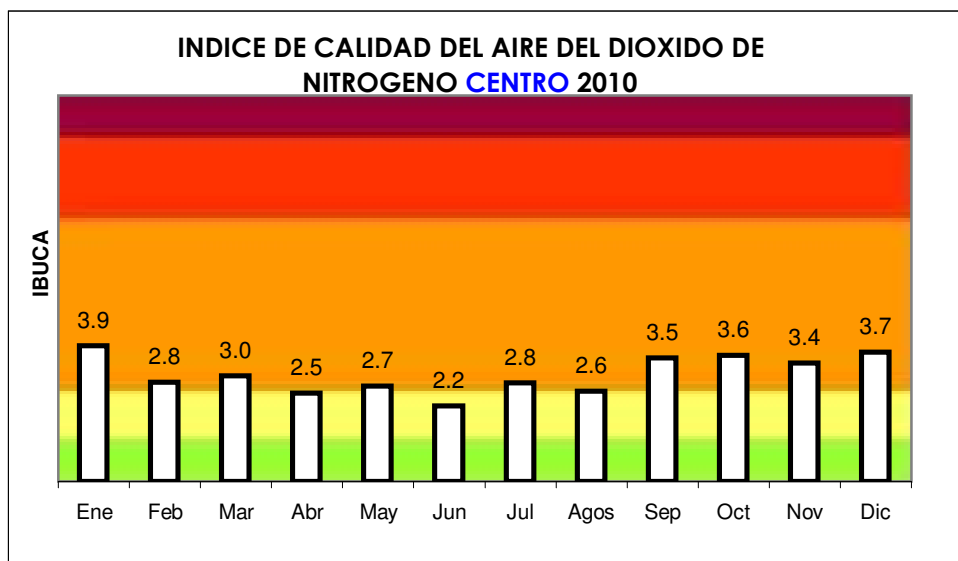
Estación: **CENTRO**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **NO₂ [ppb]**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	21.59	58	3	3.86
Feb	17.60	46	3	2.83
Mar	15.12	42	2	3.01
Abr	15.55	40	0	2.51
May	14.72	36	3	2.72
Jun	14.35	36	4	2.16
Jul	14.38	50	3	2.81
Agos	14.68	34	3	2.58
Sep	18.30	53	0	3.52
Oct	19.41	49	2	3.59
Nov	18.14	49	3	3.37
Dic	20.22	49	4	3.68



En el Centro de Bucaramanga el Dióxido de Nitrógeno (NO₂) corresponde al tercer contaminante mas critico según los datos obtenidos con la estación automática instalada sobre la carrera 15 con calle 34. Sin embargo, durante el 2010 en ninguna ocasión se superó la Norma y su máxima concentración promedio mensual fue de 21.59 partes por billón obtenida en enero. Este contaminante es uno de los precursores para la formación de Ozono Troposférico (O₃), por lo cual este incremento significa un aumento de O₃, en especial en los meses más calurosos del año

Este contaminante es generado principalmente por las fuentes móviles (vehículos) que utilizan gasolina y gas natural como combustible.

Con respecto al Índice de Calidad del aire y su posible afectación en la salud, la grafica muestra que durante prácticamente todo el año (a excepción de junio) fue regular, aunque muy cercano a moderado, con su máximos valores en la parte final de año, indicando que solamente la población con algún tipo de enfermedad respiratoria debe evitar realizar grandes esfuerzos físicos durante un tiempo prolongado.

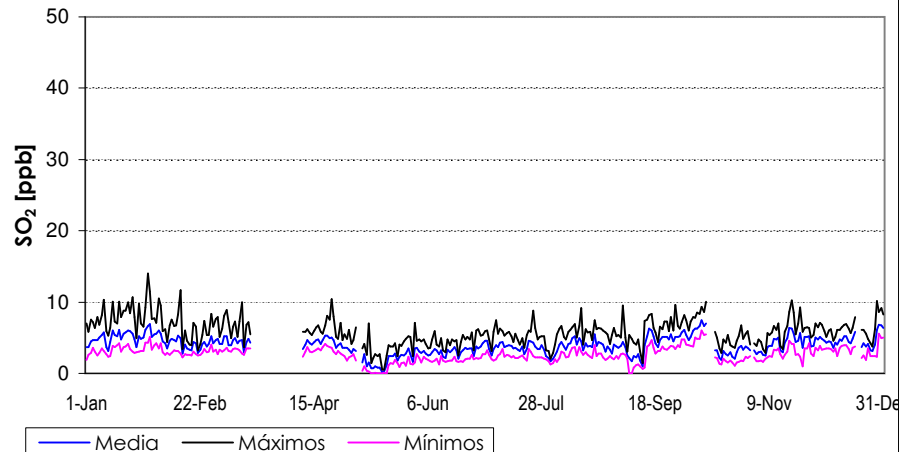
Estación: **CENTRO**

Enero – Diciembre 2010

Contaminante: **SO₂ [ppb]**

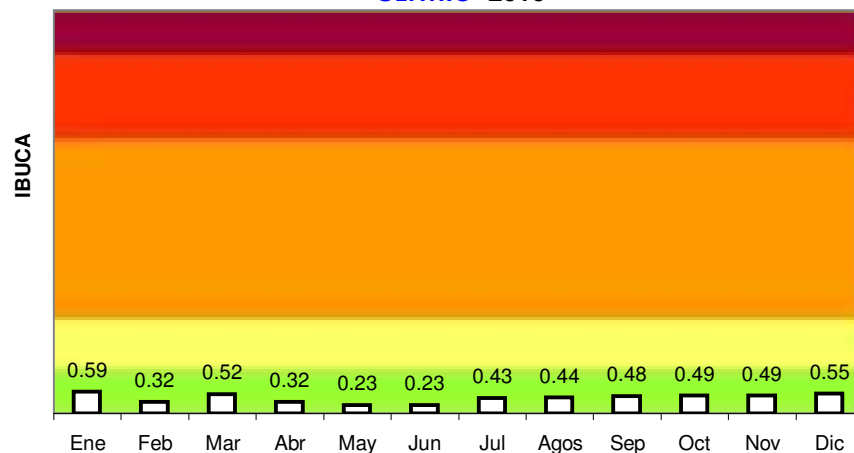


Concentración del Dioxido de Azufre **CENTRO**
ENERO - DICIEMBRE 2010



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	5.09	14	2	0.59
Feb	4.33	12	2	0.32
Mar	4.47	10	3	0.52
Abr	4.32	10	2	0.32
May	2.01	7	0	0.23
Jun	3.09	6	1	0.23
Jul	3.66	9	2	0.43
Agos	3.81	9	1	0.44
Sep	4.09	10	0	0.48
Oct	4.22	10	1	0.49
Nov	4.23	10	1	0.49
Dic	4.69	10	2	0.55

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL DIOXIDO DE AZUFRE
CENTRO 2010



En teoría este contaminante es generado por la combustión de combustibles fósiles que en su composición poseen Azufre (S) y dado que la Estación Centro se encuentra sobre una de las principales vías de Bucaramanga por donde circulan vehículos que en su mayoría utilizan Diesel como combustible, se esperaban valores considerables de SO₂ en el aire que se respira en esta zona.

Sin embargo desde el año 2001 se han registrado valores de SO₂ bajos que no representan un riesgo importante para la salud de la población por estar por debajo del 12.5% de la norma tal y como se puede observar de la grafica del Índice de Calidad del Aire, obteniendo la clasificación epidemiológica de "bueno" (color verde) durante todo el año.

Valor máximo del año= 14 ppb

Valor promedio mensual máximo del año= 5.09 ppb

Valor máximo IBUCA= 0.59 clasificación Bueno

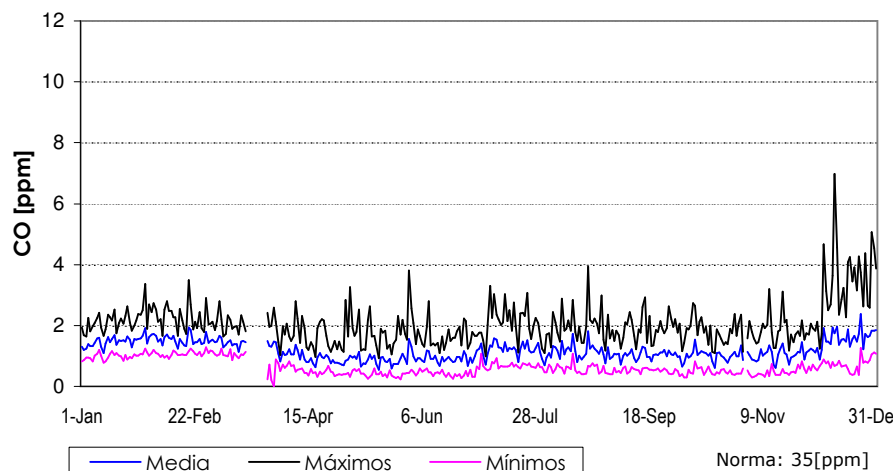
Estación: **CENTRO**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **CO [ppm]**

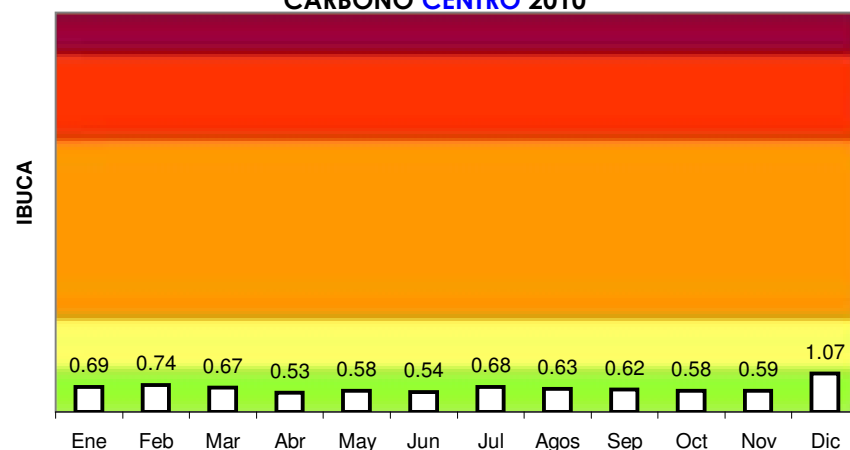


Concentración del Monóxido de Carbono **CENTRO ENERO - DICIEMBRE 2010**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppm]			
Ene	1.47	3.37	1	0.69
Feb	1.54	3.48	1	0.74
Mar	1.43	2.79	0	0.67
Abr	0.95	2.79	0	0.53
May	0.87	3.80	0	0.58
Jun	0.93	2.79	0	0.54
Jul	1.22	3.29	1	0.68
Agos	1.14	3.92	0	0.63
Sep	1.04	2.92	0	0.62
Oct	1.00	2.73	0	0.58
Nov	1.04	3.20	0	0.59
Dic	1.56	6.98	0	1.07

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MONOXIDO DE CARBONO **CENTRO 2010**



Al igual que el SO₂, el Monóxido de Carbono (CO) es el siguiente parámetro que se ha constituido como los contaminantes de menor impacto a la calidad del aire en el Centro de Bucaramanga obteniendo durante todo el 2010 la clasificación epidemiológica de "bueno" (color verde) sin representar un riesgo importante en la salud para la población.

Este contaminante es generado principalmente por la combustión incompleta de los vehículos particulares que utilizan gasolina como combustible y sus valores de concentración son bajos ya que cuando salen directamente del exhosto del vehículo entran en contacto con el Oxígeno del gran volumen de aire que los rodea y se diluye rápidamente; sin embargo, en espacios pequeños y confinados (como un garaje con mínima ventilación) puede llegar a ser muy peligroso.

Valor máximo del año= 6.98 ppm

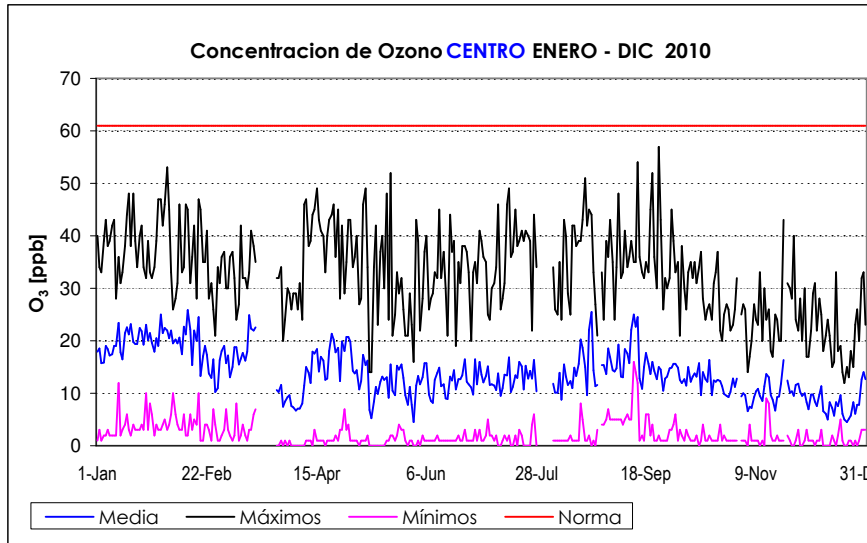
Valor promedio mensual máximo del año= 1.56 ppm

Valor máximo IBUCA= 1.07 clasificación Bueno

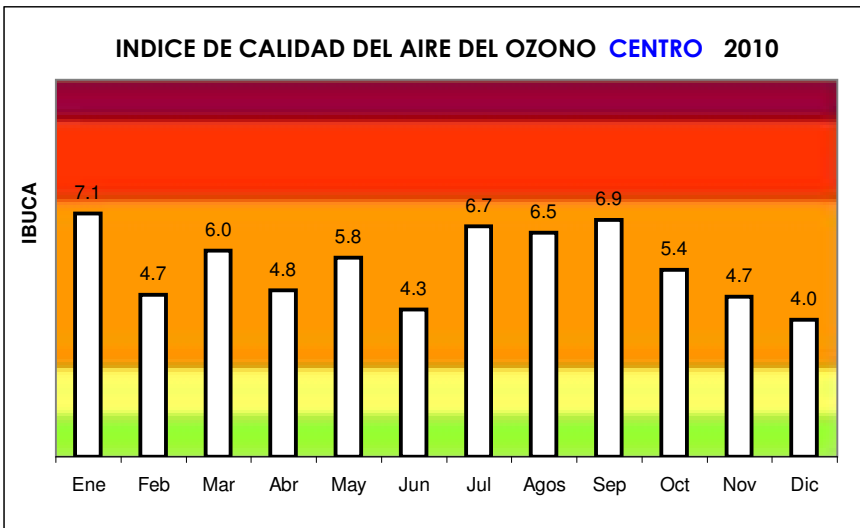
Estación: **CENTRO**

Enero – Diciembre 2010

Contaminante: **O₃ [ppb]**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	19.79	48	1.0	7.09
Feb	18.81	53	1.0	4.73
Mar	16.35	42	0.0	6.01
Abr	14.32	49	0.0	4.85
May	11.96	52	0.0	5.80
Jun	12.30	45	0.0	4.29
Jul	13.02	49	0.0	6.72
Agos	14.36	51	0.0	6.55
Sep	15.87	57	1.0	6.91
Oct	12.53	39	0.0	5.45
Nov	10.17	43	0.0	4.67
Dic	8.11	33	0.0	4.00



Para el análisis de este contaminante peligroso para la salud de la población, se debe tener en cuenta que el ozono troposférico o superficial no es generado directamente por un vehículo o una emisión fija (industria) y en su lugar es un contaminante secundario que depende de las variables meteorológicas en su área de formación. Lo anterior significa que esta condición lo convierte en un contaminante de comportamiento muy variable que depende principalmente de la presencia de calor o luz solar. En este orden de ideas, la grafica del Índice de Calidad del Aire IBUCA muestra que en los meses mas calurosos, o de menor lluvias, coinciden con el periodo de mayor concentración de ozono troposférico en el aire que respiramos.

Afortunadamente, durante este año no se superó la Norma establecida en 61 ppb y en términos del Índice de Calidad del Aire IBUCA, este contaminante es el que representa mayor riesgo para la población Bumanguesa si el tiempo de exposición es superior a las 8 horas diarias en esta zona de la ciudad. La CDMB continuará con los operativos de control sobre las fuentes móviles que circulan por el Centro de Bucaramanga para disminuir las emisiones de los NO_x y de esta forma indirectamente disminuirán las concentraciones de O₃ en el aire que se respira.

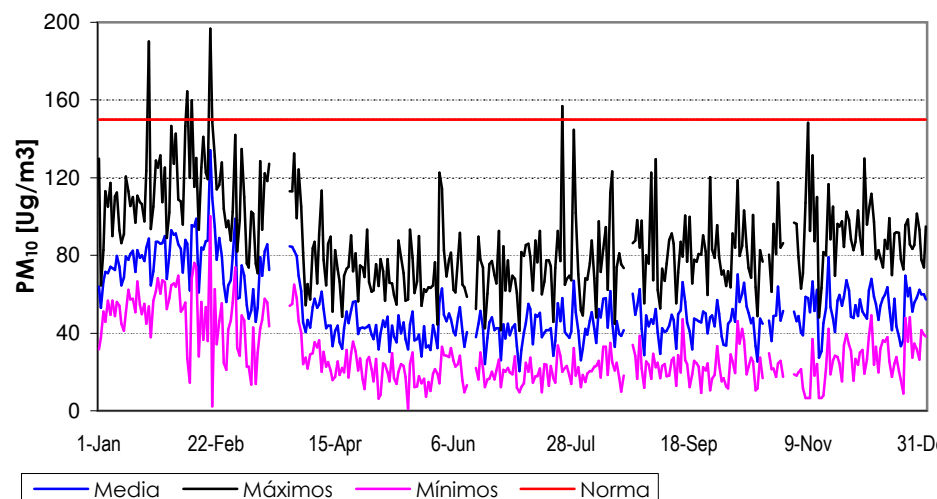
Estación: **CENTRO**

Enero – Diciembre 2010

Contaminante: **PM10 [Ug/m3]**

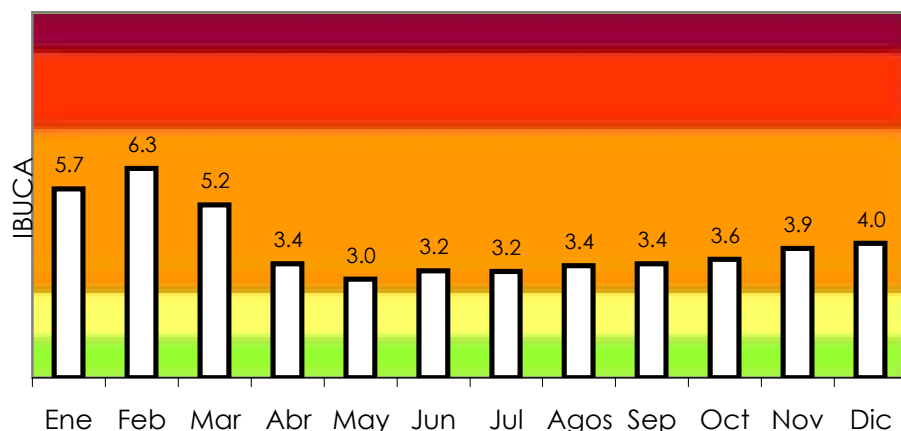


Concentración de Material Particulado PM10 **CENTRO** ENERO - DICIEMBRE 2010



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[Ug/m3]			
Ene	76.04	190.27	31	5.67
Feb	84.34	196.79	2	6.29
Mar	69.75	141.98	13	5.20
Abr	46.02	113.40	11	3.43
May	39.71	122.44	1	2.96
Jun	43.02	114.21	10	3.21
Jul	42.92	156.95	10	3.20
Agos	45.28	123.25	10	3.38
Sep	45.90	129.62	9	3.43
Oct	47.69	118.56	11	3.56
Nov	52.08	148.15	6	3.89
Dic	54.18	129.87	9	4.04

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



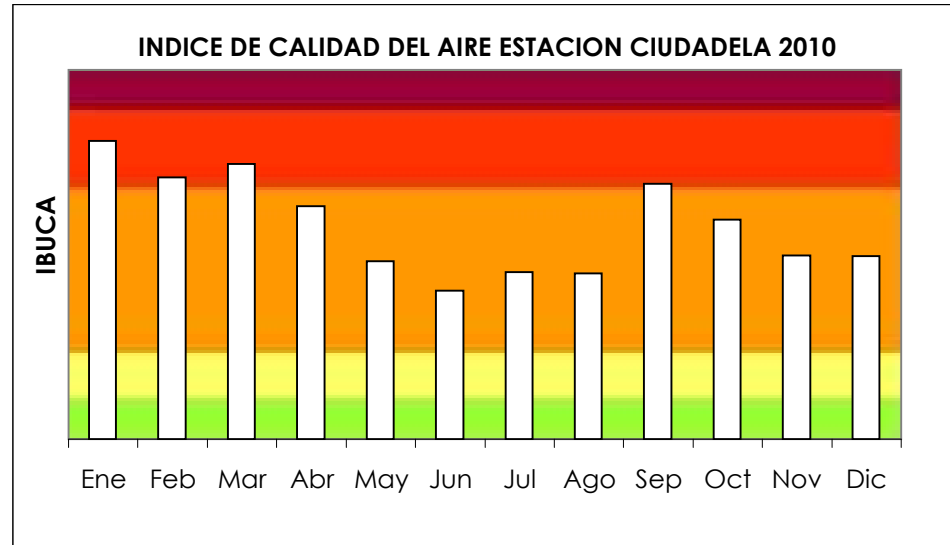
La Normatividad Colombiana otorgo el plazo máximo del 31 de diciembre de 2010 para tener como valor máximo de referencia para 24 horas de Material Particulado menor de 10 micras de 150 microgramos por metro cubico (Ug/m3) y 60 Ug/m3 para el promedio anual, la cual no se ha superado durante todo el año 2010. Sin embargo, a partir del 1 de enero del año 2011 la nueva norma establece que no se puede superar los 100 Ug/m3 en 24 horas y 50 Ug/m3 para el promedio anual.

Con respecto a los datos obtenidos durante el año 2010, la máxima concentración de PM10 se registro con los primeros tres meses del año, época que coincidió con la presencia mínima de lluvia, la salida de operación de 588 buses en el Area Metropolitana y la entrada en operación de Metrolinea, panorama que mejoro la movilidad y por ende la calidad del aire sobre la carrera 15.

La grafica del IBUCA permite observar su comportamiento estable, con un máximo de índice de "regular" de 6.3 en febrero. Finalmente el promedio anual de PM10 fue de 53.91 Ug/m3, el cual se encuentra por debajo de la normatividad colombiana (60 Ug/m3)

ESTACION CIUDADELA
[calle de los estudiantes]

ESTACION CIUDADELA			
MESES	NO2	PM10	O3
Ene-2010	4.07	3.51	8.88
Feb-2010	3.30	3.78	7.80
Mar-2010	3.33	3.43	8.20
Abr-2010	2.65	2.23	6.93
May-2010	1.99	1.85	5.29
Jun-2010	1.86	1.84	4.43
Jul-2010	2.07	1.89	4.98
Ago-2010	2.22	2.27	4.95
Sep-2010	2.57	1.96	7.60
Oct-2010	2.33	1.84	6.55
Nov-2010	3.13	1.83	5.48
Dic-2010	3.46	2.22	5.45



Calle de los Estudiantes Real de Minas, Terraza Colegio Aurelio Martínez Mutis

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	
NO2	106 ppb	Max Horario
SO2	96 ppb	Prom Diario
CO	35 ppm	Max Horario
O3	61 ppb	Max Horario
PM10	150 Ug/m3	Prom Diario

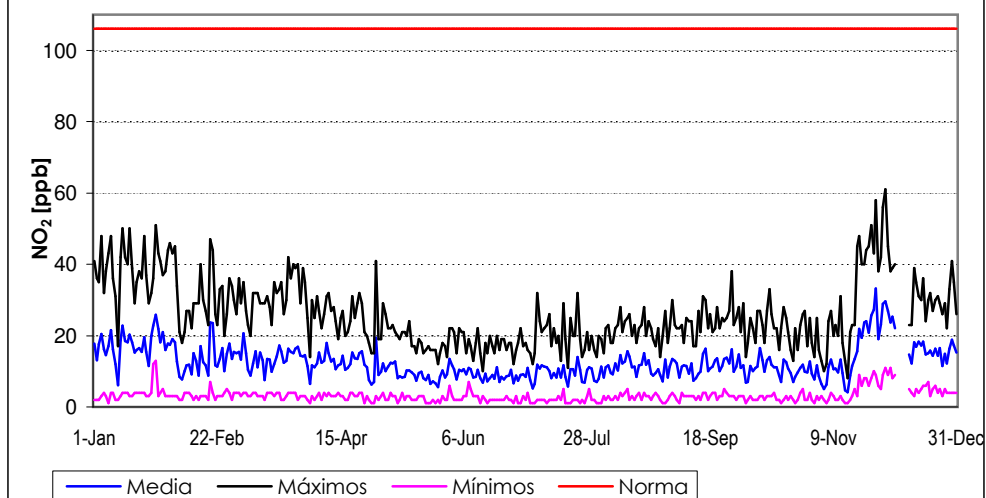
Estación: CIUADELA

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: NO₂ [ppb]

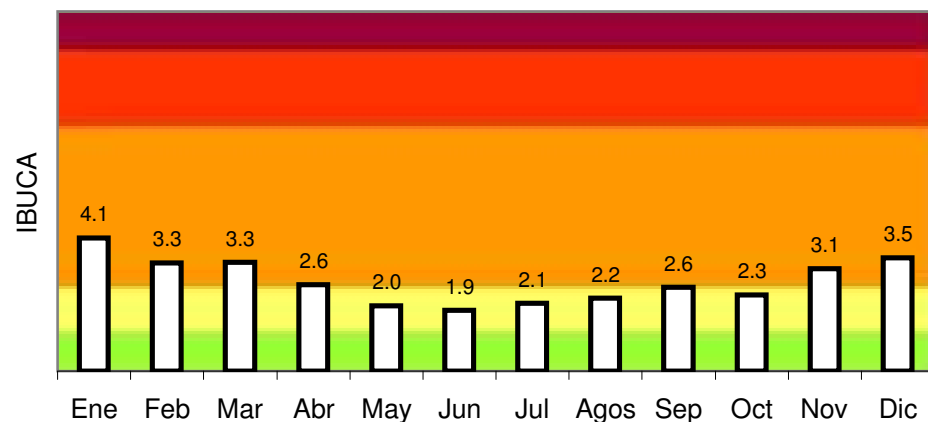


Concentración del Dioxido de Nitrogeno CIUADELA
ENERO - DICIEMBRE 2010



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	17.55	51.00	1	4.07
Feb	13.84	47.00	2	3.30
Mar	13.96	42.00	2	3.33
Abr	12.36	41.00	1	2.65
May	9.32	29.00	1	1.99
Jun	8.94	22.00	1	1.86
Jul	9.45	32.00	1	2.07
Agos	10.90	28.00	1	2.22
Sep	11.74	38.00	1	2.57
Oct	10.72	33.00	1	2.33
Nov	14.97	58.00	1	3.13
Dic	17.56	61.00	3	3.46

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL DIOXIDO DE NITROGENO
2010 CIUADELA



La grafica permite observar que la máxima concentración de Óxidos de Nitrógeno en la estación Ciudadela se obtuvo en los primeros y últimos meses del año, con valores muy parecidos a los obtenidos en la zona Centro de Bucaramanga, concluyendo que este contaminante representa un riesgo moderado para los estudiantes que diariamente realizan sus actividades en esta importante zona de la ciudad.

Las graficas también muestran que en ningún día del año 2010 se superó la Norma de 106 partes por billón (ppb), según lo establece las resoluciones 601 de 2006 y 610 de 2010.

Valor máximo del año = 61 ppb
 Valor promedio mensual máximo del año = 17.56 ppb
 Valor máximo IBUCA=4.1 clasificación del aire "regular"

Estación: **CIUADELA**

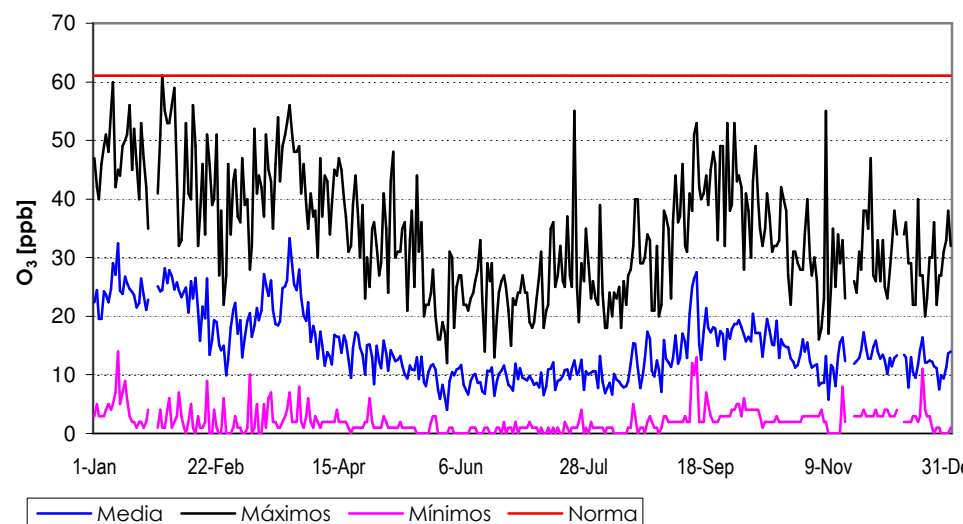
Enero – Diciembre 2010

Contaminante: **O3 [ppb]**



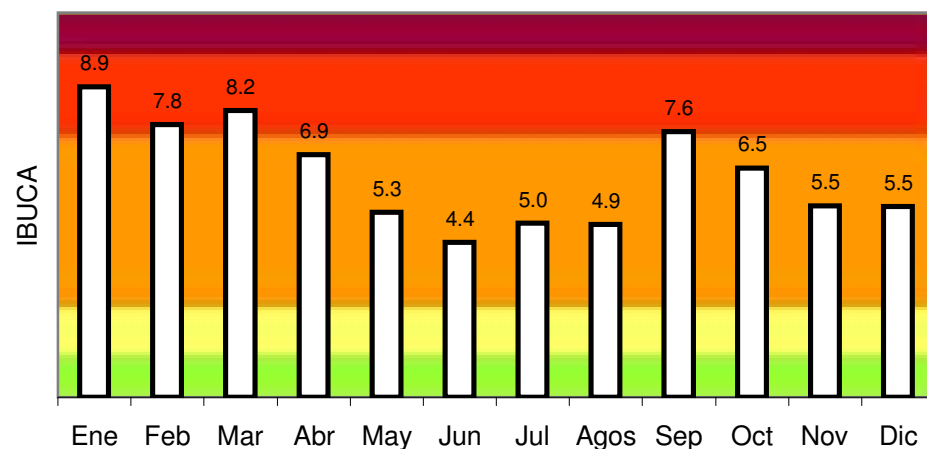
cdmb
Amigos de la Vida

Concentración de Ozono CIUADELA ENE - DIC 2010



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	24.37	61.00	1	8.88
Feb	20.76	59.00	0	7.80
Mar	22.08	56.00	0	8.20
Abr	14.82	47.00	0	6.93
May	10.86	48.00	0	5.29
Jun	9.37	33.00	0	4.43
Jul	9.79	55.00	0	4.98
Agos	10.55	40.00	0	4.95
Sep	16.86	53.00	2	7.60
Oct	15.80	49.00	1	6.55
Nov	12.33	55.00	0	5.48
Dic	11.94	40.00	0	5.45

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL OZONO 2010 CIUADELA



Desafortunadamente, este contaminante secundario es el parámetro que deteriora en mayor medida la calidad del aire de la Ciudadela. Su alta concentración se debe principalmente a su ubicación geográfica principalmente por el fenómeno de dispersión de vientos que se origina desde el centro y se dirige hacia esta zona de la ciudad y a la dificultad de la dispersión del viento, ya que los altos edificios que se encuentran en la zona se convierten en un obstáculo importante, causando acumulación de los contaminantes precursores y por reacción química entre ellos, en presencia de luz solar, forman el Ozono Troposférico.

No obstante durante este año solo en una ocasión (9 de enero de 2010) se superó la norma de 61 partes por billón (ppb) indicando que el incremento de operativos de control sobre las emisiones vehiculares ha dado buenos resultados.

Valor máximo del año = 61 ppb

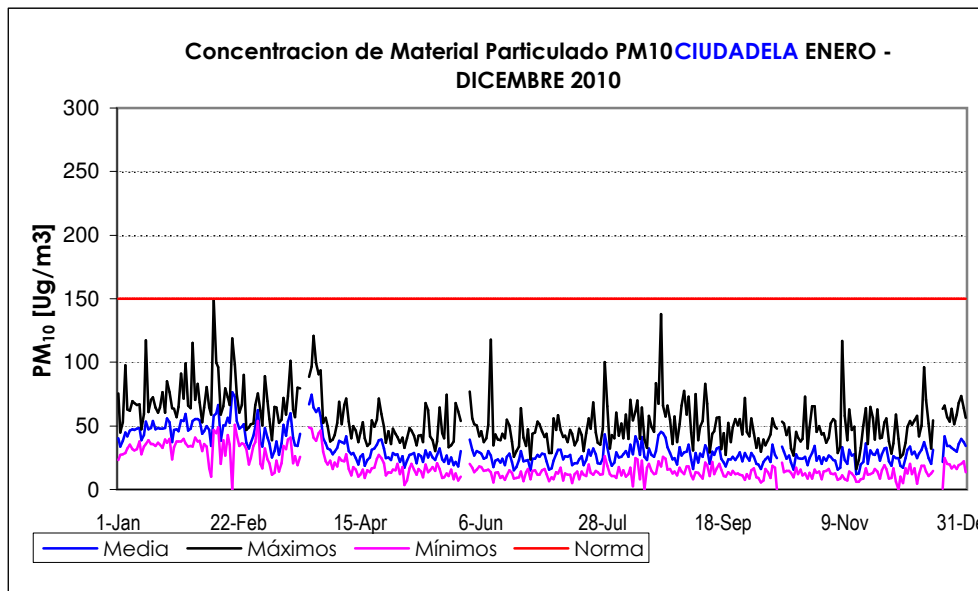
Valor promedio mensual máximo del año = 24.37 ppb

Valor máximo IBUCA=8.9 clasificación del aire "malo"

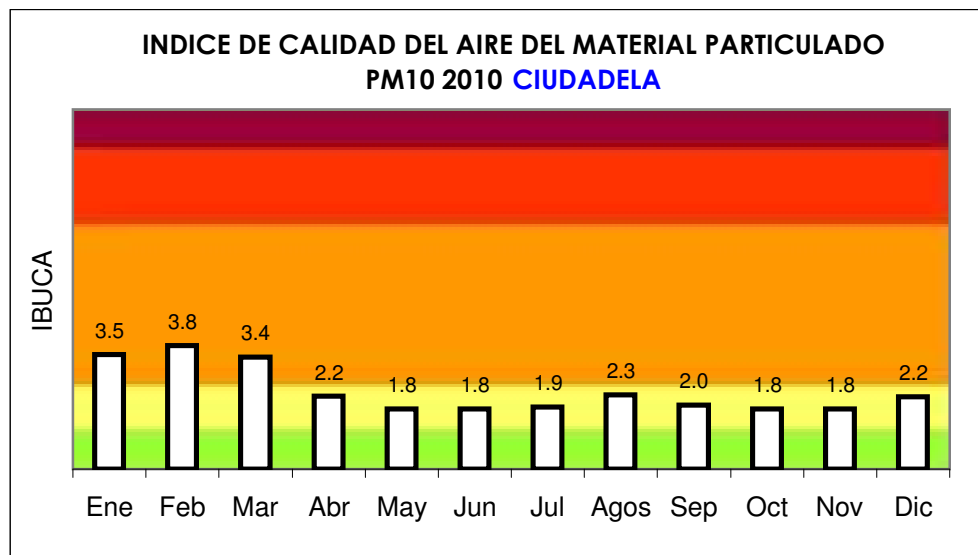
Estación: **CIUADELA**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **PM10 [Ug/m3]**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[Ug/m ³]			
Ene	47.06	#####	23.00	3.51
Feb	50.67	#####	0.16	3.78
Mar	46.02	#####	11.54	3.43
Abr	29.85	71.60	8.97	2.23
May	24.78	74.39	3.38	1.85
Jun	24.64	#####	5.49	1.84
Jul	25.37	#####	5.13	1.89
Agos	30.39	#####	0.11	2.27
Sep	26.33	83.00	7.53	1.96
Oct	24.60	73.02	0.06	1.84
Nov	24.54	#####	6.00	1.83
Dic	29.73	95.95	0.07	2.22



La zona de la Calle de los Estudiantes no posee graves problemas de contaminación atmosférica por Material Particulado fracción respirable (PM₁₀), tal y como lo muestran las graficas resumen de este tercer año de monitoreo continuo.

El valor promedio para el año 2010 fue de 32.0 microgramos por metro cubico (Ug/m³), siendo los meses mas críticos los tres primeros meses del año.

El valor máximo de concentración fue de 148.9 Ug/m³ obtenido el 11 de febrero con la máxima clasificación IBUCA de "regular" indicando que la población enferma no debe realizar grandes esfuerzos físicos por largos periodos de tiempo. sin embargo, la clasificación promedio IBUCA para el 2010 fue de "moderada" lo cual significa que no existen riesgos importantes para la salud de la población en general.

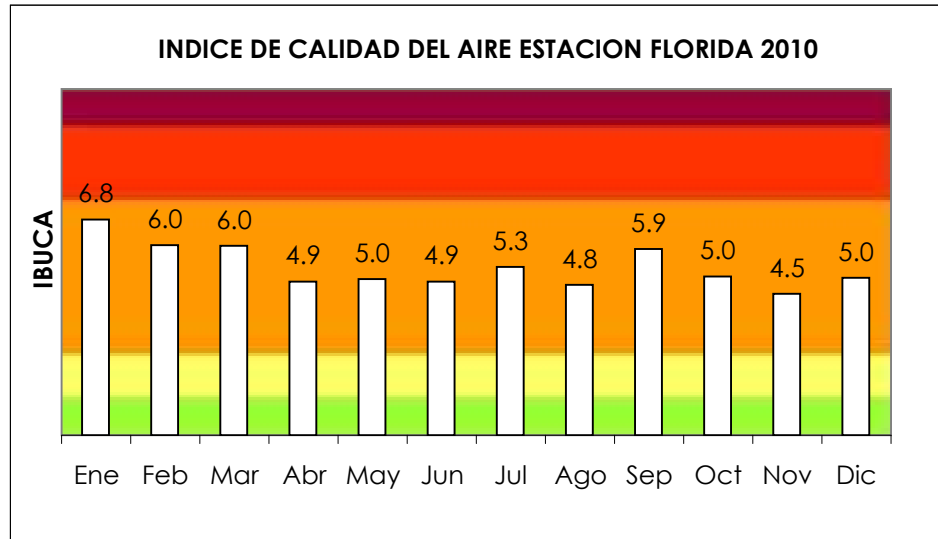
Valor máximo del año = 148.9 Ug/m³

Valor promediomensual máximo del año = 50.67 Ug/m³

Valor máximo IBUCA = 3.78 clasificación del aire "regular"

ESTACION FLORIDA
[Cañaveral, edificio Telebucaramanga Zona Sur]

ESTACION FLORIDA		
MESES	PM10	O3
Ene-2010	3.73	6.85
Feb-2010	4.12	6.04
Mar-2010	3.68	6.01
Abr-2010	2.48	4.88
May-2010	2.02	4.96
Jun-2010	2.09	4.88
Jul-2010	2.32	5.35
Ago-2010	2.88	4.78
Sep-2010	2.61	5.92
Oct-2010	2.22	5.03
Nov-2010	1.89	4.49
Dic-2010	2.32	4.99



PARAMETRO	NORMA	
NO2	106 ppb	Max Horario
SO2	96 ppb	Prom Diario
CO	35 ppm	Max Horario
O3	61 ppb	Max Horario
PM10	150 Ug/m3	Prom Diario

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



Estacion instalada en la Terraza del Edificio Telebucaramanga-Cañaverl

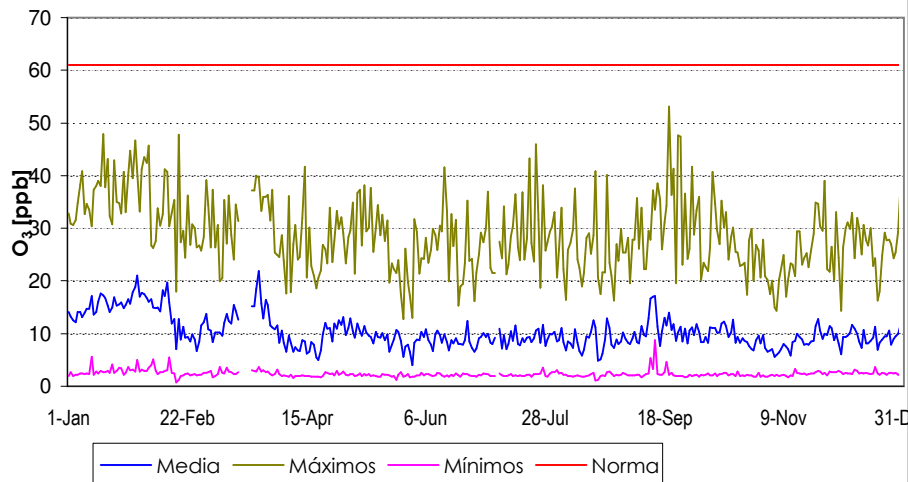
Estación: **FLORIDA**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **O3 [ppb]**

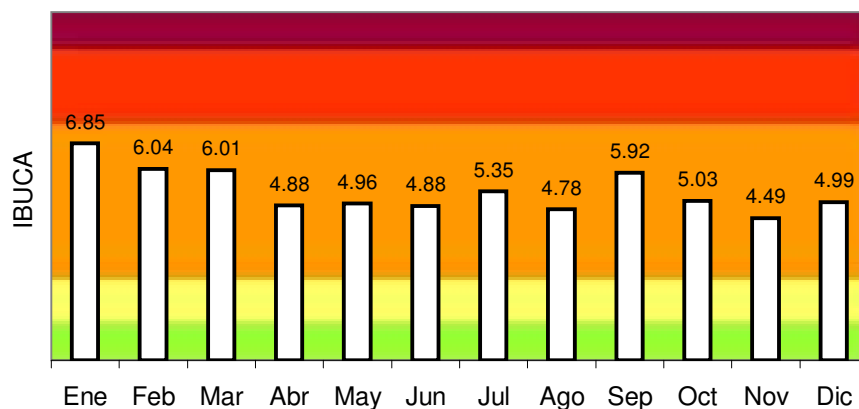


Concentración de Ozono **FLORIDA ENERO - DIC 2010**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	15.41	48	1.91	6.85
Feb	13.16	48	0.76	6.04
Mar	13.16	40	1.71	6.01
Abr	8.80	42	1.59	4.88
May	9.32	38	1.27	4.96
Jun	8.75	42	1.79	4.88
Jul	9.19	46	1.77	5.35
Ago	8.67	41	1.05	4.78
Sep	10.84	53	1.66	5.92
Oct	9.59	41	1.8	5.03
Nov	8.44	39	1.76	4.49
Dic	9.36	39	2.14	4.99

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



De los dos contaminantes monitoreados en Cañaveral, este contaminante es el que afecta en mayor medida la calidad del aire que respira la población de esta importante zona del Área Metropolitana de Bucaramanga. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en ninguna ocasión se superó la Norma de 61 ppb y sus valores de concentración son menores a los registrados en la estación Ciudadela.

Según el Índice de Calidad del Aire IBUCA, el mayor nivel de contaminación se registró en Enero con el color naranja (clasificación epidemiológica de calidad del aire "regular") muy cercano a "malo" (color rojo) indicando que existe un riesgo para la salud de la población, especialmente para personas con problemas respiratorios y cardiovasculares.

Valor máximo del año= 53 ppb

Valor promedio máximo del año= 15.41 ppb

Valor máximo IBUCA= 6.85 clasificación "Regular"

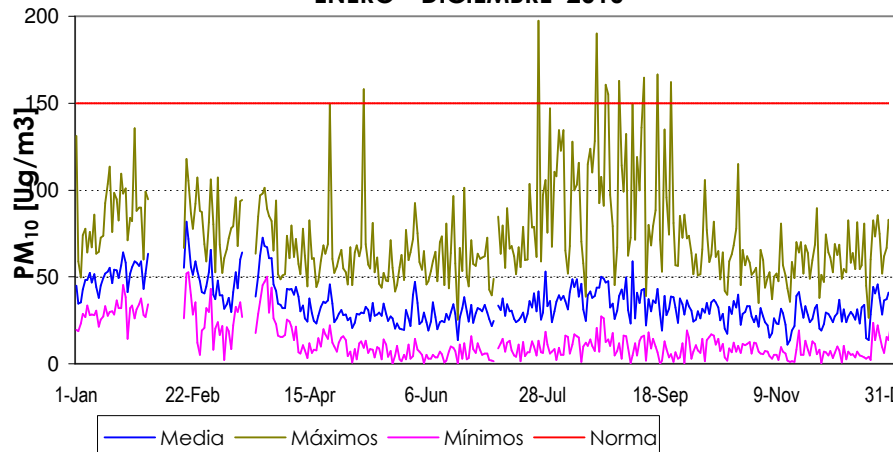
Estación: **FLORIDA**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **PM10**

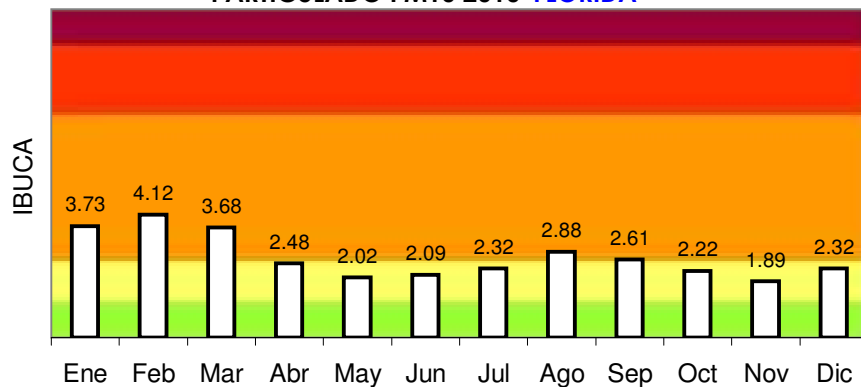


**Concentración de Material Particulado PM10 FLORIDA
ENERO - DICIEMBRE 2010**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA	
	[Ug/m3]				
Ene	49.96	136	14.5	3.73	Regular
Feb	55.20	118	5.28	4.12	Regular
Mar	49.38	107	2.05	3.68	Regular
Abr	33.29	149	3.14	2.48	Regular
May	27.05	158	0	2.02	Moderado
Jun	28.06	101	0	2.09	Moderado
Jul	31.07	197	1.38	2.32	Moderado
Ago	38.61	190	1.14	2.88	Regular
Sep	35.03	167	0	2.61	Regular
Oct	29.74	115	1.51	2.22	Moderado
Nov	25.34	90	0.47	1.89	Moderado
Dic	31.04	85	0.73	2.32	Moderado

**INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MATERIAL
PARTICULADO PM10 2010 FLORIDA**



Posterior a la culminación de los trabajos de construcción, en el 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 ha mejorado significativamente, pasando de un Índice de Calidad del Aire de "regular" (color naranja) a "moderado" (color amarillo) como se puede apreciar en la grafica inferior.

El día de mayor concentración de PM10 se registró el 26 de julio con un valor máximo de 197.35 Ug/m3.

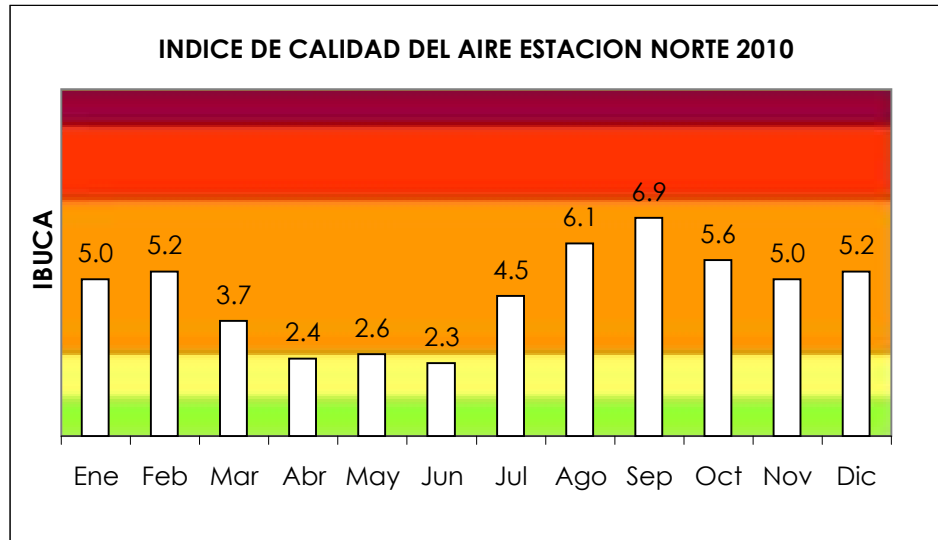
Valor máximo del año= 197 Ug/m3
 Valor promedio máximo mensula del año= 55.2 Ug/m3
 Valor máximo IBUCA= 4.12 clasificación "Regular"

ESTACION NORTE
[Hospital Local del Norte]

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE NORTE IBUCA 2010



ESTACION NORTE		
MESES	O3	PM10
Ene-2010	Sin Dato	4.98
Feb-2010		5.22
Mar-2010		3.66
Abr-2010		2.45
May-2010		2.61
Jun-2010		2.30
Jul-2010	4.45	1.61
Ago-2010	6.11	2.03
Sep-2010	6.92	2.40
Oct-2010	5.57	2.11
Nov-2010	4.98	1.76
Dic-2010	5.22	2.01



Estacion instalada en la Terraza del Hospital Local del Norte

PARAMETRO	NORMA	
NO2	106 ppb	Max Horario
SO2	96 ppb	Prom Diario
CO	35 ppm	Max Horario
O3	61 ppb	Max Horario
PM10	150 Ug/m3	Prom Diario

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	Purpura

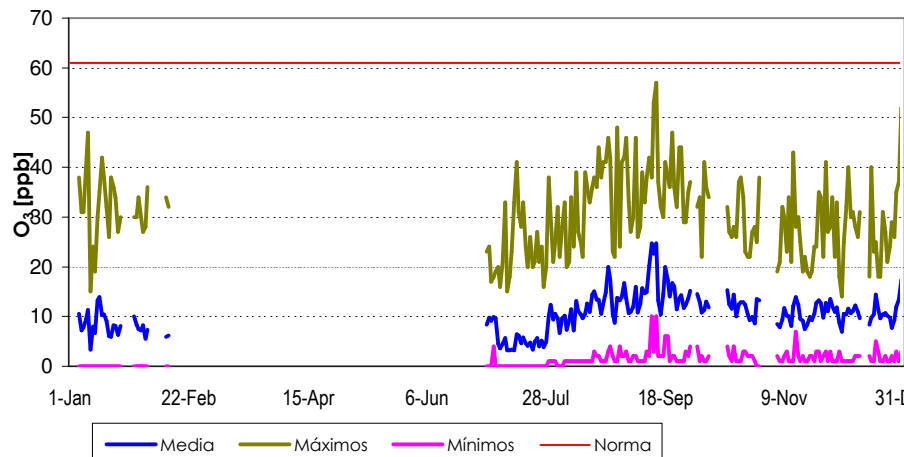
Estación: **NORTE**

Julio - Diciembre 2010

Contaminante: **O3 [ppb]**

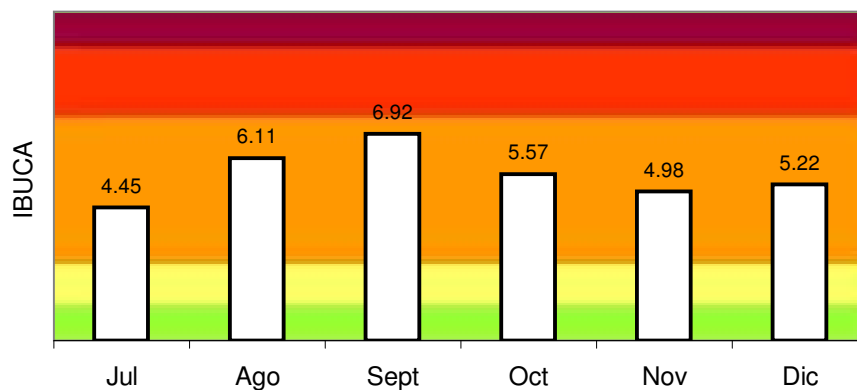


Concentración de Ozono **NORTE ENERO - DIC 2010**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Jul	5.93	41	0	4.45
Ago	11.91	48	0	6.11
Sept	15.13	57	1	6.92
Oct	12.08	41	0	5.57
Nov	10.65	43	1	4.98
Dic	10.97	52	1	5.22

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



Entre los meses de enero y junio el analizador automático utilizado para el monitoreo de Ozono troposférico o superficial presentó problemas técnicos que obligaron a sacarlo de servicio temporalmente.

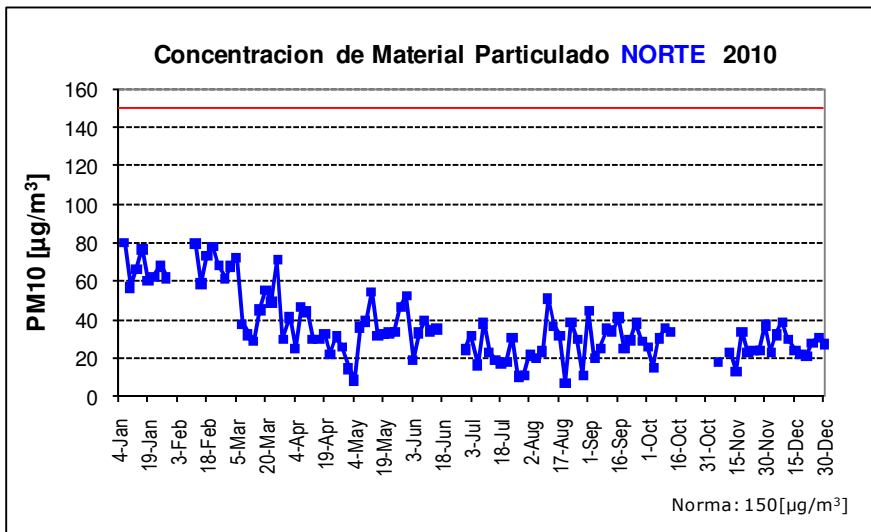
Durante los seis meses de monitoreo continuo se registro una concentración promedio de 11.11 partes por billón (ppb) con una clasificación IBUCA máxima de "regular" para el mes de septiembre, no obstante en ninguna ocasión se supero la Norma de 61 ppb y sus valores de concentración son menores a los registrados en estaciones como el Centro y Ciudadela y Cabecera.

Valor máximo del año= 57 ppb
 Valor promedio máximo mensual del año= 15.13 ppb
 Valor máximo IBUCA= 6.92 clasificación "Regular"

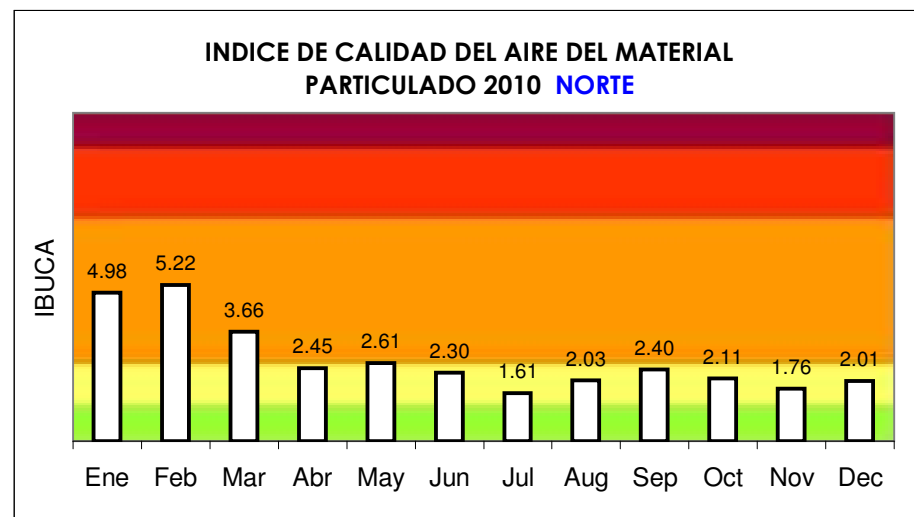
Estación: **NORTE**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **PM10 [Ug/m3]**



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[Ug/m3]			
Ene	66.68	80	57.1	4.98
Feb	70.01	80	58.8	5.22
Mar	49.02	72	28.9	3.66
Abr	32.82	47	22.1	2.45
May	34.94	54	8.61	2.61
Jun	30.87	40	18.7	2.30
Jul	21.55	38	10.5	1.61
Aug	27.22	51	7.3	2.03
Sep	32.12	44	20.1	2.40
Oct	28.21	36	15.1	2.11
Nov	23.53	92	1.16	1.76
Dec	26.88	184	0.06	2.01



La concentración de Material Particulado respirable inferior a 10 micras (PM10), para el área de influencia del Hospital Local del Norte, durante el 2010 presentó sus máximas concentraciones en los tres primeros meses del año con valores entre "regular" y "moderado", sin superar en ninguna ocasión la norma vigente de 150 microgramos por metro cúbico. (Ug/m3).

La principal fuente de este contaminante en esta zona son los vehículos que utilizan diesel como combustible.

El Índice de Calidad del Aire IBUCA fue en su mayoría "moderado" (color amarillo) y solo para los meses de enero, febrero, marzo y abril fue "regular" (color naranja) indicando que existe un riesgo para la salud de la población, especialmente para personas con problemas respiratorios y cardiovasculares.

Valor máximo del año= 184.06 Ug/m3 (29 de diciembre)

Valor promedio máximo mensual del año= 70.01 Ug/m3

Valor máximo IBUCA= 5.22 clasificación Regular

ESTACION CABECERA
[Parque San Pio, carrera 36 con calle 45]

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE IBUCA CABECERA -Parque San Pio, Cra 36 con calle 45 2010



ESTACION CABECERA Parque San Pio					
MESES	NO2	SO2	CO	O3	PM10
Ene-2010	2.95	0.52	0.88	7.14	4.03
Feb-2010	2.88	0.49	0.82	6.09	4.63
Mar-2010	3.21	0.74	0.94	6.69	4.64
Abr-2010	2.69	0.72	1.00	5.91	4.53
May-2010	2.79	0.73	1.01	4.75	3.13
Jun-2010	2.60	0.73	1.04	4.16	2.11
Jul-2010	2.98	0.77	1.09	4.33	2.33
Ago-2010	2.78	0.70	1.05	5.25	2.93
Sep-2010	3.15	0.65	0.97	SIN DATO	2.77
Oct-2010	2.50	0.37	0.89		2.34
Nov-2010	4.26	0.30	0.80		2.37
Dic-2010	4.40	0.35	0.85		2.89

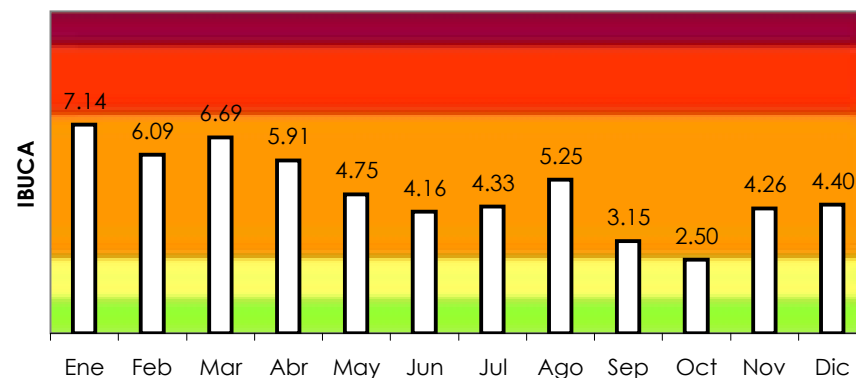
IBUCA	DESCRIPTOR	COLOR
0 - 1.25	Bueno	Verde
1.26 - 2.5	Moderado	Amarillo
2.6 - 7.5	Regular	Naranja
7.6 - 10	Malo	Rojo
> 10	Peligroso	Purpura

PARAMETRO	NORMA CDMB	
NO2	106 ppb	Max Horario
SO2	96 ppb	Prom Diario
CO	35 ppm	Max Horario
O3	61 ppb	Max Horario
PM10	150 Ug/m3	Prom Diario



Estacion instalada en el Parque San Pio - Calle 45 con Cra 36

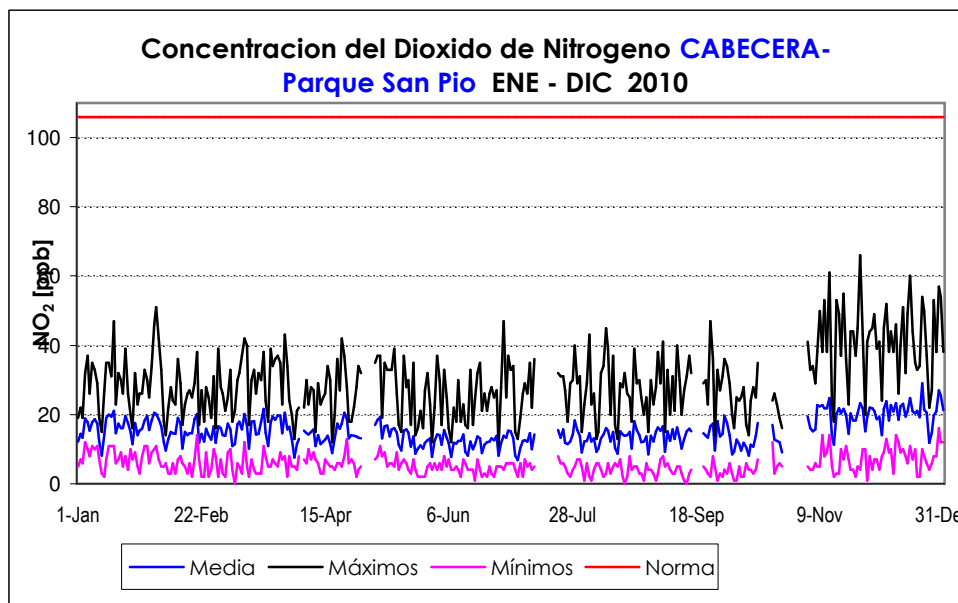
INDICE DE CALIDAD DEL AIRE ESTACION CABECERA - PARQUE SAN PIO 2010



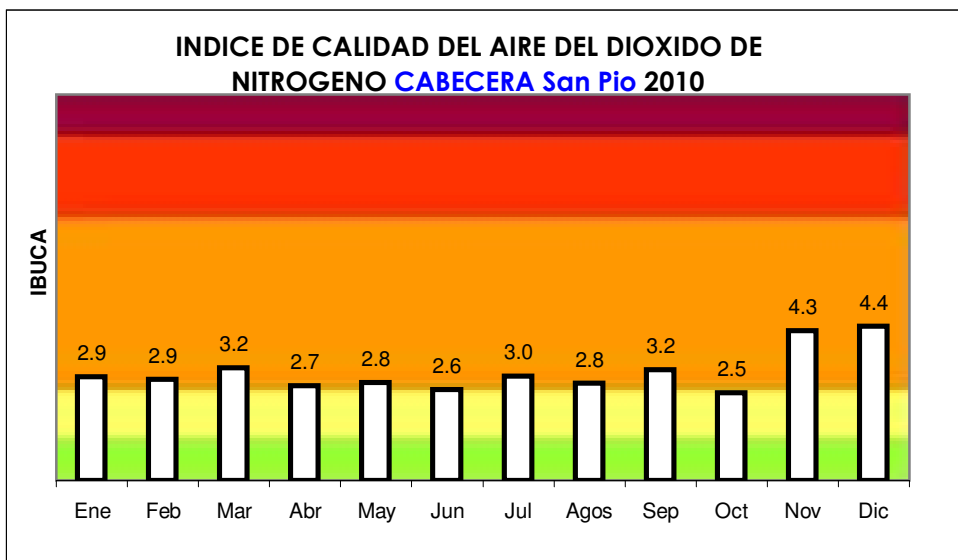
Estación: CABECERA - Parque San Pio

Enero- Diciembre 2010

Contaminante: NO2 [ppb]



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	16.25	47	2	2.95
Feb	15.21	51	2	2.88
Mar	16.31	43	0	3.21
Abr	13.78	42	2	2.69
May	13.49	39	2	2.79
Jun	11.98	47	1	2.60
Jul	13.05	40	2	2.98
Agos	12.93	45	0	2.78
Sep	14.57	47	0	3.15
Oct	12.14	35	1	2.50
Nov	19.45	66	1	4.26
Dic	20.92	60	2	4.40



Particularmente, los dos últimos meses del año 2010 corresponden a los de máxima concentración de Óxidos de Nitrógeno en el área de influencia del barrio Cabecera del Llano, aunque en ningún día se supero la Norma establecida en la Normatividad Colombiana.

Este contaminante es uno de los precursores para la formación de Ozono Troposférico (O3), por lo cual este incremento significa un aumento de O3, en especial en los meses más calurosos del año.

La generación de este contaminante es causado principalmente por las fuentes móviles (vehículos) que circulan permanentemente por la carrera 36 hacia el norte de la ciudad

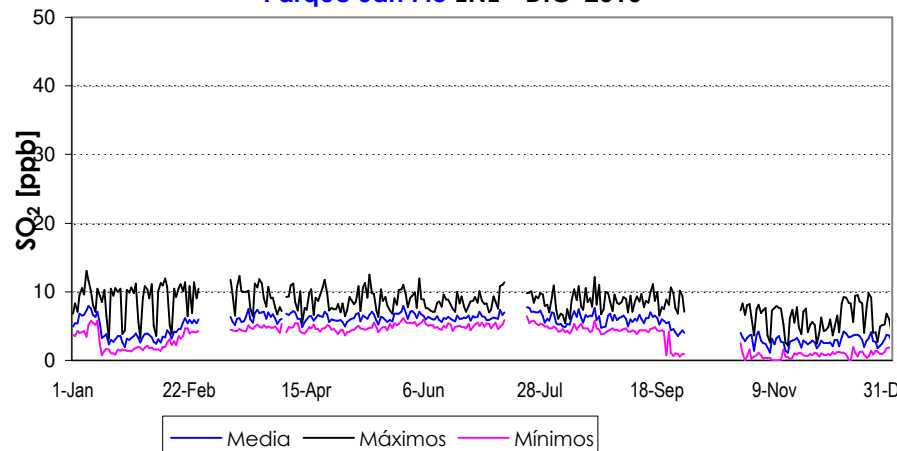
Valor máximo = 66 ppb
 Valor promedio máximo mensual = 20.92 ppb
 Valor máximo IBUCA= 4.40 clasificación "Regular"

Estación: **CABECERA – Parque San Pio**

Enero– Diciembre 2010

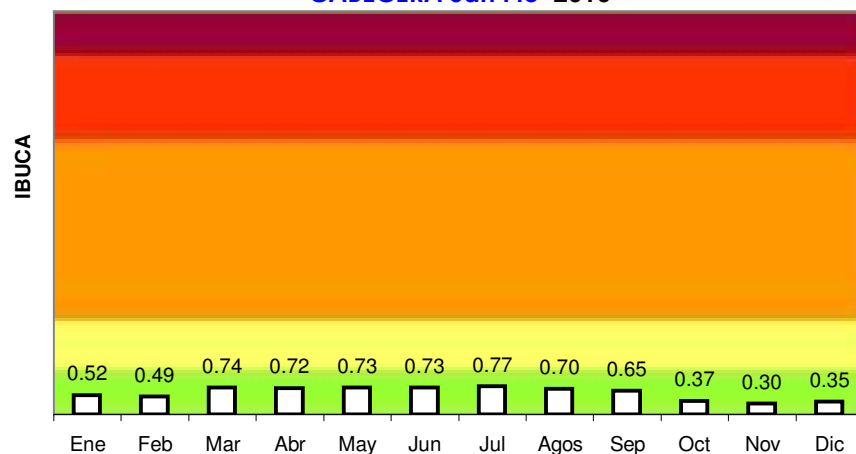
Contaminante: **SO2 [ppb]**

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



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	4.51	13	1	0.52
Feb	4.25	12	1	0.49
Mar	6.37	12	4	0.74
Abr	6.18	12	4	0.72
May	6.29	12	4	0.73
Jun	6.25	12	4	0.73
Jul	6.63	11	5	0.77
Agos	6.03	12	4	0.70
Sep	5.56	11	1	0.65
Oct	3.17	8	0	0.37
Nov	2.60	8	0	0.30
Dic	3.01	10	0	0.35

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL DIOXIDO DE AZUFRE CABECERA San Pio 2010



Aunque este parámetro solo se monitorea en la Estación Centro y en Cabecera, los datos que se han registrado históricamente han sido bajos y no representan un riesgo importante para la salud de la población por estar por debajo del 12.5% de la norma tal y como se puede observar de la grafica del Índice de Calidad del Aire, obteniendo la clasificación epidemiológica de "bueno" (color verde) durante todo el año.

Valor máximo del año= 13 ppb
 Valor promedio máximo del año= 6.63 ppb
 Valor máximo IBUCA= 0.77 clasificación "Bueno"

Este contaminante es generado principalmente por las emisiones de motores diesel de buses, camionetas y vehículos de carga pesada que circulan por el occidente de la ciudad.

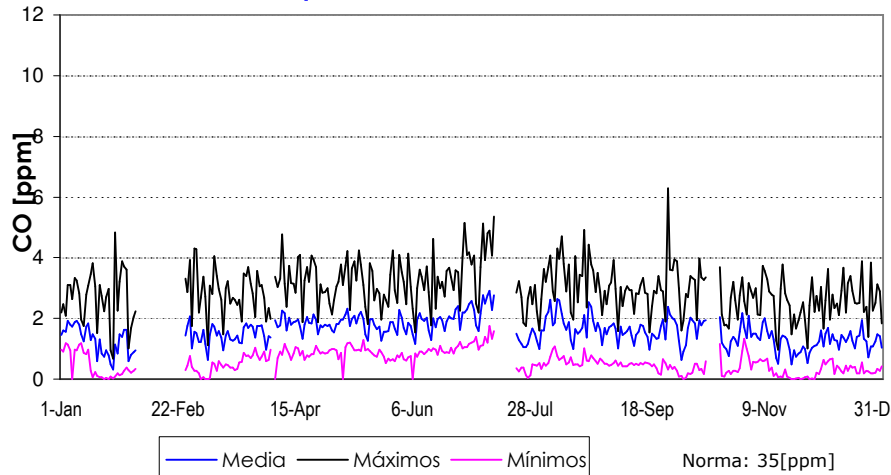
Estación: **CABECERA – Parque San Pio**

Enero– Diciembre 2010

Contaminante: **CO [ppm]**

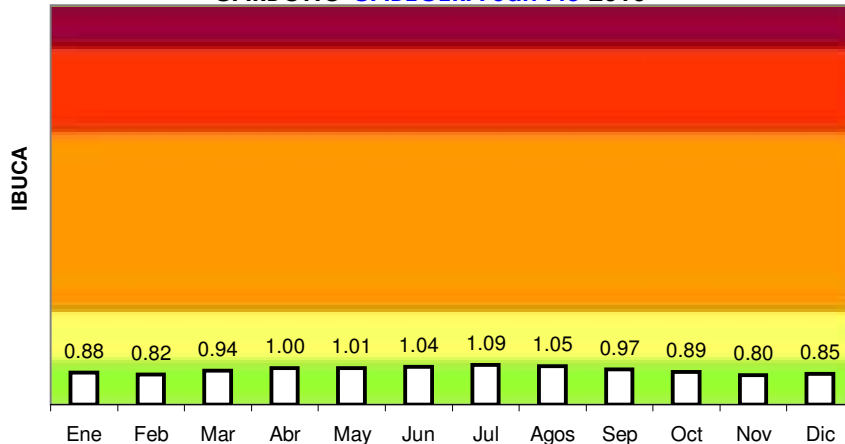


Concentración del Monóxido de Carbono CABECERA - Parque San Pio ENE - DIC 2010



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppm]			
Ene	1.31	4.83	0	0.88
Feb	1.27	3.92	0	0.82
Mar	1.46	4.30	0	0.94
Abr	1.76	4.76	0	1.00
May	1.81	4.24	0	1.01
Jun	1.89	5.14	0	1.04
Jul	1.91	5.35	0	1.09
Agos	1.80	4.92	0	1.05
Sep	1.60	6.29	0	0.97
Oct	1.49	3.96	0	0.89
Nov	1.21	3.77	0	0.80
Dic	1.29	3.88	0	0.85

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL MONOXIDO DE CARBONO CABECERA San Pio 2010



El Monóxido de Carbono (CO) es el siguiente parámetro, después del Dióxido de Azufre que se ha constituido como los contaminantes de menor impacto a la calidad del aire en el Occidente de Bucaramanga obteniendo durante todo el 2010 la clasificación epidemiológica de "bueno" (color verde), aunque en algunas ocasiones estuvo cerca de la clasificación de "moderado".

La concentración promedio diaria (línea azul de la grafica superior) estuvo entre 1 y 3 partes por millón (ppm), con el valor máximo del año registrado el 27 de septiembre con 6.29 ppm.

Valor máximo del año= 6.29 ppm
 Valor promedio máximo mensual del año= 1.91 ppm
 Valor máximo IBUCA= 1.09 clasificación Bueno

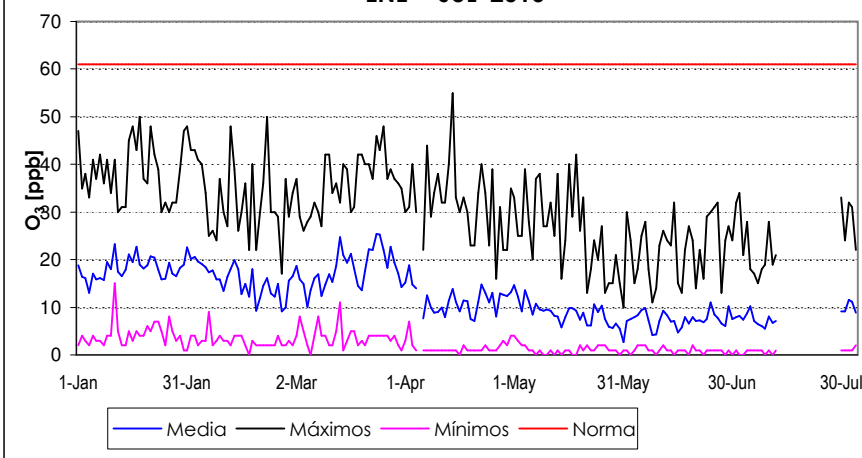
Estación: **CABECERA - Parque San Pio**

Enero - Agosto 2010

Contaminante: **O3 [ppb]**



**Concentración de Ozono CABECERA - Parque San Pio
ENE - JUL 2010**

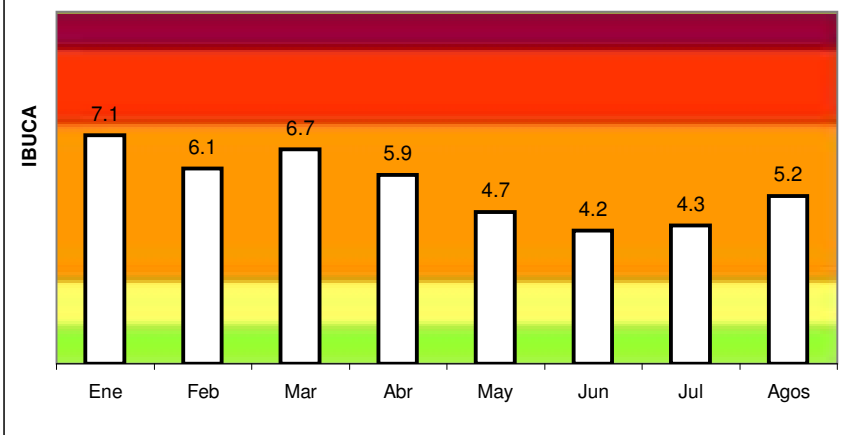


	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[ppb]			
Ene	18.21	50	1.0	7.14
Feb	15.54	50	0.0	6.09
Mar	18.04	48	0.0	6.69
Abr	11.50	55	0.0	5.91
May	8.67	42	0.0	4.75
Jun	7.46	32	0.0	4.16
Jul	7.69	34	0.0	4.33
Agos	10.52	32	1.0	5.25

Los resultados de este mismo parámetro obtenidos en otras estaciones automáticas, concluyen que este contaminante es el principal problema de calidad del aire en la meseta de Bucaramanga.

En el área de influencia del parque San Pio, la concentración de Ozono presentó valores críticos en los primeros meses del año, con valores cercanos al color rojo o clasificación epidemiológica "rojo" y valores de concentración promedio entre 12 y 25 partes por billón (ppb) y valores máximos diarios entre 30 y 54 ppb. No obstante, en ninguna ocasión se superó la Norma Nacional Colombiana para este parámetro.

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL OZONO CABECERA San Pio 2010



Valor máximo = 55 ppb

Valor promedio maximo mensual = 18.21 ppb

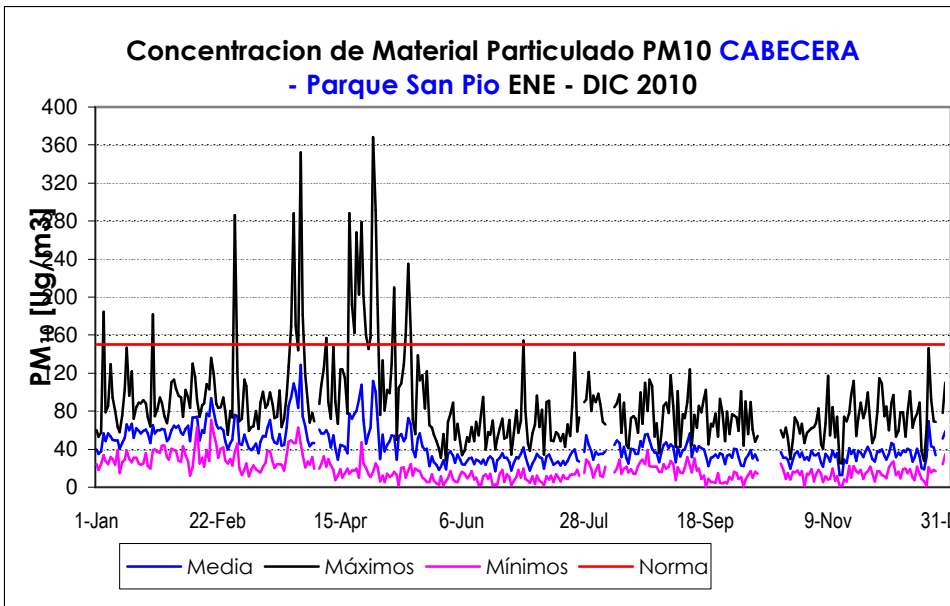
Valor máximo IBUCA= 7.14 clasificación "Regular"

El control de este contaminante se fundamenta principalmente en las fuentes de emisión de los contaminantes precursores que permiten la formación de Ozono, entre los cuales se encuentran los Óxidos de Nitrógeno y los Hidrocarburos. De esta forma la CDMB ha incrementado los operativos a las fuentes Móviles con la adquisición y operación de una nueva unidad de monitoreo con la cual se podrán incrementar el número de muestreos directos a este tipo de fuentes.

Estación: CABECERA – Parque San Pio

Enero – Diciembre 2010

Contaminante: PM10 [Ug/m3]

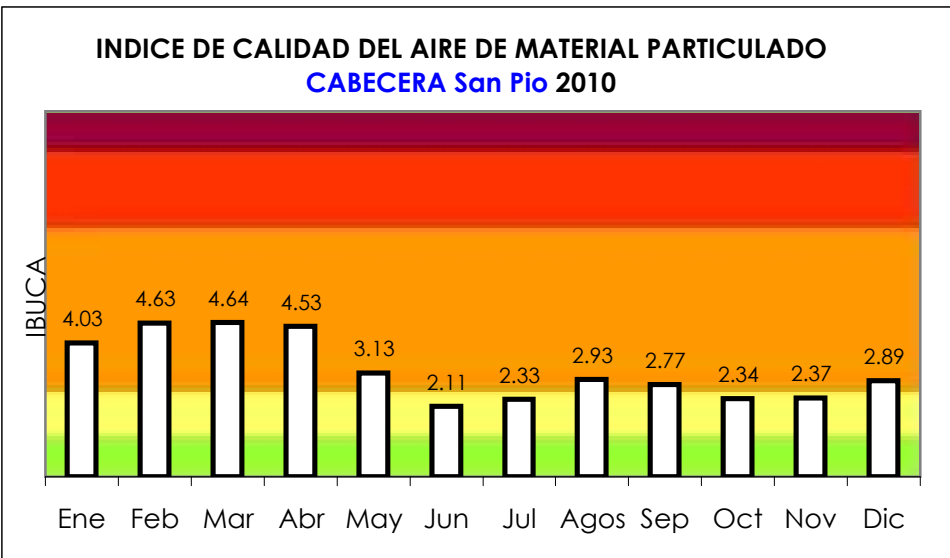


	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
	[Ug/m3]			
Ene	53.97	184.63	15	4.03
Feb	62.08	136.08	12	4.63
Mar	62.19	352.09	11	4.64
Abr	60.72	368.38	8	4.53
May	41.88	235.22	2	3.13
Jun	28.33	95.27	2	2.11
Jul	31.17	154.08	2	2.33
Agos	39.28	113.39	10	2.93
Sep	37.10	124.22	1	2.77
Oct	31.37	101.01	1	2.34
Nov	31.82	117.28	1	2.37
Dic	38.71	146.09	2	2.89

La concentración promedio de Material Particulado menor a 10 micras (línea azul), en el área de influencia del Parque San Pio, estuvo entre 50 y 80 microgramos por metro cubico (Ug/m3) para los primeros cuatro meses del año y posteriormente baja a valores inferiores a 40 Ug/m3 desde el mes de Junio (ver tabla).

Lo anterior en términos del Índice de Calidad del Aire significa que entre Enero y mayo el PM10 estuvo en clasificación "regular" y luego muy cercano a "moderado" indicando que no existe un riesgo significativo para la salud de la población debido a este contaminante.

Finalmente el promedio anual de PM10 fue de 43.22 Ug/m3 para todo el año 2010, el cual se encuentra por debajo de la normatividad colombiana.



Valor máximo del año= 368.38 Ug/m3
 Valor promedio máximo mensual del año= 62.19 Ug/m3
 Valor máximo IBUCA= 4.64 clasificación Regular.

CAPITULO 2.

MONITOREO UTILIZANDO EQUIPOS MUESTREADORES DE ALTO VOLUMEN HIGHVOL

Estación: **La Joya**

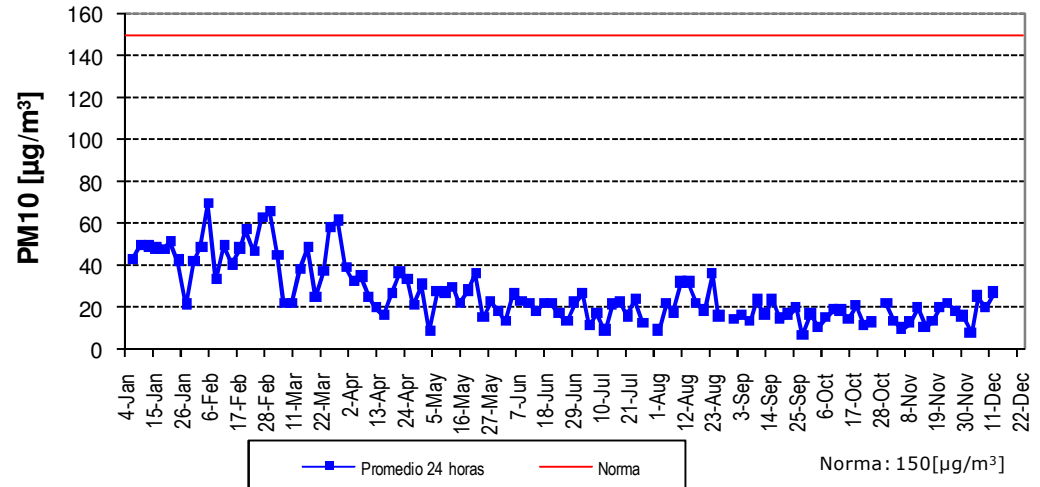
Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **PM₁₀ [Ug/m³]** (promedio 24 horas)



HiVol instalado en una vivienda del barrio La Joya

Concentración de Material Particulado LA JOYA 2010



Este barrio popular de Bucaramanga ha sido afectado por el fenómeno de la erosión y como seguimiento a las actividades de estabilización que realiza la CDMB en esta zona, desde el año 2006 se instaló un monitor de partículas producto del polvo que se levanta en la escarpa y por las fuentes móviles que diariamente circulan por sus angostas calles.

Las graficas permiten visualizar la concentración de PM10 durante el último año de monitoreo, en donde se puede observar que en ningún momento se ha superado la norma actual de 150 microgramos por metro cúbico (Ug/m3).

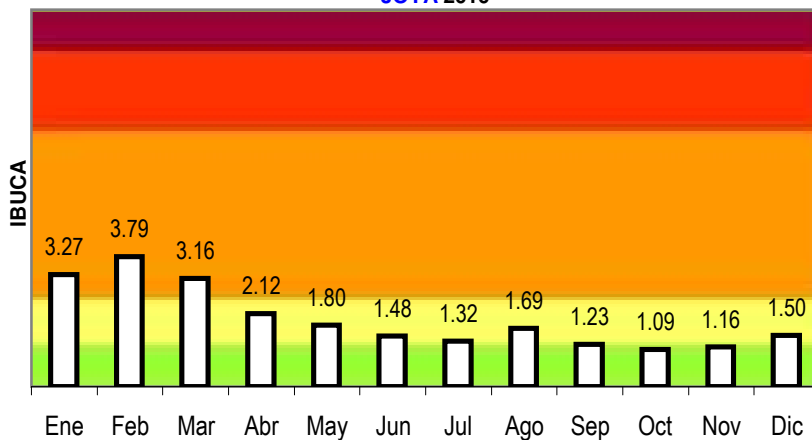
La grafica del IBUCA se ha ubicado principalmente en la franja de "moderado" (color amarillo) y solamente en los primeros tres meses del año en la franja del color naranja (calidad del aire "regular"), indicando que este barrio no posee problemas de contaminación debido a este contaminante específico.

Valor máximo del año= 69.59 Ug/m3

Valor promedio del año= 26.53 Ug/m3

Valor máximo IBUCA= 3.79 clasificación Regular

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO LA JOYA 2010



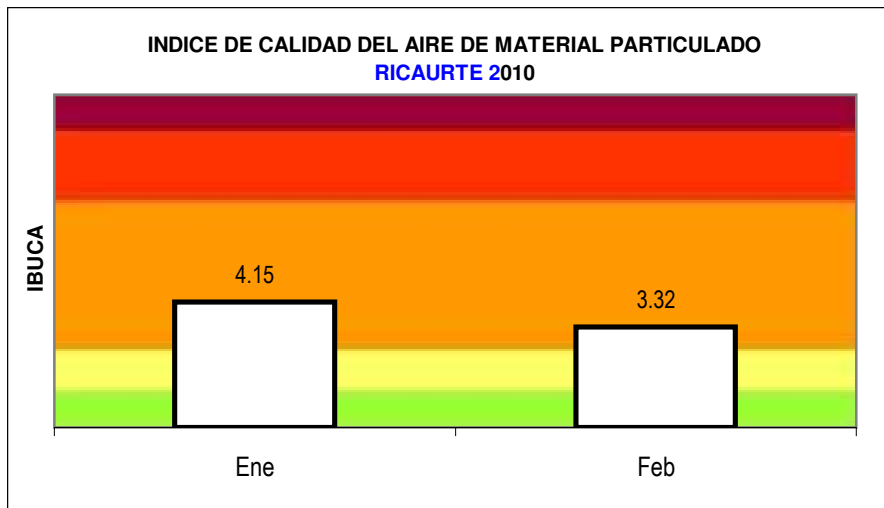
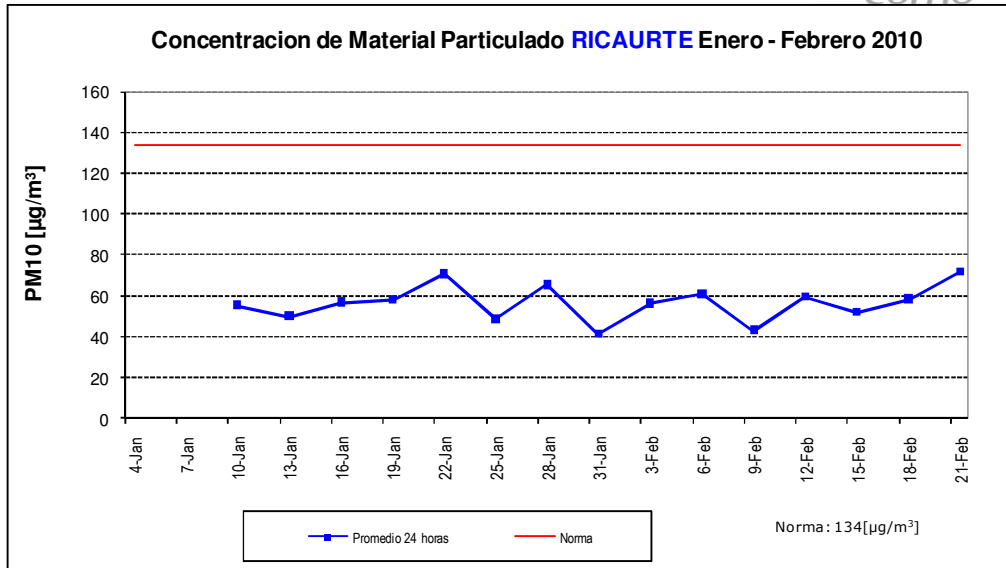
Estación: **Ricaurte, Carrera 17C # 58-86**

Enero - Diciembre 2010

Contaminante: **PM₁₀ [Ug/m³]** (promedio 24 horas)



HiVol instalado en una vivienda del barrio Ricaurte



Cumplidos tres años de monitoreo continuo en el barrio Ricaurte y por lo tanto se decidió finalizar el muestreo de Material Particulado el 21 de febrero y trasladar el equipo a Cañaverl and posteriormente al barrio La Concordia.

El equipo en el barrio Ricaurte se encontraba en una vivienda ubicada en la Carrera 17c # 58-86, dos cuadras adelante de San Andrecito La Isla, considerada una zona de mayor trafico vehicular en comparación con el sitio en donde esta ubicado el primer HiVol (barrio La Joya).

La concentración promedio anual fue de 56.42 Ug/m³, mayor a los 26.53 Ug/m³ registrados en la Joya

La principal fuente de contaminación de la zona son los vehículos y pequeñas fabricas de zapatos y muebles.

Valor máximo = 71.54 Ug/m³
Valor promedio = 53.42 Ug/m³
Valor máximo IBUCA= 4.15 clasificación Regular

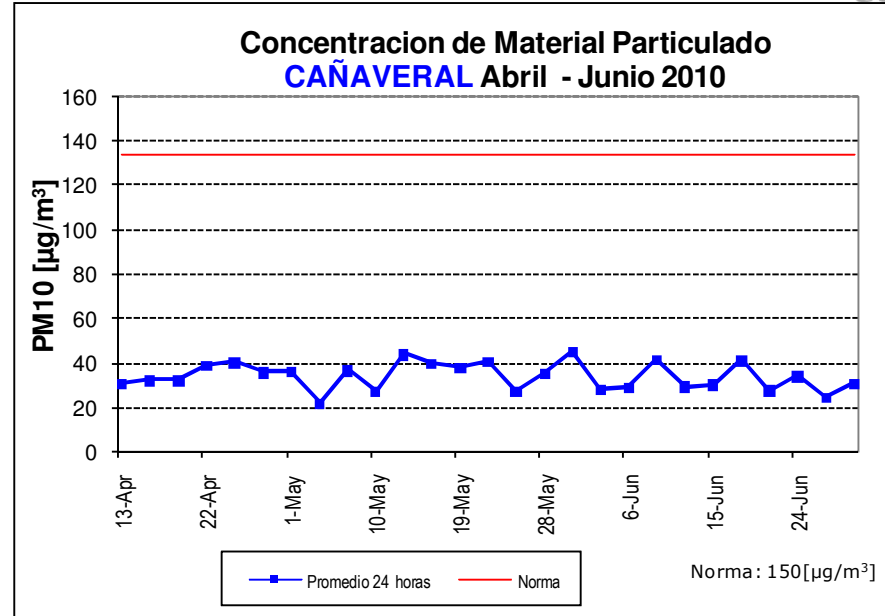
Estación: **Cañaverál**

Abril - Junio 2010

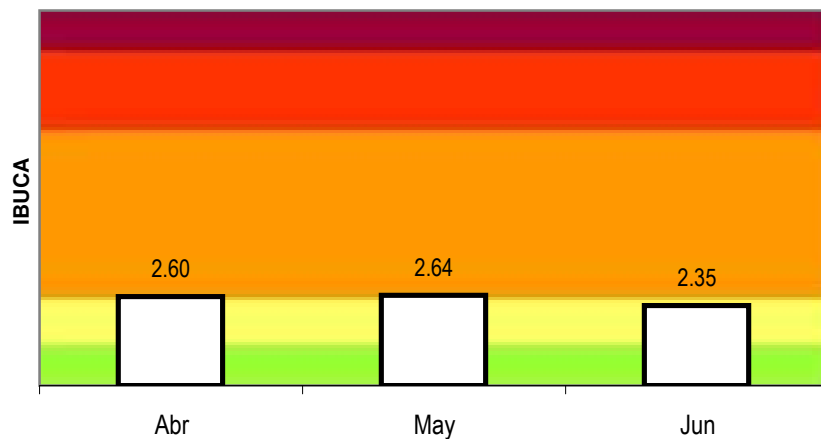
Contaminante: **PM₁₀ [Ug/m³]** (promedio 24 horas)



HiVol instalado en una vivienda del barrio Cañaverál



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE MATERIAL PARTICULADO CAÑAVERAL 2010



Finalizado el monitoreo en el barrio Ricaurte, se instala el monitor de Material particulado menor de 10 micras en el sector de Cañaverál, del municipio de Floridablanca, durante un periodo de 3 meses con el objeto de realizar comparaciones con otro equipo automático equivalente que mide este mismo contaminante en la zona.

Durante los tres meses se obtuvo una concentración de 24 horas muy estable, con un valor promedio de 37.88 microgramos por metro cúbico (Ug/m³) y una clasificación IBUCA similar para cada mes de "regular" pero muy cercana a la franja de color amarillo o "moderado" y en ninguna ocasión se superó la Norma de Calidad del Aire Nacional.

Valor máximo = 71.54 Ug/m³

Valor promedio = 53.42 Ug/m³

Valor máximo IBUCA= 4.15 clasificación Regular

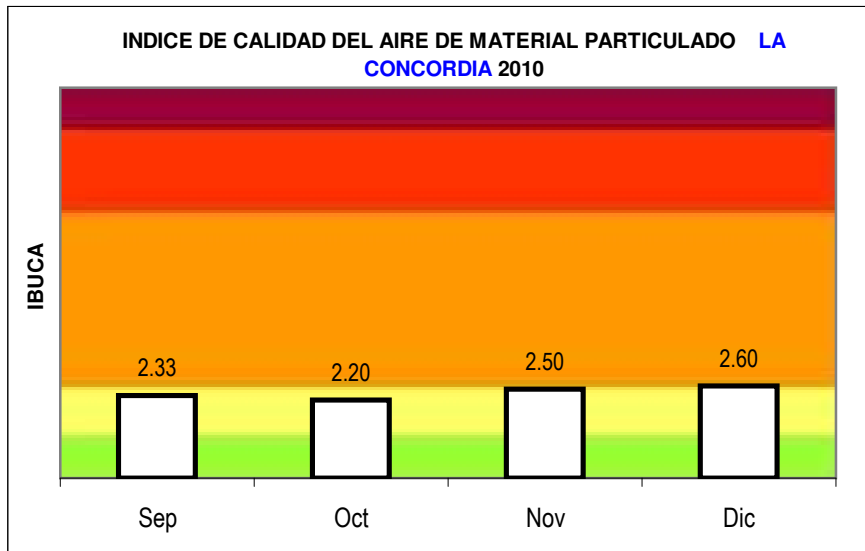
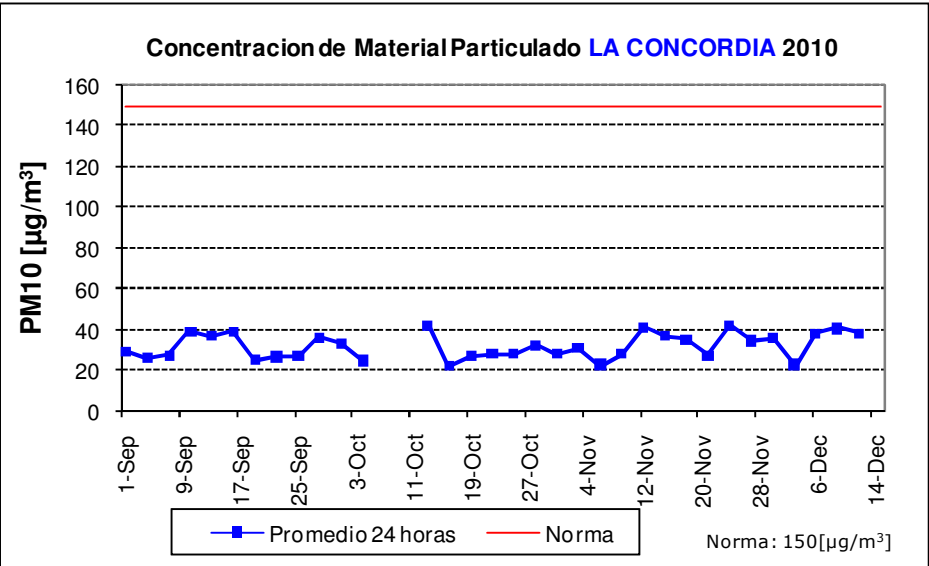
Estación: Cra 21 No 51-20 (La Concordia)

Sept - Dic 2010

Contaminante: PM₁₀ [Ug/m³] (promedio 24 horas)



HiVol instalado en una vivienda del barrio La Concordia



El objetivo de la CDMB de instalar un equipo sobre la Carrera 21, correspondía al de analizar el impacto sobre la calidad del aire del barrio La Concordia posterior a la implementación del SITM Metrolínea en el mes de febrero, lo cual obligaba a desviar las rutas de buses que quedaron posterior a la reestructuración y proceso de chatarrización, que anteriormente circulaban por la carrera 15 en sentido Sur - Norte. Finalmente, en el mes de agosto se instaló el monitor de PM₁₀ en una vivienda ubicada en la Cra 21 con calle 51, una cuadra antes del parque La Concordia y las gráficas muestran el comportamiento de este parámetro en los últimos 4 meses del año.

En términos generales, los valores de concentración promedio de PM₁₀ son muy parecidos a los que se registraban en el barrio Ricaurte, con valores promedio diarios entre 20 y 40 Ug/m³ y valores IBUCA en las franjas de calidad del aire "moderada" y "regular" y en ninguna ocasión se superó la Norma diaria de 150 Ug/m³.

Valor máximo = 41.95 Ug/m³

Valor promedio = 31.86 Ug/m³

Valor máximo IBUCA= 2.60 clasificación Regular

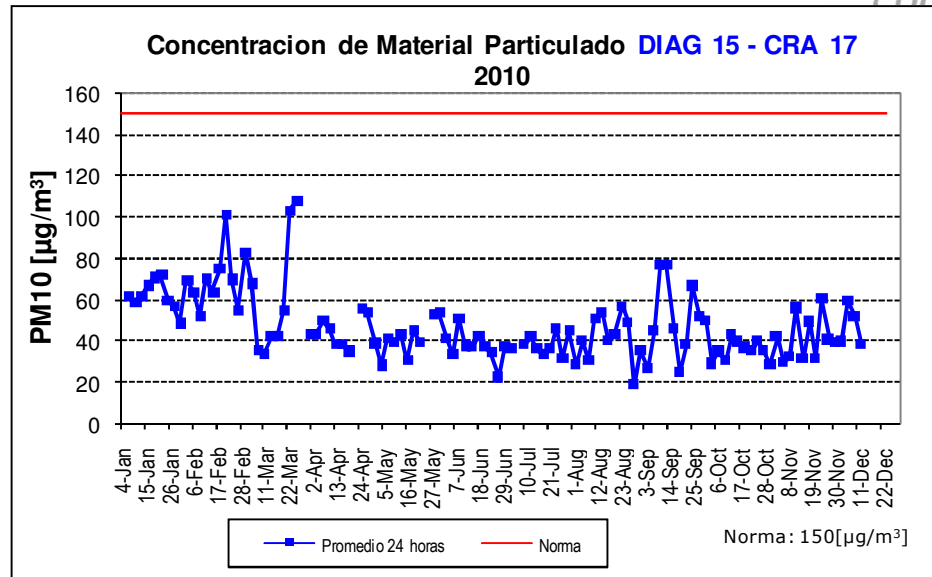
Estación: **CARRERA 17**

Enero - Diciembre 2010

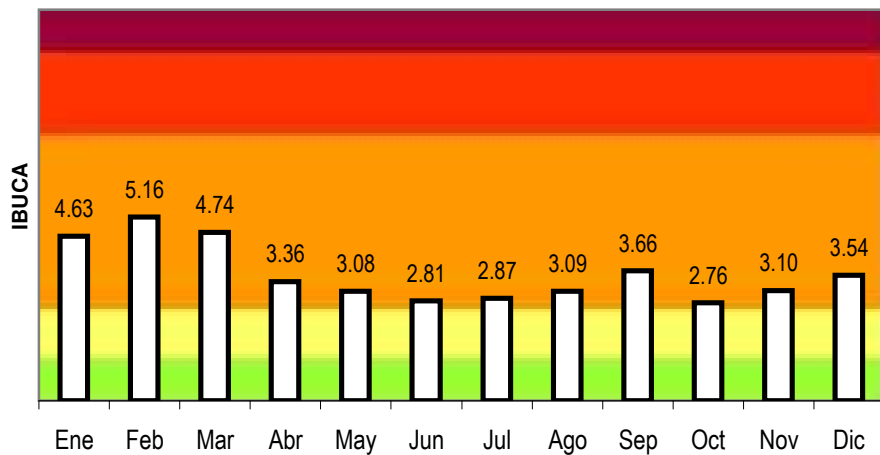
Contaminante: **PM₁₀ [Ug/m3]** (promedio 24 horas)



HiVol instalado en la interseccion vial de la Diagonal 15 con carrera 17



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



Desde la habilitación de Túnel vehicular en la intersección vial de la diagonal 15 con carrera 15 y calle 50, en junio de 2008 la calidad del aire en esta zona ha mejorado significativamente con valores de concentración promedio para los 3 primeros meses del año de 64.89 Ug/m3 y 42.08 Ug/m3 para el resto del año, para un valor promedio general de 47.78 Ug/m3 para el año 2010, lo cual comparado con el promedio obtenido en el año 2007 (antes de la construcción del Túnel) de 75.68 Ug/m3 corresponde a una reducción del 37% en la contaminación ambiental indicando que este tipo de obras mejoran la movilidad y la calidad del aire. La meta de los años venideros es mantener este promedio por debajo de los 50Ug/m3, Norma Nacional Colombiana vigente (Resolución 610 de 2010).

La grafica del Índice de Calidad del Aire muestra que la principalmente la población que posea enfermedades respiratorias y/o cardiovasculares podrían estar afectados si el tiempo de exposición diaria es superior a 10 horas y especialmente para los primeros tres meses del año.

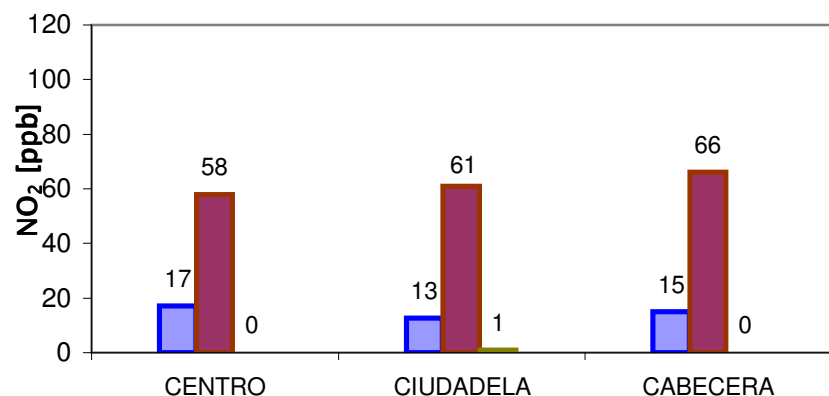
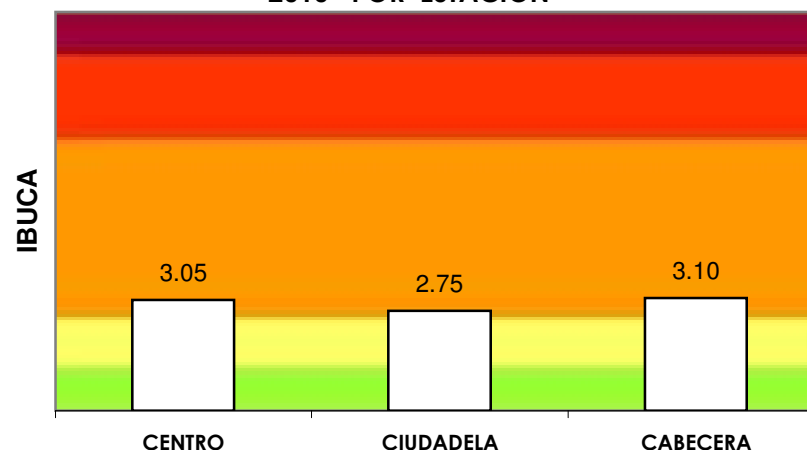
Valor máximo 24 horas= 108.19 Ug/m3

Valor promedio maximo mensual= 69.13 Ug/m3

Valor máximo IBUCA= 5.16 clasificación Regular

CAPITULO 3.

ANALISIS DE COMPARACION

Comparación Dióxido de Nitrógeno por Estaciones
 Ene - Dic 2010

 INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE NO_2 ENE - DIC
 2010 POR ESTACION


	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
CENTRO	17.00	58	0	3.05
CIUADDELA	12.61	61	1	2.75
CABECERA	15.01	66.00	0	3.10

El Dióxido de Nitrógeno (NO_2) es monitoreado en tres (3) de las cinco estaciones automáticas que conforman la Red de Monitoreo de Calidad del Aire, y según los resultados obtenidos este contaminante representa un riesgo "moderado" para la salud de la población de Bucaramanga.

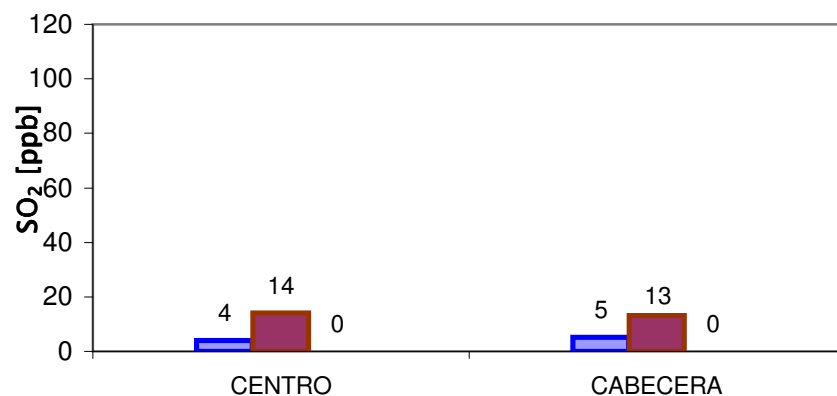
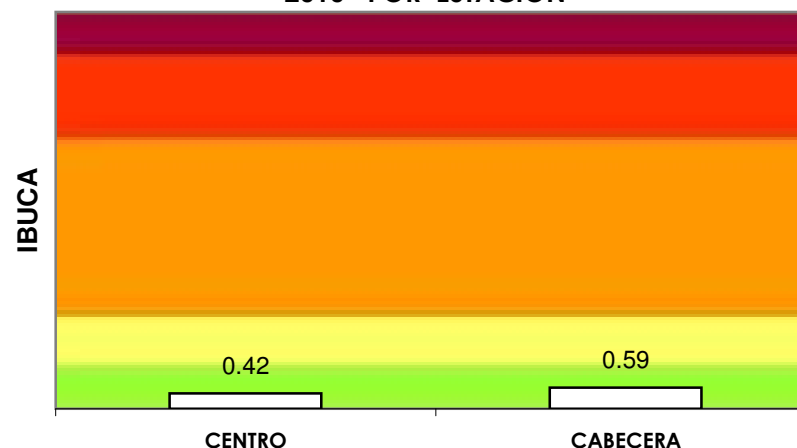
La generación de NO_2 es debido principalmente a los vehículos y motos que utilizan gasolina como combustible y los taxis que en su mayoría están utilizando gas natural como combustible. Este parámetro es uno de los causantes de la formación de otro contaminante de gran afectación en la calidad del aire en el área metropolitana de Bucaramanga, el ozono troposférico (O_3).

El valor promedio del índice de calidad del aire para el NO_2 del año 2010 fue el siguiente:

CENTRO = Regular: 3.05 (color naranja)

CIUADDELA = Regular: 2.75 (color naranja)

CABECERA = Regular: 3.10 (color naranja)

Comparación Dióxido de Azufre por Estaciones Ene - Dic 2010

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DE SO₂ ENE - DIC 2010 POR ESTACION


	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
CENTRO	4.00	14.03	0	0.42
CABECERA	5.07	13.1	0	0.59

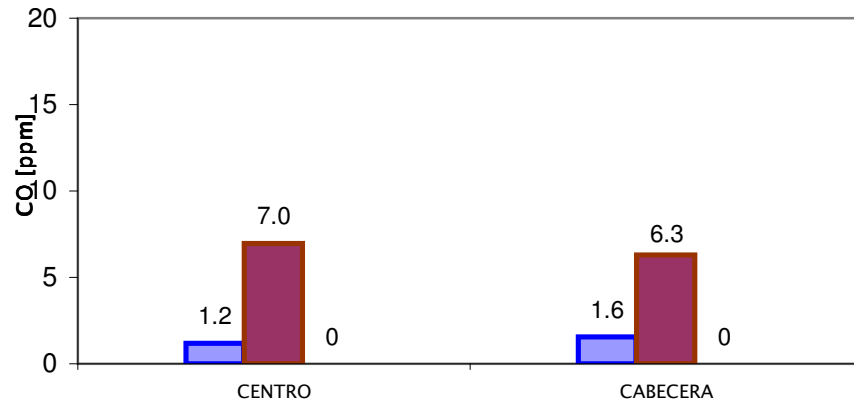
Las graficas permiten evidenciar las bajas concentraciones de Dióxido de Azufre (SO₂) que registraron las estaciones en el último año de operación. Este mismo comportamiento se ha obtenido en años anteriores cuando se instalaron estaciones como en los barrios la Libertad, La Universidad, Chorreras de don Juan, Comuneros y en el municipio de Piedecuesta.

Con respecto al análisis de comparación de este contaminante por Estación, se puede explicar el menor valor de concentración de SO₂ obtenido en el Centro de Bucaramanga gracias al ingreso, a finales del mes de febrero, del Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolinea por la Carrera 15.

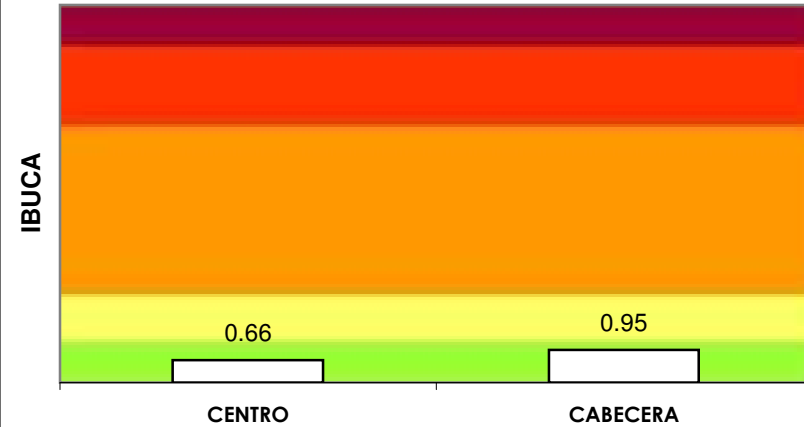
Finalmente, se puede concluir que el dióxido de Azufre (SO₂) no representa un riesgo importante para la salud pública. El valor promedio del índice de calidad del aire para el SO₂ del año 2010 fue el siguiente:

CENTRO = Bueno: 0.42 (color verde)
 CABECERA= Bueno: 0.42 (color verde)

Comparación Monóxido de Carbono por Estaciones
Ene - Dic 2010



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE CO ENE - DIC 2010
POR ESTACION



	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
CENTRO	1.18	6.98	0.01	0.66
CABECERA	1.57	6.29	0.00	0.95

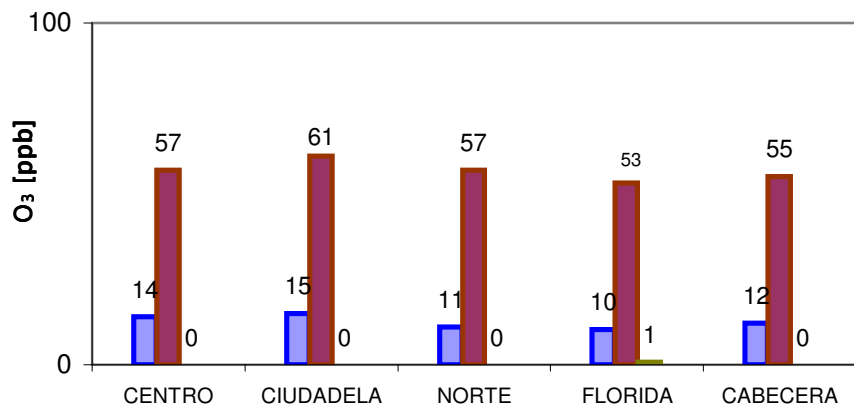
En el área de influencia de la estación CABECERA, el número de vehículos que utilizan gasolina como combustible es significativamente mayor en comparación con la estación Centro en donde se monitorea el Monóxido de Carbono (CO), obteniendo durante el 2010 los resultados consignados en las graficas.

Este contaminante, al igual que el SO₂, ha registrado históricamente valores que se encuentran en el intervalo de "bueno" (color verde) lo cual indica que no hay gran riesgo en la salud de la población debido a este parámetro.

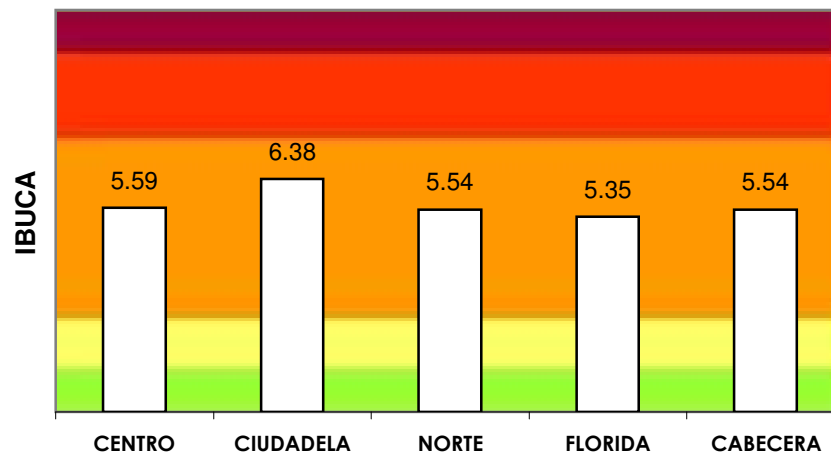
El valor promedio del índice de calidad del aire para el CO del año 2010 fue el siguiente:

CENTRO = Bueno: 0.66 (color verde)
 CABECERA= Moderado: 0.95(color verde)

Comparación Ozono por Estaciones Ene - Dic 2010



INDICE DE CALIDAD DEL AIRE O₃ ENE - DIC 2010 POR ESTACION

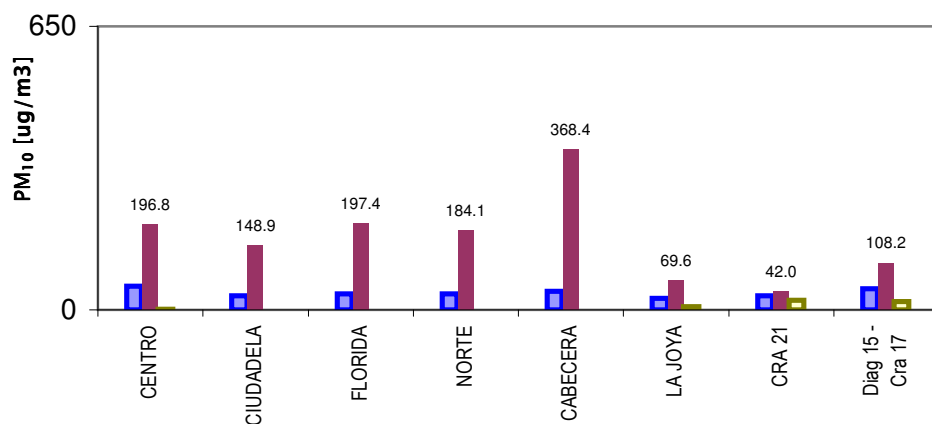
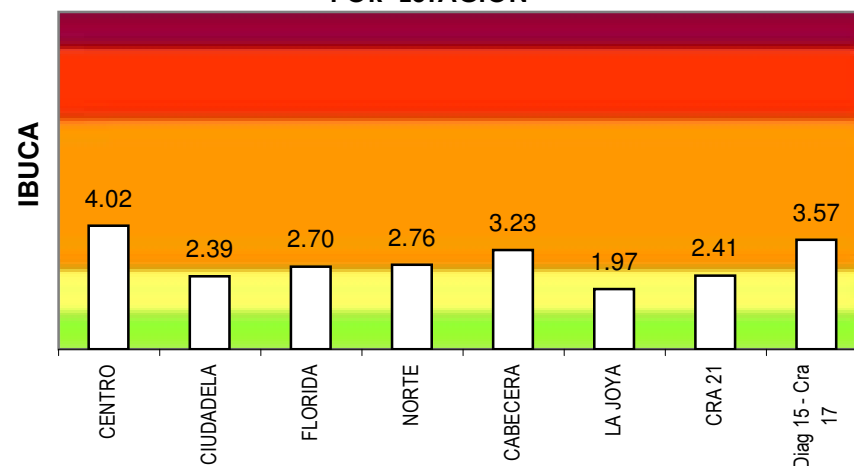


	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
CENTRO	13.97	57	0.00	5.59
CIUDADELA	14.96	61	0.00	6.38
NORTE	11.11	57	0.00	5.54
FLORIDA	10.39	53.1	0.76	5.35
CABECERA	12.20	55	0.00	5.54

Como se ha explicado en las paginas anteriores del presente informe, el Ozono troposférico es uno de los contaminantes de mayor concentración junto con el material particulado respirable en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

La grafica muestra el valor promedio de este parámetro para los cinco equipos instalados en el Centro, Ciudadela, Norte de Bucaramanga, en el parque San Pio y en Cañaverál perteneciente al municipio de Floridablanca. De las graficas se puede observar que la mayor concentración de O₃ se registra en la zona de Ciudadela, con valores cercanos al color rojo del Índice de Calidad del Aire IBUCA, concluyendo que este contaminante es catalogado como un problema para la población que habita en el área metropolitana de Bucaramanga y en especial para las personas con problemas respiratorios y cardiovasculares. El valor promedio del índice de calidad del aire para el O₃ del año 2010 fue el siguiente:

- CENTRO = Regular: 5.59 (color naranja)
- CIUDADELA = Regular: 6.38 (color naranja)
- NORTE = Regular: 5.54 (color naranja)
- CAÑAVERAL = Regular: 5.35 (color naranja)
- CABECERA = Regular: 5.54 (color naranja)

Comparación Material Particulado PM10 por Estaciones Ene – Dic 2010

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE DEL PM10 ENE-DIC 2010 POR ESTACION


	MEDIA	MAX	MIN	IBUCA
CENTRO	53.91	196.79	1.09	4.02
CIUDADELA	32.00	148.9	0.06	2.39
FLORIDA	36.15	197.35	0.00	2.70
NORTE	36.99	184.06	0.06	2.76
CABECERA	43.22	368.38	0.71	3.23
LA JOYA	26.47	69.59	6.63	1.97
CRA 21	32.25	41.95	22.17	2.41
Diag 15 - Cra 17	47.78	108.19	19.17	3.57

El monitoreo de calidad del aire durante los tres últimos años se ha enfocado principalmente en el Material Particulado respirable inferior a 10 micras, realizando monitoreos en 8 sitios diferentes tal y como se muestra en las graficas. Este contaminante y el ozono troposférico son los que deterioran en mayor medida el estado de la calidad del aire que respiramos y por ende la salud de la población, especialmente niños, ancianos y personas enfermas.

En su orden, los sectores de mayor contaminación por PM₁₀ fueron el CENTRO, Diagonal 15 con Carrera17 (DTB) y CABECERA. Sin embargo, hay que resaltar que el valor promedio anual en el CENTRO disminuyó de 59.77 Ug/m³ a 53.91 Ug/m³ posterior a ingreso del SITM Metrolínea por la carrera 15 a finales de marzo. La causa principal de generación de PM₁₀ en el aire es el gran número de vehículos con motor diesel que circulan por vías tan angostas y congestionadas del Área Metropolitana de Bucaramanga dificultando la movilidad.

4. PROYECTO DE INVESTIGACION DE EPIDEMIOLOGIA: La Contaminación Atmosférica y sus efectos en la Salud, Bucaramanga 2009 – 2010. Fase 2.

CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA No 6583-17 ENTRE EL MAVDT, OSPS, LA SSAB, LA UIS Y LA CDMB

Como respuesta a los interrogantes e hipótesis generados por un estudio realizado entre los años 2007 y 2008 (fase 1) se avanzó en una segunda fase mucho más amplia tanto en el componente del estudio de los contaminantes como de los efectos respiratorios en diferentes poblaciones y ambientes. En esta segunda fase además de la CDMB, el Observatorio de Salud Pública de Santander (OSPS) y la UIS, participaron como instituciones cofinanciadoras la Secretaría de Salud y Ambiente de Bucaramanga (SSAB) y el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). A continuación se presentan los resultados más importantes de cada uno de los cinco componentes que conformaron esta fase:

Componente 1: Monitoreo de fuentes fijas y móviles

El objetivo de este componente fue analizar de la dinámica de fuentes fijas y móviles de contaminación atmosférica alrededor de las estaciones de monitoreo ambiental.

Para su desarrollo se hizo un monitoreo diario de fuentes móviles entre 6:30 am hasta las 8:30 pm en dos turnos de personal (6:30 am a 1:30 pm y 1:30 pm a 8:30 pm). Se hizo registro de autos, taxis, buses, motos y camiones (fuentes móviles) en número de unidades por separado contadas en intervalos de 15 minutos, que de acuerdo al tipo de combustible fósil utilizado generan en diferentes proporciones determinados contaminantes criterio de interés local, y se definieron los sentidos de la observación de acuerdo con la dirección del tránsito vehicular. La duración del monitoreo en total fue de 14 horas diarias por 7 días continuos. El monitoreo fue distribuido en seis sitios que corresponden a puntos de la ciudad en los que la red de monitoreo de calidad del aire de la CDMB posee estaciones automáticas y manuales de monitoreo meteorológico y de contaminantes ambientales, principalmente de PM₁₀, ozono troposférico, CO, NO_x y SO₂: Centro, Carrera 17 con Diagonal 15, La Joya, Molinos Altos, Hospital local del Norte y Cabecera. De cada sitio de monitoreo y sentido de la observación se realizó un conteo y promedio de fuentes por tipo de vehículo y un promedio de vehículos por hora como una medida de resumen del flujo de fuentes. De manera adicional se realizó el inventario de fuentes fijas (establecimientos comerciales o industriales) de contaminación alrededor de cada Estación de Monitoreo Automática de propiedad de la CDMB.

Los resultados mostraron que el mayor flujo de fuentes móviles se presenta en la zona centro (diag 15 con cra 17) con un promedio de flujo vehicular entre 160 y 230 vehículos por hora. En el punto Molinos Altos, correspondiendo a Floridablanca, se observó también un promedio horario similar; en estos dos puntos se registraron altas participaciones de móviles tipo motos (en Molinos) y

autos (en Cra 17) que llevan a niveles medios y altos de contaminación por contaminantes como PM10 y NOx, que se ha documentado tienen efectos negativos sobre la salud humana, especialmente a nivel respiratorio. Los puntos de la Joya y el Hospital Local del Norte fueron los que registraron menores niveles de fuentes móviles con promedio horarios menores a 100 vehículos y en concordancia menores niveles de contaminación según los registros de la CDMB.

De acuerdo con el inventario de fuentes, los vehículos que utilizan combustibles fósiles son las principales generadoras de contaminación atmosférica en el municipio de Bucaramanga y en la zona observada de Floridablanca con un aporte menor de establecimientos comerciales e industriales. Estos datos son consistentes con los obtenidos en el modelamiento de fuentes realizados por la técnica de análisis de Receptor-Fuente en el que se muestra que entre el 60% y 70% de las fuentes de contaminación corresponden a las emisiones de vehículos de transporte.

Componente 2: Caracterización de material particulado y modelación de fuentes

El objetivo de este componente fue la caracterización físico-química de los contaminantes que contienen las partículas de PM10 obtenidas de las estaciones de monitoreo ambiental. Para el estudio se tomaron 100 filtros de PM10 de los equipos de alto volumen y se analizaron 50 muestras para Iones-Metales y 50 para Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs). Las muestras se tomaron entre los diversos puntos de estudio, tanto en época seca como de lluvias. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de la CDMB y llevadas al laboratorio Químico de Consultas Industriales de la Universidad Industrial de Santander, para el análisis de Iones-Metales, utilizando los métodos de Absorción Atómica, Espectrofotometría, Nefelometría y Electrodo Ion Selectivo. En el laboratorio de Cromatografía de la misma universidad se realizó análisis de Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH) utilizando Cromatografía de gases con detector selectivo de masas (GC-MS).

Los resultados mostraron que en términos generales los cloruros (entre 14% y 27%) y sulfatos (entre 21% y 43%) son los iones más abundantes en las muestras recolectadas. El sílice (exceptuando Ricaurte, se encuentra entre 16% y 50%) y el calcio (exceptuando Cañaveral, se encuentra entre 8% y 13%) son las especies más abundantes que no son iones. El plomo (entre 0.02% y 0.30%) y el zinc (entre 0.16% y 0.67%) son las especies con menores aportes entre los Iones-Metales analizados en el estudio.

Los cinco PAHs con valores más altos son Indeno[1,2,3-cd]pireno, Benzo[g,h,i]perileno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[a]pireno y Fenantreno, según SPECIATE de la U.S. EPA estos componentes provienen principalmente de quemas, humo de cigarrillo, restaurantes y asaderos, motores diesel, motores a gasolina y cocinas residenciales con leña. Analizando el contexto de las zonas analizadas se

espera que los principales aportantes sean los motores de los vehículos y los restaurantes y asaderos.

Para el análisis receptor-fuente se utilizaron los modelos PMF y UNMIX. Los resultados de PMF, revisando las características de las zonas evaluadas y los perfiles generados se puede atribuir la influencia así: vehículos automotores= 61.9%, fuentes geológicas= 20.1% y otras fuentes= 18%. Otras fuentes engloban todas las fuentes que no se ven representadas adecuadamente por los componentes típicos del transporte vehicular y los de origen geológico. Los resultados de UNMIX se pueden asignar así: vehículos automotores= 54%, fuentes geológicas= 32% y otras fuentes= 14%. Como pudo observarse en los resultados obtenidos, los porcentajes obtenidos con ambos modelos son esencialmente los mismos y se pueden considerar estadísticamente equivalentes. Los resultados concuerdan con lo que esperado en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Componente 3: Evaluación de la exposición extra e intradomiciliaria

El objetivo fue el análisis de la relación de la concentración de material particulado en exteriores e interiores. El monitoreo extradomiciliario se realizó utilizando las Estaciones Automáticas y manuales que posee la CDMB en siete (7) sitios estratégicos de Bucaramanga y Cañaverál. Adicional a las estaciones de monitoreo, se utilizaron dos (2) equipos para medición de PM₁₀ entregados en comodato por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), los cuales se instalaron directamente sobre las viviendas o locales en donde también se midió la contaminación "indoor". Para el monitoreo intradomiciliario se realizaron mediciones de PM₁₀ al interior de las viviendas y locales utilizando cinco (5) equipos, tres (3) automáticos y dos (2) manuales, portátiles entregados por el MAVDT, obteniendo resultados cada hora y promedio de 24 horas. Estos equipos son pequeños, portátiles y de bajo nivel de ruido.

En los resultados se obtuvo que el mejor acuerdo entre niveles de PM₁₀ intra y extradomiciliario se obtuvo en la zona de baja contaminación (La Joya) y el menor acuerdo en la zona media de contaminación (Cabecera y Molinos), lo que quiere decir que las concentraciones de PM₁₀ en exteriores son mejores predictores de concentraciones intradomiciliarias en zonas de baja concentración.

En la zona centro (alta) y La Joya (baja) la contaminación intradomiciliaria es mayor a la registrada en el exterior, mientras que en Molinos (media) se obtuvo el patrón contrario. Este resultado puede ser explicado por el tipo de actividades micro-empresariales que se desarrollan en el intradomicilio en el centro y La Joya. Se observó también que en todos los puntos de monitoreo tanto las mediciones intra como extradomiciliarias tuvieron un punto máximo durante el periodo más seco, específicamente en el mes de enero (en el que por ejemplo el punto de

Molinos alcanzó un índice de calidad del aire IBCA de 8,12) y un decremento (proporcional en las dos mediciones) que coincidió con el inicio de periodo de lluvias (en el ejemplo de Molinos en abril el IBCA bajó a 5,31).

Componente 4: Estudio del efecto de la contaminación en poblaciones sensibles

El objetivo del estudio fue investigar si la exposición a diferentes niveles de contaminación externa está asociada con la incidencia de síntomas respiratorios en población (todas las edades) con enfermedad crónica de tipo respiratorio o cardiovascular (población sensible). Se seleccionaron tres zonas de la ciudad con diferentes concentraciones de material particulado menor de 10 micras de diámetro aerodinámico (PM10), de acuerdo con medidas históricas de la red de monitoreo de calidad del aire de la CDMB así: Zona de baja contaminación (menor a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), zona media (entre 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y zona de alta contaminación (mayor a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Con estas zonas definidas con diferentes niveles de exposición se realizó un estudio de cohorte prospectiva. Para la selección de los participantes se incluyeron personas con antecedente de enfermedad crónica respiratoria o cardiovascular que residían alrededor de las estaciones de monitoreo de cada zona descritas en el componente uno. Los participantes seleccionados se siguieron por seis meses registrando la aparición de síntomas respiratorios en un calendario de síntomas similar al utilizado en la fase 1 del proyecto en población preescolar. Además de los síntomas se registraron diariamente variables meteorológicas (humedad relativa, precipitación y temperatura) y concentración de PM10.

Se siguieron 756 participantes de un total de 770 reclutados en la evaluación inicial. Los síntomas con mayores tasas de incidencia fueron el estornudo y la tos seca. La tasa de incidencia del total de síntomas fue de 46 por 100 participantes/día con diferencias entre las zonas: 17 en la zona alta, 74 en la zona media y 53 en la zona de baja contaminación. Con excepción del estornudo y el uso de inhaladores, todos los síntomas fueron mayores en la zona de contaminación media. Sin embargo el análisis multivariado usando un modelo Poisson de tipo multinivel, mostró que luego del ajuste por variables de confusión, la zona de alta contaminación está asociada con un 64% y 77% más síntomas comparado con la zona de media y baja contaminación, respectivamente. La cercanía a industrias de cemento y el diagnóstico de falla cardiaca congestiva fueron variables también asociadas con la incidencia de síntomas respiratorios en estas poblaciones.

Estos resultados sugieren que en poblaciones sensibles la contaminación externa es un determinante importante de la ocurrencia de síntomas respiratorios, junto con otras variables de tipo personal y de condiciones de la vivienda y que éste efecto negativo se presenta en sitios con concentraciones de PM10 que superan los 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Componente 5: Estudio de contaminantes biológicos intradomiciliarios.

Este componente del estudio fue desarrollado como trabajo de grado de una estudiante de la maestría en epidemiología y contó con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la UIS. El objetivo del estudio fue evaluar si la presencia de contaminantes biológicos intra domiciliarios está asociada positivamente con la presencia de síntomas respiratorios compatibles con asma en niños menores de 7 años independiente de la contaminación extradomiciliaria.

Para su desarrollo se utilizó un diseño analítico de corte transversal, en menores de 7 años residentes en zonas de la ciudad de niveles diferentes de contaminación atmosférica medido por PM10, que correspondieron a las zonas delimitadas en la primera fase del estudio. Se incluyeron 678 niños con tiempo de residencia mayor 12 meses y aceptación voluntaria por los padres; se excluyeron niños o niñas con enfermedades cardíacas, respiratorias o neurológicas crónicas. Para la evaluación de los síntomas respiratorios compatibles con Asma se utilizó el cuestionario ISAAC validado en español para mayores de un año y el cuestionario EILS para menores de un año. A los padres o cuidadores de los niños y niñas participantes se aplicó; además un cuestionario estructurado para determinar la presencia de otros contaminantes extra e intradomiciliarios (tabaquismo, mascotas, industrias dentro o alrededor de la vivienda) y los antecedentes personales y familiares de enfermedades respiratorias. Las mediciones biológicas para ácaros fueron recolectadas usando aspiradoras de alta potencia para obtener polvo doméstico de la cama del participante; la medición de hongos se hizo mediante método gravimétrico utilizando cajas de petri con medio de crecimiento específico para hongos ambientales

Se estudiaron 748 niños y niñas con un promedio de 42 meses de edad, que permanecieron en casa en promedio 146 horas a la semana. La prevalencia de síntomas respiratorios compatibles con asma fue del 8%. Para determinar esta prevalencia se aplicó la metodología rash a las escalas ISAAC Y EISL con el fin de obtener una medida unidimensional de la escalara y se tomó como punto de corte un puntaje de 0.5 que corresponde a una probabilidad de 50% de que el niño/a tenga síntomas respiratorios compatibles con asma. El análisis multivariado utilizó un modelo binomial que mostró que los síntomas compatibles con asma se asociaron con la presencia de ácaros (RP: 1.3, IC95% 0.74 - 24), presencia de acremonium sp (RP: 5 IC95% 3,1 - 8) y los antecedentes del niño de neumonía (RP: 3 IC95% 2 - 4,4), de rinitis alérgica (RP: 1,89, IC95% 1,02 - 3,5), prematurez(RP: 2,3, IC95% 1,5 - 3,4) y padres con asma bronquial (RP:1,87 IC95% 1,08 - 3,2).

De estos resultados se concluye que la exposición a contaminantes biológicos intramurales y los antecedentes respiratorios, la prematurez y el antecedente familiar de asma se relacionan con síntomas indicativos de asma bronquial en la población pediátrica de Bucaramanga. La principal aplicación de estos resultados está relacionada con la identificación temprana de los niños con antecedentes respiratorios rinitis alérgica, neumonía y prematurez con el fin de

dar recomendaciones para la eliminación de contaminantes biológicos, con el fin de evitar la instauración de síntomas respiratorios compatibles con asma

5. ACCIONES DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

Objetivo: Ejercer el control policivo de las fuentes de contaminación, exigir el cumplimiento de las regulaciones y efectuar el monitoreo de la calidad del aire con énfasis en el mejoramiento de la salud pública de los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga.

Descripción de actividades desarrolladas:

A. Control de la Contaminación Generada por Fuentes Fijas

En el marco del desarrollo de la función de control de la contaminación atmosférica generada por las fuentes fijas, el Grupo de Seguimiento y Monitoreo Ambiental adelantaron las siguientes actividades:

- Intervención del sector productivo ubicado en el Área de jurisdicción de la CDMB, que afecta el recurso aire principalmente por las emisiones asociadas a su proceso, como material particulado, gases de combustión, olores ofensivos, ruido etc., a fin de minimizar o reducir las afectaciones ambientales hacia el entorno y la comunidad vecina.
- Seguimiento a la gestión ambiental del sector productivo, mediante la practica de visitas técnicas de inspección y el análisis de la información allegada a la CDMB referente a los requisitos ambientales que la industria debe cumplir ante esta Corporación.
- Elaboración de informes técnicos de las medidas de control a implementar por parte de las empresas intervenidas y verificar su correcta ejecución en los términos establecidos para tal fin.
- Proyección de Informes a la oficina jurídica ambiental, acerca de las afectaciones ambientales asociadas a emisiones atmosféricas y ruido principalmente, a fin de contribuir en la solución definitiva de problema y favorecer el proceso legal que adelanta dicha oficina.
- Verificación del cumplimiento de las Resoluciones 0886 de 2004 y 909 de 2008 (Capítulo XIV), en el cual se establecen los estándares de emisión de sustancias contaminantes para instalaciones que operen hornos crematorios.
- Estudio y evaluación de lo expuesto en la Resolución 909 del 5 de Junio de 2008, normatividad expedida por el Ministerio de Ambienta, Vivienda y

Desarrollo Territorial, en la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas. Se radicaron 13 solicitudes de permisos de emisiones atmosféricas, se auditaron 21 muestreos directos (isocinéticos) a empresas que cuentan con algún tipo de fuente de emisión (horno, caldera, etc), se atendieron 127 quejas y otras solicitudes de la comunidad, se realizaron 4 jornadas de capacitación y se realizó un inventario de emisiones a lo largo del corredor industrial La Salle – El Palenque.

B. Control de la Contaminación Generada por Fuentes Móviles

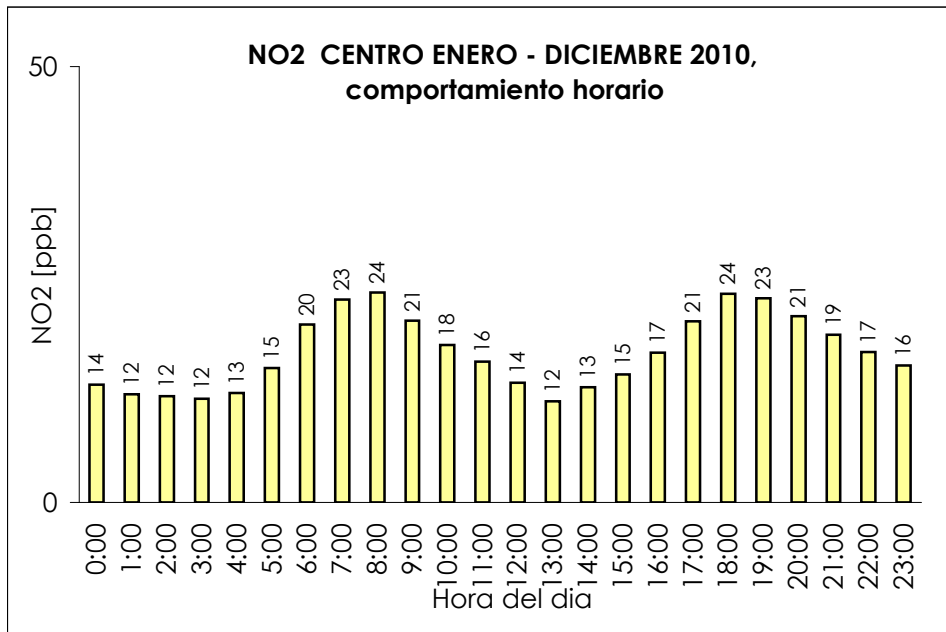
Frente al control y seguimiento a fuentes móviles se han realizado operativos de control a la contaminación ambiental generada por las fuentes móviles que circulan en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, en conjunto con funcionarios de la Secretaría de Salud, Policía Nacional y Dirección de Tránsito y Transporte, fue así como durante el año 2010 se han verificado 41,653 vehículos en 245 operativos.

La tabla N° 3, presenta el Resumen operativos a Fuentes Móviles durante el 2010.

CONCEPTO	TOTAL
Operativos realizados	245
Vehículos requeridos	41,653
Pruebas realizadas	24,252
Verificaciones Motor a Gasolina	17,520
Verificaciones Motor a Diesel	6,732
Vehículos que cumplen la Norma	34,540
Superan Norma (SN)	7,133
SN servicio particular	5,503
SN servicio publico	1,610
SN Motor a Gasolina	5,545
SN por HC	664
SN por CO	1,108
SN por HC y CO	1,623
SN Motor a Diesel	1,568

Tabla N° 3. Resumen operativos a Fuentes Móviles durante el 2010

ANEXO 1.
Comportamiento Horario

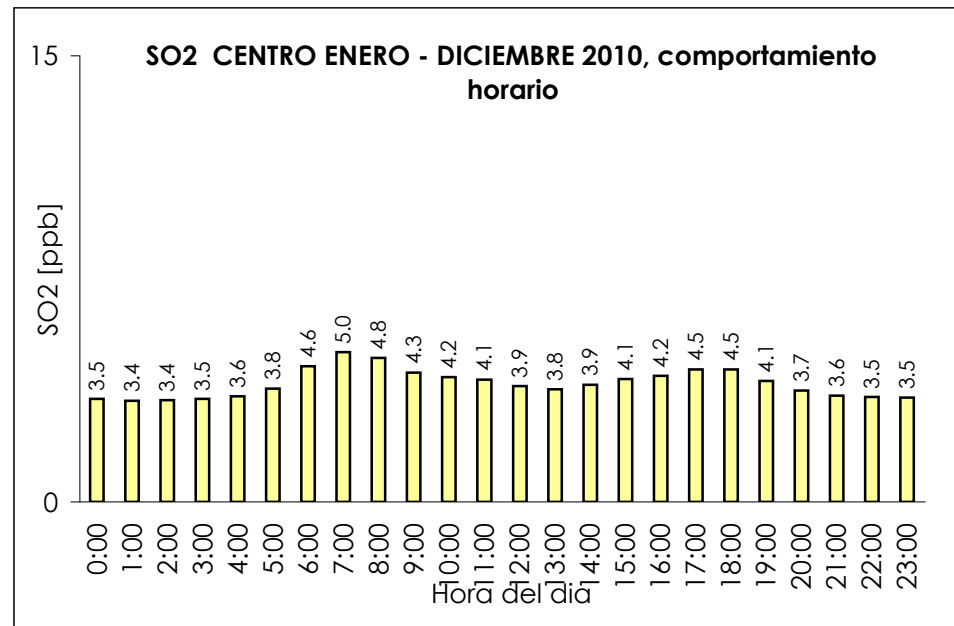


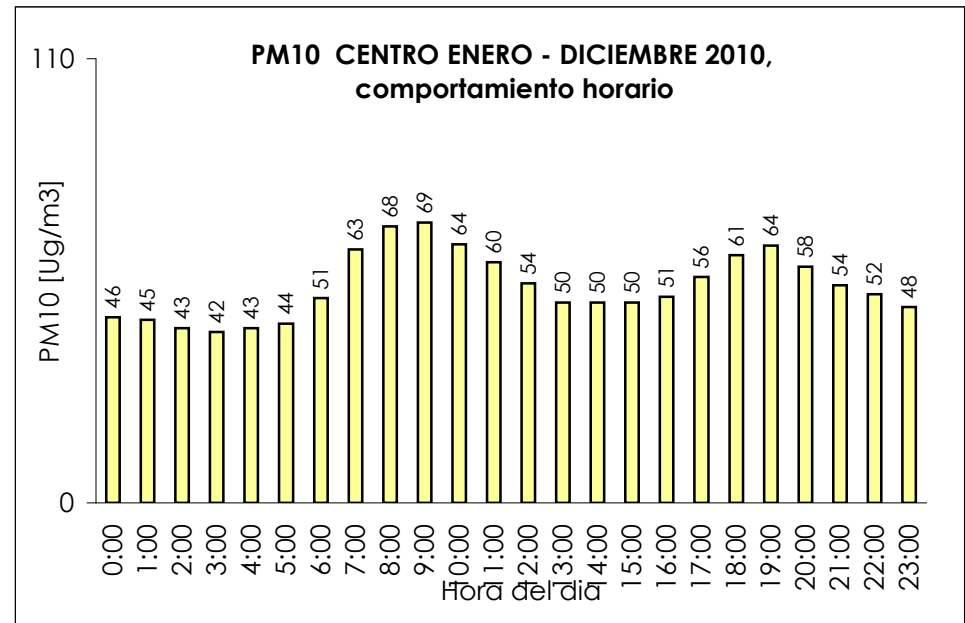
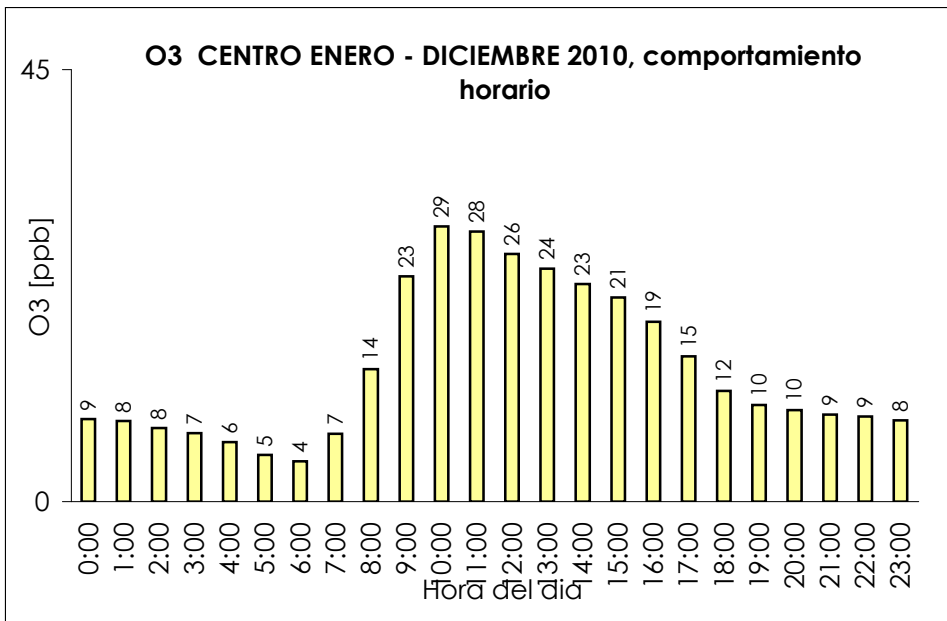
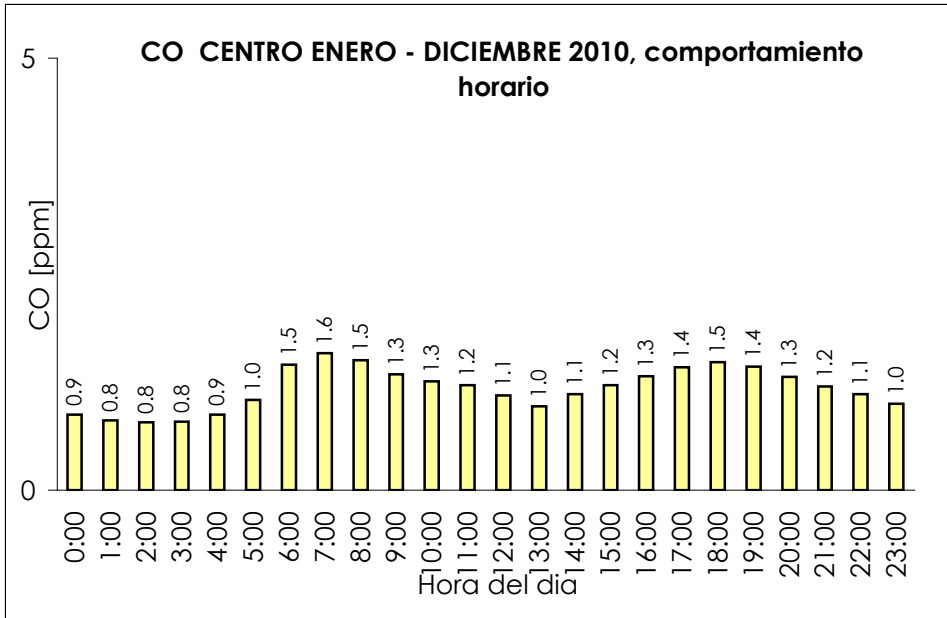
Las gráficas de Comportamiento Horario de cada parámetro monitoreado en tiempo real por los equipos electrónicos de la Red de Monitoreo de Calidad del aire de la CDMB son el resultado de promediar todos los valores de concentración por horas durante el periodo de análisis del presente informe.

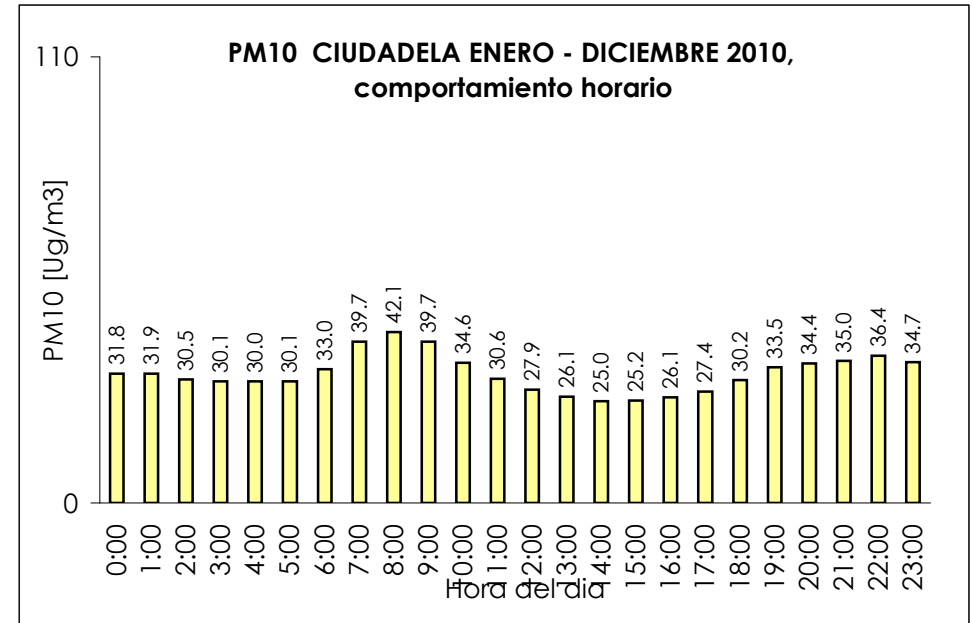
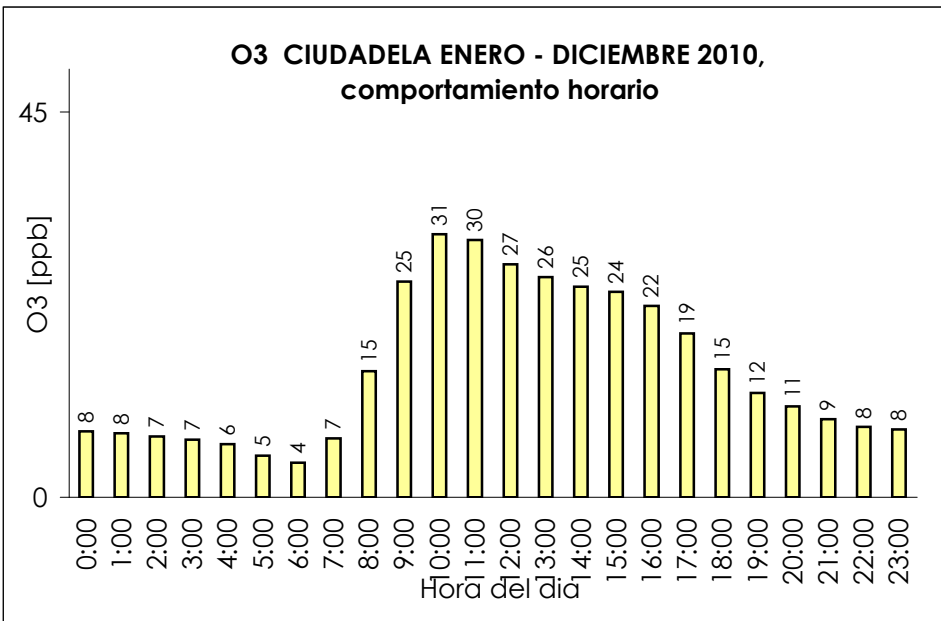
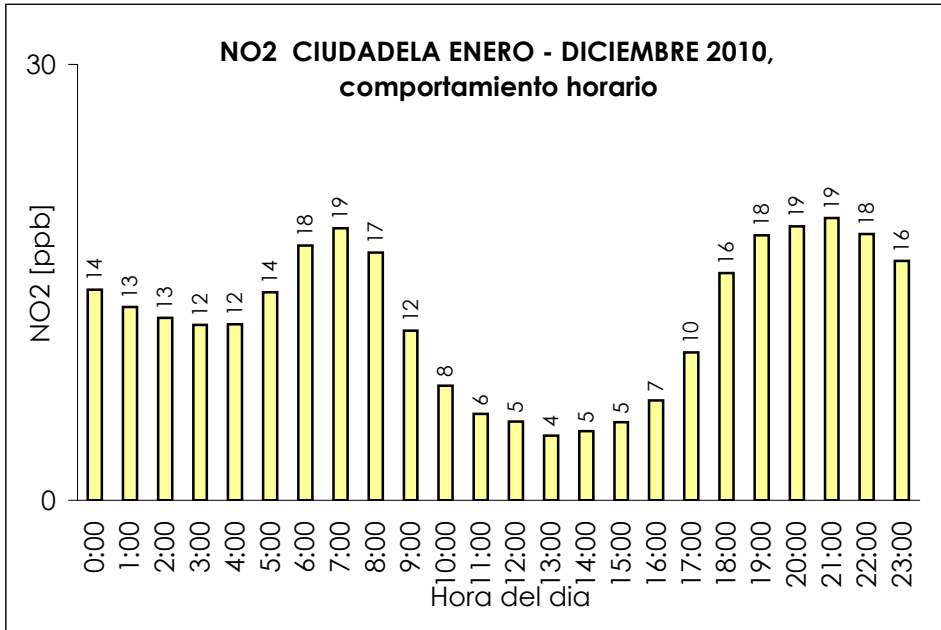
Con esta grafica, se puede determinar la tendencia diaria del contaminante dependiendo de la dinámica diaria de nuestra ciudad. En conclusión, las graficas muestran como se comporta generalmente el contaminante ofreciendo la oportunidad de conocer las horas de mayor concentración y por lo tanto de mayor interés.

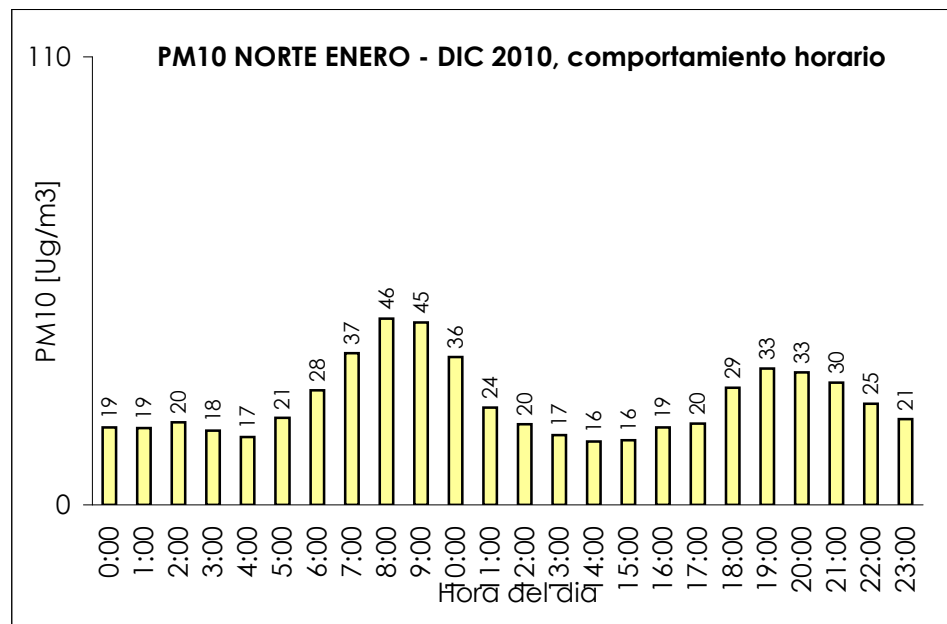
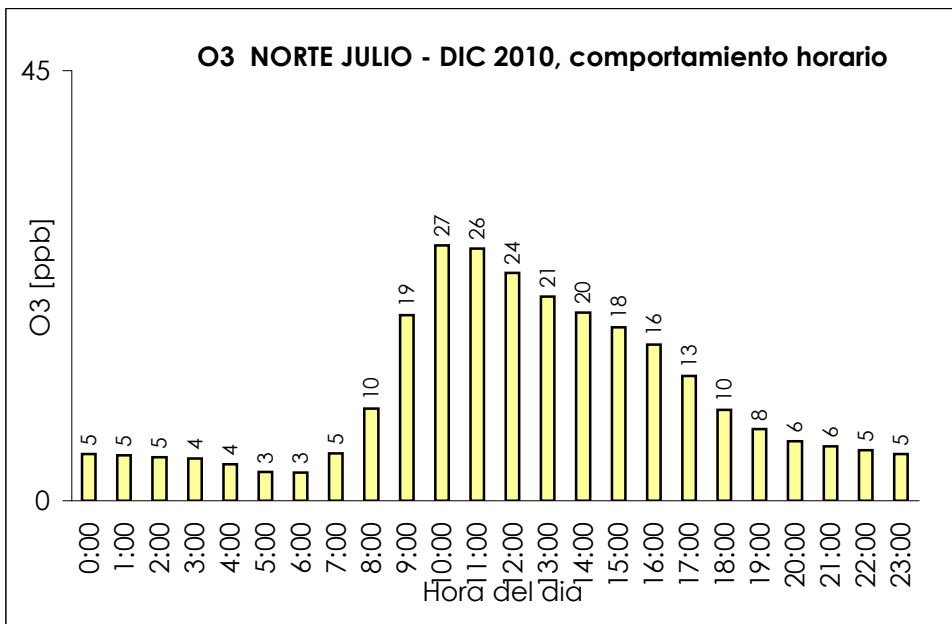
Por ejemplo, de la primera grafica se concluye que las horas de mayor concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en el aire que se respira en el centro de Bucaramanga se presenta al inicio y final de la jornada laboral y de acuerdo a lo anterior, se puede concluir fácilmente, que la principal fuente de este contaminante son las fuentes móviles que circulan por el centro.

Las siguientes graficas muestran el comportamiento de cada contaminante medido, todas con la misma escala en eje Y para el mismo parámetro.

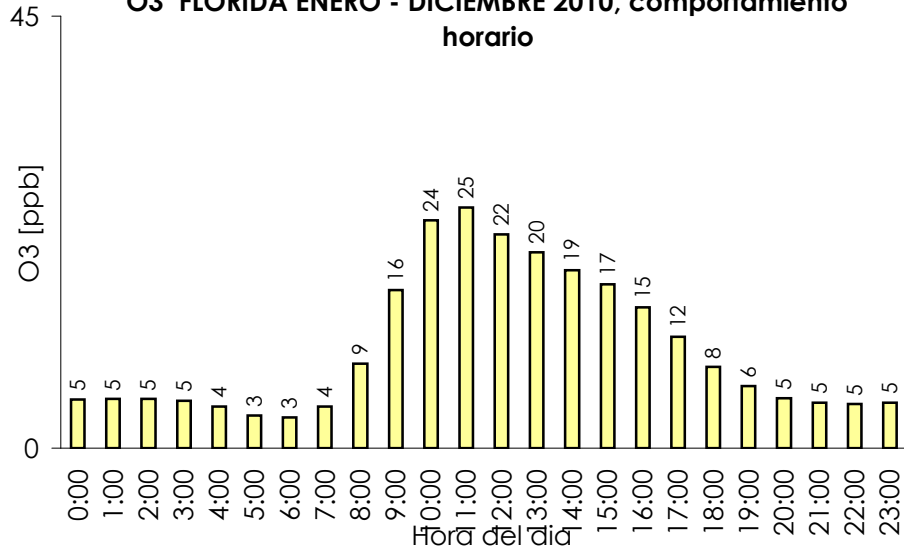




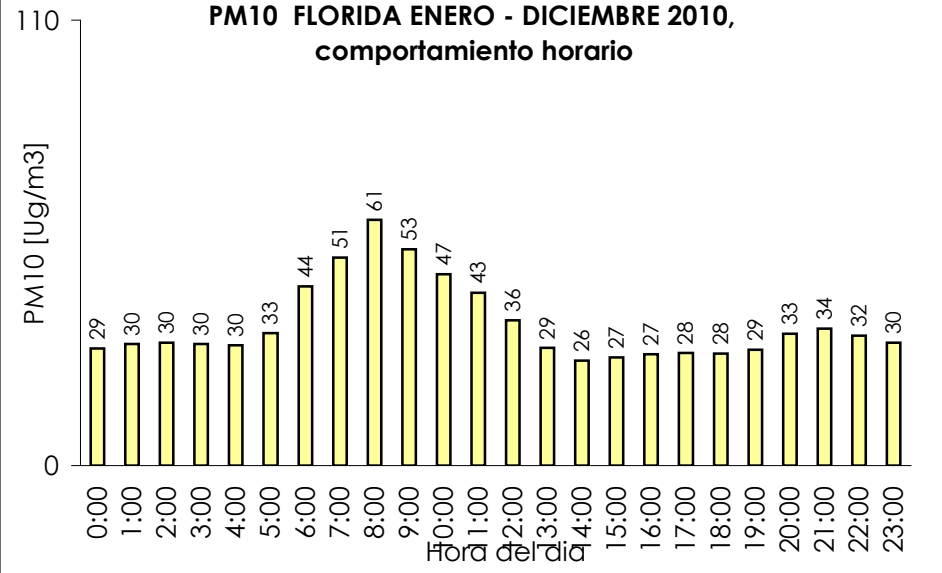


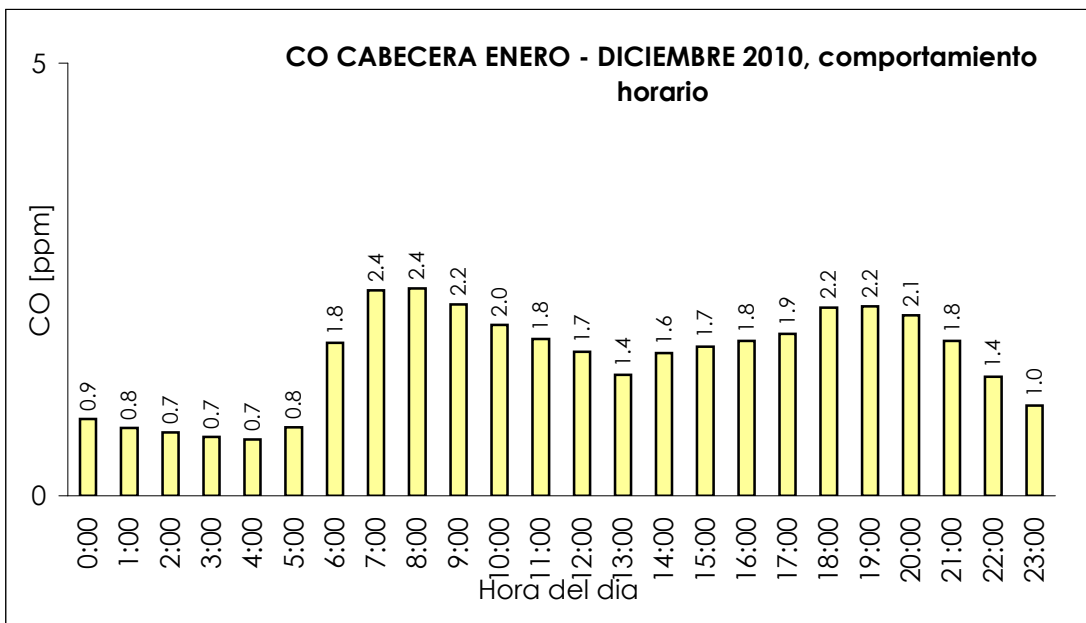
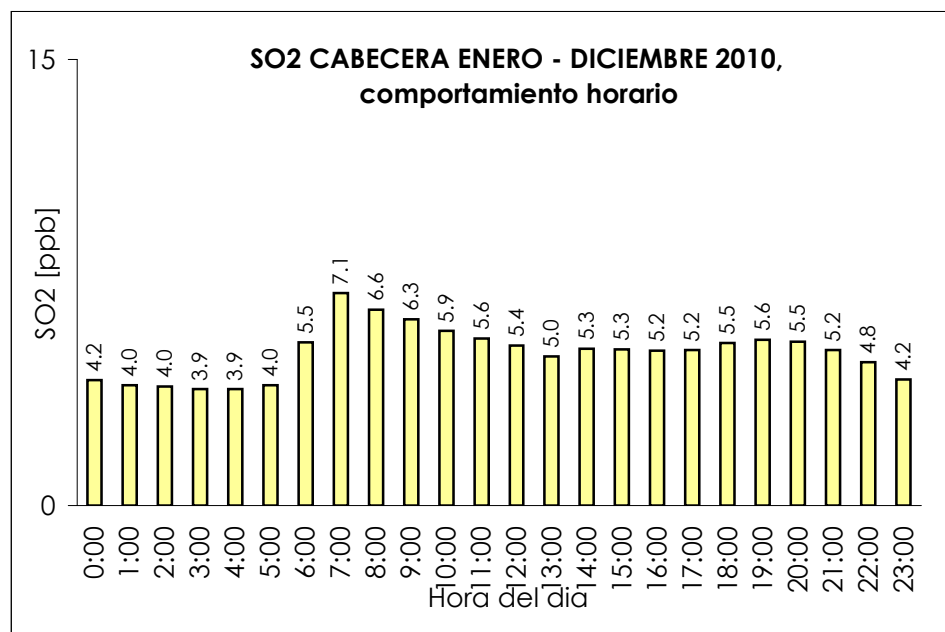
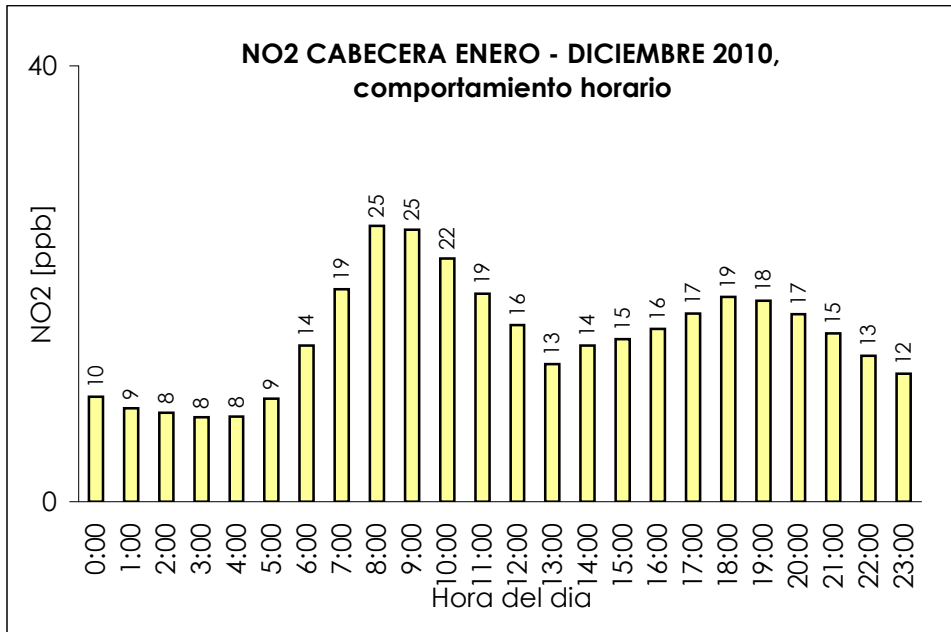


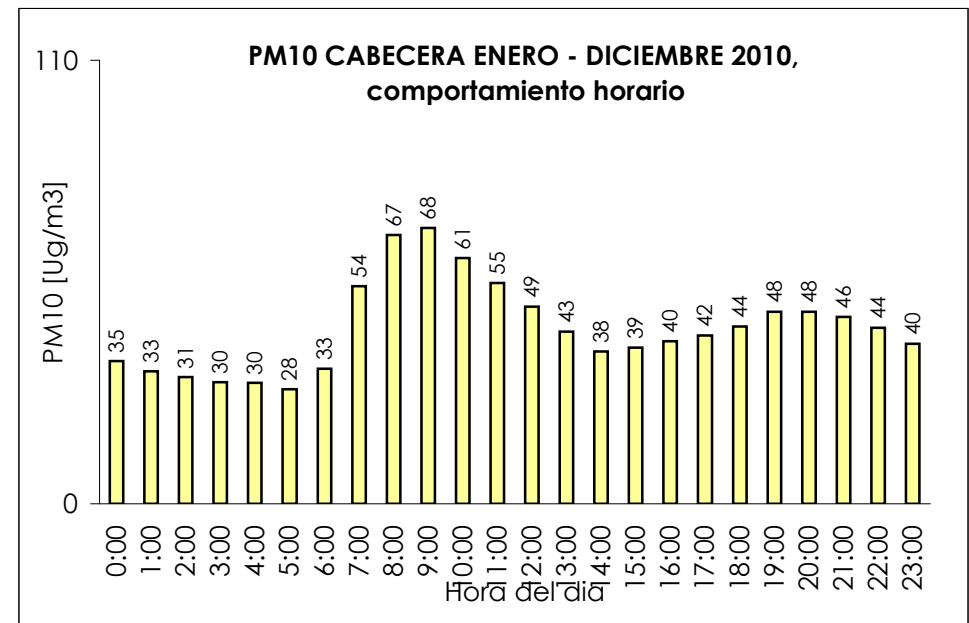
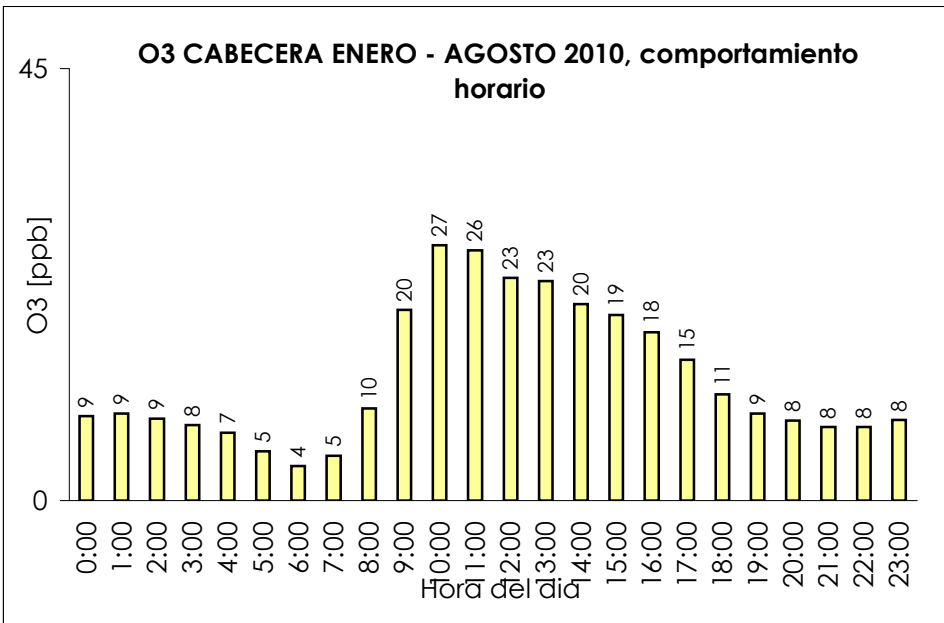
O3 FLORIDA ENERO - DICIEMBRE 2010, comportamiento horario



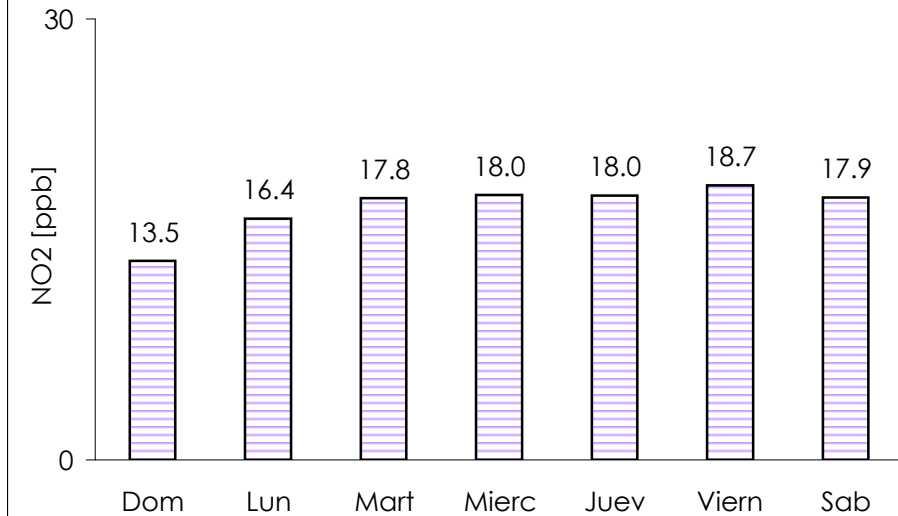
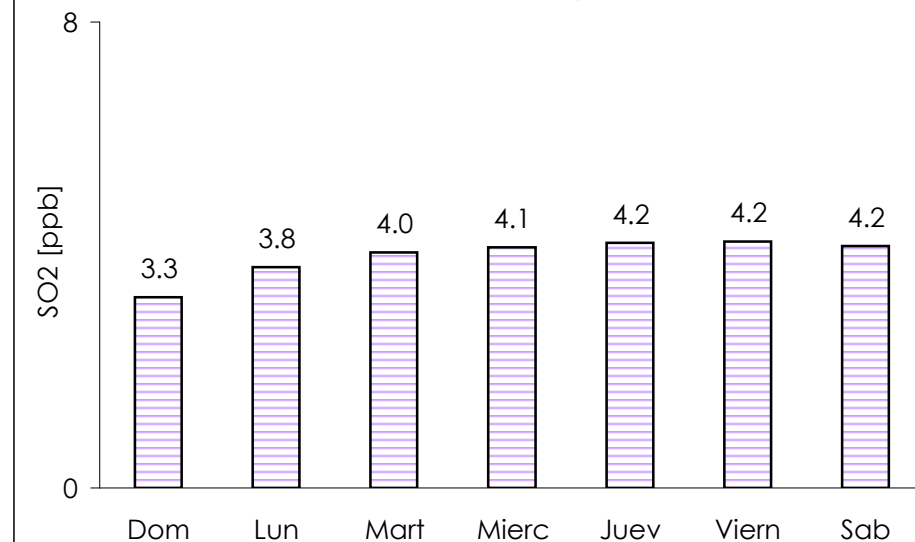
PM10 FLORIDA ENERO - DICIEMBRE 2010, comportamiento horario







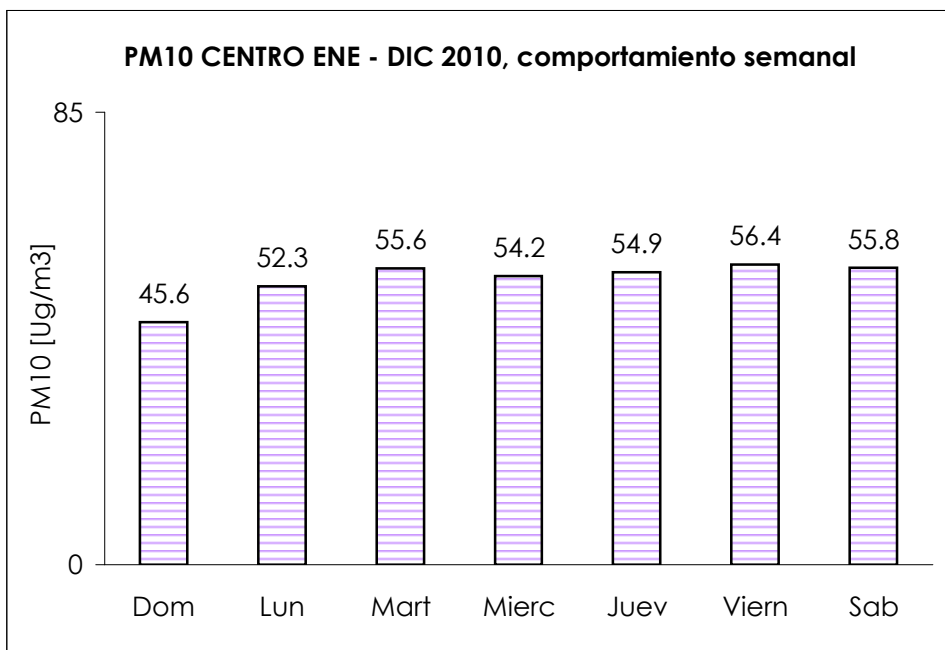
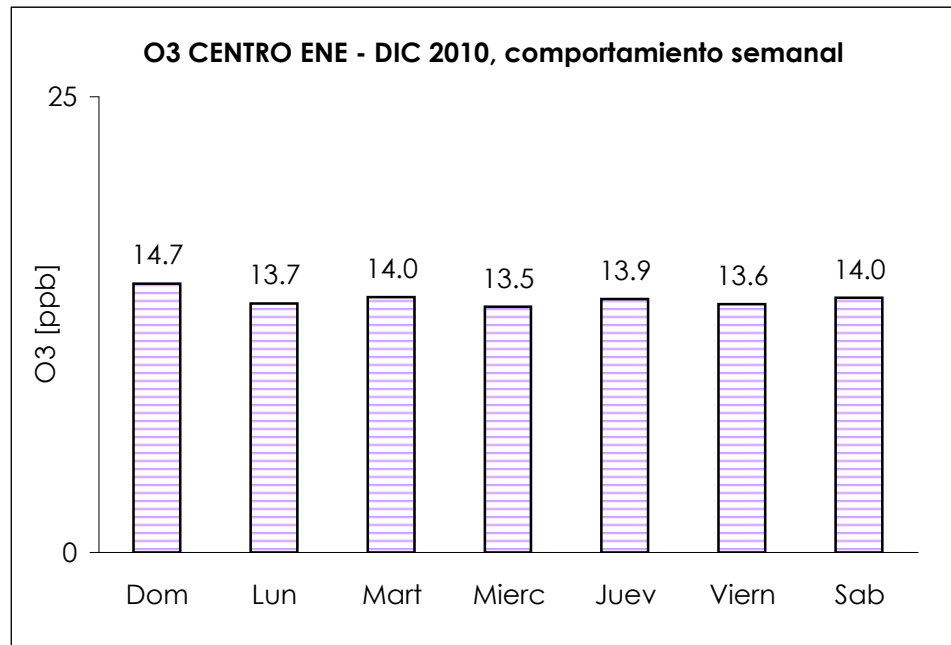
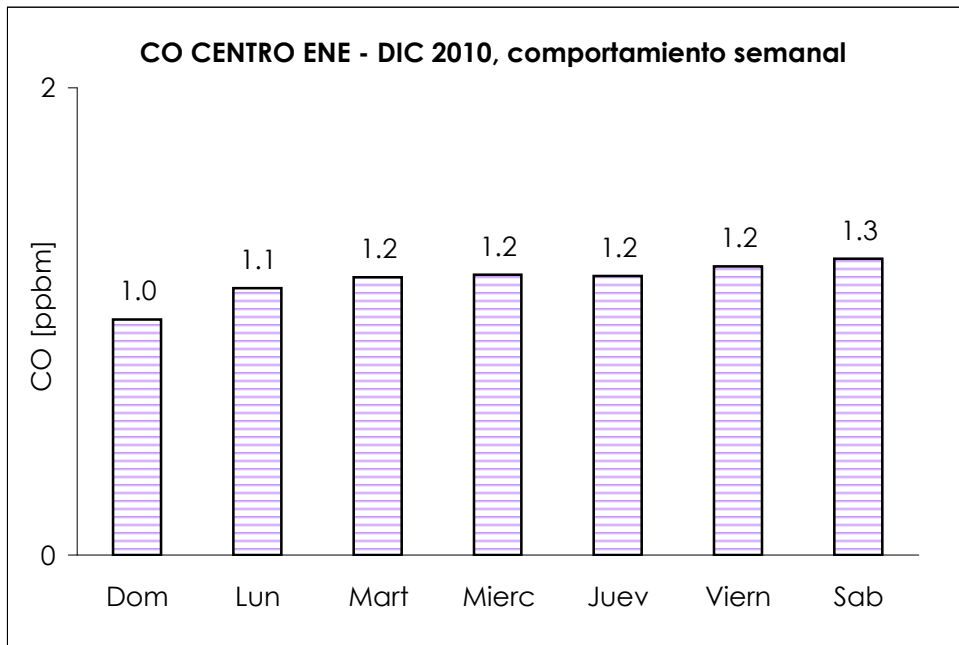
ANEXO 2.
Comportamiento Semanal

NO2 CENTRO ENE - DIC 2010, comportamiento semanal**SO2 CENTRO ENE - DIC 2010, comportamiento semanal**

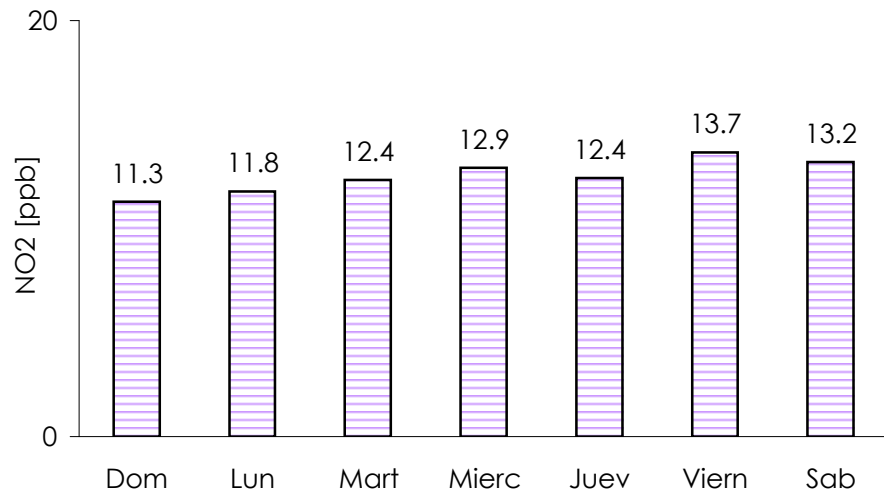
A diferencia de las gráficas de Comportamiento Horario, estas graficas permiten observar y analizar el valor de concentración de cada contaminante para cada día de la semana. Por lo tanto, estas graficas son el resultado de promediar todos los valores de concentración por días de la semana entre Enero y Diciembre de 2010.

En este orden de ideas, se puede apreciar de las graficas de Comportamiento Semanal del Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Dióxido de Azufre (SO₂) del Centro como disminuye significativamente su concentración de contaminación para los días domingos y presenta un comportamiento muy similar entre semana, a excepción de los lunes por las festividades que normalmente se trasladan a este día durante el año. Con lo anterior, se reafirma la hipótesis de la principal fuente de contaminación en el centro de Bucaramanga: los vehículos.

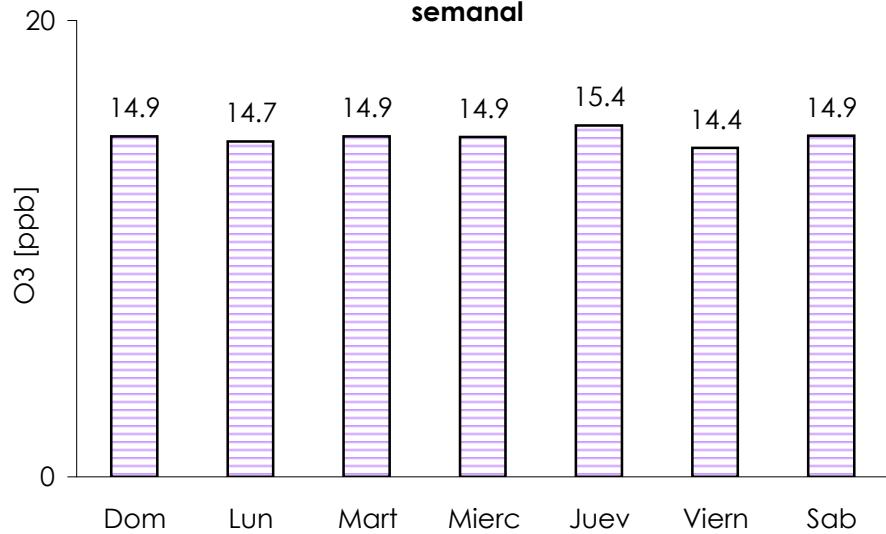
Las siguientes graficas muestran el comportamiento semanal de cada contaminante medido.



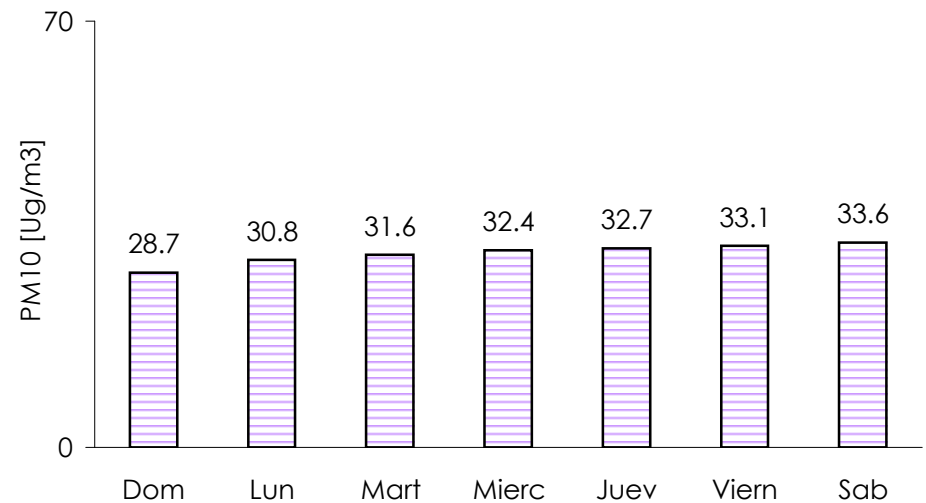
NO2 CIUADELA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



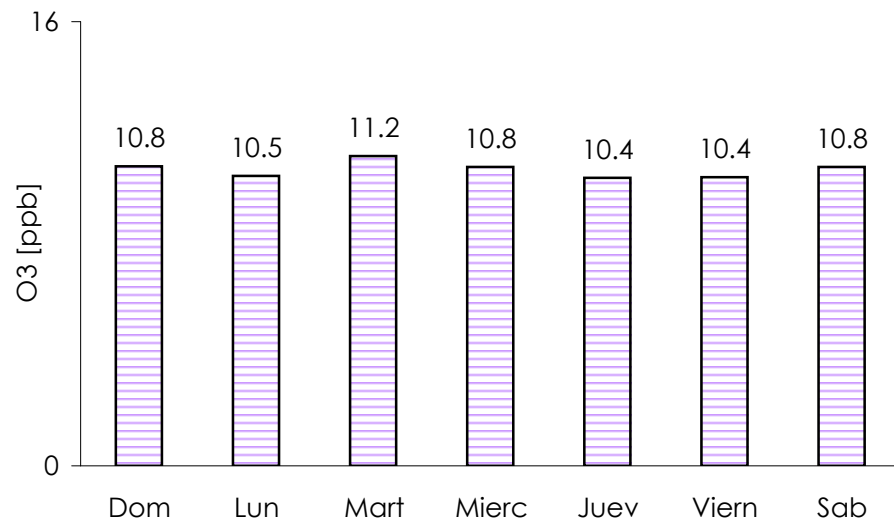
O3 CIUADELA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



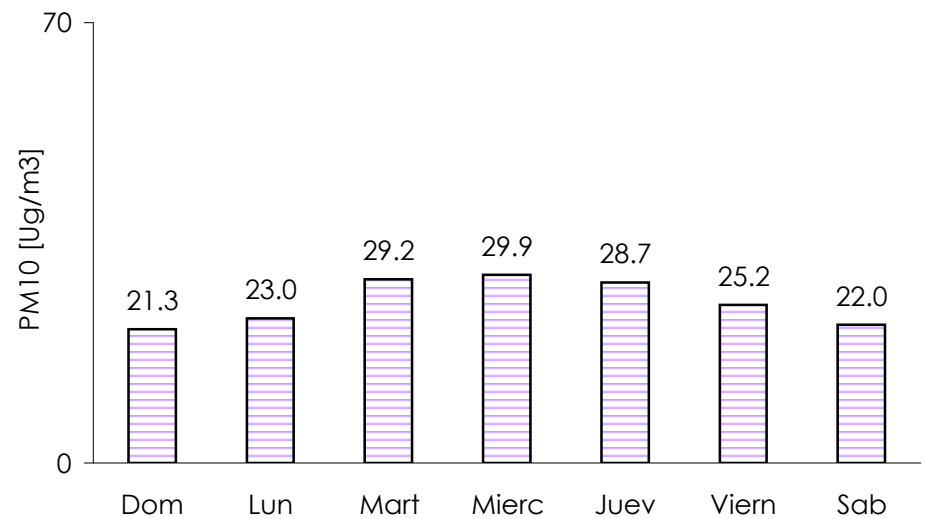
PM10 CIUADELA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



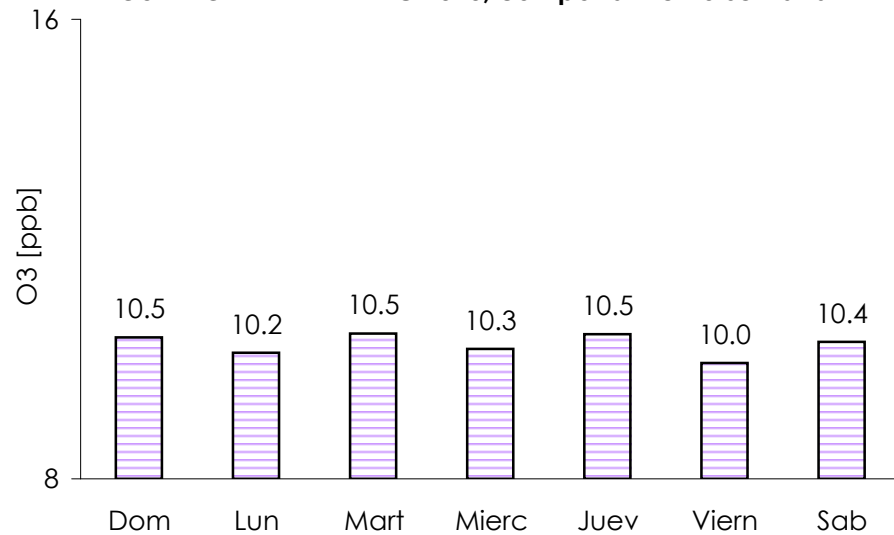
O3 NORTE JUL - DIC 2010, comportamiento semanal



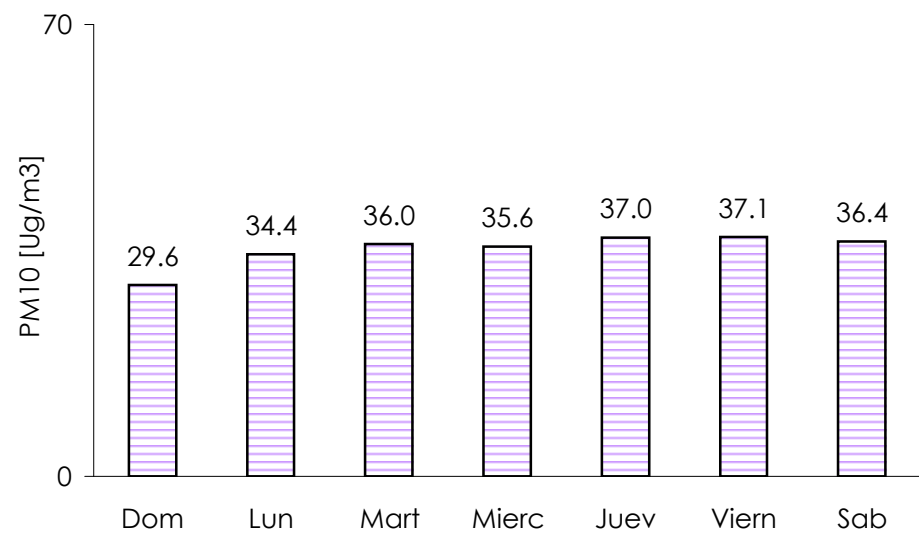
PM10 NORTE ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



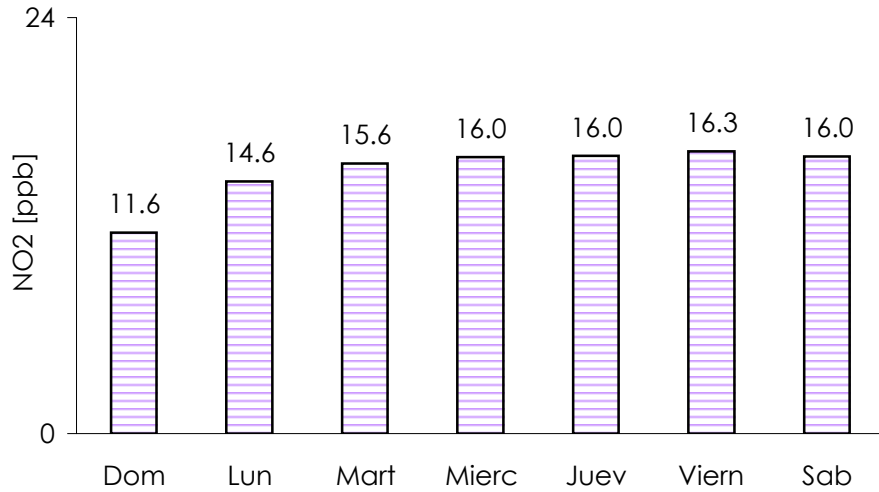
O3 FLORIDA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



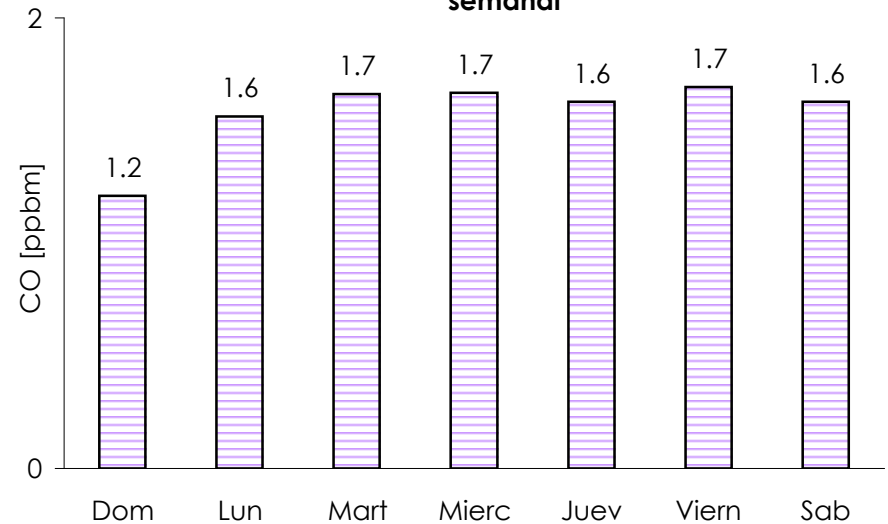
PM10 FLORIDA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



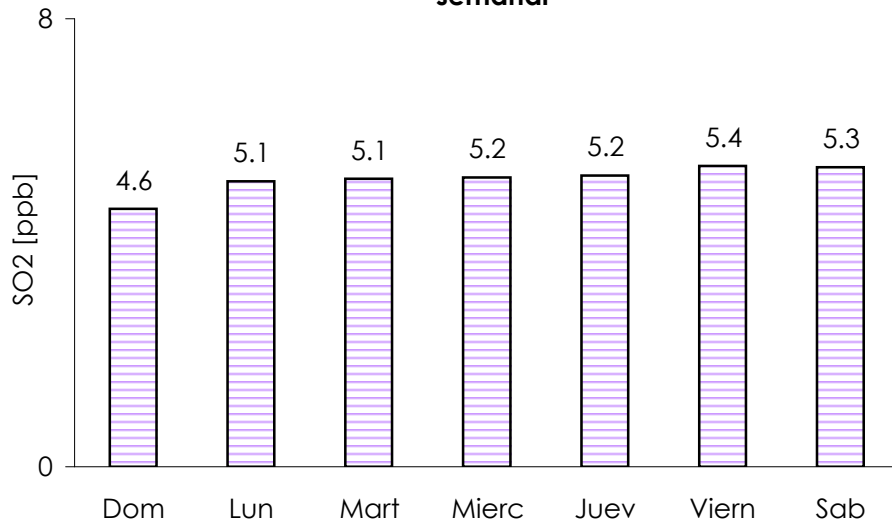
NO2 CABECERA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal

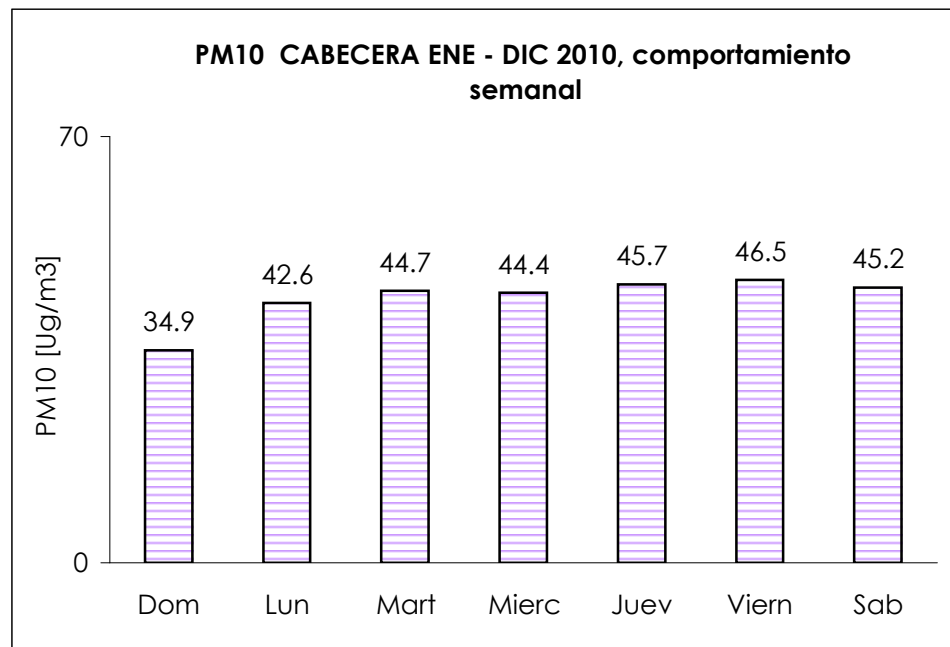
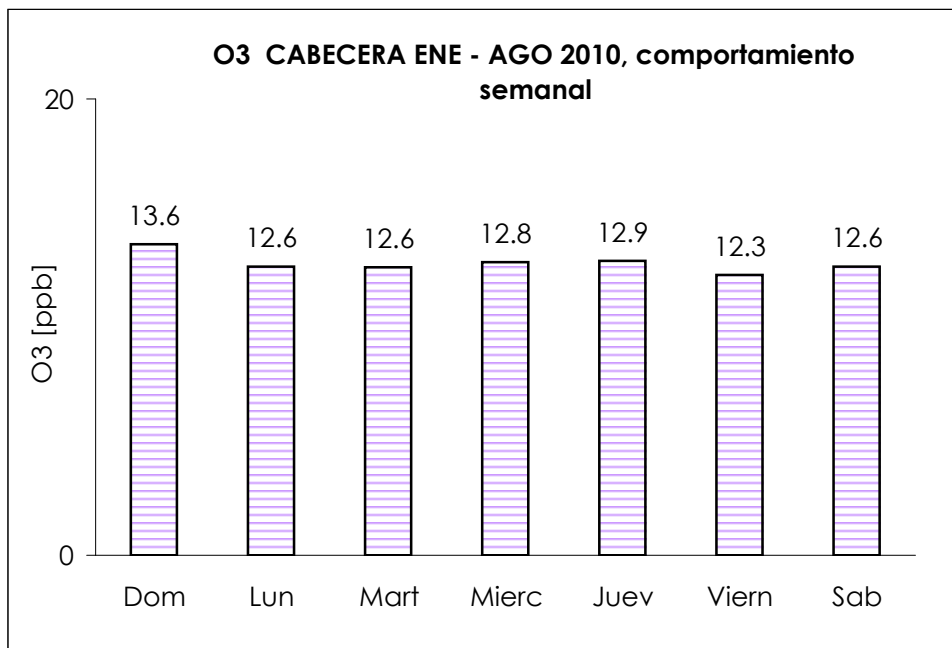


CO CABECERA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal



SO2 CABECERA ENE - DIC 2010, comportamiento semanal





ANEXO 3.
PROMEDIOS MENSUALES 2010

PROMEDIOS MENSUALES 2010



2010														
ESTACION CENTRO - Cra 15 Calle 34														
	NO2 [ppb]	NOX [ppb]	NO [ppb]	SO2 [ppb]	CO [ppm]	O3 [ppb]	PM10 [ug/m3]	VELV [m/s]	DIRV [deg]	TEMP [degC]	PRECP [mm]	HR [%]	RS [w/m2]	PB [mmHg]
ENERO	21.59	34.83	12.86	5.09	1.47	19.79	76.04	1.52	254.81	21.93	0.23	66.96	209.49	683.77
FEBRERO	17.60	26.34	8.58	4.33	1.54	18.81	84.34	1.52	262.33	22.17	0.13	72.49	190.52	684.32
MARZO	15.12	20.10	4.86	4.47	1.43	16.35	69.75	1.58	255.81	21.98	0.00	72.54	198.04	684.56
ABRIL	15.55	26.71	11.05	4.32	0.95	14.32	46.02	1.47	248.20	21.73	0.08	73.55	197.88	683.70
MAYO	14.72	29.71	14.71	2.01	0.87	11.96	39.71	1.42	235.72	21.29	0.16	77.80	182.94	681.33
JUNIO	14.35	27.59	13.07	3.09	0.93	12.30	43.02	1.36	237.57	20.73	0.19	78.24	192.00	679.35
JULIO	14.38	26.51	11.89	3.66	1.22	13.02	42.92	1.33	245.65	20.30	0.25	79.26	191.10	681.78
AGOSTO	14.68	27.49	12.65	3.81	1.14	14.36	45.28	1.31	241.99	20.48	0.20	77.60	189.38	683.68
SEPTIEMBRE	18.30	29.85	11.44	4.09	1.04	15.87	45.90	1.43	235.39	20.10	0.39	80.04	193.37	681.91
OCTUBRE	19.41	32.41	12.91	4.22	1.00	12.53	47.69	1.47	241.99	20.31	0.29	78.45	299.46	679.55
NOVIEMBRE	18.14	34.05	15.72	4.23	1.04	10.17	52.08	1.41	245.62	19.61	0.18	80.50	285.30	678.10
DICIEMBRE	20.22	37.58	17.16	4.69	1.56	8.11	54.18	1.37	253.55	19.55	0.07	79.85	270.70	679.33
PROMEDIO ANUAL	17.00	29.43	12.24	4.00	1.18	13.97	53.91	1.43	246.55	20.85	0.18	76.44	216.68	681.78



2010							
ESTACION CABECERA - Parque San Pio							
	NO2 [ppb]	NOX [ppb]	NO [ppb]	SO2 [ppb]	CO [ppm]	O3 [ppb]	PM10 [ug/m3]
ENERO	16.25	30.01	13.20	4.51	1.31	18.21	53.97
FEBRERO	15.21	30.07	15.25	4.25	1.27	15.54	62.08
MARZO	16.31	30.81	14.31	6.37	1.46	18.04	62.19
ABRIL	13.78	33.09	18.64	6.18	1.76	11.50	60.72
MAYO	13.49	37.87	24.11	6.29	1.81	8.67	41.88
JUNIO	11.98	31.98	19.98	6.25	1.89	7.46	28.33
JULIO	13.05	35.01	21.70	6.63	1.91	7.69	31.17
AGOSTO	12.93	37.66	24.46	6.03	1.80	10.52	39.28
SEPTIEMBRE	14.57	37.28	22.43	5.56	1.60		37.10
OCTUBRE	12.14	37.96	25.45	3.17	1.49		31.37
NOVIEMBRE	19.45	54.41	34.72	2.60	1.21		31.82
DICIEMBRE	20.92	56.33	35.11	3.01	1.29		38.71
PROMEDIO PERIODO	15.01	37.71	22.45	5.07	1.57	12.20	43.22

 Sin dato

PROMEDIOS MENSUALES 2010

2010													
ESTACION	CIUDADELA						FLORIDA		NORTE		LA JOYA	RICAURTE-CRA 21	CRA 17
	NO2 [ppb]	NOX [ppb]	NO [ppb]	O3 [ppb]	PM10 [ug/m3]	TEMP [degC]	O3 [ppb]	PM10 [ug/m3]	PM10 [ug/m3]	O3 [ppb]	PM10 [ug/m3]	PM10 [ug/m3]	PM10 [ug/m3]
ENERO	17.55	24.27	6.01	24.37	47.06	25.07	15.41	49.96	66.68		43.83	55.66	62.05
FEBRERO	13.84	20.55	5.98	20.76	50.67	25.35	13.16	55.20	70.01		50.77	57.28	69.13
MARZO	13.96	19.70	4.99	22.08	46.02	25.27	13.16	49.38	49.02		42.30		63.49
ABRIL	12.36	20.63	7.73	14.82	29.85	24.85	8.80	33.29	32.82		28.41	34.87	44.99
MAYO	9.32	17.55	7.26	10.86	24.78	24.34	9.32	27.05	34.94		24.06	35.43	41.33
JUNIO	8.94	17.51	7.77	9.37	24.64	23.68	8.75	28.06	30.87		19.89	31.47	37.66
JULIO	9.45	17.30	7.04	9.79	25.37	23.13	9.19	31.07	21.55	5.93	17.69		38.50
AGOSTO	10.90	23.25	9.90	10.55	30.39	23.32	8.67	38.61	27.22	11.91	22.67		41.37
SEPTIEMBRE	11.74	18.22	5.75	16.86	26.33	22.92	10.84	35.03	32.12	15.13	16.44	31.19	49.02
OCTUBRE	10.72	16.87	5.37	15.80	24.60	23.19	9.59	29.74	28.21	12.08	16.00	29.46	36.93
NOVIEMBRE	14.97	26.13	10.02	12.33	24.54	22.38	8.44	25.34	23.53	10.65	15.50	33.49	41.49
DICIEMBRE	17.56	29.99	11.79	11.94	29.73	22.26	9.36	31.04	26.88	10.97	20.06	34.85	47.40
PROMEDIO ANUAL	12.61	21.00	7.47	14.96	32.00	23.81	10.39	36.15	36.99	11.11	26.47	38.19	47.78

 Sin dato

RESUMEN 2010							
	NO2 [ppb]	NOX [ppb]	NO [ppb]	SO2 [ppb]	CO [ppm]	O3 [ppb]	PM10 [ug/m3]
CENTRO	17.00	29.43	12.24	4.00	1.18	13.97	53.91
CIUDADELA	12.61	21.00	7.47			14.96	23.81
FLORIDA						10.39	36.15
CABECERA	15.01	37.71	22.45	5.07	1.57	12.20	43.22
Norte						11.11	36.99
La Joya							26.47
Cra 17							47.78
Ricaurte-Cra 21							38.19
Promedio	14.87	29.38	14.05	4.54	1.38	12.53	38.31