



Departamento Técnico Administrativo

**MEDIO AMBIENTE**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

## REPORTE FINAL

# COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE LA JORNADA PARA QUE LA DEMOCRACIA RUEDE " DIA SIN CARRO" FEBRERO 1 DE 2001

6:30 a.m. A 7:30 p.m.

Bogotá D.C., Febrero de 2001



Departamento Técnico Administrativo

**MEDIO AMBIENTE**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

## Tabla de Contenido

	Pág.
RESUMEN .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	
3	
2. METEOROLOGÍA.....	
6	
2.1. PRECIPITACIÓN .....	
6	
2.2. TEMPERATURA .....	
6	
2.3 VIENTOS .....	
7	
2.4 PERFIL ATMOSFÉRICO EN NIVELES BAJOS PARA BOGOTÁ	
.....	9
3. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES .....	
11	
3.1 PM10 – MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS .....	
11	
3.2 NO2 – DIÓXIDO DE NITRÓGENO .....	
15	
3.3 CO – MONÓXIDO DE CARBONO	
.....	18
3.4 HIDROCARBUROS	
.....	20
3.4.1 BENCENO .....	
21	



Departamento Técnico Administrativo

## MEDIO AMBIENTE

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

3.4.2 TOLUENO .....	
21	
3.4.3 FORMALDEHÍDO .....	22
.....	
3.5 RUIDO .....	
24	
4. CONTROL DE EMISIONES DEL TRANSPORTE PUBLICO	
5. REDUCCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE	
6. CONCLUSIONES	



Departamento Técnico Administrativo

## MEDIO AMBIENTE

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

### RESUMEN

#### INFORME FINAL

COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE LA JORNADA PARA QUE LA DEMOCRACIA RUEDE

FEBRERO 1 DE 2001

“ DIA SIN CARRO”

6:30 a.m. A 8:00 p.m.

PARAMETRO	AUMENTÓ		DISMINUYÓ		ESTABLE
	FEB -01-01	FEB-24-00	FEB -01-01	FEB-24-00	
Jornadas SIN CARRO					
Material Particulado Menor a 10 micras - PM <sub>10</sub>			16 %	23 %	
Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	1 %			9 %	
Monóxido de Carbono - CO			76 %	28 %	
Benceno			34 %	-	
Tolueno			48 %	-	



Departamento Técnico Administrativo

## MEDIO AMBIENTE

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

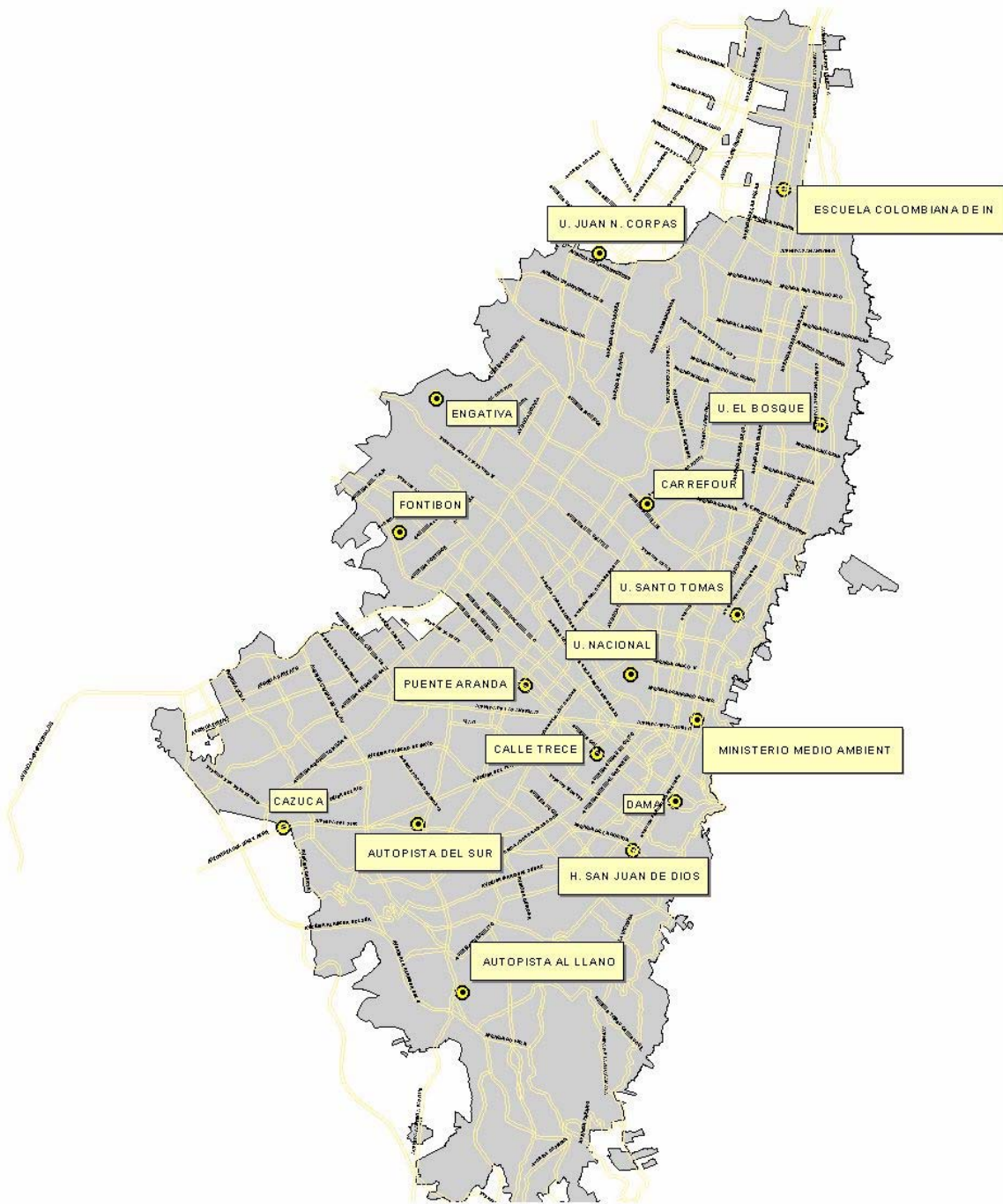
Formaldehído			3 %	-	
Ruido			1.3 %	3 %	

# 1. INTRODUCCION

Para evaluar el impacto ambiental de la segunda jornada **PARA QUE LA DEMOCRACIA RUEDE “ DIA SIN CARRO”**, se utilizó la red de monitoreo de calidad del aire que cuenta con 14 estaciones automáticas de muestreo continuo, que hora a hora registraron el comportamiento de los niveles de contaminantes atmosféricos en la ciudad.

La ubicación de las estaciones es la siguiente:

SECTOR	LOCALIDAD	ESTACIONES	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
CENTRO	17 CANDELARIA				
	3 SANTA FE	10 U. SANTO TOMÁS (Cil. 72 - Cra. 9)	X	X	
	14 MÁRTIRES	2 MINAMBIENTE Cil. 37 - Cra. 8	X	X	X
	13 TEUSAQUILLO	5 U. NACIONAL (Cra. 50 - Cil. 27)		X	
	2 CHAPINERO				
12 BARRIOS UNIDOS					
NORTE	1 USAQUEN	1 U. BOSQUE (Transv. 9 - Cil. 133)			
	11 SUBA	11 U. JUAN N. CORPAS Av. Corpas Km. 13	X	X	
		8 ESCUELA DE INGENIERÍA Aut. Norte Km. 13	X	X	X
OCCIDENTE	10 ENGATIVA	6 CARREFOUR Cil. 80 (Aut. Medellín) - Cra. 68	X	X	
	9 FONTIBÓN	14 FONTIBÓN (Hilandería Fontibón) Cra. 95 - Cil. 24	X	X	X
SUR ORIENTE	4 SAN CRISTOBAL				
	18 RAFAEL URIBE	9 AUTOPISTA AL LLANO (Central de Mezclas) Aut. Al Llano - Cil. 71			
	5 USME	4 HOSPITAL OLAYA (H. San Juan Dios) Cra 10 - Av. 1ª	X	X	X
	6 TUNJUELITO				
17 ANTONIO NARIÑO					
SUR OCCIDENTE	8 KENNEDY	12 CADE CALLE 13 Cil. 37 - Cra. 37	X	X	
	7 BOSA	13 PUENTE ARANDA (Merck) Cra. 65 - Cil. 10	X	X	X
	16 PUENTE ARANDA	3 AUTOPISTA AL SUR (Sony Music) Aut. Sur - Cil. 61	X	X	X
	19 CIUDAD BOLIVAR	7 CAZUCA (Intecplast) Cil 14 - Cra. 6 Cazuca Ent. 1	X	X	X



La red viene operando en forma continua desde agosto de 1997 a la fecha. Con esta longitud de registro de más de tres años se elaboró un programa que permitió seleccionar el día más parecido meteorológicamente con el día 1 de febrero, "típico o normal", teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se seleccionaron todos los jueves de la base datos entre enero y mayo de cada año (1998,1999 y 2000).
- Luego se suprimieron los jueves festivos (por ser días de comportamiento atípico), de dicho listado.
- De este nuevo listado se buscó hora a hora, el jueves con condiciones meteorológicas similares (precipitación, velocidad y dirección del viento), con un rango de más o menos el 20 %<sup>1</sup> con respecto al día "SIN CARRO" (Febrero 1 de 2001).
- Una vez establecido el jueves meteorológicamente más parecido se realizó la comparación de los niveles de contaminación con los registrados durante la jornada.

Este procedimiento se realizó cada dos horas durante la jornada, para la entrega de los reportes programados. En el presente informe se entrega el resultado de los registros hora a hora desde las 6:00 a.m. hasta las 8:00 p.m.

Los valores de este informe difieren significativamente de los reportados durante la jornada, ya que durante la jornada se entregaron valores cada dos horas, quedando sin procesar los datos intermedios que registraron valores que afectan los promedios, adicionalmente durante la jornada el último reporte se realizó con corte 7:00 p.m. en tanto que la jornada terminó a las 7:30 p.m.

---

<sup>1</sup> Debido a la longitud de registro (tres años) se estableció como margen aceptable 20 %.

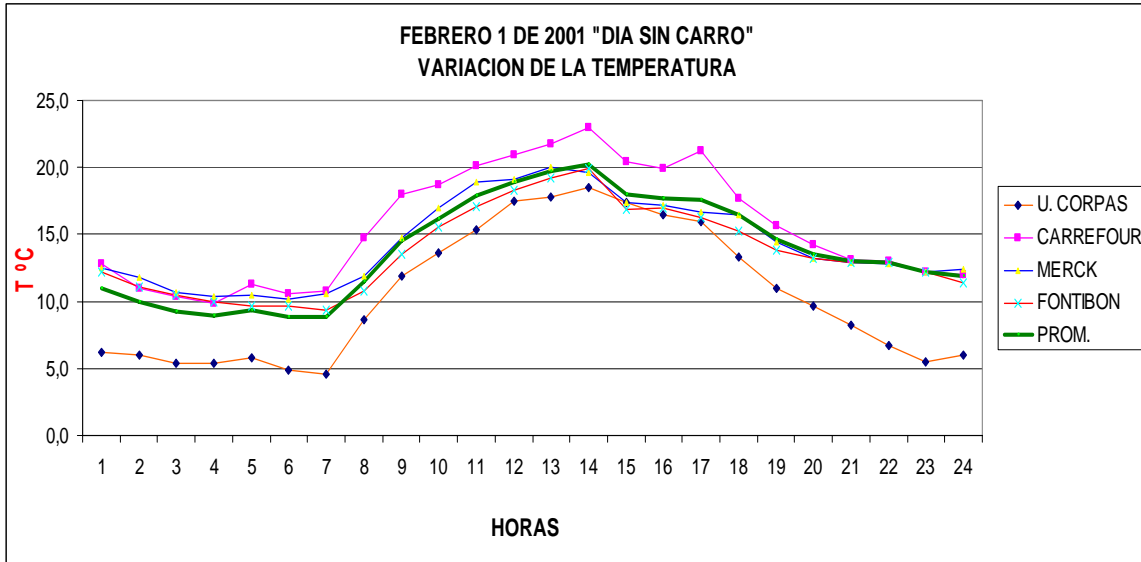
## **2. METEOROLOGÍA**

### **2.1 PRECIPITACIÓN:**

En toda la ciudad se registraron tan solo 0,2 mm en la estación de Cazuca (al Sur de la ciudad). La anterior condición no permitió el lavado de la atmósfera y en consecuencia la deposición de los contaminantes. Si se tiene en cuenta lo anterior en relación con el día sin carro del 24 de febrero de 2000, se puede concluir que la reducción de este año es directamente atribuible a la reducción del tráfico automotor y no a factores meteorológicos.

### **2.2 TEMPERATURA:**

El fenómeno más importante que se presentó fue la inversión térmica vertical. Ésta determina la altura de la capa de mezcla (volumen de aire disponible para la dispersión de contaminantes). Las bajas temperaturas de la mañana hicieron que la altura de capa de mezcla estuviera baja, luego el volumen para la dispersión fue menor y las concentraciones de contaminantes mayores.

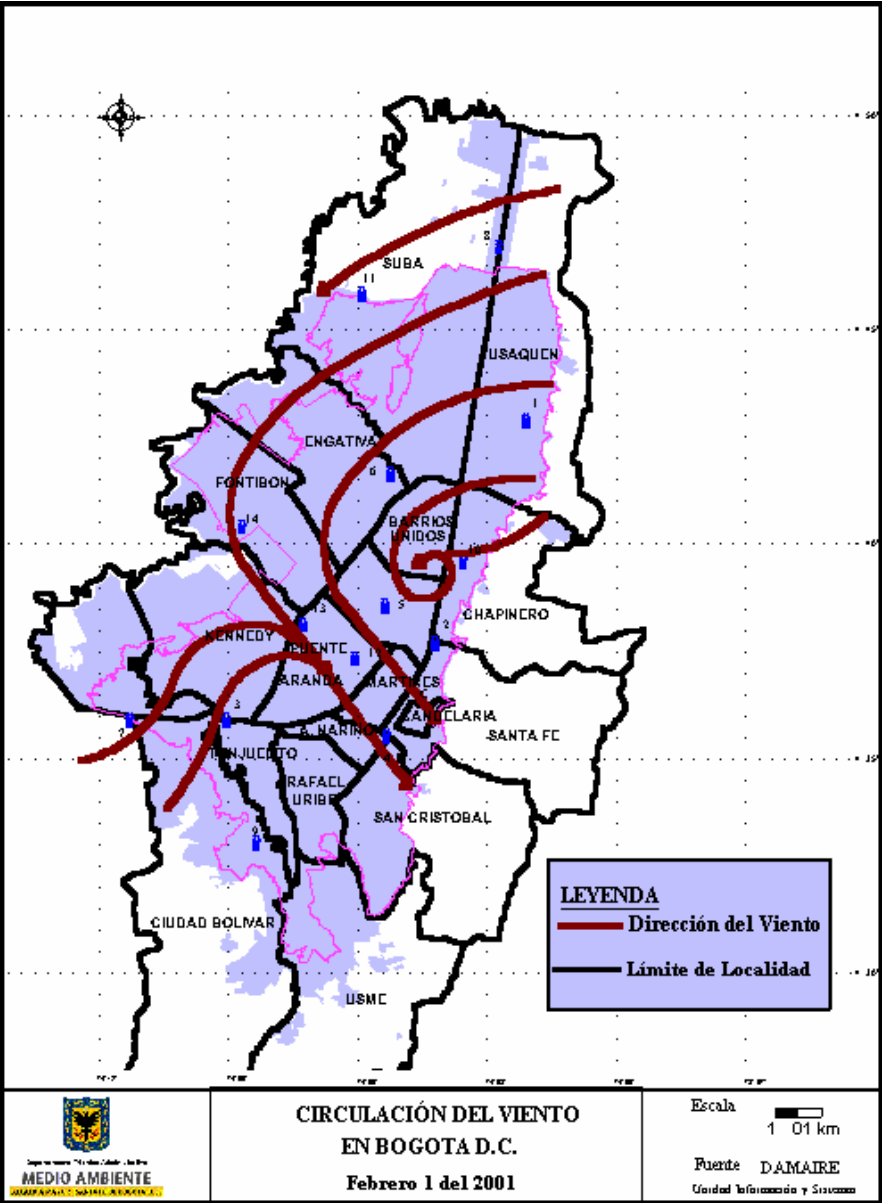


## 2.3 VIENTOS

La tabla muestra la variación de la velocidad del viento DIA SIN CARRO, en general la velocidad de los vientos es muy baja, las máximas velocidades se presentan el sector noroccidental de la ciudad.

	PROMEDIO	MAXIMO
<b>BOSQUE</b>	2,3	5,3
<b>MMA</b>	0,7	1,6
<b>SONY</b>	0,9	1,8
<b>OLAYA</b>	1,6	3,8
<b>UNAL</b>	0,6	1,4
<b>CARREFOUR</b>	1,4	5,2
<b>U. STO. TOMAS</b>	0,5	1,6
<b>CORPAS</b>	0,8	1,8
<b>CADE</b>	0,9	1,8
<b>MERCK</b>	2,2	4,6
<b>FONTIBON</b>	2,8	5,2
<b>PROM. CIUDAD</b>		<b>1,3</b>
<b>MAXIMO</b>		<b>5,3</b>

El mapa de circulación de vientos muestra dos direcciones predominantes Nororiente – Suroccidente y Suroccidente - Nororiente que se encuentran en la localidad de Puente Aranda desviándose hacia el Centro. Esto explica los picos de concentración de  $PM_{10}$  en la estación de Merck (Puente Aranda).



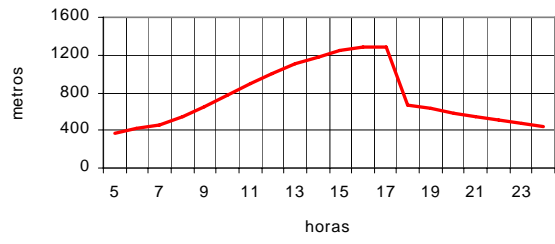
## 2.4 PERFIL ATMOSFÉRICO EN NIVELES BAJOS PARA BOGOTÁ<sup>2</sup>

<b>SINOPSIS METEOROLOGICA</b>			
<p>En superficie, un frente estacionario, del hemisferio norte, se localiza sobre el océano Atlántico occidental, y continua a través del norte de la Florida, y penetra en el golfo de México. Al oriente del frente se encuentra un sistema de alta presión, de 1030 hPa, que se extiende sobre el océano Atlántico.</p> <p>En niveles medios y altos de la atmósfera se observa una circulación anticiclónica centrada sobre el oriente de Bahamas, con una dorsal que se extiende hacia el nororiente, el flujo anticiclónico cubre el golfo de México, el mar Caribe, favoreciendo la subsidencia en gran parte de la cuenca del Caribe, Centro América, norte de Suramérica y norte de Bahamas.</p> <p>La Zona de Convergencia Intertropical presenta muy poca actividad sobre el continente y la parte marítima del océano Pacífico colombiano.</p> <p>Las últimas imágenes de satélite muestran cielos despejados en la mayor parte del país, con algunos núcleos nubosos localizados sobre el Chocó.</p>			
<b>RESULTADOS DEL SONDEO DE BOGOTA A LAS 7:00 A.M.</b>			
<b>INVERSIONES TERMICAS</b>	Entre superficie (7.4°C) y 22 metros (9.0°C) Entre 463 (7.8°C) y 567 metros (8.4°C) Entre 2198 (-1.7°C) y 2324 metros (-0.9°C) Entre 2567 (-1.9°C) y 2758 metros (-0.9°C)		
<b>ISOTERMAS</b>			
<b>HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO HASTA 500 MB:</b> 43%			
<b>ANÁLISIS:</b> En los primeros 473 metros se presentó una humedad relativa del 70% en promedio, pero en niveles superiores predominan bajos valores de humedad.			
<b>ESTABILIDAD DEL PERFIL ATMOSFERICO<sup>3</sup></b>			
De superficie a 1000 metros	Estable entre superficie y 567 metros Condicionalmente estable a 590 metros		
De 1000 a 2500 metros	Estable a 1048 metros Condicionalmente estable entre 1210 y 1463 metros Inestable a 2198 metros		
De 2500 a 3000 metros	Estable entre 2567 y 2758 metros		
<b>PRONOSTICO DE PARAMETROS METEOROLOGICOS</b>			
HORAS	DIR. VIENTO	VEL. VIENTO	NUBOSIDAD
07-12	NE	22 kph	Lig. Nublado
13-16	VARIABLE	6 kph	Par. Nublado
17-20	VARIABLE	6 kph	Despejado

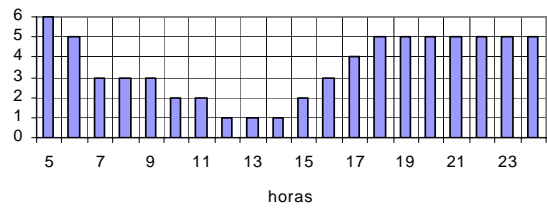
<sup>2</sup> Fecha de preparación: jueves 1 de febrero de 2001 - IDEAM

<sup>3</sup> NOTA: Las categorías de estabilidad 1,2,3 corresponden a situaciones convectivas; 4 corresponde a situaciones adiabáticas; 5 y 6 a situaciones estables.

**ALTURA DE CAPA DE MEZCLA ESTIMADA PARA EL DIA 1 DE FEBRERO DE 2001**



**CATEGORIA DE ESTABILIDAD DE PASQUILL - GUIFFORD ESTIMADA PARA EL DIA 1 DE FEBRERO DE 2001**



**Pronóstico del tiempo:** cielo ligeramente nublado y tiempo seco.



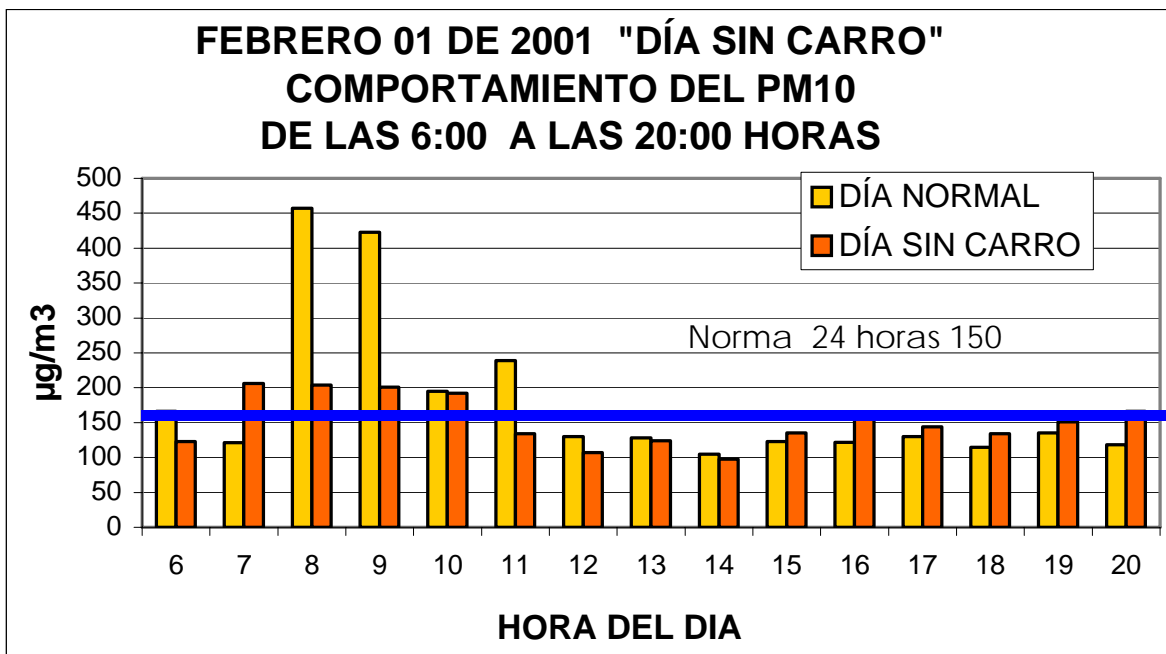
### 3. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES

#### 3.1 PM<sub>10</sub> - MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS:

PM10	
<b>Qué es</b>	<p>El término material particulado se aplica a cualquier sustancia en fase sólida o líquida que se encuentre en el aire, cuyo diámetro aerodinámico es menor o igual a 10 micrómetros (<math>\mu\text{m}</math>) de (PM<sub>10</sub>).</p> <p>Las partículas más pequeñas son más peligrosas para el hombre porque tienen mayor probabilidad de ingresar a la parte inferior de los pulmones.</p>
<b>Efectos en la salud</b>	<p>El PM<sub>10</sub> puede agravar enfermedades respiratorias y cardíacas preexistentes y causar daño en el tejido pulmonar. Los grupos más vulnerables son las personas con influenza, con enfermedades pulmonares y cardíacas crónicas, asmáticos, adultos mayores y niños. Asimismo, afecta la visibilidad y velocidad de deterioro de muchos materiales hechos por el hombre.</p>
<b>Qué lo origina</b>	<p>Las principales finas (PM<sub>10</sub>) fuentes antropogénicas de pequeñas partículas incluyen los procesos de quema de combustibles fósiles, almacenamiento y molienda de materiales al granel, la industria de la construcción, los procesos de condensación y evaporación.</p>
<b>Cómo se puede controlar</b>	<p>El PM<sub>10</sub> se puede controlar así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aglomerar las partículas finas para generar partículas más grandes que puedan capturarse entre sí (filtros, cámaras de sedimentación, ciclones o precipitadores electrostáticos).</li> <li>➤ Ponerlas en contacto con gotas de agua (lavadores húmedos).</li> <li>➤ Reduciendo las emisiones de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que pueden reaccionar y generar PM<sub>10</sub>.</li> <li>➤ Exigiendo para los automóviles una correcta sincronización.</li> </ul>
<b>Normas</b>	<p>En Colombia no existe norma para PM<sub>10</sub>, por lo que se toma como referencia las normas de la US - EPA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Promedio Anual: 50 microgramos por metro cúbico (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</li> <li>➤ Promedio 24 horas: 150 microgramos por metro cúbico (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</li> </ul>
<b>Cómo estamos en Bogotá</b>	<p>Durante el año 2000, se presentaron 431 episodios de excedencia de la norma para 24 horas (medias móviles: cada hora se tiene el promedio de las últimas 24 horas).</p>

Las mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> se presentaron en las localidades de Puente Aranda, Kennedy, Bosa, Suba y Fontibón.

En promedio el nivel de PM<sub>10</sub> durante la jornada fue de 149 µg/m<sup>3</sup> mientras el promedio del día normal fue 182 µg/m<sup>3</sup>, obteniendo una **reducción del 16 %** durante lo transcurrido del día (desde las 6:00 a.m. a las 8:00 p.m.), respecto al día normal, a pesar que los valores de concentración superaron la norma para promedio 24 horas (150 µg/m<sup>3</sup>), especialmente en las horas de la mañana.



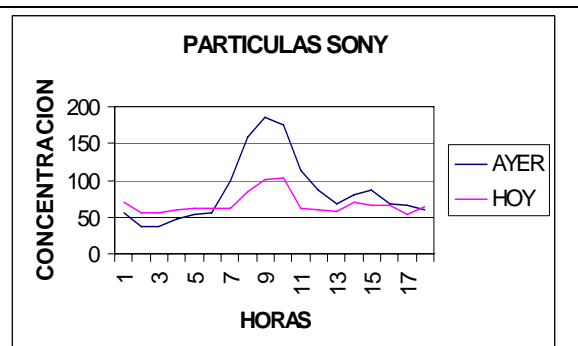
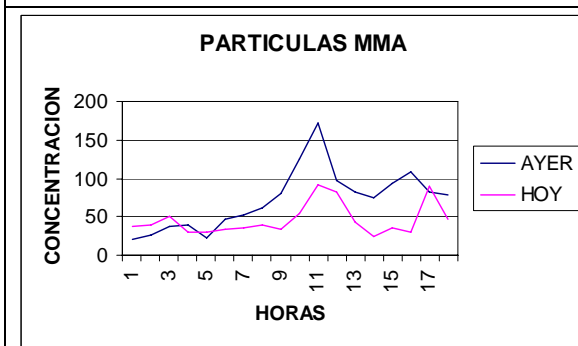
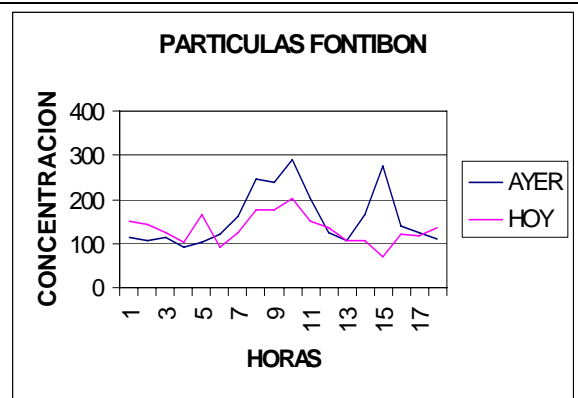
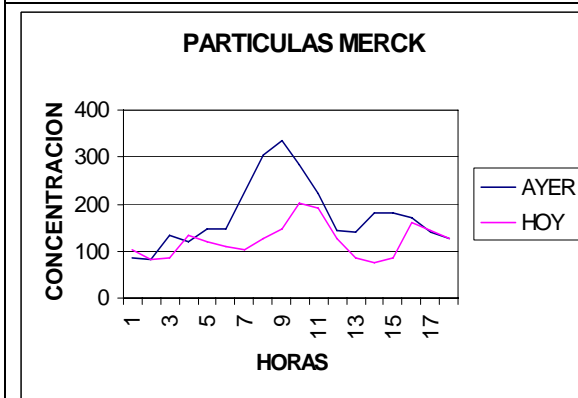
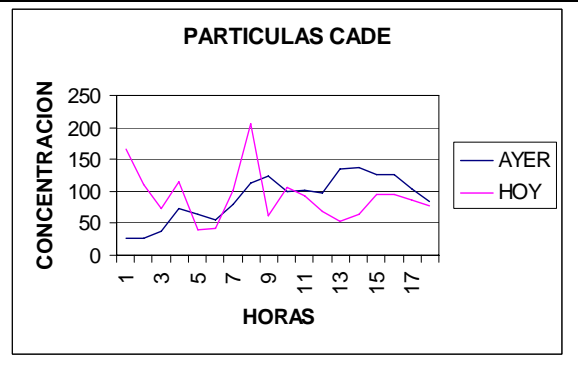
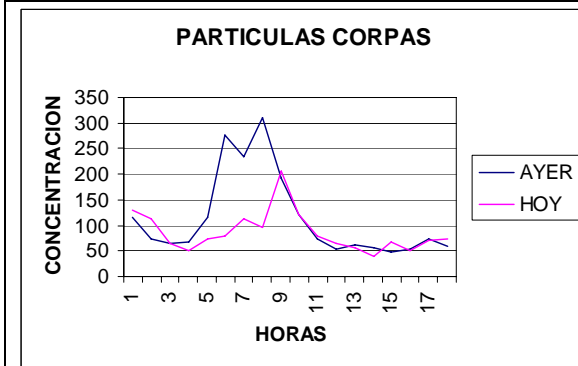
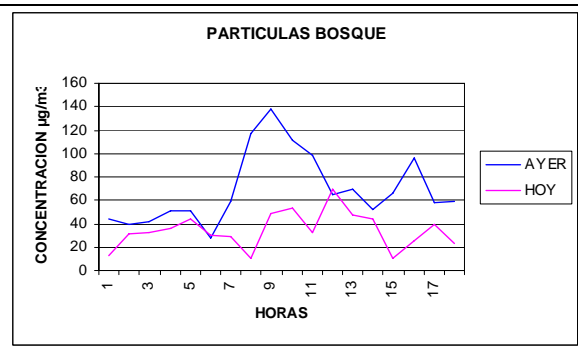
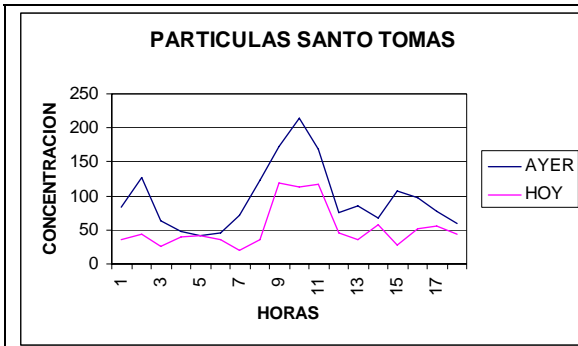
Esta reducción se atribuye a la disminución del flujo vehicular que transitó en la ciudad y al incrementó de velocidad de circulación, Es importante anotar que los valores de PM<sub>10</sub>, se incrementaron en la zona noroccidental de la ciudad, especialmente la estación ubicada en la localidad de Suba (estación Corpas),

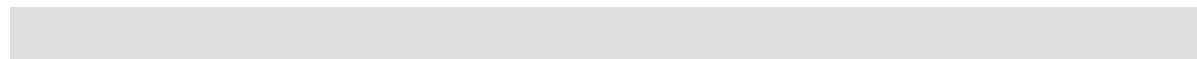
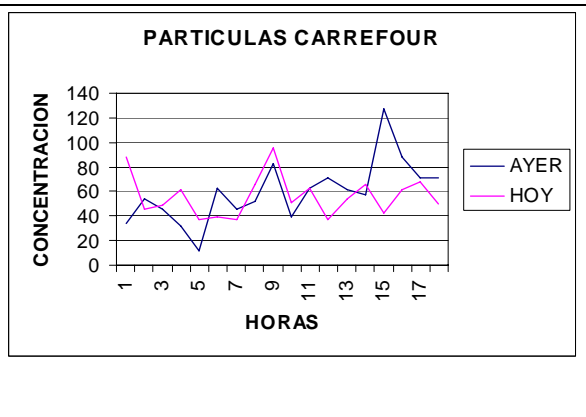
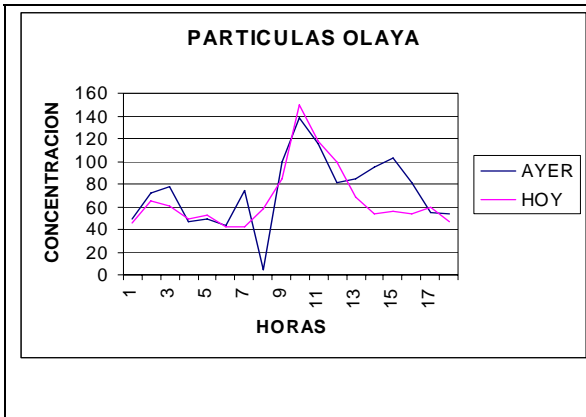
debido a los incendios forestales que se presentaron en las últimas semanas. Esta situación se debe al patrón de circulación de vientos en esta época del año (dirección oriente-occidente). Este fenómeno no se evidenció con la misma intensidad en los otros sectores de la ciudad por la configuración topográfica y el patrón de circulación de vientos.

El  $PM_{10}$  es un contaminante persistente, por lo que a pesar de controlar una fuente (vehículos particulares) éste no se disminuye rápidamente como es el caso del CO, ya que su persistencia en el ambiente puede durar días. Esto significa que lo medido el día "SIN CARRO" con relación a  $PM_{10}$  no solo obedece a lo generado ese día sino a lo emitido días anteriores.

En comparación con los niveles de  $PM_{10}$  registrados el 24 de febrero del año pasado, primera jornada "SIN MI CARRO EN BOGOTA", en la cual se obtuvo una disminución del 23 %, (en parte atribuible a las lluvias que generaron un lavado de la atmósfera), este año se registró una reducción del 16 % la cual se considera de mayor significancia, ya que el 1 de febrero de 2001 no llovió, lo que indica que la disminución se debe principalmente a la reducción de las emisiones generadas por los vehículos particulares.

Otra forma de mostrar el comportamiento de los niveles de  $PM_{10}$ , se presenta en las siguientes gráficas en donde se contrastan los niveles registrados (El día 31 de enero/01 – Ayer Vs. El día 1 de febrero/01 – Hoy) en las diferentes estaciones de la red de monitoreo de calidad de la ciudad.



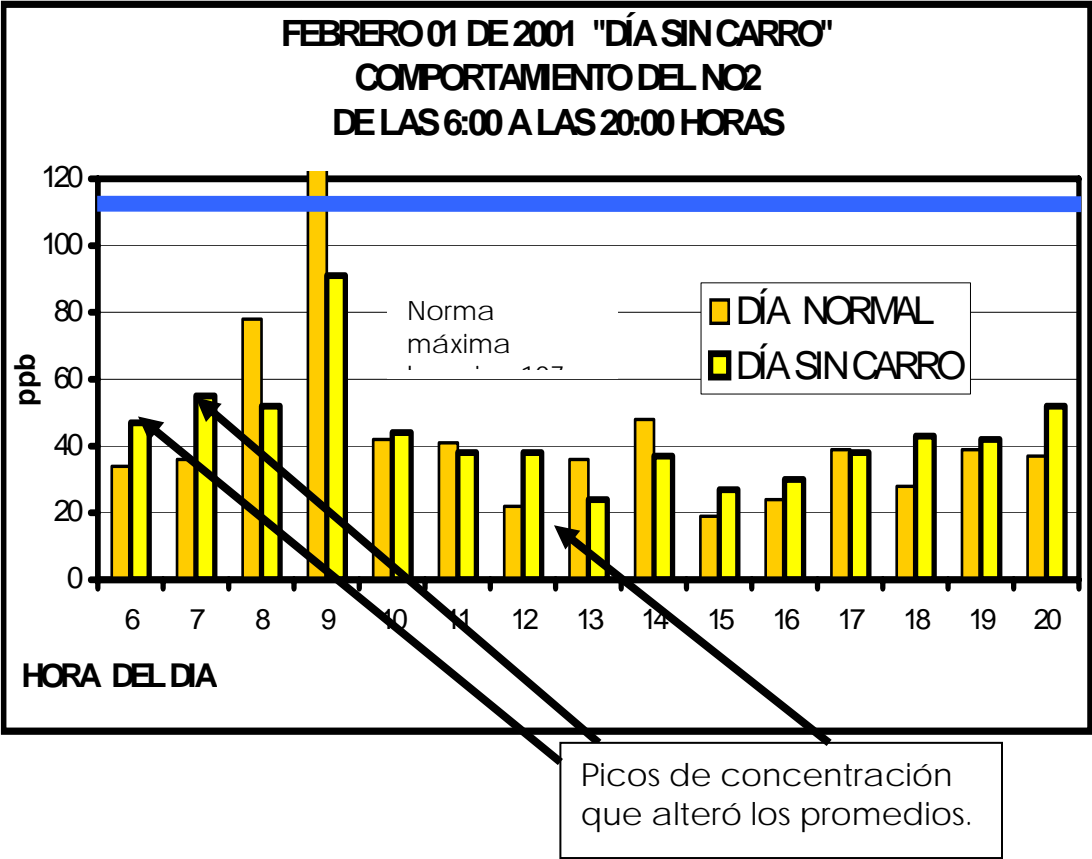


## 3.2 NO<sub>2</sub> - DIÓXIDO DE NITRÓGENO

<b>NO<sub>2</sub></b>	
<b>Qué es</b>	El NO <sub>2</sub> es un gas de color marrón claro producido directa o indirectamente por la quema de combustibles fósiles a altas temperaturas como ocurre en los automóviles y plantas de energía eléctrica.
<b>Efectos en la salud</b>	El dióxido de nitrógeno NO <sub>2</sub> daña el sistema respiratorio porque es capaz de penetrar las regiones más profundas de los pulmones. Asimismo, contribuye a la formación de lluvia ácida y el aumento de los niveles de PM <sub>10</sub> .
<b>Que lo origina</b>	Las fuentes principales de emisión antropogénica son los escapes de los vehículos y la quema de combustibles fósiles.  En el proceso de combustión, principalmente el nitrógeno contenido en el aire y el combustible reaccionan a altas temperaturas para formar NO <sub>2</sub> . El NO <sub>2</sub> al combinarse con compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar forma ozono.
<b>Cómo se puede controlar</b>	El NO <sub>2</sub> se puede controlar así: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controlando el tiempo, la temperatura y el contenido de oxígeno en el proceso de combustión para impedir su formación.</li> <li>➤ Tratar químicamente los gases de combustión.</li> <li>➤ Exigiendo para los automóviles una correcta sincronización.</li> <li>➤ Instalando dispositivos en el escape de vehículos, como p.e. convertidores catalíticos.</li> </ul>
<b>Normas</b>	En Colombia la norma vigente es el Decreto 02/82 del Ministerio de Salud, para promedio anual es de 53 partes por billón (ppb)  Para máximo de una hora no existe norma nacional, por lo que se toma la recomendación de la OMS - OPS de 107 (ppb)
<b>Cómo estamos en Bogotá</b>	Durante el año 2000, se presentaron 71 episodios de excedencia de la norma para 1 hora.

Durante la jornada las concentraciones de NO<sub>2</sub>, no superaron la norma de calidad del aire para

concentración máxima de una hora. Se evidenció un leve **incremento del 1 %** respecto al día normal. Esto se debió a los picos de concentración productos del tráfico en las horas previas a la jornada, unido al fenómeno de inversión térmica vertical asociado a las bajas temperaturas en la madrugada.



Entre las 15:00 y la 16:00 se presentó un pico de concentración en la estación ubicada en la Universidad Nacional. Esto se explica por el incremento de la velocidad de circulación combinada con la deficiente sincronización de algunos vehículos de servicio público, efecto que es correlacionable con la gran cantidad de rechazos en los operativos de verificación de emisiones de fuentes móviles realizados este día.

El 1 de Febrero de 2001, las mayores concentraciones se presentaron en los sectores de Ciudad Bolívar, Kennedy, Tunjuelito y Bosa, en tanto que en un día normal la distribución de los NO<sub>2</sub> se presentó en el sector de Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos.

En la primera jornada se tuvo una reducción del 9 % de los niveles de óxidos de nitrógeno en tanto que durante la jornada de este año se tuvo un leve incremento del 1 %, debido a los picos de concentración, originados en las primeras horas de la mañana (por los vehículos que evadieron las medida).

Sin embargo lo anterior no podría considerarse absolutamente comparable, debido a que las condiciones meteorológicas de la primera jornada (24 de febrero de 2000, se presentaron lluvias), son muy diferentes a las que se presentaron en la segunda jornada (1 de febrero de 2001, día soleado con presencia inversión térmica en las horas de la mañana).

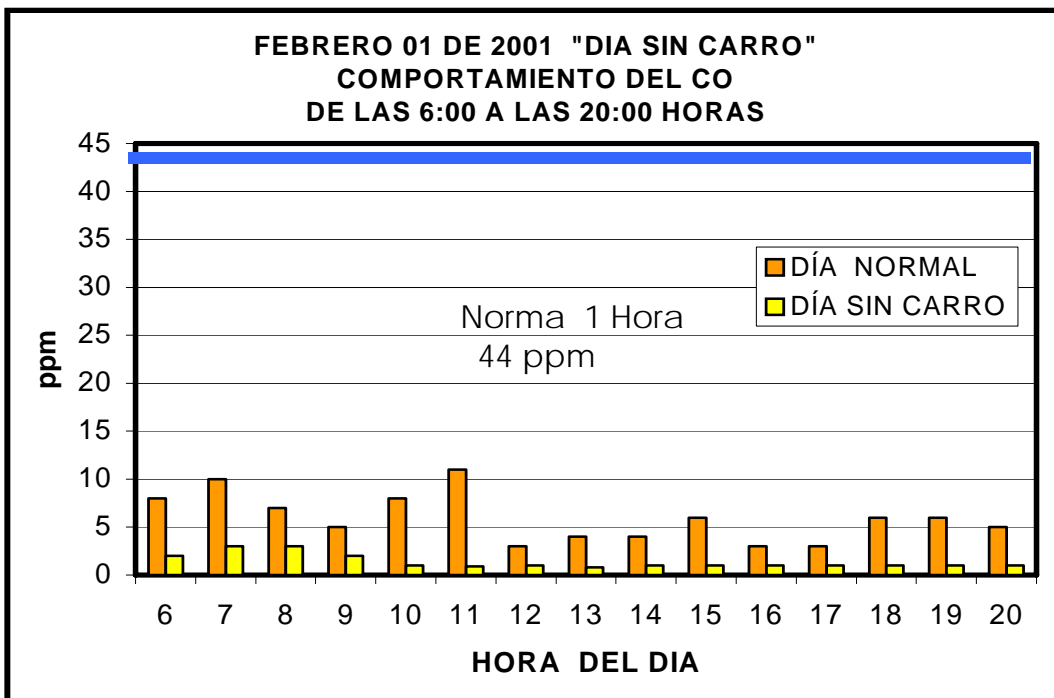
### 3.3 CO - MONÓXIDO DE CARBONO

CO	
1. Qué es	<p>El CO es un gas incoloro e inodoro considerado como tóxico, que en concentraciones altas puede ser letal.</p> <p>Los efectos en la salud, ocasionados por este gas son reversibles en su mayoría.</p>
2. Efectos en la salud	<p>El CO en los seres humanos afecta el suministro de oxígeno en el torrente sanguíneo, lo que da lugar a la escasez de oxígeno en la sangre. El efecto a corto plazo es similar a la sensación de fatiga que se experimenta en altura o cuando se padece de anemia y en altas concentraciones y prolongados niveles de exposición puede causar la muerte.</p>
3. Qué lo origina	<p>La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono es la quema incompleta de combustibles fósiles como la gasolina.</p>
4. Cómo se puede controlar	<p>El CO se puede controlar así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Regulando en el proceso de combustión la mezcla adecuada de oxígeno y combustible.</li> <li>➤ Exigiendo para los automóviles una correcta sincronización.</li> <li>➤ Instalando dispositivos en el escape de vehículos, como p.e. convertidores catalíticos.</li> </ul>
5. Normas	<p>En Colombia la norma vigente es el Decreto 02/82 del Ministerio de Salud, así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Promedio de 8 horas: 13 partes por millón (ppm)</li> <li>➤ Promedio de 1 hora: 44 ppm</li> </ul>
6. Cómo estamos en Bogotá	<p>Durante el año 2000, no se excedió la norma de 8 horas y 1 hora en ninguna ocasión</p>

En el transcurso de la jornada, las concentraciones de CO, en ningún caso superaron la norma de calidad del aire para máximos de 1 hora. Se registraron reducciones respecto a un día normal de **76 %**.

Esta reducción obedeció a la disminución del número de vehículos transitando por la ciudad y al incremento de la velocidad de circulación. Se registraron los mayores niveles de CO en las horas de la mañana.

Hacia el medio día los niveles se redujeron significativamente debido a la ruptura de la inversión térmica que se presentó en las horas de la mañana.



Otro factor que influyó positivamente en la reducción del CO fue el programa de verificación de emisiones de fuentes móviles implementado por el DAMA desde hace 9 meses.

### 3.4 HIDROCARBUROS

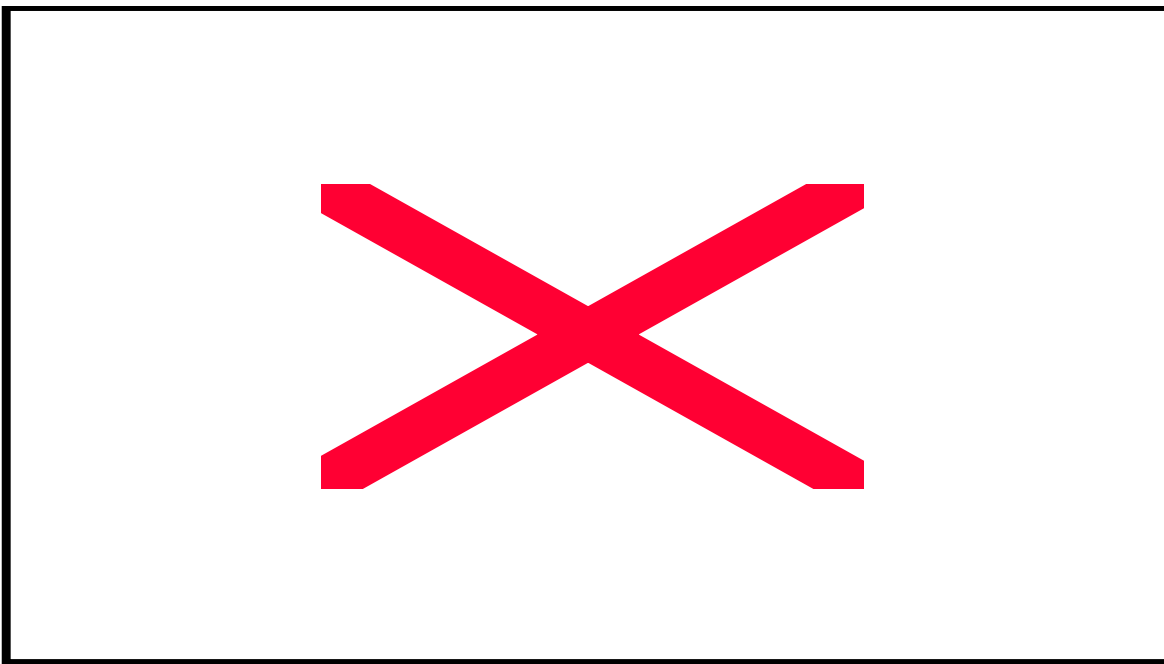
HC	
<b>Que es</b>	<p>Existen infinidad de Hidrocarburos emitidos en el proceso de combustión, sin embargo la Red de monitoreo de Calidad del aire de la ciudad actualmente permite monitorear (benceno , tolueno y formaldehído)</p> <p>El benceno es hidrocarburo aromático tóxico, gaseoso, líquido claro, incoloro, volátil e inflamable. El Tolueno es un hidrocarburo análogo al benceno, volátil e inflamable. El formaldehído es un hidrocarburo proveniente del alcohol metílico.</p> <p>Estas tres sustancias son compuestos orgánicos volátiles – COV´s.</p>
<b>Efectos en la salud</b>	<p>Esta probado que la exposición profesional a los vapores de Benceno entraña un aumento del riesgo de leucemia, es un cancerígeno humano comprobado.</p> <p>El tolueno genera molestias por olores y puede causar efectos sobre el sistema nervioso central de los trabajadores.</p> <p>El formaldehído puede causar irritación de la nariz y la garganta.</p>
<b>Que lo origina</b>	<p>El benceno se utiliza a gran escala en las industrias químicas; es un constituyente menor de la gasolina.</p> <p>El Tolueno se utiliza como solvente en la preparación de colorantes, medicamentos y del T.N.T.</p> <p>El formaldehído se utiliza como desinfectante enérgico.</p>
<b>Cómo se puede controlar</b>	<p>Los compuestos orgánicos se pueden controlar así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se puede hacer una sustitución con otra sustancia que no sea</li> </ul>

	<p>COV's.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se pueden impedir las fugas de los COV's, o recuperar a través de condensación.</li> <li>➤ Se pueden quemar, formando elementos menos dañinos.</li> <li>➤ Exigiendo para los automóviles una correcta sincronización.</li> <li>➤ Implementando dispositivos de control en automóviles como son el canister y la ventilación positiva del carter.</li> </ul>
<b>Normas</b>	No existe norma de calidad del nacional para estos contaminantes.
<b>Cómo estamos en Bogotá</b>	<p>En el 2000 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El promedio anual de benceno fue de 11.6 ppb y el máximo fue de 45 ppb.</li> <li>▪ El promedio anual de tolueno fue de 11.7 ppb y el máximo fue de 60 ppb.</li> <li>▪ El promedio anual de formaldehído fue de 18.9 ppb y el máximo fue de 60 ppb.</li> </ul>

### 3.4.1 BENCENO

Los niveles de benceno se incrementaron hacia las ocho de la mañana, coincidiendo con la hora de la ruptura de la inversión térmica vertical.

En promedio se presentó una **reducción del 34 %**

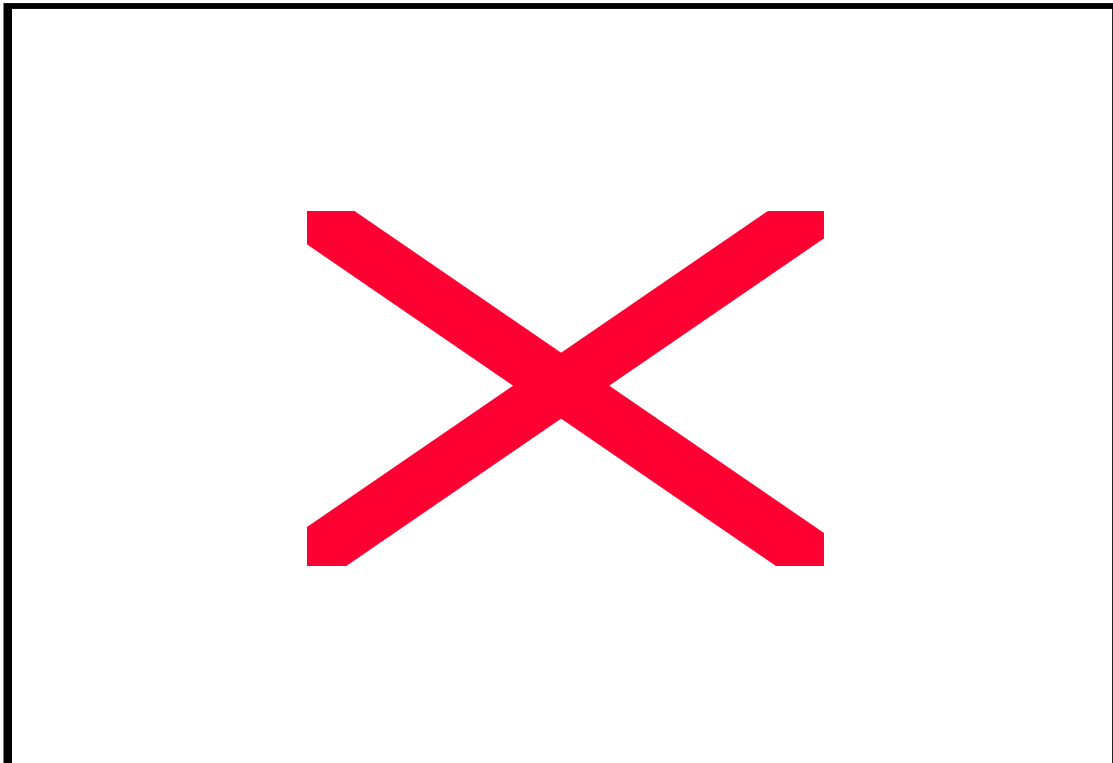


respecto el día normal, lo cual se atribuye a la reducción del consumo de gasolina de los vehículos particulares.

### 3.4.2 TOLUENO

Las concentraciones de Tolueno presentaron una reducción del 48 % respecto un día normal.

Se observó un pico de concentración atípico a las 7:00 de la mañana, que podría deberse al incremento del flujo vehicular particular antes del arranque de la

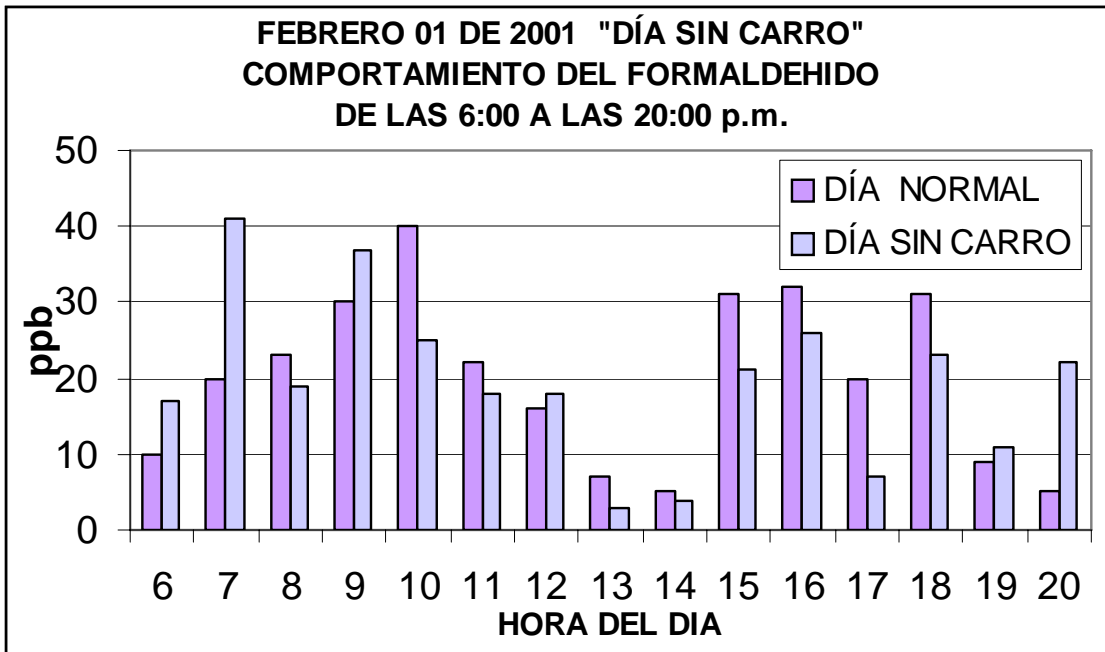


jornada.

### 3.4.3 FORMALDEHÍDO (Hidrocarburo - Compuesto Orgánico Volátil):

Las concentraciones de formaldehído se **redujeron en un 3 %** respecto un día normal.

Las mayores concentraciones se presentaron hacia las 7:00 a.m., producto de la inversión térmica vertical y de la intensificación del flujo vehicular hacia las 6:30 de la mañana.



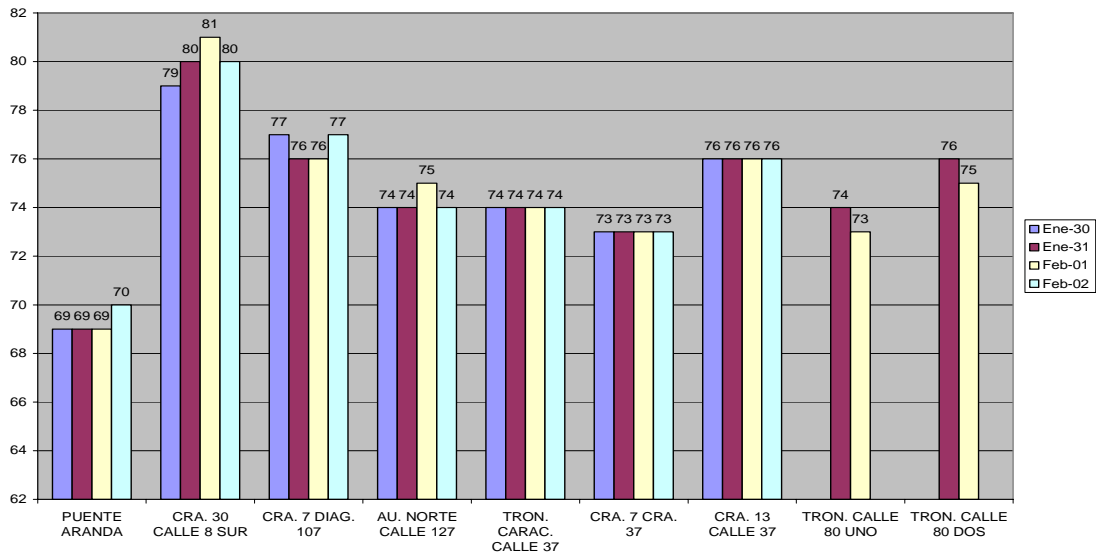
### 3.5. RUIDO

Para las mediciones de los niveles de ruido se realizaron monitoreos en nueve puntos de la ciudad:

1. Avenida Américas Con Carrera 50
2. Avenida Carrera 30 Con Calle 8 sur
3. Carrera 7 con Calle 106
4. Autopista Norte con Calles 127
5. Troncal Caracas con calle 37
6. Carrera 13 con Calle 37
7. Carrera 7 con Calle 37
8. Troncal Calle 80 – Carrefour costado norte
9. Troncal Calle 80 – Carrefour costado sur

El comportamiento de los niveles equivalentes promedio hora - LEQ (1h), entre los días normales de circulación vehicular y el día de la jornada "SIN CARRO", realizada el 1 de febrero de 2001, se describe a continuación punto por punto, en la siguiente gráfica:

**MONITOREO DE RUIDO  
CONSOLIDADO FINAL DIARIO  
FEBRERO 2001**



**3.5.1 PUNTO 1. PUENTE ARANDA:**

Los días anteriores a la jornada, la zona presentó actividad vehicular de todo tipo (particular, público, carga, entre otros). No obstante, el día de la jornada no se registraron variaciones significativas en el comportamiento de los valores, respecto a los días anteriores, lo cual se debe probablemente por la composición del tráfico que por allí circula, a la amplia zona de amortiguación que presenta el sector, pues se trata de un espacio abierto relativamente grande con amplias zonas verdes y fluido tráfico vehicular salvo la congestión en horas Pico que presenta por el retorno sobre la Av. de las Américas en sentido de Oriente a Occidente.

**3.5.2. PUNTO 2. CRA. 30 – CALLE 8 SUR:**

La actividad vehicular en este eje vial, se compone principalmente de vehículos de servicio público (buses, busetas, colectivos, taxis, entre otros) que generan ruido intenso en los paraderos a cada lado de la vía y en los semáforos del cruce con la Calle 8ª Sur, generando un incremento del ruido durante la jornada "SIN CARRO" en comparación con los valores registrados durante los restantes días del monitoreo, a consecuencia del mayor número de vehículos públicos que circularon durante ese día por el sector y al estado técnico mecánico de una buena parte de ellos.

#### **3.5.3. PUNTO 3. CRA. 7ª - DIAGONAL 107:**

En los días anteriores, la carrera 7 presenta actividad vehicular con alto tránsito de automóviles de uso particular y moderado volumen de servicio público durante todo el día, con excepción de las horas pico, en donde se incrementa el servicio público.

El ruido disminuye levemente en la jornada "SIN CARRO", respecto a los restantes días. La reducción de los niveles pudo ser mayor, de no ser por el gran número de eventos externos producidos por las sirenas de las ambulancias que circularon por el sector y que de hecho elevaron los niveles promedio registrados, situación que no se presentó en los días anteriores.

#### **3.5.4. PUNTO 4. AUTOPISTA NORTE - CALLE 127**

El área de esta autopista presenta actividad vehicular de todo tipo (particular, público y carga) con amplias

zonas de amortiguamiento por el gran espacio libre de zonas verdes que separan las 4 calzadas de la autopista.

Durante el día "SIN CARRO" se presentó un aumento de los niveles de ruido debido al gran volumen de servicio público y a la presencia de eventos externos, como sirenas de ambulancias.

### **3.5.5. PUNTO 5. TRONCAL CARACAS - CALLE 37**

Este punto mide el ruido generado por la actividad vehicular del nuevo sistema de transporte masivo de la ciudad, Transmilenio, combinado con el tráfico de vehículos particulares o automóviles, taxis y servicio liviano de distribución de carga por las calzadas paralelas a la troncal.

Durante los 4 días de mediciones presento comportamiento estable, es decir se registraron los mismos niveles durante todos los días, entendible por el hecho que en el día "SIN CARRO" se aumento la frecuencia del servicio Trasmilenio en aproximadamente 15 % en promedio para todo el día, compensando de esta forma la ausencia de los vehículos particulares durante la jornada.

Adicionalmente se debe tener en cuenta la presencia de eventos externos, sirenas de ambulancia, que frecuentemente transitaron la troncal durante el día sin mi carro, 25 veces, 6 de ellas entre las 18:00 y 17:00

hecho que indudablemente repercute en los niveles de ruido registrados durante ese día.

#### **3.5.6. PUNTO 6. CRA 13 – CALLE 37:**

La Calle 13 presenta actividad vehicular de servicio publico de todo tipo (taxis, buses, busetas, colectivos y ejecutivos) y moderado volumen de automóviles particulares en los días anteriores a la jornada, complementado con las actividades de reconstrucción del andén peatonal del costado oriental de la Carrera 13 y el mal estado de la vía a la altura del semáforo de la Calle 37 que presenta un hundimiento frente al semáforo y que genera aumento del ruido cuando los vehículos frenan para pasar por dicho hueco.

Los registros de nivel de presión sonora presentan comportamiento estable durante todos los días, de tal forma que durante el día “SIN CARRO” el volumen de vehículos de servicio publico aumentó compensando la ausencia de los automóviles particulares.

#### **3.5.7. PUNTO 7. CRA 7- CALLE 37:**

En este sector de la carrera 7 se presenta actividad vehicular intensa de vehículos de servicio publico y particular, el tránsito normal se ve afectado por el paradero de buses sobre el costado oriental, sobre el Parque Nacional.

Los niveles de ruido presentan un comportamiento estable de los valores registrados durante los 4 días de

medición que se pueden interpretar de manera similar a lo sucedido en la Carrera 13.

### **3.5.8. PUNTO 8 y 9. CALLE 80 (Carrefour):**

Este sector se encuentra influenciado igualmente por la actividad vehicular del nuevo sistema de transporte masivo de la ciudad, Trasmilenio. Adicionalmente, existe tránsito de vehículos particulares o automóviles, taxis y servicio liviano de distribución de carga por las calzadas paralelas a la vía de los buses de Trasmilenio.

El DIA SIN CARRO, por este eje vial se pudo observar un incremento de las frecuencias del servicio de Trasmilenio similar al registrado en la Troncal Caracas, es decir de aproximadamente 15 %. No obstante esta circunstancia, los niveles de presión sonora medidos en este punto durante la jornada fueron inferiores a los obtenidos al día anterior a esta.

Lo anterior, indica que en este eje vial la implementación de trasmilenio aporta un beneficio en materia de mejoramiento de las condiciones ambientales, específicamente en lo relacionado con los niveles de presión sonora predominantes en el lugar.

### **3.5.8. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL RUIDO**

En conjunto, el Punto 1 (Puente Aranda) presenta el mas bajo nivel de ruido de todos los puntos monitoreados, 69 dB (A), por la fluidez con que circulan los vehículos y por

el amplio espacio de las zonas verdes del sector, lo cual contribuye a la mitigación del ruido vehicular.

Contrariamente el Punto 2 (Carrera 30 – Calle 8 Sur), presenta el nivel de ruido mas alto de todos los sitios monitoreados ( 80 dB (A)), básicamente por el alto volumen de buses y busetas que por allí transitan, muchos de ellos en regular estado técnico-mecánico, sumado al ruido que produce la parada y arranque de los vehículos en los paraderos y semáforos existentes en el sector .

Con relación a los puntos de medición ubicados en la calle 37 con carrera 13 y la Troncal Caracas), se observan resultados muy similares, 74 dB(A) y 73 dB(A) respectivamente, considerando que durante el día "SIN CARRO" hubo un aumento importante en la frecuencia del servicio Transmilenio, aproximadamente en un 15%, mientras que los altos valores registrados en la carrera 7<sup>a</sup> (76 dB(A)), con respecto a los dos puntos anteriores, se justifican básicamente por el alto volumen de vehículos que transitaron y a los eventos generadores de ruido (paradas y arranques) sucedidos en el paradero de buses sobre el costado oriental de la carrera 7<sup>a</sup>, Parque Nacional. Los niveles registrados en este punto prácticamente corresponden a los mismos valores medidos en el punto 3 (Carrera 7 Diagonal 107 ) de 76.5 dB(A) .

En cuanto al comportamiento general, con base en los promedios logarítmicos diarios (NPS), se observa que durante el primer día (enero 30), se registro el menor valor (74 dB(A)), mientras que en el "DÍA SIN CARRO" y

el día anterior a este, se registró el máximo valor (76 dB(A)), de tal manera que no solamente no hubo reducción de ruido durante la jornada, sino que por el contrario se observó un ligero incremento en los niveles de presión sonora, con lo cual se puede concluir que el transporte público es causante principal de los niveles de ruido vehicular existentes en la ciudad.

Con base en lo anterior y en las observaciones de los eventos registrados en las hojas de campo, a criterio del contratista, los problemas de ruido en algunos de los puntos monitoreados (salvo el punto 1 Puente Aranda y punto 5 Troncal Caracas), se deben al tránsito de vehículos de servicio público (buses, busetas, colectivos y taxis) y a la utilización por parte de los conductores de los mismos de pitos, cornetas, resonadores, frenos de aire, válvulas chillonas y al arranque en semáforos y paraderos, aunado al mal estado técnico-mecánico de dicho parque automotor.

También es importante resaltar el impacto que producen las sirenas de las ambulancias tal como lo sucedido en el punto 5, Troncal Caracas, en donde solo entre las 18:10 y las 18:45 pasaron 6 veces generando el nivel promedio horario mas alto del día 77.3 dB(A) contra 74.0 dB (A) de promedio diario.

#### **4. CONTROL DE EMISIONES DEL TRANSPORTE PUBLICO**

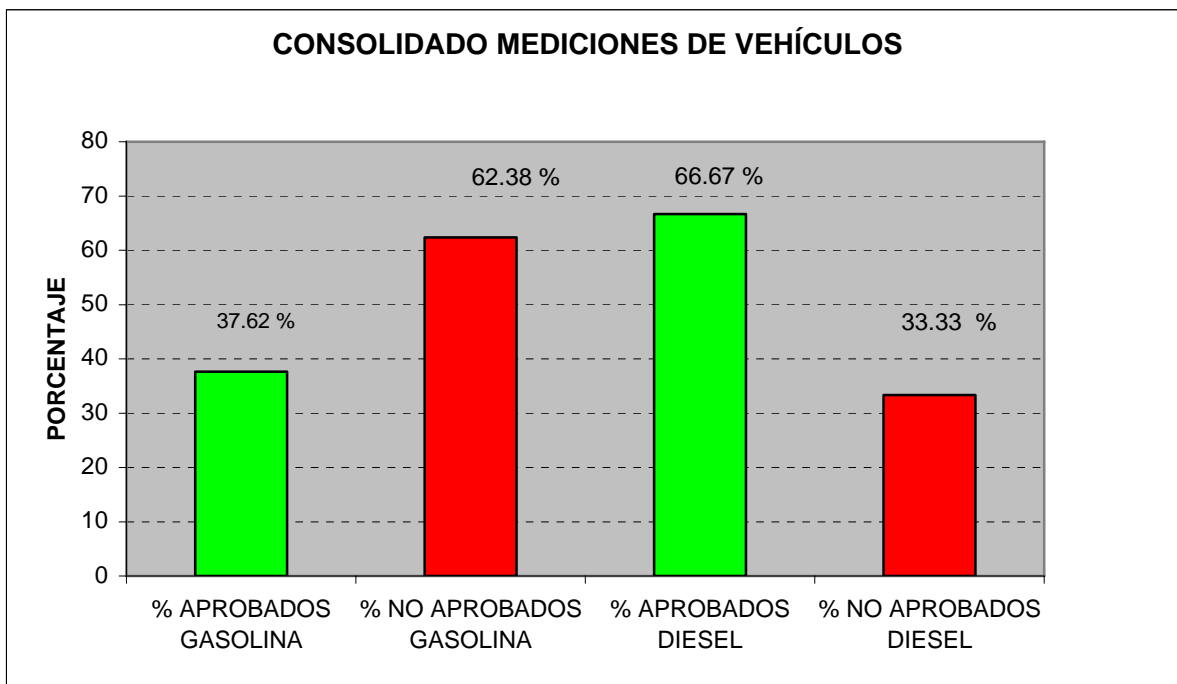
Uno de los componentes importantes de la jornada, fue la realización de operativos de control por parte de la Policía de tránsito y el DAMA, en diferentes puntos de la

ciudad con el fin de aplicar sanciones a los infractores de la norma.

Para dicha labor, se dispusieron 7 unidades de control, que detenían aleatoriamente los vehículos de servicio público con el fin realizar la verificación de emisiones y determinar su cumplimiento normativo.

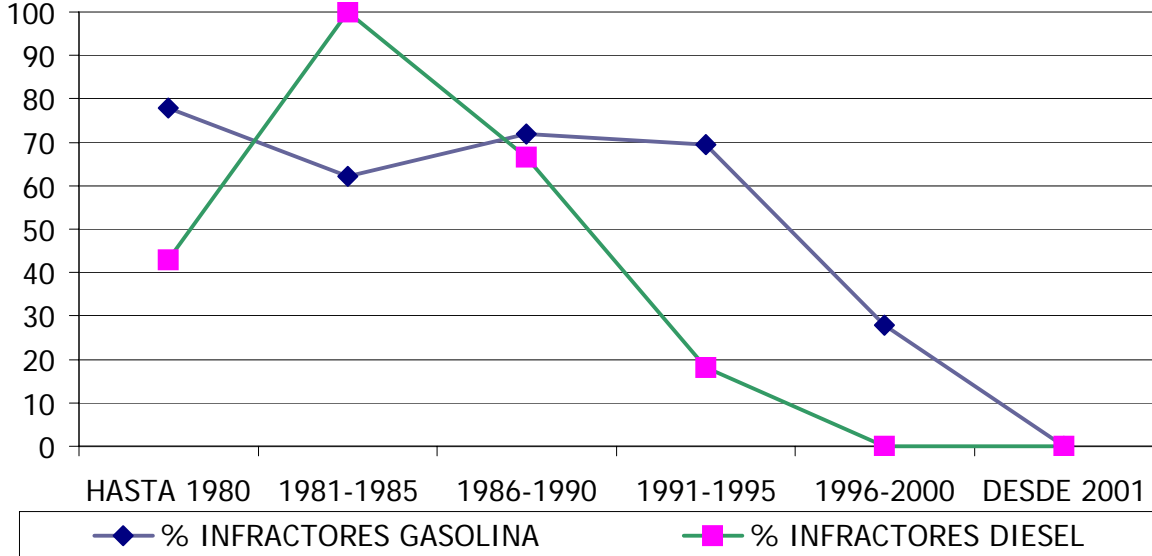
A continuación se presentan los resultados de estos operativos durante la jornada. Se realizaron mediciones de gases a un total de 335 vehículos, de los cuales 311 son a Gasolina y 24 a Diesel.

De los 311 vehículos a Gasolina, el 37.62 % pasaron la prueba de gases y el 62.4 % fueron rechazados o no pasaron la prueba y de los vehículos a Diesel el 66.67 % aprobaron la prueba y el 33.33 % fueron rechazados.



Por otra parte, se observó que en los vehículos de Servicio Público revisados durante la jornada los mayores porcentajes de incumplimiento de la norma para Diesel lo registraron los modelos comprendidos entre 1981 al 1990 y para gasolina entre 1986 al 1990.

**% INFRACTORES POR TIPO COMBUSTIBLE**



Por otra parte, el mayor cumplimiento normativo se encontró en los modelos posteriores a 1990, tanto en Diesel como en Gasolina.

**5. REDUCCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE**

Los volúmenes de contaminantes atmosféricos producidos<sup>5</sup> por el parque automotor se encuentra

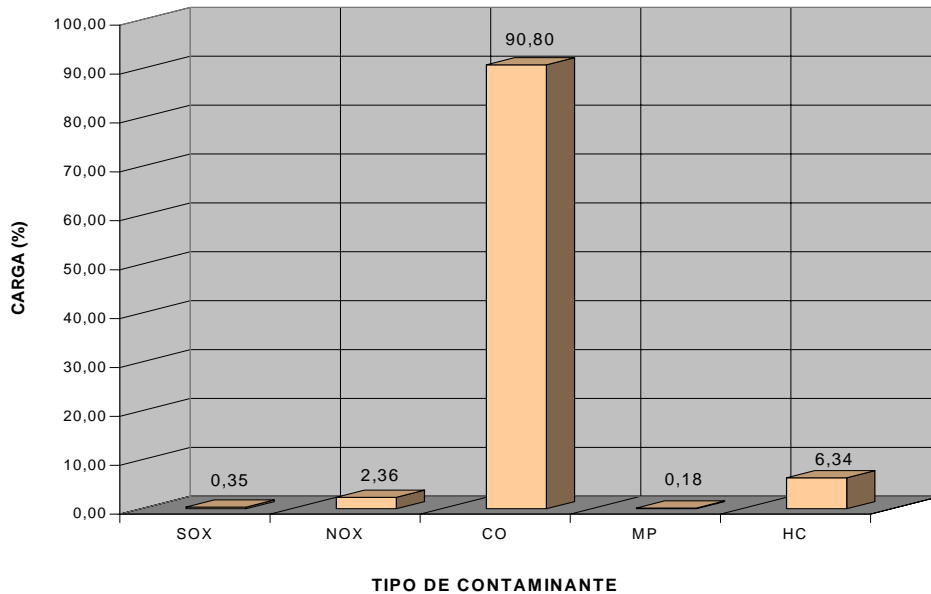
<sup>4</sup> Dentro de este tipo de vehículos se encuentran incluidos los taxis  
<sup>5</sup> Calculado por factores de emisión - DAMA

relacionado en la siguiente tabla, para todo tipo de vehículo (toneladas/año).

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD	VOLUMEN DE CARGA DE CONTAMINANTE				
		TON/AÑO				
		SOx	NOx	CO	HC	MP
Automóvil <sup>5</sup>	549350	1622,76	14469,61	523475,33	43138,37	672,37
Bus	22525	700,84	3786,35	165734,68	9629,70	339,41
Buseta	15364	445,68	2407,81	105393,69	6123,70	215,84
Camión	41923	1470,72	7364,26	295103,41	15804,92	397,42
Camperero	102669	257,06	2292,09	82922,24	6833,43	106,51
Camioneta	124743	326,10	2907,73	105194,43	8668,83	439,12
Microbus	8713	186,40	1034,13	38364,84	2203,58	41,26
Tracto-Camab.	2762	95,99	480,66	19261,16	1031,57	25,94
Volqueta	4771	79,33	428,56	18758,91	1089,95	38,42
Otros	228	9,91	80,84	3348,58	285,21	12,32
<b>TOTAL</b>	<b>873.048</b>	<b>5194,78</b>	<b>35252,03</b>	<b>1357557,26</b>	<b>94809,28</b>	<b>2288,60</b>

<b>Carga Total del Parque Automotor (Ton/año)</b>	<b>1.495.102</b>
---	------------------

### Volumen Total de Carga Contaminante por Tipo de Vehículo (%)



Lo que equivale a una emisión diaria de **4096** Toneladas/día de contaminantes atmosféricos (Oxidos de azufre, Oxidos de Nitrógeno, Material particulado, Monóxido de Carbono e Hidrocarburos). Con la restricción del tráfico automotor particular por un día se logró una reducción de 1724 Toneladas/día<sup>6</sup>, lo que equivale a una reducción de la carga proveniente de las fuentes móviles en un 42 %, asumiendo que un 20 % de los vehículos transitó antes de las 6:30 a.m. y después de las 7:30 p.m. esta reducción sería en realidad del 34 % (1379 Toneladas/día).

El análisis por tipo de contaminante es el siguiente<sup>7</sup>:

Ton/día

<sup>6</sup> Descontando las emisiones de los taxis y vehículos diplomáticos que circularon en la ciudad

<sup>7</sup> Calculado por factores de emisión – DAMA

	<b>SOx</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>MP</b>	<b>TOTAL</b>
Todo el parque Automotor	14	97	3719	260	6	4096
Vehículos privados	3	28	1031	85	1	1149
Camperos	1	6	227	19	0	253
Camionetas	1	8	288	24	1	322
Total que no circularon	5	43	1546	127	3	1724
Asumiendo que un 20 % evadió la medida	4	34	1237	102	2	1379

Ahora bien la reducción de la carga de emisión de contaminantes a la atmósfera por tipo de contaminante se presenta en la siguiente tabla:

	<b>SOx</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>MP</b>
Asumiendo un 20 % evasión de la medida, la reducción de emisiones por contaminante sería	27%	35%	33%	39%	36%
Si todos los vehículos hubieran acatado la medida, la emisiones por contaminante sería	34%	44%	42%	49%	45%

## 6. CONCLUSIONES

La calidad del aire de la ciudad, presentó una notable mejoría durante el desarrollo de la jornada.

- Las condiciones meteorológicas del 1 de febrero de 2001, favorecieron el incremento de los niveles de concentración de los contaminantes en la atmósfera en las horas de la mañana.
- Las concentraciones de material particulado menor a 10 micras -  $PM_{10}$  disminuyeron un 16 % durante la jornada, respecto el día típico o normal. Las mayores concentraciones se presentaron en las horas de la mañana.
- Las concentraciones de dióxido de nitrógeno -  $NO_2$  - se incrementaron en un 1 % respecto el día típico, esto se debió a los picos de concentración, originados en las primeras horas de la mañana (por los vehículos que evadieron las medida).
- Los niveles de Monóxido de Carbono -  $CO$ , se redujeron en un 76 % respecto el día normal. Esta reducción obedeció a la disminución del número de vehículos transitando por la ciudad y al incremento de la velocidad de circulación. Se registraron los mayores niveles de  $CO$  en las horas de la mañana.

- Los Hidrocarburos (Benceno, Tolueno y Formaldehído) se redujeron en promedio 34%, 48% y 3%, respectivamente. Lo cual se debió principalmente a la disminución del consumo de gasolina.
- Es de anotar que aunque las concentraciones de los contaminantes subieron en algunos casos frente al día típico, en el capítulo 5 se muestra claramente que esta jornada contribuyó para la disminución de la carga contaminante total.
- Los operativos de control de emisiones del transporte público realizados durante la jornada mostraron que el 62 % de los vehículos de público a que utilizan gasolina, no cumplieron con la norma de emisión (Resolución 160 del DAMA), en tanto que el 33 % de los vehículos revisados que utilizan diesel como combustible incumplieron la misma.
- Por la implementación de la jornada, durante el 1 de febrero de 2001, se evitó la emisión de 1379 toneladas de contaminantes, lo que equivale a una reducción de la carga contaminante del 34 %.

Como conclusión final del monitoreo de ruido realizado, se puede establecer lo siguiente:

- Contrariamente a lo esperado, el nivel de presión sonora durante el DIA SIN CARRO no disminuye, por lo que se puede concluir que el transporte de servicio público de buses, busetas, colectivos y taxis genera la mayor contaminación de ruido a la luz de los resultados obtenidos.

- Influye de manera importante la utilización de elementos generadores de ruido por parte de los conductores tales como resonadores, pitos, cornetas, válvulas chillonas, entre otras.
- En algunos puntos de medición, se pudo observar una mejor circulación de los vehículos, circunstancia que contribuye a que el ruido de propulsión de los vehículos sea superior al de rodamiento.
- Los puntos monitoreados para observar el comportamiento en términos de ruido del sistema de transporte masivo denominado Trasmilenio, permiten concluir, que a pesar de existir un incremento de aproximadamente un 15% en la frecuencia del servicio el DIA SIN CARRO, los niveles de presión sonora tuvieron un comportamiento similar a los registrados los días previos a la jornada en la Troncal Caracas, mientras que en el sector de la calle 80 incluso disminuyeron levemente.
- La circulación el DIA SIN CARRO de ambulancias con las sirenas en funcionamiento, influyó en los niveles de presión sonora promedio horarios y desde luego en los promedios diarios obtenidos al finalizar la jornada, lo cual deberá ser considerado por las autoridades de tránsito para futuras jornadas, con el fin de lograr que dichos vehículos cumplan su función humanitaria sin causar el impacto registrado en las mediciones de ruido.
- Los resultados de esta jornada comparativamente con los obtenidos en la jornada del año anterior presentan una disminución en el nivel de ruido para los puntos 1 Puente Aranda y punto 4 Autopista Norte, mientras que se mantuvo constante en el Punto 3

Carrera 7 – Diagonal 107 y aumento en el Punto 2  
Carrera 30 – Calle 8 Sur, por las razones expuestas  
anteriormente.