



# **RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB**

**INFORME ANUAL, 2002**

## TABLA DE CONTENIDO

MENSAJE DE LA DIRECCIÓN

INTRODUCCIÓN

I. INFORMACIÓN GENERAL

CONFIGURACIÓN DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE  
OPERATIVIDAD DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE

II. METEOROLOGÍA

PRECIPITACIÓN  
VIENTOS  
TEMPERATURA  
INVERSIONES TERMICAS  
RADIACIÓN SOLAR

III. ESTADO ACTUAL DE CALIDAD DEL AIRE

PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES – PST  
PARTÍCULAS MENORES DE 10 MICRAS – PM<sub>10</sub>  
MONÓXIDO DE CARBONO – CO  
DIÓXIDO DE NITRÓGENO – NO<sub>2</sub>  
DIÓXIDO DE AZUFRE – SO<sub>2</sub>  
OZONO – O<sub>3</sub>

IV. CONCLUSIONES

OPERATIVIDAD DE LA RMCAB  
NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE  
SECTORES DE LA CIUDAD AFECTADOS POR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

ANEXO

SÍNTESIS DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE, 2002  
ESTADÍSTICAS DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE, 2002

## INTRODUCCIÓN

El problema de la contaminación atmosférica ha sido motivo de interés creciente a nivel global por los efectos que se han identificado sobre la reducción de la capa de ozono, y el calentamiento de la temperatura en la tierra, entre otros. En la escala regional y local, en especial en las áreas urbanas, el deterioro de la calidad del aire constituye un factor de riesgo muy importante para la salud de la población.

En la ciudad de Bogotá, las actividades del transporte para atender las necesidades de movilización de la población y el desarrollo industrial demandan el consumo de combustibles fósiles en los motores de combustión interna (vehículos) y en los sistemas de producción de energía calórica (hornos, calderas) los cuales se reconocen como las fuentes más importantes de emisión de contaminantes de la atmósfera, principalmente material particulado, óxidos de carbono, nitrógeno y azufre.

Mediante la operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá-RMCAB se determina la concentración de los contaminantes mencionados, al igual que el comportamiento de los factores meteorológicos que afectan la dispersión y el transporte de los mismos, en la atmósfera. Los datos recolectados en distintos sitios de la ciudad se reciben en una estación central y se someten a un proceso de validación y posterior análisis con el fin de comunicar a la ciudadanía el nivel de la calidad del aire y adoptar las medidas tendientes a su protección y mejoramiento.

En este informe se presenta un análisis de la información meteorológica (sección II), el análisis de los datos obtenidos en la RMCAB, en el 2002 y la tendencia histórica observada en el quinquenio 1998-2002 para los diferentes contaminantes (sección III). Lo anterior se complementa con una síntesis de la información disponible sobre las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos (sección IV).

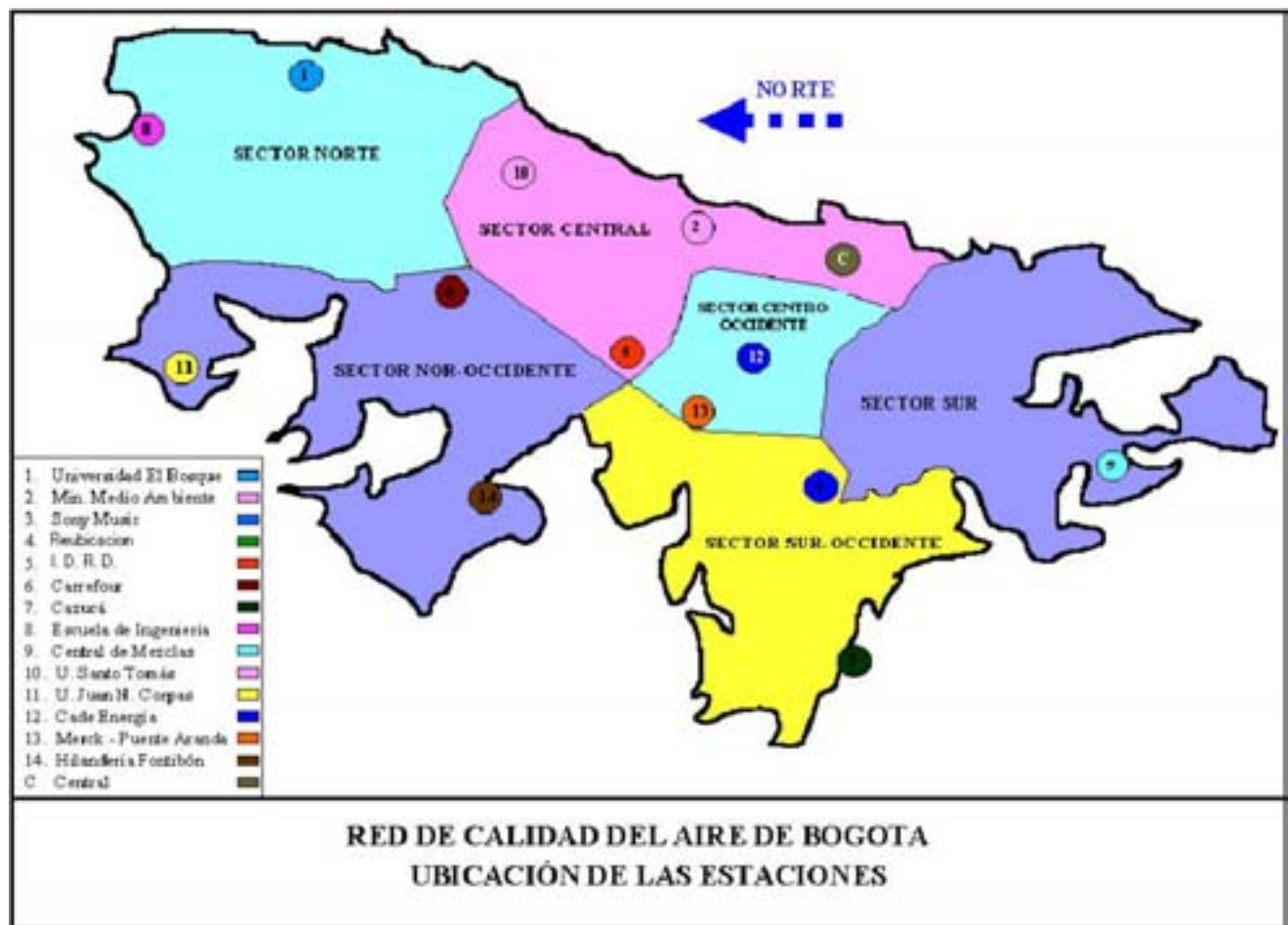
Estos análisis permiten establecer (sección V: conclusiones) que el material particulado y el ozono, que se forma a partir de las reacciones entre hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, son los contaminantes que requieren atención prioritaria, en la ciudad. Así mismo se observa que los sectores occidental y central son los más afectados por el deterioro de la calidad del aire, mientras que el sector norte y el sector oriental muestran los mejores niveles en la calidad del aire que se respira.

Finalmente en el Anexo se incluye información estadística de interés sobre la concentración de los contaminantes en la ciudad.

# I. INFORMACIÓN GENERAL

## CONFIGURACIÓN DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá- RMCAB, es un sistema de monitoreo ambiental en tiempo real con transmisión de datos vía telefónica. La RMCAB esta conformada por una estación central de recepción de datos y catorce (14) estaciones remotas. En la Estación Central de la Red se evalúa la calidad de la información, se depura, se procesa y se elaboran informes periódicos que incluyen el análisis de los datos y la verificación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para detectar las áreas críticas de la ciudad, en cuanto a los niveles de contaminación de la atmósfera. La distribución espacial de las estaciones se indica en el siguiente mapa:



**Los sectores de la ciudad en donde se encuentran ubicadas las estaciones de la RMCAB tienen las siguientes características:**

<b>SECTOR</b>	<b>ESTACIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Norte	U. Bosque Escuela Ingeniería	Zona residencial de baja densidad poblacional y alto tráfico vehicular
Nor-occidental	Carrefour Calle 80 U. Corpas Fontibón	Alto tráfico vehicular y uso residencial y comercial
Sur	Hospital Olaya C. Mezclas	Alto tráfico vehicular, uso residencial, comercial
Sur-occidente	Sony Music Cazucá	Zona industrial con alto tráfico vehicular y uso residencial
Central	MMA U. Nacional U. Santo Tomás	Alto tráfico vehicular y uso residencial, comercial e institucional
Centro-occidente	Cade- Energía Merck	Zona industrial con alto tráfico vehicular y uso residencial

### **Tecnologías utilizadas en la RMCAB para el análisis de contaminantes atmosféricos<sup>1</sup>**

<b>CONTAMINANTE</b>	<b>MÉTODO DE DETECCIÓN EMPLEADO</b>
CO	Correlación IR
NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	Quimiluminiscencia
SO <sub>2</sub>	Fluorescencia UV
Material particulado	Atenuación Beta. (DASIBI)
Material particulado	Atenuación Beta. (Met-One)
O <sub>3</sub>	Fluorescencia UV
CH <sub>4</sub> /NMHC	Detección de Ionización de llama
Tolueno, Benceno, Formaldehído	DOAS

Instrumentos meteorológicos instalados en las estaciones de la RMCAB

<sup>1</sup> Adaptado de: IDEAM, 2002. Auditoría a la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá - Informe Final. Bogotá.

ESTACIÓN	INSTRUMENTOS									
	Temperatura	Humedad	Dirección viento	Velocidad viento	Precipitación	Radiación solar	Presión atmosférica	Componentes viento	Temperatura a 8 metros	Temperatura a 20 metros
U.Bosque			•	•	•					
MinAmbiente	-		•	•	•					
MMA			•	•	•					
Sony Music			•	•	•					
Carrefour	•		•	•	•					
Cazuca			•	•	•					
Escuela de Ingeniería	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Central de Mezclas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
U. Santo Tomás			•	•	•					
Corpas	•		•	•	•					
Cade Energía			•	•	•					
Merck	•		•	•	•					
Fontibón	•		•	•	•					

**Instrumentos para análisis de la concentración de contaminantes instalados en las estaciones de la RMCAB**

ESTACIÓN	INSTRUMENTOS									
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	Calibrador	Aire cero	Data logger
U.Bosque	•	•					•	•	•	•
MinAmbiente (MMA)	•	•	•	•			•	•		•
Sony Music	•	•	•				•	•	•	•
Carrefour	•	•			•		•	•	•	•
Cazuca	•	•	•	•			•		•	•
Escuela de Ingeniería		•			•		•		•	•
Central de Mezclas		•					•		•	•
U. Santo Tomás	•	•					•		•	•
Corpas	•	•	•	•			•		•	•
Cade Energía	•	•					•		•	•
Merck	•	•	•	•			•		•	•
Fontibón	•	•	•	•			•		•	•

## OPERATIVIDAD DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE

En el 2002 se presentaron varios eventos que afectaron la operatividad normal de la RMCAB, los más importantes fueron los siguientes:

- Por causas de fuerza mayor se procedió a desmontar las estaciones U.Nacional, C.Mezclas y H.Olaya.
  - La estación U. Nacional fue reubicada en las instalaciones del Instituto Distrital de Recreación y Deportes - IDR y actualmente se encuentra en pruebas y calibración de instrumentos
  - La estación C.Mezclas será ubicada en el Colegio INEM del Tunal
  - La estación H.Olaya se instalará en un área de alta densidad poblacional por establecer, de acuerdo con las recomendaciones de la auditoría realizada por IDEAM
- La gran mayoría de los instrumentos que miden la concentración de los contaminantes gaseosos (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y ozono) presentaron fallas que fueron atendidas mediante el reemplazo de los elementos, que de acuerdo con el diagnóstico de mantenimiento disponible, se requerían. Sin embargo, éstas medidas no fueron suficientes y los equipos, después de cinco años de operación ininterrumpida se someterán a reparaciones y patronamientos específicos por parte de las empresas proveedoras con exclusividad para Colombia de los mismos.
- La operatividad de las estaciones, teniendo en cuenta las causas mencionadas, resultó de así para el 2002

CONTAMINANTE	DATOS VÁLIDOS OBTENIDOS % <sup>2</sup>
PM <sub>10</sub>	75 - 95
PST	81 - 88
SO <sub>2</sub>	8 - 77
NO <sub>2</sub>	0 - 96
CO	26 - 69
O <sub>3</sub>	6 - 61

---

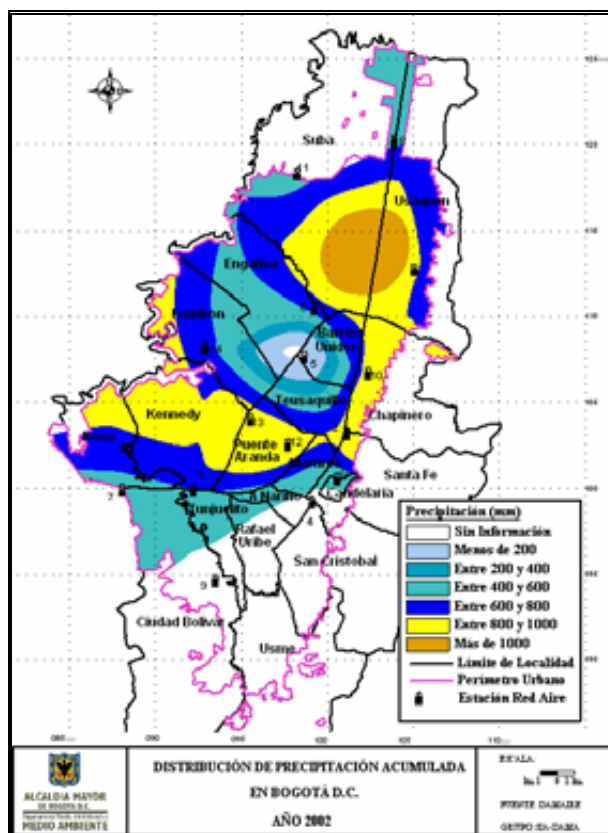
<sup>2</sup> Es la relación porcentual entre el número de datos válidos obtenidos y el número de datos posible

## II. METEOROLOGÍA

En esta sección del documento se presenta un breve análisis del comportamiento meteorológico observado en el 2002, elaborado a partir de la información producida por las estaciones que conforman la RMCAB.

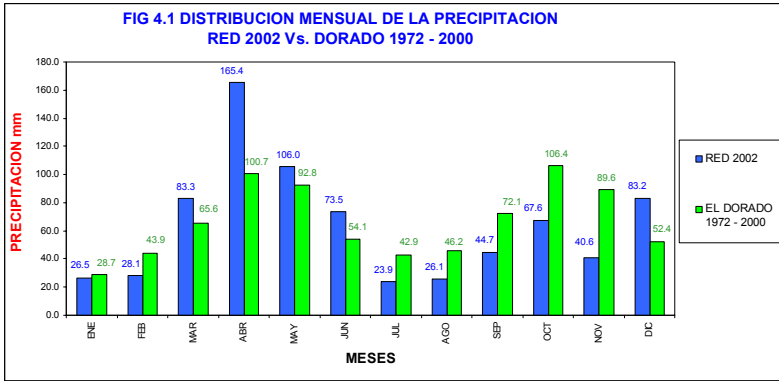
### PRECIPITACIÓN

La distribución anual de la precipitación en la ciudad presenta un comportamiento **bimodal** con máximos en los meses de abril y octubre y mínimos en enero y julio. La precipitación media registrada en la RMCAB fue de 672.7 mm, ésta precipitación representa el 85% de la precipitación media multi-anual (795.4 mm) registrada en la estación Aeropuerto El Dorado de propiedad del IDEAM, en el período 1972-2000.



Si se compara el comportamiento de la precipitación mensual registrada en la RMCAB con los promedios de la serie histórica de la estación Aeropuerto El Dorado se observa que:



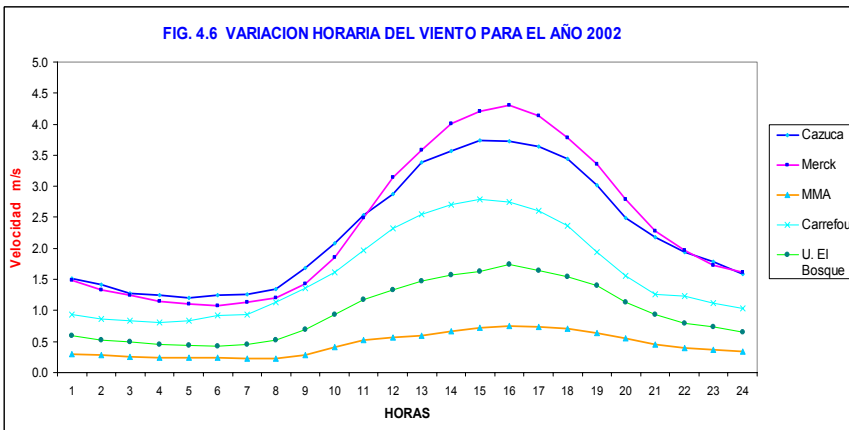


- En todos los meses entre marzo y junio se superó el promedio multi-anual en la ciudad: En abril, las lluvias excedieron un 65% al promedio multianual
- En el segundo semestre, por el contrario, en todos los meses, a excepción de diciembre, se presentaron lluvias con una intensidad inferior a la media histórica. En noviembre solo se alcanzó el 45% de la media histórica

Las precipitaciones sobre el área de la ciudad se presentan principalmente en las horas de la tarde y noche (entre las 16 y 19 horas), con escasas precipitaciones en las horas de la mañana (5 a 12 horas), período en que generalmente se presentan las máximas concentraciones de los contaminantes.

## VIENTOS

**Velocidad del viento:** La media anual de la velocidad del viento, en la ciudad, fue de 1.5 m/s (valor idéntico al año anterior).



- La representación gráfica de la variación de la velocidad del viento, en cinco estaciones de la Red localizadas en un transecto sur-norte de la ciudad, muestra que en general la velocidad se puede considerar como débil, con máximos en las horas de la tarde (15 y 16 horas) y mínimos en las primeras horas del día

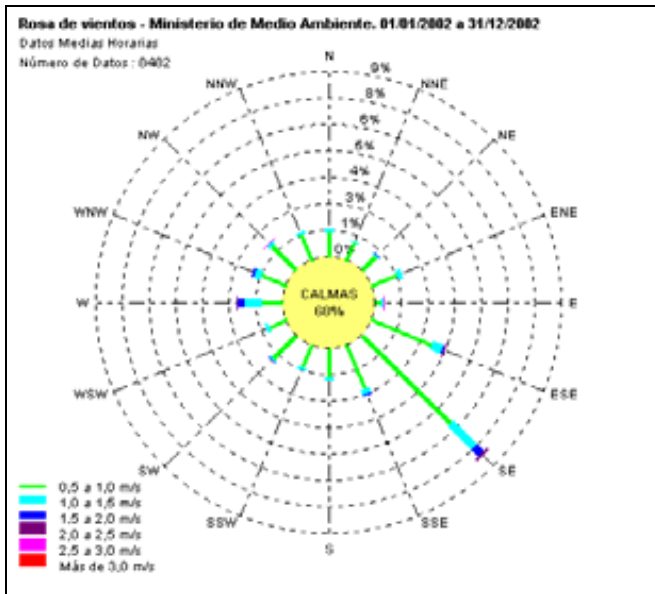
Los promedios mensuales de la velocidad de los vientos, el promedio anual y los máximos anuales en cada una de las estaciones de la Red y la fecha en que estos máximos ocurrieron se presentan enseguida:

TABLA N° 4.1 - VELOCIDAD DEL VIENTO AÑO 2002

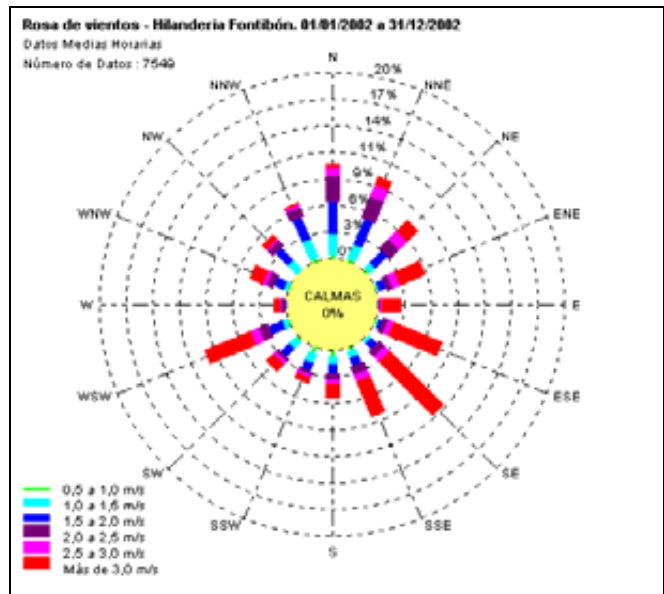
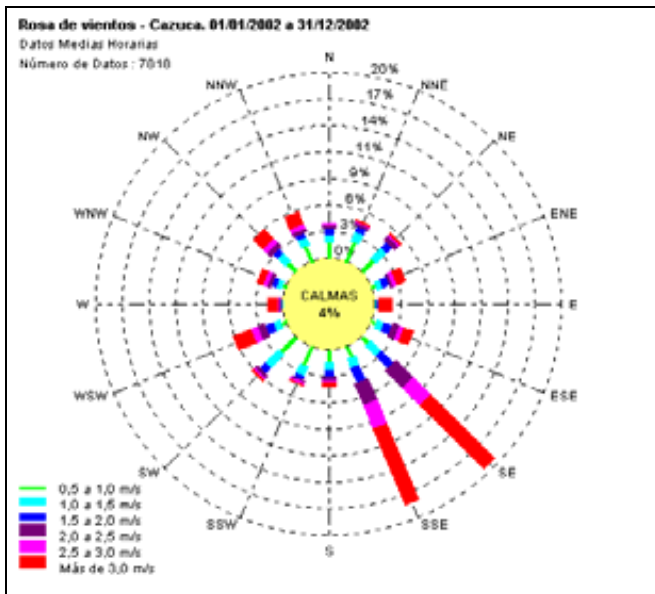
VIENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO		MAXIMO	
													ANUAL	ANUAL	ANUAL	FECHA
U. EL BOSQUE	0.8	0.9	1.1	1.0	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	0.8	0.9	1.0	5.1	23-Abr-02	
MMA	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	2.6	26-Mar-02	
SONY	0.9	0.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.9	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	5.7	26-Dic-02	
U. NACIONAL	0.6	0.6	0.7	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE				
CARREFOUR	1.4	1.2	DI	1.8	1.9	1.7	2.2	2.3	1.2	1.4	1.3	1.2	1.6	8.0	02-Ago-02	
CAZUCA	2.1	2.1	2.3	2.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.2	2.2	1.9	DI	2.3	8.9	25-Mar-02	
ESCING	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	3.4	22-Feb-02	
MEZCLAS	2.5	DI	3.7	2.1	3.9	3.6	4.1	4.2	TE	TE	TE	TE	3.4	11.7	04-May-02	
U. STO. TOMAS	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4.5	04-Ago-02	
CORPAS	1.2	0.9	0.9	DI	0.9	1.3	1.8	1.9	1.5	1.4	1.3	1.1	1.3	7.6	08-Ago-02	
CADE	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	DI	0.8	0.9	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	2.4	13-Jul-02	
MERCK	2.4	2.5	2.4	2.2	2.6	3.1	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.7	2.4	8.8	30-Jun-02	
FONTIBON	2.8	2.8	2.7	2.5	2.8	3.0	3.3	DI	DI	2.8	2.7	2.7	2.8	8.8	22-Jun-02	
PROMEDIO MES	1.3	1.2	1.4	1.3	1.5	1.7	1.8	1.8	1.2	1.3	1.2	1.1				

PROMEDIO RED 1.5

**Dirección del viento:** En la mayoría de las estaciones de la Red, la dirección del viento presentó componente del SE (sur-este) y en tres de ellas la dirección predominante presentó componente del S (sur).



En las estaciones MMA y Universidad Santo Tomás se registraron el mayor número de calmas (velocidades inferiores a 0.5 m/s) con el 75% y 68% de las observaciones respectivamente (porcentajes inferiores al año anterior). Mientras que las estaciones con menores porcentajes de calmas fueran Cazucá y Fontibón con 4 y 0% respectivamente.



El análisis de la circulación del viento para el año 2002, permite establecer que la dirección predominante del S (sur) al sur de la ciudad, rotando hacia el W (oeste) (viento del este) a partir del centro de la ciudad. Durante los meses de junio, julio y agosto se registraron las velocidades promedios más altas y en abril, noviembre y diciembre, las más bajas.

## TEMPERATURA

La temperatura media de la ciudad fue de 14.8°C, con un comportamiento similar durante todos los meses del año. La variación de la temperatura media mensual de la ciudad a través del año es muy baja, ligeramente superior a 1°C. Los valores máximos absolutos de la temperatura superaron los 24 °C, durante los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo. En la estación Mezclas se registró la máxima temperatura el 26 de Febrero (26.3°C) y la mínima absoluta se registró el 4 de enero (1.2°C) en la estación Escuela de Ingeniería. Las temperaturas medias mensuales, máxima absoluta, mínima absoluta mensual y anual registradas en la RMCAB fueron las siguientes:

TABLA N° 4.2 TEMPERATURAS AÑO 2002

T° 2m	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEZCLAS	16.2	17.3	16.9	16.5	16.3	15.6	15.9	15.3	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
ESC.ING	12.4	13.2	13.3	13.3	13.2	12.6	12.4	12.1	12.4	12.8	12.4	13.0
CARREFOUR	15.7	16.6	16.2	16.2	16.4	15.9	15.9	15.8	15.8	16.2	15.5	16.0
MERCK	14.4	15.2	15.0	14.7	15.0	14.2	14.5	14.2	14.5	14.7	14.3	14.9
FONTIBON	13.8	14.5	14.3	14.1	14.5	13.8	14.1	D.I.	D.I.	14.1	13.8	14.4
PROMEDIO MES	14.5	15.4	15.1	15.0	15.1	14.4	14.6	14.4	14.7	14.5	14.0	14.8
MAX. ABSOLUTO	26.2	26.3	24.9	24.1	24.2	22.3	22.9	23.9	23.8	23.7	23.4	23.5
MIN. ABSOLUTO	1.2	1.0	2.9	5.1	4.9	5.2	4.2	3.0	2.1	1.6	3.2	2.0

ESTACIONES	PROMEDIO		MAXIMO		MINIMO	
	ANUAL	ANUAL	ANUAL	FECHA	ANUAL	FECHA
MEZCLAS	16.3	26.3	7.2	26 Feb 02	1.2	13 Feb 02
ESC.ING	12.8	23.2	1.2	24-Feb-02	6.6	04-Ene-02
CARREFOUR	16.0	24.6	6.6	24-Feb-02	7.4	22-Sep-02
MERCK	14.6	22.4	7.4	24-Feb-02	6.1	04-Ene-02
FONTIBON	14.1	21.9	6.1	24-Feb-02		

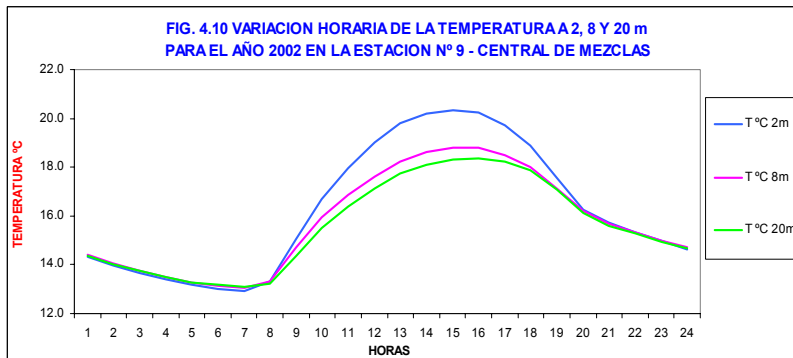
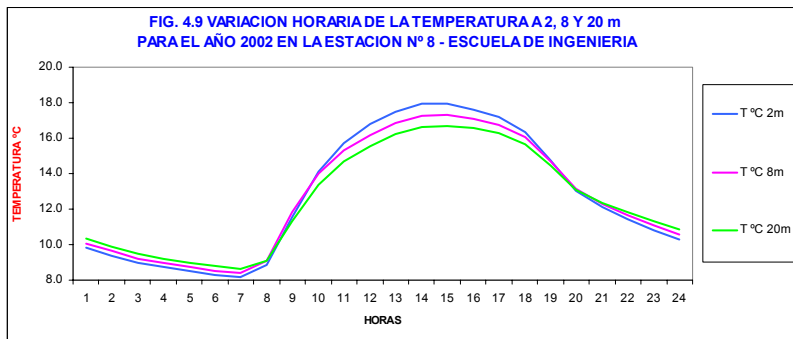
14.8 PROMEDIO RED

## INVERSIONES TERMICAS

Las inversiones térmicas se producen cuando por encima de la superficie del terreno, la temperatura del aire aumenta con la altura y se presentan generalmente durante la noche y en las primeras horas de la mañana, debido al calentamiento diurno y posterior enfriamiento de la superficie de la tierra.

En la mayoría de los casos las inversiones están asociadas a velocidades débiles del viento, por lo tanto representan períodos en los cuales la dispersión horizontal y vertical de los contaminantes está limitada.

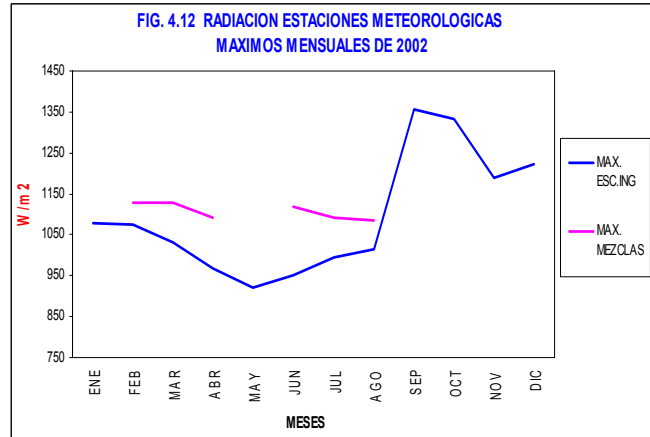
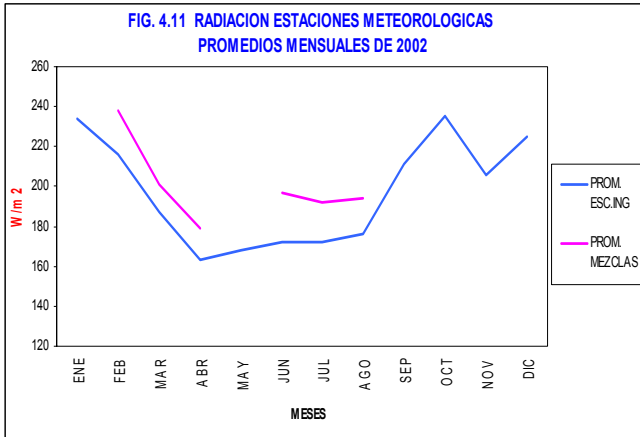
Las inversiones térmicas constituyen una condición limitante para la dispersión de los contaminantes, porque reducen el volumen efectivo de aire en que estos se emiten y posteriormente se diluyen. Los principales factores que influyen en la dispersión de los contaminantes son la velocidad y dirección horizontal del viento y la estructura vertical de la atmósfera (estabilidad atmosférica)



- Generalmente la inversión se inicia a las 7 de la noche y termina a las 7 de la mañana, como se aprecia en las gráficas.
- Esta condición implica que por la noche y en la madrugada, a pesar de disminuir la actividad industrial y el tráfico vehicular, se dificulta la dispersión de los contaminantes emitidos durante el día.

## RADIACIÓN SOLAR

Este parámetro se mide en las estaciones Central de Mezclas (sur de la ciudad) y Escuela de Ingeniería (norte de la ciudad). El comportamiento de la intensidad de la radiación en las estaciones citadas, se muestra en las siguientes gráficas:



En la estación Esc. Ingeniería se obtuvieron datos para todo el año, no ocurrió lo mismo en la estación C. Mezclas, en la cual los registros cubrieron menos del 50% del periodo objeto de análisis.

Los valores promedio mensuales de la radiación varían entre 160 y 240  $W/m^2$ , mientras que los máximos se registraron entre cerca de 900 y 1370  $W/m^2$ .

El comportamiento de la radiación muestra además los valores más bajos entre abril y mayo, y los más altos entre septiembre y octubre.

### III. ESTADO ACTUAL DE CALIDAD DEL AIRE

#### PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES – PST

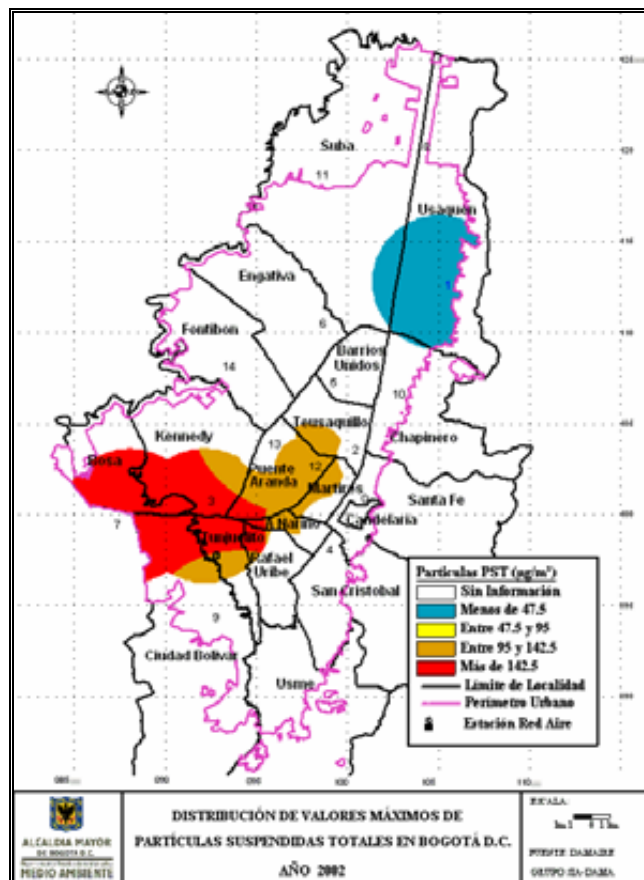
**Norma** Anual:  $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días  
Diaria:  $340 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - máxima Concentración promedio horaria en 24 horas

#### Descripción

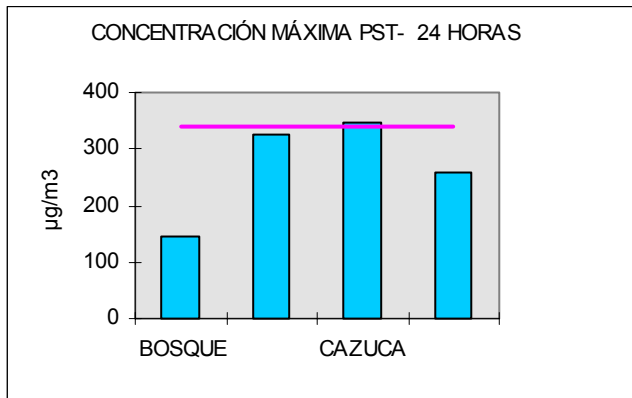
Las partículas suspendidas totales-PST comprenden partículas en estado sólido y líquido de una gran variedad de tamaños y se diferencian de las partículas sedimentables precisamente porque requieren tiempos mayores para su depositación. Uno de los intervalos de tamaño de mayor importancia es la fracción menor de 10 micras  $\text{PM}_{10}$ , y por ésta razón se determina su concentración en forma separada.

#### Fuentes

Las fuentes más importantes de generación de partículas son las industrias, los vehículos principalmente a Diesel, la acción del viento sobre áreas desprovistas de vegetación, las quemas y los incendios forestales.



## Tendencias y nivel de calidad del aire



- La concentración máxima de PST supera la norma en Cazucá (347µg/m<sup>3</sup>), y se encuentra muy próxima al valor permitido en Sony (326µg/m<sup>3</sup>). Además en la estación Cade esta concentración es superior al 50% de la norma.
  - El número de datos que excedió la norma diaria de PST fue de 23 y la totalidad de estos datos se registraron en Cazucá.
  - Del total de 28661 registros, 7812 datos (27.2%) superaron el 50% de la norma.
- 
- Con respecto al comportamiento de las PST en el 2001 se puede comentar que igualmente en Cazucá fue la única estación en que se superó la norma, con una concentración máxima de 362µg/m<sup>3</sup>, como se observa, mayor a la registrada en 2002.
  - De otra parte, el porcentaje de excedencia del 50% de la norma fue de (20.9%), inferior al 27.2% calculado para el 2002.
  - Del análisis anterior se infiere que el material particulado es un contaminante prioritario en cuanto a las necesidades de reducción de las emisiones.



## PARTÍCULAS MENORES DE 10 MICRAS – PM<sub>10</sub>

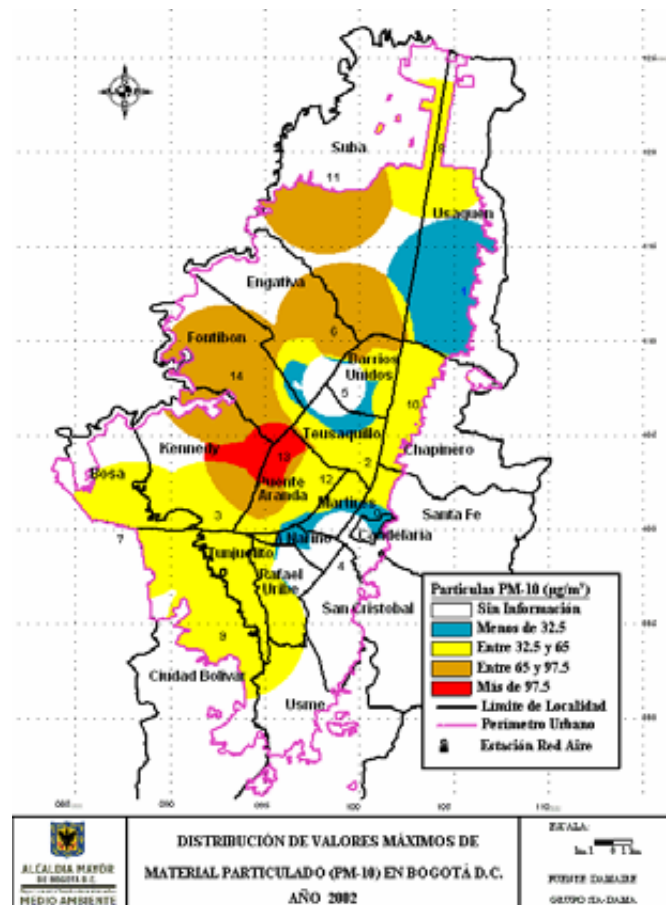
**Norma** Anual:  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días  
Diaria:  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - máxima Concentración promedio horaria en 24 horas

### Descripción

Las partículas de diámetro menor a 10 micras constituyen una fracción del total de partículas suspendidas en el aire (PST) y dado este tamaño pueden ser inhaladas y llegar hasta los pulmones.

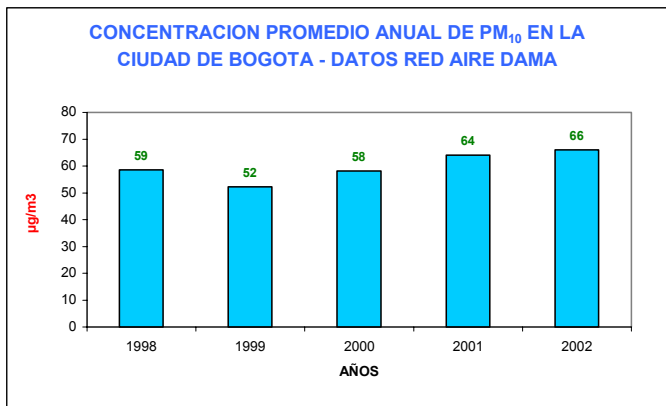
### Fuentes

Las fuentes más importantes de generación de partículas son las industrias, los vehículos principalmente a Diesel, la acción del viento sobre áreas desprovistas de vegetación, las quemas y los incendios forestales.



## Tendencias y nivel de calidad del aire

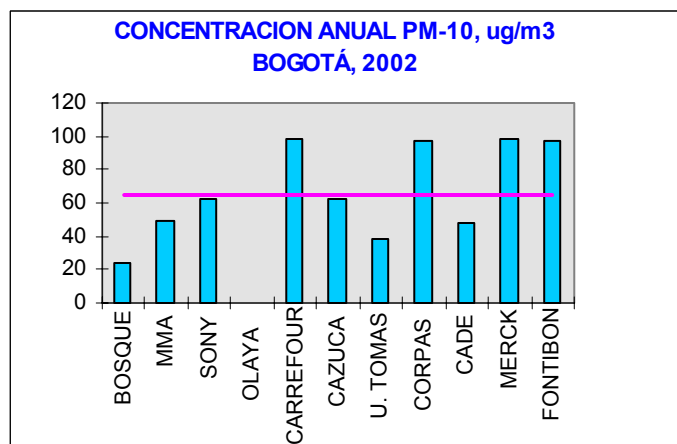
Se observa una tendencia al incremento en la concentración promedio anual de PM<sub>10</sub>, en los últimos cuatro años. En el 2002 se superó la norma promedio anual de 65 µg/m<sup>3</sup>. Las causas probables de este comportamiento pueden ser, entre otras:



- El crecimiento del parque automotor: En los últimos 5 años el número de vehículos matriculados en la ciudad se incrementó en cerca de 200.000 unidades
- La falta de mantenimiento del parque automotor
- La ubicación de una nueva estación de monitoreo en área de alta contaminación: Carrefour

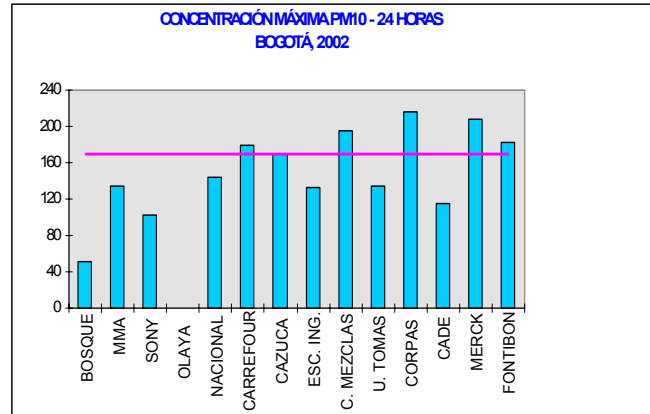
En el 2002, excedieron la norma diaria de PM<sub>10</sub> 424 datos, valor inferior al observado en el 2001 que fue de 510. Sin embargo, el promedio anual fue mayor para el 2002 debido a que, por ejemplo, el número de datos que superó el 50% de la norma fue de 22.899, el cual resulta mayor en cerca del 6% de datos, al compararlo con el registrado en el 2001 que fue de 21.638 datos

## Distribución espacial de las concentraciones de PM<sub>10</sub>



- Las estaciones en las que se presentó excedencia de la norma fueron: Corpas (202 datos), Merck (145 datos), Carrefour (40 datos) y Fontibón (36 datos).
- Es importante resaltar que en estos mismos sitios también se excedió la norma diaria de PM<sub>10</sub> en el 2001.

- Las concentraciones máximas diarias, también superiores a las normas se presentaron en las estaciones en donde se excede la norma anual: Carrefour, Corpas, Merck y Fontibón



## MONÓXIDO DE CARBONO – CO

**Norma** 8 horas: 11 ppm - promedio horaria en ocho horas  
1 hora: 39 ppm - máxima Concentración promedio horaria

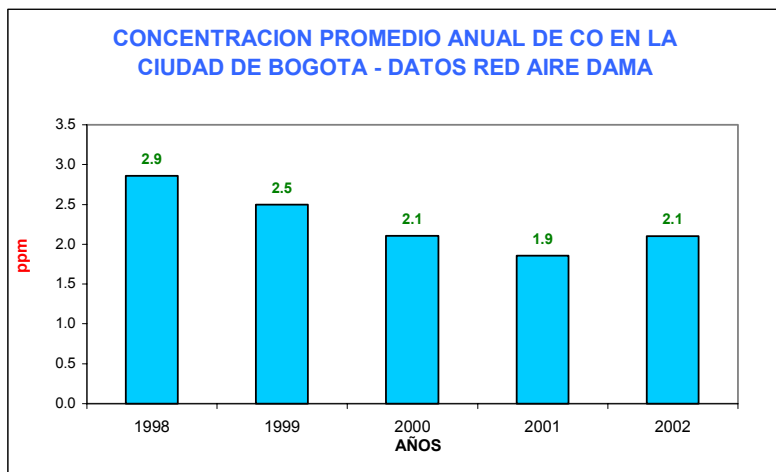
### Descripción

El monóxido de carbono es un gas sin olor ni color que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles. Su característica más importante es la capacidad para combinarse con la hemoglobina y, en consecuencia, reducir el transporte de oxígeno en el cuerpo humano. Los efectos que se derivan de esta disminución en la cantidad de oxígeno en la sangre se traducen en dolores de cabeza, fatiga y pérdida de los reflejos.

### Fuentes

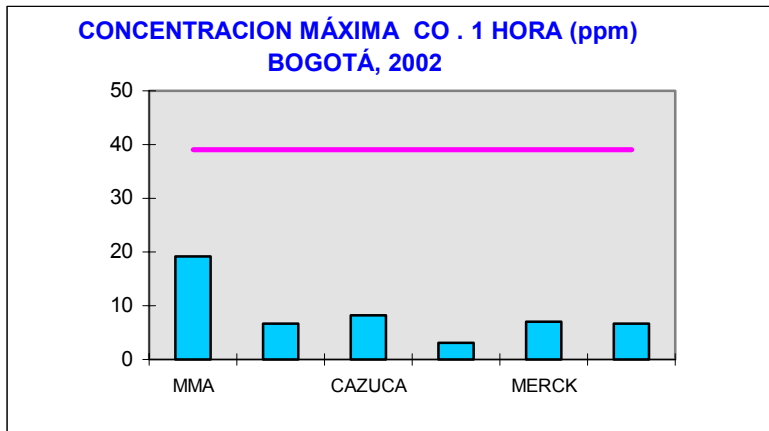
Las fuentes más importantes de generación de monóxido de carbono son las actividades del transporte y los sistemas de combustión industrial. En general se estima que las emisiones de CO, en el medio urbano, provienen en un 60% de los vehículos.

### Tendencias y nivel de calidad del aire

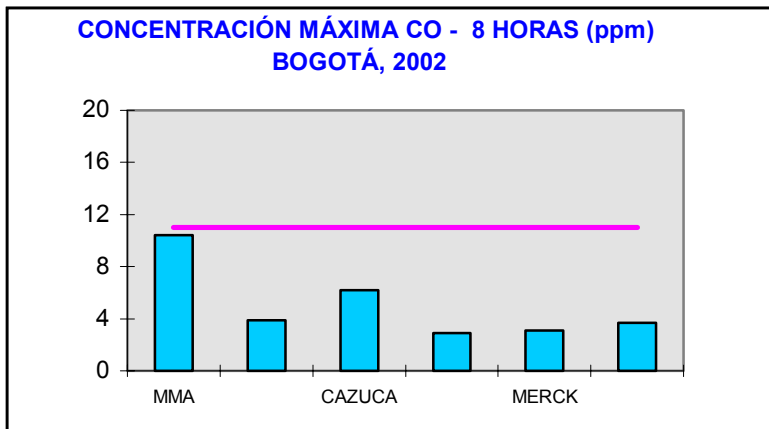


- La concentración de CO se redujo después del año 99 y se ha mantenido entre 1.9 y 2.1 ppm.
- Las concentraciones máximas en general se encuentran por debajo de las normas, en más de un 50%, tanto para una como para ocho horas. Un solo dato excedió este comportamiento y ocurrió en la estación MMA

### Distribución espacial de las concentraciones de CO



- La distribución de las concentraciones de monóxido de carbono en la ciudad indica que el sector central, en el cual se encuentra ubicada la estación MMA es el potencialmente más afectado, sin llegar a superar los límites establecidos en las normas para una y ocho horas



## DIÓXIDO DE NITRÓGENO – NO<sub>2</sub>

**Norma** Anual: 52 ppb Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días  
Diaria: 121 ppb - promedio horaria en 24 horas  
1 hora: 168 ppb - máxima Concentración promedio horaria

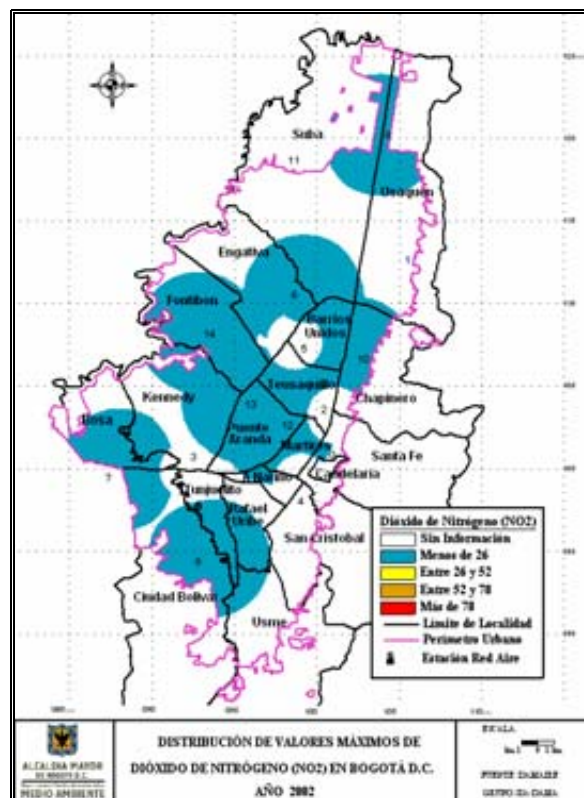
### Descripción

El dióxido de nitrógeno forma parte del grupo de los óxidos de nitrógeno conocidos como NO<sub>x</sub>. Este es un gas tóxico de color parduzco que puede generar la irritación del tracto superior del sistema respiratorio e incluso afectar los pulmones. Puede participar en reacciones químicas en la atmósfera que conducen a la producción de ácido nítrico y contribuir a la acidificación de la lluvia. Estudios recientes efectuados en Bogotá han determinado niveles de acidez en la lluvia con pH 4.6 y 5.1<sup>3</sup>

De otra parte, los óxidos de nitrógeno reaccionan con los compuestos orgánicos volátiles (COV) dando lugar a la formación del ozono troposférico.

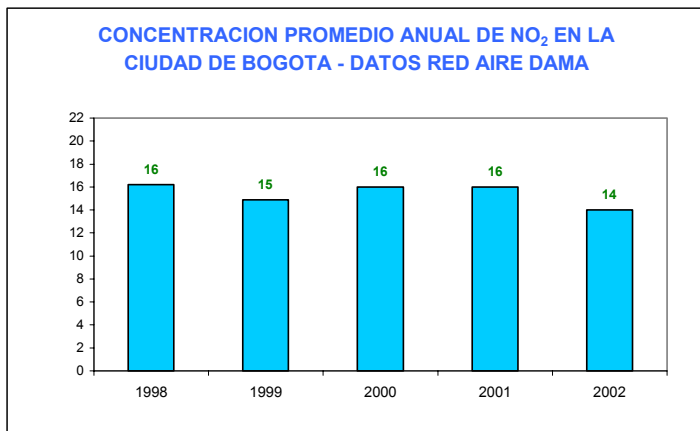
### Fuentes

Los óxidos de nitrógeno se forman cuando se alcanzan las temperaturas más altas en los procesos de combustión, tanto en las industrias como en los vehículos.



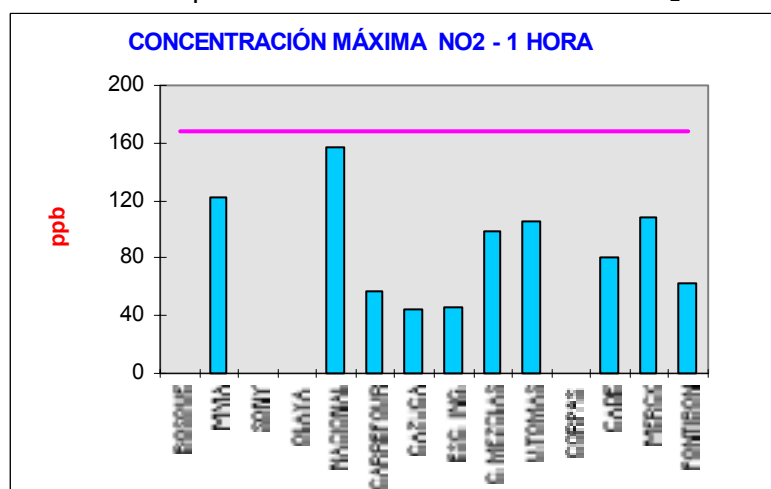
<sup>3</sup>León Gloria. Contribución a la evaluación de la acidez de la lluvia en Bogotá.

## Tendencias y nivel de calidad del aire

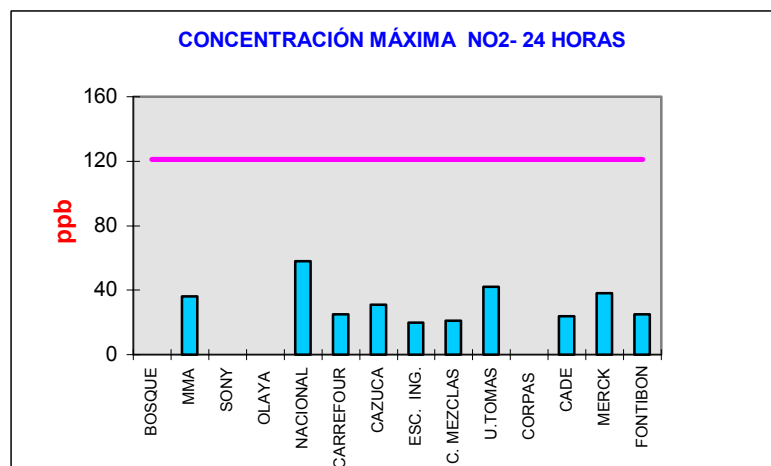


- Aunque en el último año la concentración promedio de los óxidos de nitrógeno disminuyó en cerca de un 12%, con respecto al año anterior, en general, la concentración de este contaminante se ha mantenido en el intervalo entre 14 y 16 ppb, durante el quinquenio 1998-2002.

## Distribución espacial de las concentraciones de NO<sub>2</sub>



- Las máximas concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> se encuentran más cerca del límite permitido que las correspondientes al límite diario. En efecto, mientras que por lo menos en cinco estaciones la concentración horaria de NO<sub>2</sub> fue superior al 50% de la norma, en ninguna estación de la Red se alcanzó este nivel con respecto a las concentraciones diarias.



- Desde el punto de vista de la distribución espacial de las concentraciones de NO<sub>2</sub> en la ciudad, se observa que las máximas se presentaron en el sector central en donde se encuentran ubicadas las estaciones U. Nacional MMA y S. Tomás. Otro sector de interés por la magnitud de las concentraciones de NO<sub>2</sub> es el sur-occidental, lo cual se refleja en las estaciones Merck y Sony.
- Se destaca que de un total de 82519 datos de la concentración de NO<sub>2</sub> evaluados ninguno superó los límites establecidos en las normas para una ni para 24 horas.

## DIÓXIDO DE AZUFRE – SO<sub>2</sub>

**Norma** Anual: 34 ppb, Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días  
Diaria: 141 ppb - promedio horario en 24 horas  
3 horas: 546 ppb - máxima Concentración promedio en 3 horas

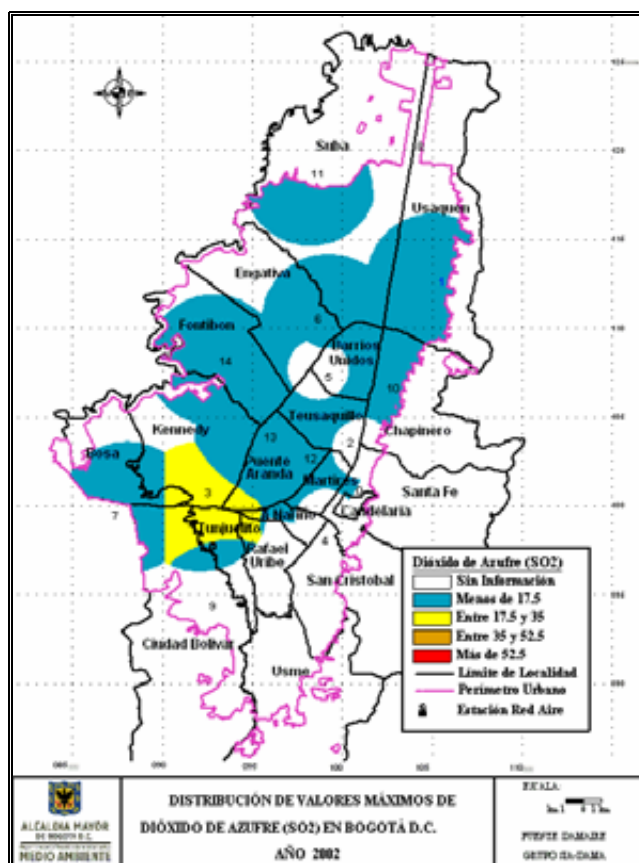
### Descripción

El SO<sub>2</sub> es un gas venenoso que puede interferir la función respiratoria aún en bajas concentraciones y actúa como un agente de acentuación de enfermedades respiratorias, por ejemplo: el asma, el enfisema y la bronquitis. También se reconoce su sinergismo en atmósferas contaminadas con material particulado.

El SO<sub>2</sub> se puede oxidar en la atmósfera y contribuir a la formación de ácido sulfúrico. Al igual que los óxidos de nitrógeno participa en el fenómeno de acidificación de la lluvia.

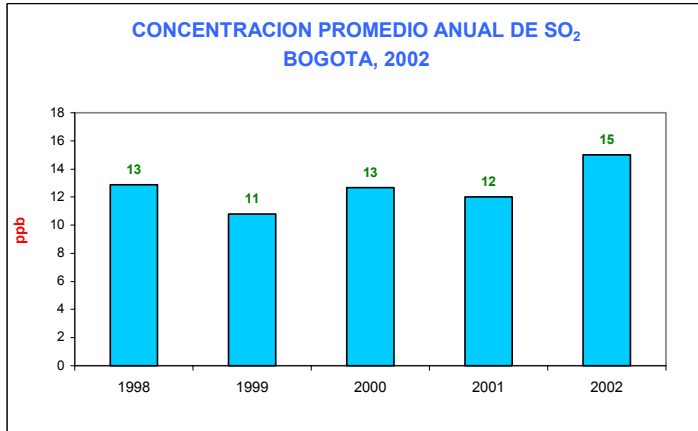
### Fuentes

La fuente más importante de generación de dióxido de azufre la constituye la quema de combustibles que contiene azufre como el carbón y los hidrocarburos como el fuel oil, los cuales se consumen en la industria y en los vehículos.



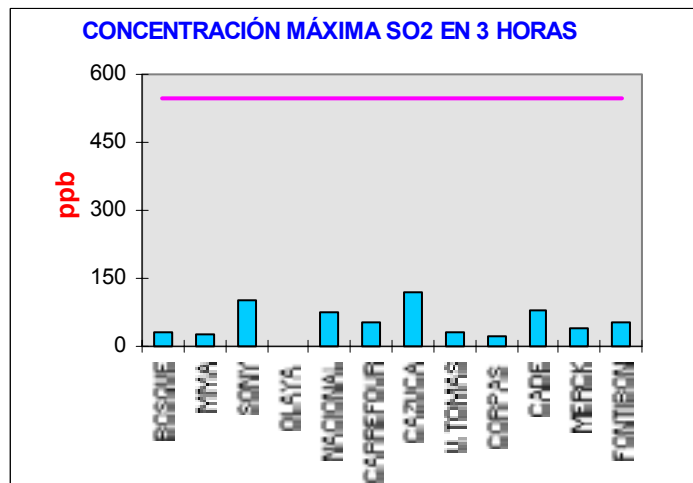


## Tendencias y nivel de calidad del aire



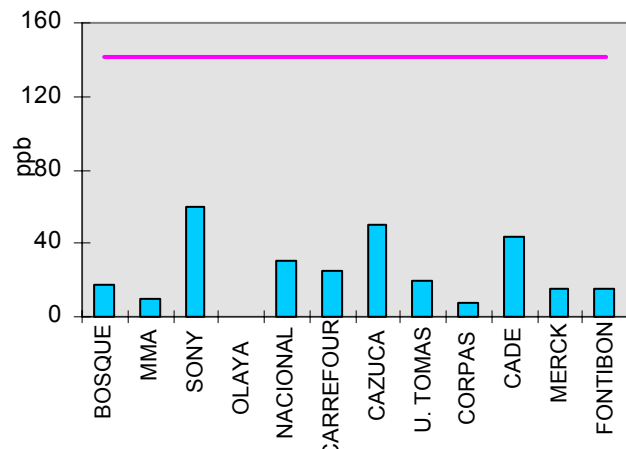
- En el 2002 se registró un incremento en la concentración de SO<sub>2</sub> del 25% con respecto al año anterior y ésta la mayor concentración promedio anual del quinquenio 1998-2002
- A pesar de lo anterior, el nivel de la concentración promedio anual de SO<sub>2</sub> (16 ppb) es muy inferior al máximo permitido y no alcanza aún el 50% con respecto al límite (34 ppb)

## Distribución espacial de las concentraciones de SO<sub>2</sub>



- Las concentraciones máximas de SO<sub>2</sub> registradas en la RMCAB en los periodos de 3 y 24 horas siguen un comportamiento similar al observado en el periodo anual, es decir, son inferiores a las normas correspondientes en más de un 50%.
- Dentro de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> comentados, el sector sur-occidental de la ciudad presenta las concentraciones más altas, especialmente en las estaciones Cazucá y Sony.

### CONCENTRACIÓN MÁXIMA SO2 - 24 HORAS



## OZONO – O<sub>3</sub>

**Norma** 1 hora: 83 ppb - máxima Concentración promedio horaria  
Diaria: 141 ppb - promedio horaria en 24 horas  
8 horas: 65 ppb - máxima Concentración promedio en 8 horas

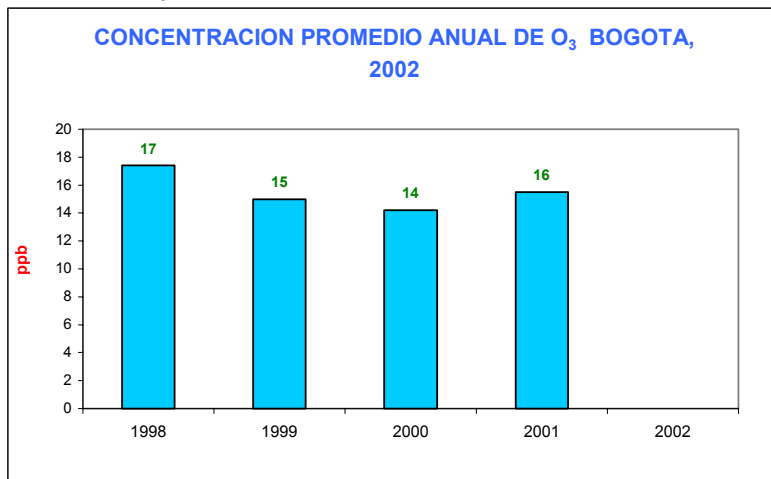
### Descripción

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno y aunque en las capas superiores de la atmósfera (estratosfera) cumple una función protectora para la vida en la tierra debido a su capacidad para absorber la radiación ultravioleta procedente del sol, en las capas inferiores (troposfera) es un contaminante denominado secundario, de alto poder oxidante que puede irritar el sistema respiratorio y acentuar la afectación de personas que padezcan enfermedades respiratorias.

### Fuentes

Como ya se dijo, el ozono es un contaminante secundario, es decir, que no es emitido directamente por las actividades humanas. El ozono se forma mediante las reacciones entre los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), en presencia de luz solar. En este sentido las fuentes mencionadas anteriormente que generan NOx (procesos de combustión) y las fuentes de liberación de COV, como industrias de solventes, pinturas, tintas, lavanderías y estaciones de servicio, entre otras, adquieren un especial interés para el control de los precursores en la formación del ozono troposférico

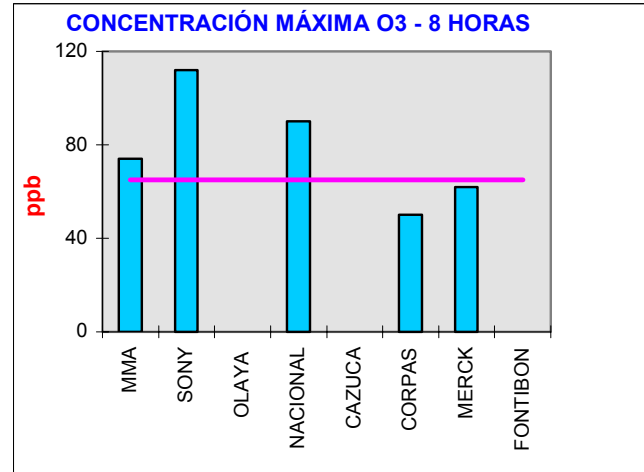
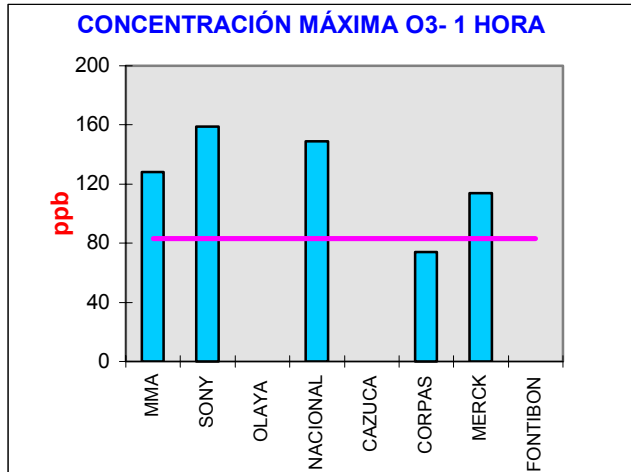
### Tendencias y nivel de calidad del aire



Aunque el número de datos registrados en el 2002 no fue suficiente para obtener el promedio anual de la concentración de ozono, la tendencia que se observa en el registro disponible indica una concentración muy similar al promedio del 2001, esto es de 16 ppb.

Estación	No. Datos	Concentración, ppb	
		Máxima	Promedio
MMA	590	74	15,7
SONY	487	112	21,4
CAZUCA	571	52,1	18,1
CORPAS	4481	50,3	9,3
MERCK	2674	70,2	17,6
FONTIBÓN	485	31,3	14,1

## Distribución espacial de las concentraciones de O<sub>3</sub>



- Como se puede observar la excedencia de las normas de ozono tanto para el periodo de una hora como para el de ocho horas ocurre en casi todas las estaciones, especialmente en el sector central de la ciudad (MMA, Nacional) y en el sur-occidental (Sony).
- Aunque no se dispuso de datos para todo el año, se observa que en términos porcentuales (Número de datos que exceden la norma/Número de datos registrados) la excedencia de la norma horaria fue mayor en el 2002 comparada con el año anterior, así: En el 2002, 0,72% de los datos superaron la norma horaria, en el 2001 fue el 0,56%. Con respecto a la excedencia de la norma de 8 horas, los porcentajes fueron similares, 0,55% en el 2002 y 0,58, en el 2001.

## V. CONCLUSIONES

### OPERATIVIDAD DE LA RMCAB

- Si bien durante el 2002 se presentaron dificultades de tipo operativo para el normal funcionamiento de la RMCAB, es importante destacar que la información obtenida en este año confirma las tendencias y el estado de la calidad del aire en la ciudad, de acuerdo con los registros de los cuatro años anteriores de operación (1998-2001).
- Lo anterior permite establecer que a pesar de no haber alcanzado la representatividad estadística deseada, principalmente para los contaminantes que se presentan en forma gaseosa, los datos son confiables y útiles para tomar decisiones con respecto al control de los contaminantes críticos y de las áreas de la ciudad que muestran mayor afectación por el deterioro de la calidad del aire

### NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE

- En relación con los contaminantes que alcanzan niveles de interés para el desarrollo de actividades de control, atendiendo tanto a la ocurrencia de excedencias de las normas como a las tendencias mostradas en el comportamiento de las concentraciones en los últimos cinco años, se identifica claramente que el material particulado, tanto las partículas suspendidas totales (PST) como la fracción menor de 10 micras ( $PM_{10}$ ), es el contaminante que requiere atención prioritaria en la ciudad.
- En segundo lugar, los niveles de ozono muestran también concentraciones que exceden las normas. Como es sabido, la formación del ozono depende de la ocurrencia de emisiones de óxidos de nitrógeno y de hidrocarburos, en consecuencia, las fuentes de emisión de estos contaminantes (vehículos, industria petroquímica, manejo de COV, entre otras) deben ser objetivo de control para evitar la formación del ozono en niveles perjudiciales.
- Con respecto a los óxidos de azufre y al monóxido de carbono resulta claro que estos contaminantes se encuentran, en general, en concentraciones que no revisten riesgo para la salud de la población y las acciones pertinentes se deben encaminar, al menos, al mantenimiento de esta situación

### SECTORES DE LA CIUDAD MÁS AFECTADOS POR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

- **Es indudable que el sector occidental de la ciudad, en donde se encuentran ubicadas estaciones como Carrefour, Corpas, Sony, Fontibón y Merck, muestra los índices más altos de contaminación por material particulado**
- **En el sector central de la ciudad, principalmente en las estaciones MMA y U.Nacional, el deterioro de la calidad del aire obedece más al aporte de contaminantes gaseosos, como el ozono que al material particulado**
- **En el sector norte de la ciudad se observa el mejor nivel de calidad del aire, teniendo en cuenta las concentraciones tanto de partículas suspendidas como de gases**