

INFORME ANUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

PRELIMINAR

2003

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1 CALIDAD DEL AIRE | 2 |
| 1.1 PARTÍCULAS | 2 |
| 1.1.1 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE PM10 | 2 |
| Promedios 24 Horas | 2 |
| Promedios Anuales | 6 |
| Tendencias | 9 |
| 1.1.2 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE PST | 10 |
| Promedios 24 Horas | 10 |
| Promedios Anuales | 13 |
| Tendencias | 14 |
| 1.2 GASES | 15 |
| 1.2.1 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE SO ₂ | 16 |
| Promedios 3 horas | 16 |
| Promedios 24 horas | 18 |
| Promedios Anuales | 19 |
| Tendencias | 21 |
| 1.2.2 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE NO ₂ | 22 |
| Promedios 1 Hora | 22 |
| Promedios 24 Horas | 24 |
| Promedios Anuales | 26 |
| 1.2.3 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE CO | 29 |
| Promedios 8 Horas | 29 |
| Promedios Horarios | 31 |
| Tendencias | 33 |
| 1.2.4 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE O ₃ | 34 |
| Promedios 8 Horas | 34 |
| Promedios Horarios | 36 |
| Tendencias | 38 |
| 1.3 SÍNTESIS DE RESULTADOS | 39 |
| 2 METEOROLOGÍA | 51 |
| 2.1 PRECIPITACIÓN | 51 |
| 2.2 VIENTOS | 54 |
| 2.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL | 56 |

| | | |
|-----|--|----|
| 2.4 | RADIACIÓN SOLAR | 60 |
| | ANEXOS | 1 |
| | ANEXO 1. DIAGRAMAS DE CAJAS | 1 |
| | DIAGRAMAS DE CAJAS POR MES CONCENTRACIONES DE PM10 PROMEDIOS 24 HORAS | 1 |
| | DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PM10 PROMEDIOS 24 HORAS POR DIA DE LA SEMANA | 5 |
| | DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PM10 PROMEDIOS DIARIOS POR AÑO | 8 |
| | DIAGRAMAS DE CAJAS POR MES CONCENTRACIONES DE PST PROMEDIOS 24 HORAS | 11 |
| | DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PST PROMEDIOS 24 HORAS POR DIA DE LA SEMANA | 12 |
| | DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PST PROMEDIOS DIARIOS POR AÑO | 13 |
| | ANEXO 2. ROSAS DE VIENTO | 14 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ - PROMEDIOS 24 HORAS | 4 |
| TABLA 2. DÍA Y HORA DE EN LOS QUE SE REGISTRARON LAS MÁXIMAS CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ – PROMEDIOS 24 HORAS | 5 |
| TABLA 3. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ - PROMEDIOS ANUALES | 8 |
| TABLA 4. DÍA Y HORA DE EN LOS QUE SE REGISTRARON LAS MÁXIMAS CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ – PROMEDIOS ANUALES | 9 |
| TABLA 5. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE PST - PROMEDIOS 24 HORAS | 11 |
| TABLA 6. DÍA Y HORA DE EN LOS QUE SE REGISTRARON LAS MÁXIMAS CONCENTRACIONES DE PST – PROMEDIOS 24 HORAS | 11 |
| TABLA 7. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE PST – PROMEDIOS ANUALES..... | 14 |
| TABLA 8. DÍA Y HORA DE EN LOS QUE SE REGISTRARON LAS MÁXIMAS CONCENTRACIONES DE PST – PROMEDIOS ANUALES | 14 |
| TABLA 9. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE SO ₂ – PROMEDIOS 3 HORAS | 17 |
| TABLA 10. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE SO ₂ – PROMEDIOS 3 HORAS | 18 |
| TABLA 11. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE NO ₂ – PROMEDIO 1 HORA | 24 |
| TABLA 12. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE NO ₂ – PROMEDIO 24 HORAS | 26 |
| TABLA 13. RESUMEN ESTADÍSTICO POR ESTACIÓN. CONCENTRACIONES DE NO ₂ – PROMEDIO ANUAL | 28 |
| TABLA 14. CONSOLIDADO CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ EN 2003 - PROMEDIOS 24 HORAS. | 40 |
| TABLA 15. CONSOLIDADO DE CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ EN 2003 – PROMEDIOS ANUALES | 41 |
| TABLA 16. CONSOLIDADO DE CONCENTRACIONES DE PST EN 2003 – PROMEDIOS 24 HORAS | 42 |
| TABLA 17. CONSOLIDADO DE CONCENTRACIONES DE PST EN 2003 – PROMEDIOS ANUALES | 42 |
| TABLA 18. CONSOLIDADO DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ EN 2003 – PROMEDIOS 3 HORAS | 43 |
| TABLA 19. CONSOLIDADO DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN 2003 – PROMEDIOS 8 HORAS | 44 |
| TABLA 14. CONSOLIDADO DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN 2003 – PROMEDIOS HORARIOS | 49 |
| TABLA 15. CONSOLIDADO DE LAS CONCENTRACIONES DE O ₃ EN 2003 – PROMEDIOS 8 HORAS | 49 |
| TABLA 16. CONSOLIDADO DE LAS CONCENTRACIONES DE O ₃ EN 2003 – PROMEDIOS HORARIOS | 50 |
| TABLA 17. SINTESIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN..... | 52 |
| TABLA 18. ACUMULADOS MENSUALES POR ESTACIÓN | 54 |
| TABLA 19. VELOCIDAD MÁXIMA Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO POR ESTACIÓN | 55 |
| TABLA 20. MEDIAS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S)..... | 56 |
| TABLA 21. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES POR ESTACIÓN | 58 |
| TABLA 22. MÁXIMOS Y PROMEDIOS HORARIOS DE RADIACIÓN SOLAR | 60 |
| TABLA 23. MÁXIMOS Y PROMEDIOS MENSUALES DE RADIACIÓN SOLAR | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. CONCENTRACIONES DE PM10 - PROMEDIOS 24 HORAS | 3 |
| FIGURA 2. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE PM10 - PROMEDIOS 24 HORAS | 4 |
| FIGURA 3. CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE PM10 – PROMEDIOS 24 HORAS | 5 |
| FIGURA 4. CONCENTRACIONES DE PM10 - PROMEDIOS ANUALES | 7 |
| FIGURA 5. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE PM10 - PROMEDIOS ANUALES | 8 |
| FIGURA 6. CONCENTRACIONES DE PM10 DE TODA LA RMCAB - PROMEDIOS DIARIOS | 9 |
| FIGURA 7. CONCENTRACIONES DE PST - PROMEDIOS 24 HORAS | 10 |
| FIGURA 8. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE PST - PROMEDIOS 24 HORAS | 11 |
| FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE PST – PROMEDIOS PARA 24 HORAS | 12 |
| FIGURA 10. CONCENTRACIONES DE PST - PROMEDIOS ANUALES | 13 |
| FIGURA 11. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE PST POR ESTACIÓN – PROMEDIOS ANUALES | 14 |
| FIGURA 12. CONCENTRACIONES DE PST DE TODA LA RMCAB - PROMEDIOS DIARIOS | 15 |
| FIGURA 13. CONCENTRACIONES DE SO ₂ – PROMEDIOS 3 HORAS | 17 |
| FIGURA 14. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE SO ₂ POR ESTACIÓN– PROMEDIOS 3 HORAS | 17 |
| FIGURA 15. CONCENTRACIONES DE SO ₂ – PROMEDIOS 24 HORAS | 18 |
| FIGURA 16. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE SO ₂ POR ESTACIÓN– PROMEDIOS 24 HORAS | 19 |
| FIGURA 17. CONCENTRACIONES DE SO ₂ – PROMEDIOS ANUALES | 20 |
| FIGURA 18. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE SO ₂ POR ESTACIÓN– PROMEDIOS ANUALES | 20 |
| FIGURA 19. CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE TODA LA RMCAB - PROMEDIOS DIARIOS | 21 |
| FIGURA 20. CONCENTRACIONES DE NO ₂ – PROMEDIO 1 HORA | 23 |
| FIGURA 21. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE NO ₂ POR ESTACIÓN– PROMEDIO 1 HORA | 24 |
| FIGURA 22. CONCENTRACIONES DE NO ₂ – PROMEDIOS 24 HORAS | 25 |
| FIGURA 23. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE NO ₂ POR ESTACIÓN– PROMEDIO 24 HORAS | 26 |
| FIGURA 24. CONCENTRACIONES DE NO ₂ – PROMEDIOS ANUALES | 28 |
| FIGURA 25. DIAGRAMA DE CAJAS PARA CONCENTRACIONES DE NO ₂ POR ESTACIÓN– PROMEDIO ANUAL | 27 |
| FIGURA 26. CONCENTRACIONES DE NO ₂ DE LA RMCAB - PROMEDIOS DIARIOS | 29 |
| FIGURA 27. CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE PROMEDIOS 8 HORAS DE CO | 30 |
| FIGURA 28. CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE PROMEDIOS HORARIOS DE CO | 32 |
| FIGURA 29. CONCENTRACIONES DE CO DE LA RMCAB - PROMEDIOS DIARIOS | 34 |
| FIGURA 30. CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE PROMEDIOS 8 H DE O ₃ | 35 |
| FIGURA 31. CONCENTRACIONES MÁXIMAS HORARIAS DE O ₃ | 37 |
| FIGURA 32. CONCENTRACIONES DE O ₃ DE LA RMCAB - PROMEDIOS DIARIOS | 39 |
| FIGURA 19. ACUMULADOS DE PRECIPITACIÓN DEL 2001 AL 2003 | 51 |
| FIGURA 20. PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL POR ESTACIÓN – PRIMER SEMESTRE DE 2003 | 53 |
| FIGURA 21. PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL POR ESTACIÓN – SEGUNDO SEMESTRE DE 2003 | 53 |
| FIGURA 22. COMPORTAMIENTO TÍPICO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO POR ESTACIÓN, SEGÚN LA MEDIA HORARIA | 54 |
| FIGURA 23. COMPORTAMIENTO TÍPICO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO POR ESTACIÓN, SEGÚN LAS MEDIAS MENSUALES | 55 |
| FIGURA 24. MÁXIMOS, MÍNIMOS Y MEDIAS HORARIAS DE TEMPERATURA | 57 |
| FIGURA 25. TEMPERATURA MEDIA REGISTRADA EN LA RMCAB Vs. TEMPERATURA MEDIA MEDIA MULTIANUAL | 57 |
| FIGURA 26. VARIACIÓN HORARIA DE LA TEMPERATURA A 2, 8 Y 20 METROS EN LA ESTACIÓN DE ESCUELA DE INGENIERÍA | 59 |
| FIGURA 27. DIFERENCIA DE LA TEMPERATURA A 20 METROS CON RESPECTO A LA TEMPERATURA A 2 M DE ALTURA | 59 |
| FIGURA 28. PROMEDIOS Y MÁXIMOS HORARIOS DE RADIACIÓN SOLAR | 60 |
| FIGURA 29. PROMEDIOS Y MÁXIMOS MENSUALES DE RADIACIÓN SOLAR | 61 |

INTRODUCCIÓN

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –DAMA– y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM– firmaron, el 4 de agosto de 2003, el convenio 020/03 (Numeración DAMA) – 078/03 (Numeración IDEAM), el cual tiene como objeto realizar la operación, mantenimiento, análisis de la información de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) y generar los reportes sobre el estado de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá.

En desarrollo de dicho convenio el pasado 29 de septiembre del año 2003, se firmó por parte de los delegados de cada institución el acta de iniciación de actividades, con lo cual se inició oficialmente la ejecución del convenio.

Dando cumplimiento a las obligaciones establecidas en el convenio, en este documento se presenta el informe anual de calidad del aire del año 2003, el cual contiene una descripción del estado de la calidad del aire y de las variables meteorológicas del año 2003.

En el primer capítulo se presenta una descripción de los contaminantes que afectan la calidad del aire de la ciudad, que incluyen material particulado y gases contaminantes. En el segundo capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el análisis de las variables meteorológicas como precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura y radiación solar.

Adicionalmente, en cada capítulo se presenta el análisis de tendencia de cada variable analizada durante los últimos años y la síntesis de resultados.

En los anexos se incluye información relacionada con el análisis estadístico, a través de diagramas de caja de los contaminantes que presentan mayor concentración comparados con la norma de calidad del aire (PST y PM10) y las rosas de viento de las estaciones.

1 CALIDAD DEL AIRE

1.1 PARTÍCULAS

El diámetro de las partículas presentes en el aire puede variar entre una milésima de micra y 500 micras. Estos materiales, en estado líquido o sólido, se producen por la acción del viento sobre áreas sin vegetación, en los procesos de combustión de las fábricas, en la producción, transporte y utilización de materiales de construcción, a partir de procesos erosivos, en los humos de los gases de los vehículos y también por efecto de la suspensión del material de las vías no pavimentadas. Desde el punto de vista del riesgo sobre la salud humana son de mayor interés las partículas cuyo tamaño no excede las 10 micras (PM_{10}), debido a que pueden ingresar al tracto respiratorio y producir daños en los tejidos y órganos que lo conforman. Las partículas suspendidas totales (PST) incluyen las partículas menores a 10 micras así como las mayores a 10 micras, que no sedimentan en períodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad. Los efectos de la presencia de partículas mayores a 10 micras, en el ambiente, se refieren principalmente a daños en la vegetación, deterioro de materiales y reducción de la visibilidad, entre otros.

Las normas de calidad del aire para partículas se refieren a las máximas concentraciones permitidas en periodos de 24 horas y al valor promedio anual de los registros diarios tanto para el material que presenta un diámetro de partícula igual o inferior a 10 micras (PM_{10}) como para las partículas suspendidas totales (PST).

1.1.1 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE PM_{10}

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá cuenta con catorce (14) estaciones que poseen equipos para medir PM_{10} . Para este parámetro se reportan las concentraciones muestreadas en doce (12) estaciones. Las dos (2) estaciones restantes se encuentran en proceso de traslado, por lo cual no es posible contar con esta información.

Promedios 24 Horas

En el 2003 se presentó el máximo promedio de concentración 24 horas en la estación No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente), seguido de cerca por la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente). En estas dos estaciones se superó la norma de la siguiente manera: 87 veces en la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) y 21 veces en la estación No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente). Así mismo, la media más alta de los promedios 24 horas se presentó en la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente), seguida por la estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente).

Por otra parte, la norma fue superada en las estaciones No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente), No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente), No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente) y No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente). En las demás estaciones nunca se superó la norma y tanto los máximos, como la media de los promedios 24 horas se encontraron muy por debajo de la misma.

La Figura 1 muestra un resumen de los promedios 24 horas de cada estación de la RMCAB para el 2003.

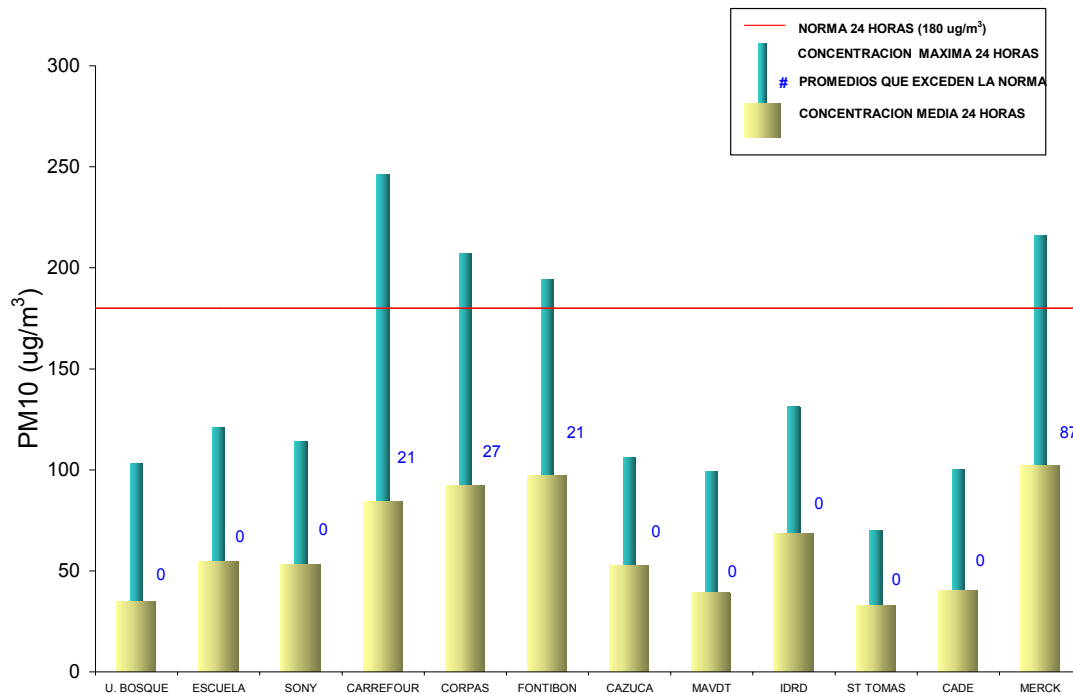


Figura 1. Concentraciones de PM₁₀ - Promedios 24 horas

El 50 % de los promedios 24 horas en la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) se encuentra entre 75 y 125 (ug/m³). Por otra parte, en la estación No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente) el 50% de los promedios 24 horas se encuentra entre 70 y 120 (ug/m³), mientras que en la estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente) se encuentran entre 80 y 115 (ug/m³).

Es decir, para el año 2003, durante la mitad del tiempo se registraron concentraciones altas, pero inferiores a la norma, en estas estaciones. Para el resto de estaciones se midieron concentraciones muy bajas de PM₁₀, especialmente en las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte), No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) y No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro). Esta información se presenta resumida en el diagrama de cajas de la Figura 2 y en la Tabla 1. Las estaciones se muestran según su código, que puede verse en la Tabla 1.

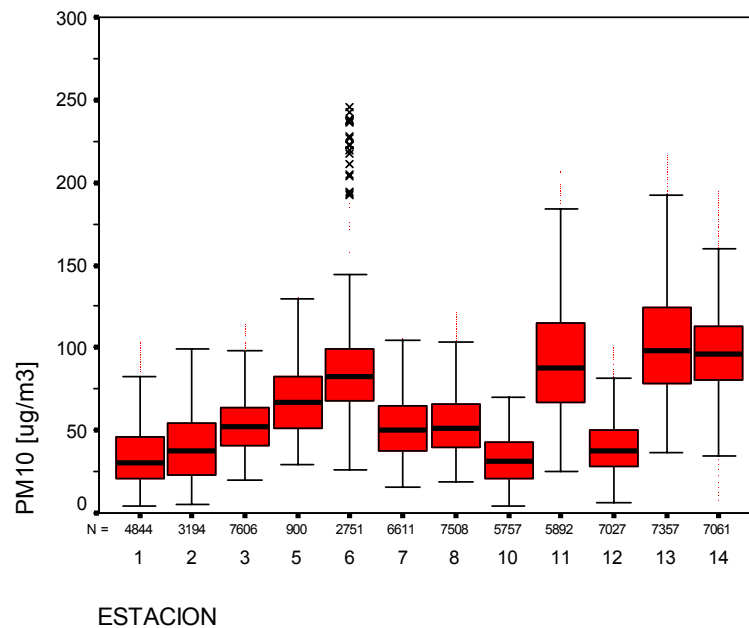


Figura 2. Diagrama de cajas para concentraciones de PM₁₀ - Promedios 24 horas.

Tabla 1. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de PM₁₀ - Promedios 24 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | PM ₁₀ 24 horas (ug/m ³) | | | |
|--------|------------|--|-----------|-----------|------------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 34.45 | 30 | 4 | 103 |
| 2 | MAVDT | 38.94 | 38 | 5 | 99 |
| 3 | SONY | 52.98 | 52 | 20 | 114 |
| 5 | IDRD | 68.44 | 67 | 29 | 131 |
| 6 | CARREFOUR | 84.40 | 83 | 26 | 246 |
| 7 | CAZUCA | 52.21 | 50 | 16 | 106 |
| 8 | ESCUELA | 54.56 | 51 | 19 | 121 |
| 10 | STO. TOMÁS | 32.54 | 31 | 4 | 70 |
| 11 | CORPAS | 91.98 | 88 | 25 | 207 |
| 12 | CADE | 39.92 | 38 | 6 | 100 |
| 13 | MERCK | 101.91 | 98 | 37 | 216 |
| 14 | FONTIBÓN | 96.78 | 95 | 7 | 194 |

La Tabla 2 muestra el día y la hora en la que se presentaron los valores máximos por estación.

Tabla 2. Día y hora de en los que se registraron las máximas concentraciones de PM₁₀ – Promedios 24 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | Máximo | Fecha y Hora |
|--------|-----------|------------|-------------------------|
| 1 | BOSQUE | 103 | 06/12/2003 02:00 |
| 2 | MAVDT | 99 | 27/02/2003 05:00 |
| 3 | SONY | 114 | 05/11/2003 14:00 |
| 5 | IDRD | 131 | 07/04/2003 09:00 |
| 6 | CARREFOUR | 246 | 12/06/2003 08:00 |
| 7 | CAZUCA | 106 | 22/01/2003 09:00 |
| 8 | ESCUELA | 121 | 01/01/2003 06:00 |
| 10 | ST. TOTO | 70 | 25/12/2003 17:00 |
| 11 | CORPAS | 207 | 08/04/2003 07:00 |
| 12 | CADE | 100 | 19/02/2003 20:00 |
| 13 | MERCK | 216 | 08/12/2003 17:00 |
| 14 | FONTIBÓN | 194 | 26/04/2003 07:00 |

En el mapa de la Figura 3 se presenta la distribución espacial de las máximas concentraciones de PM₁₀ – Promedios 24 horas

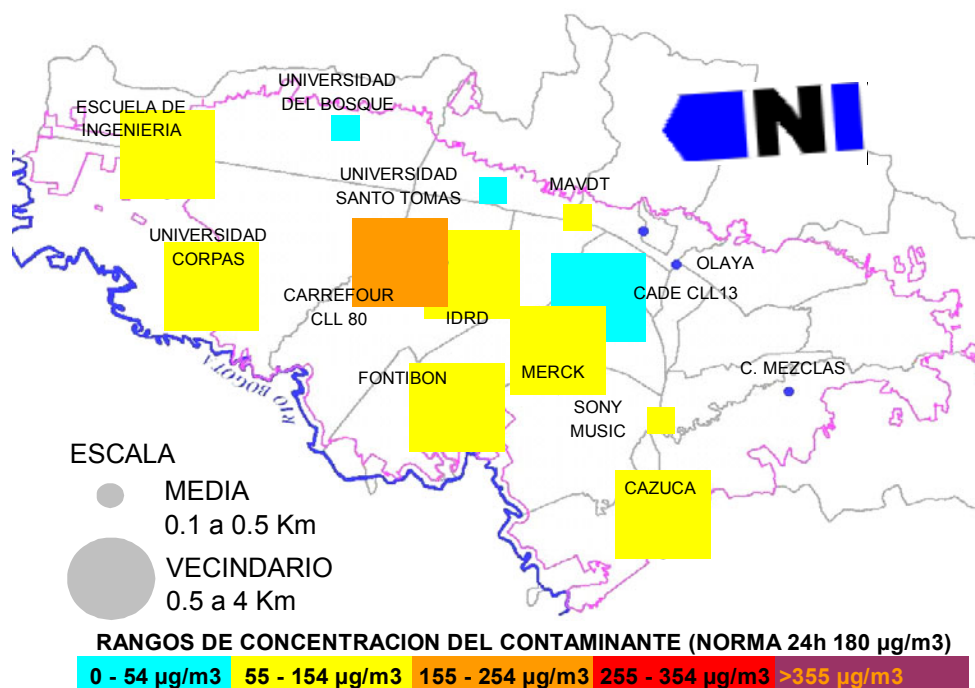


Figura 3. Concentraciones Máximas de PM₁₀ – Promedios 24 horas

En el Anexo 1 se muestran los diagramas de caja por mes para las concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas para cada estación de la RMCAB para el año 2003. De su análisis puede afirmarse que los meses con una media más alta de concentración promedio 24 horas fueron, febrero

para las estaciones No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente), No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente), No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente), No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro), y No. 2 MAVDT (Sector Centro), noviembre para las estaciones No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente), No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) y No. 3 Sony (Sector Sur), enero para la estación No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) y marzo para las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte) y No. 8 Escuela (Sector Norte).

Los meses con una media más baja de concentración promedio 24 horas fueron, mayo para las estaciones No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente), No. 3 Sony (Sector Sur), No. 1 Bosque (Sector Norte) y No. 8 Escuela (Sector Norte), agosto para las estaciones No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) y No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente), julio para las estaciones No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente), No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente) y No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente), y junio para las estaciones No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) y No. 2 MAVDT (Sector Centro).

Durante algunos meses se presenta un muy bajo número de datos debido a fallas de los equipos de medición o por invalidación de datos causada por factores externos a la operación de la RMCAB. Estos meses no fueron tenidos en cuenta en el anterior recuento, por no tener suficiente representatividad temporal.

El Anexo 1 presenta los diagramas de caja de los datos diarios de concentración de PM_{10} en $[ug/m^3]$ del año 2003. Puede observarse que para todas las estaciones de la RMCAB, el día con valores más bajos para la media de los promedios diarios de concentración es el domingo. En contraposición, los días con medias más altas son los miércoles, jueves y viernes y para todas las estaciones se encontraron valores muy similares.

Puede observarse una dependencia clara de los ciclos de movilización de las fuentes móviles en los resultados presentados en estos diagramas, siendo los días con menos tráfico, como el domingo, los de menores valores de concentración promedio diario.

Las medias de los promedios 24 horas, agrupados por meses y por días de la semana, siempre se encontraron por debajo de la norma, siendo la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) la que reporta las más altas y la estación No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) las más bajas.

Promedios Anuales

Cada promedio anual se halló, para cada día del 2003, tomando los promedios diarios desde el primero de enero de 2002 hasta el 31 de diciembre de 2003, inclusive. La norma anual se supera en la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) y en las estaciones No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente), No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente) y No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente).

En las estaciones No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) y No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente) todos los promedios anuales de concentración de PM_{10} del año 2003, estuvieron por encima de la norma. Las medias y los máximos de este conjunto de promedios anuales son muy cercanos y evidencian muy baja dispersión de los promedios anuales, como es esperable por el periodo de análisis.

La Figura 4 muestra el resumen de las medias, los máximos y el número de datos que superan la norma, para los promedios anuales del 2003.

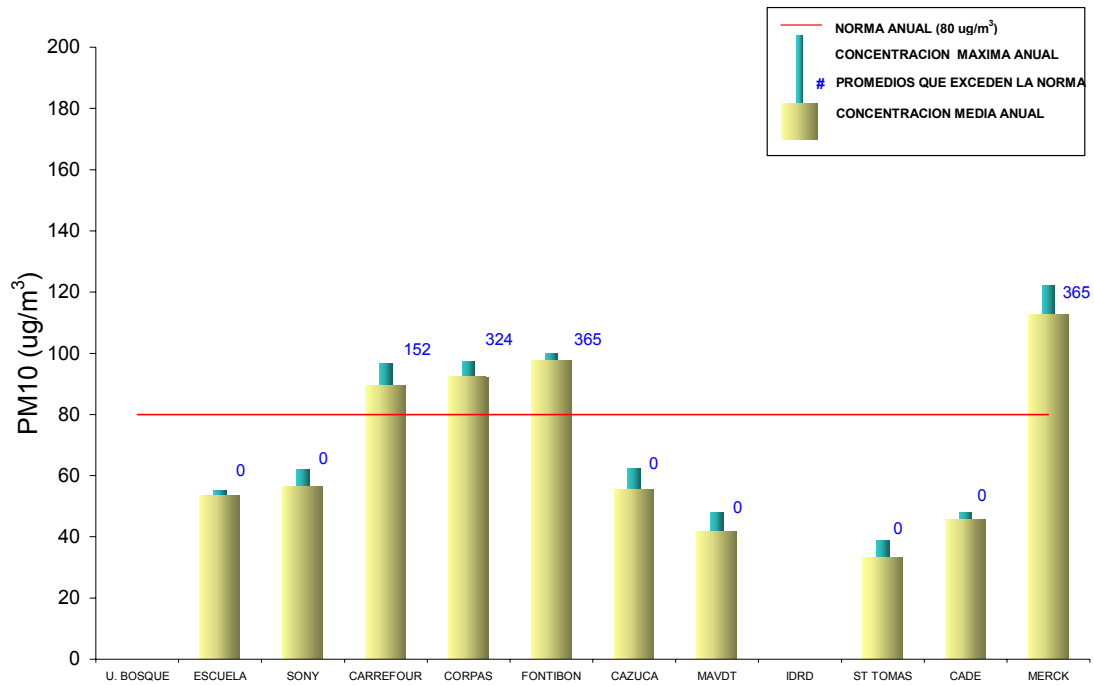


Figura 4. Concentraciones de PM₁₀ - Promedios anuales

Como se puede observar, se obtienen los promedios anuales más altos en las estaciones No.13 Merck (Sector Centro – Occidente), No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente), No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente) y No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente), del orden de 80 a 125 (ug/m³), siempre por encima de la norma anual (80 ug/m³). Los más bajos se obtienen en las estaciones No. 2 MAVDT (Sector Centro) y No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro), en el orden de 30 a 50 (ug/m³), cercanos al 50% de la norma.

Adicionalmente, se registraron valores intermedios en las estaciones No. 3 Sony (Sector Sur), No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente), No. 8 Escuela (Sector Norte) y No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente), en el orden de 50 a 70 (ug/m³), la mayoría de los cuales se encuentra entre el 50% y el 75% de la norma.

Las concentraciones anuales de PM₁₀, por estación, y algunas variables estadísticas se presentan resumidas en el diagrama de cajas de la Figura 5 y en la Tabla 3. La Tabla 4 muestra los días en que se obtuvieron los máximos promedios anuales en cada estación.

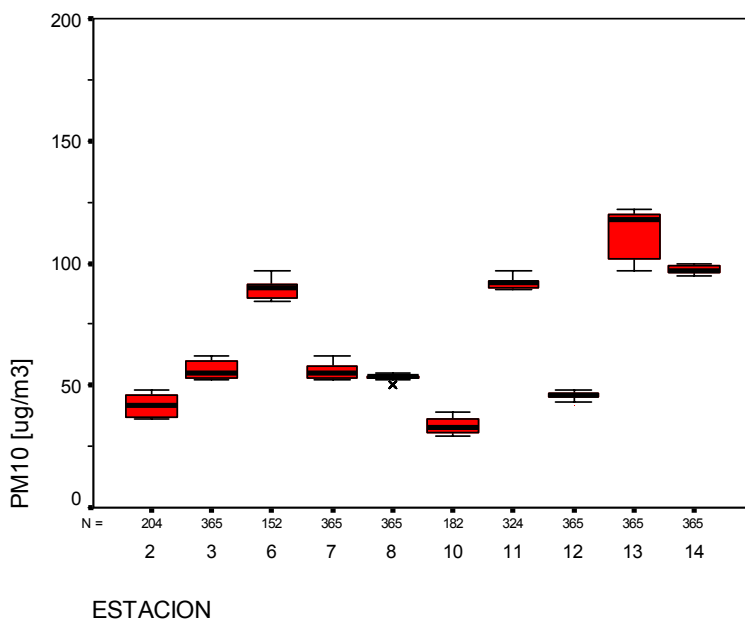


Figura 5. Diagrama de cajas para concentraciones de PM₁₀ - Promedios anuales

Tabla 3. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de PM₁₀ - Promedios Anuales

| CÓDIGO | ESTACIÓN | PM ₁₀ 24 horas (ug/m ³) | | | |
|--------|------------|--|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 2 | MAVDT | 41 | 41.5 | 36 | 48 |
| 3 | SONY | 56 | 55 | 52 | 62 |
| 6 | CARREFOUR | 89 | 90 | 84 | 97 |
| 7 | CAZUCA | 56 | 55 | 52 | 62 |
| 8 | ESCUELA | 53 | 54 | 50 | 55 |
| 10 | STO. TOMÁS | 33 | 33 | 29 | 39 |
| 11 | CORPAS | 92 | 92 | 89 | 97 |
| 12 | CADE | 46 | 46 | 42 | 48 |
| 13 | MERCK | 113 | 118 | 97 | 122 |
| 14 | FONTIBÓN | 97 | 97 | 95 | 100 |

Tabla 4. Día y hora de en los que se registraron las máximas concentraciones de PM₁₀ – Promedios Anuales

| CÓDIGO | ESTACIÓN | Máximo | Fecha y Hora |
|--------|------------|--------|--------------------------|
| 2 | MAVDT | 48 | |
| 3 | SONY | 62 | 12/02/2003 |
| 6 | CARREFOUR | 97 | |
| 7 | CAZUCA | 62 | 01/01/2003 |
| 8 | ESCUELA | 55 | 23/08/2003 |
| 10 | STO. TOMÁS | 39 | 01/01/2003 |
| 11 | CORPAS | 97 | 01/01/2003 03/01/2003 |
| 12 | CADE | 48 | 01/01/2003 |
| 13 | MERCK | 122 | 25/08/2003 |
| 14 | FONTIBÓN | 100 | 31/07/2003 |

Tendencias

La tendencia general de las concentraciones de PM₁₀, promedio diario en toda la RMCAB se resume en el diagrama de cajas de la Figura 6. Puede observarse que tanto los máximos como la media de las concentraciones de PM₁₀ promedio diario tienen una tendencia a la baja con respecto al 2002, pero contra el 2000, que es el año de mas bajas concentraciones promedio diario, han aumentado.

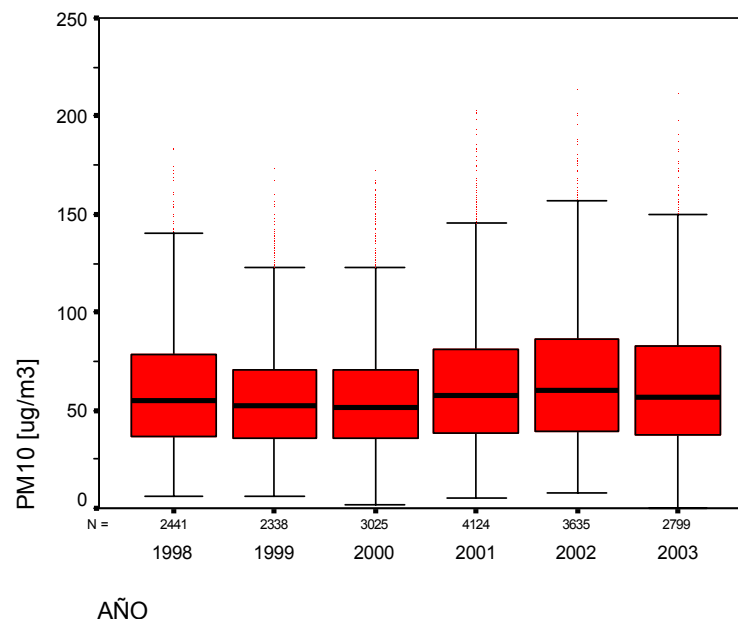


Figura 6. Concentraciones de PM₁₀ de toda la RMCAB - Promedios diarios

Analizando los datos diarios de todas las estaciones que miden PM₁₀ se puede observar una tendencia a la baja en las concentraciones diarias, en las estaciones No. 2 MAVDT (Sector Centro), No. 3 Sony (Sector Sur), No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente), No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) y No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente), tanto en las concentraciones máximas, como en la media de las concentraciones.

En estaciones como la No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) y No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente) se evidencia una tendencia a la estabilidad en la media de las concentraciones diarias. Por otro lado, las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte), No. 8 Escuela (Sector Norte), No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente) y No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente) presentan incrementos en la media de las concentraciones y en los rangos de los cuartiles 1 y 3 (el rango donde se encuentran el 50% de los datos).

1.1.2 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE PST

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá cuenta con cuatro (4) puntos de monitoreo dotados con equipos para medir PST, los cuales se encuentran actualmente en operación y corresponden a las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte), No. 3 Sony (Sector Sur), No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) y No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente).

Promedios 24 Horas

Durante el 2003 ninguna de las concentraciones de PST promedio 24 horas superó la norma en ninguna de las estaciones de la ciudad. Las máximas concentraciones promedio 24 horas se presentaron en las estaciones No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) y No. 3 Sony (Sector Sur). La media de las concentraciones en todas las estaciones es inferior al 50% de la norma. La media más alta se presenta en la estación No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) y la más baja en la estación No. 1 Bosque (Sector Norte). La Figura 7 presenta un resumen de los datos anteriores.

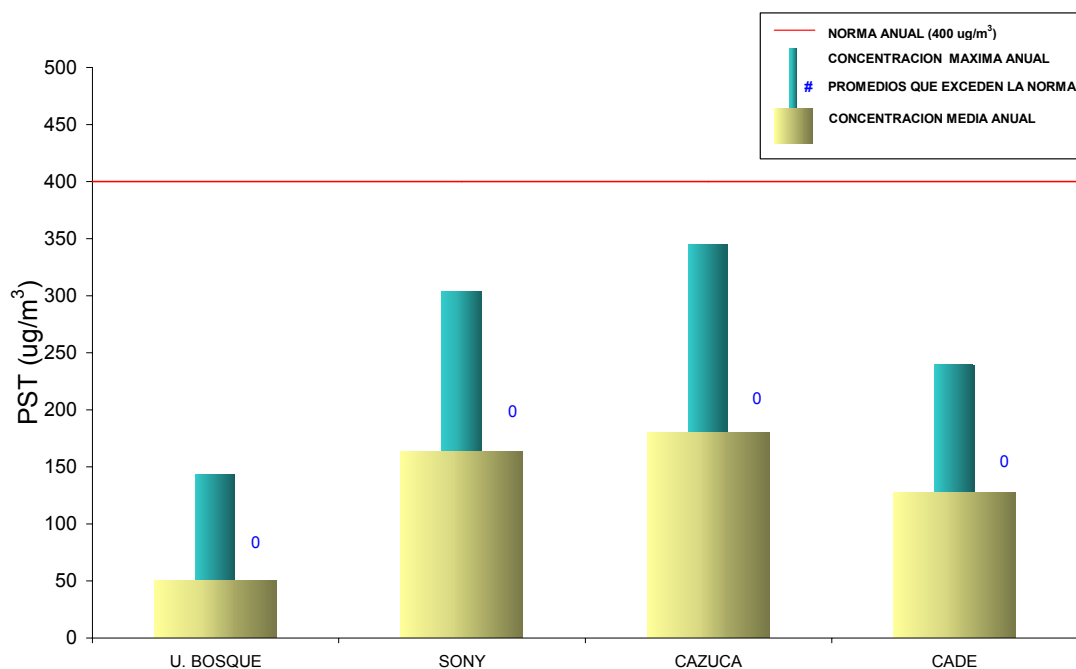


Figura 7. Concentraciones de PST - Promedios 24 horas

El 50% de las concentraciones de PST promedios 24, en las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte) y No. 3 Sony (Sector Sur) se encuentran entre 25 y 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otra parte, en la estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) se encuentran entre 100 y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en la estación No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) se encuentran entre 140 y 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El diagrama de cajas presentado en la Figura 8 y la Tabla 5 muestra un resumen de algunas variables estadísticas sobre estos datos.

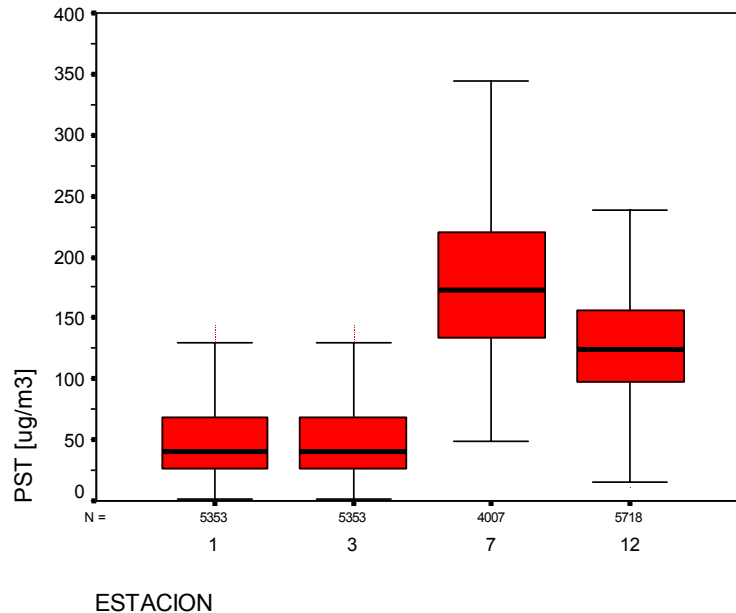


Figura 8. Diagrama de cajas para concentraciones de PST - Promedios 24 horas

Tabla 5. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de PST - Promedios 24 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | PST 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | |
|--------|----------|---|------------|-----------|------------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 49.58 | 41 | 2 | 143 |
| 3 | SONY | 49.58 | 41 | 2 | 143 |
| 7 | CAZUCA | 179.55 | 173 | 49 | 344 |
| 12 | CADE | 126.83 | 124 | 11 | 239 |

En la Tabla 6 se relaciona el día y la hora en que ocurrieron las máximas concentraciones de PST promedio 24 horas.

Tabla 6. Día y hora de en los que se registraron las máximas concentraciones de PST – Promedios 24 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | Máximo | Fecha y Hora |
|--------|----------|--------|------------------|
| 1 | BOSQUE | 143 | 28/03/2003 11:00 |
| 3 | SONY | 143 | 11/12/2003 11:00 |
| 7 | CAZUCA | 344 | 11/12/2003 15:00 |
| 12 | CADE | 239 | 02/04/2003 18:00 |

En la Figura 9 se presenta la distribución espacial de las máximas concentraciones de PST – Promedios 24 horas.

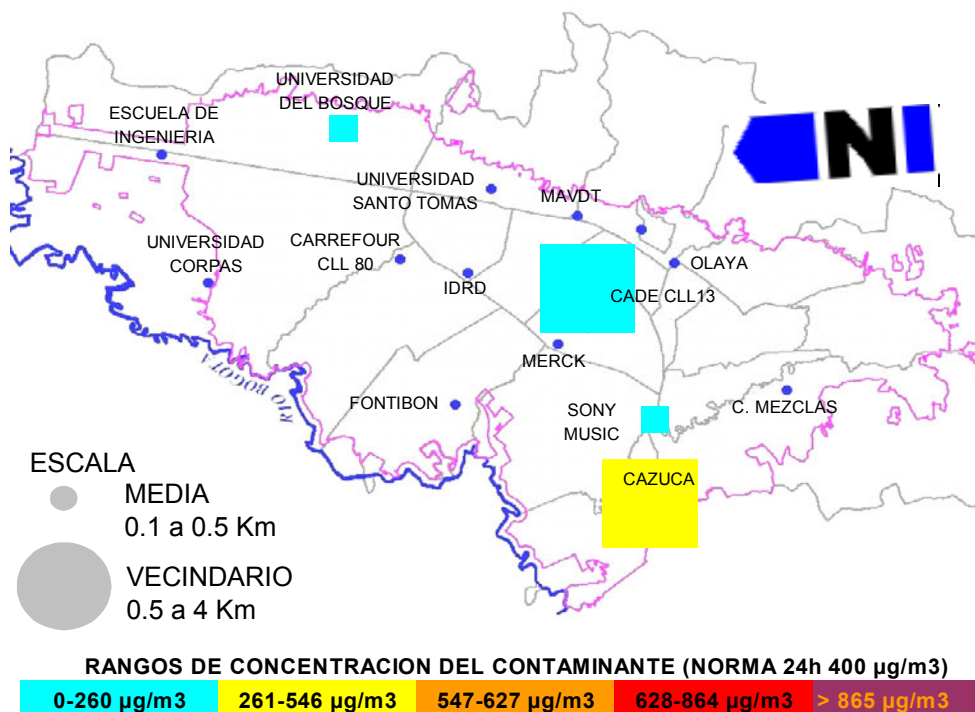


Figura 9. Distribución espacial de concentraciones máximas de PST – Promedios para 24 horas

En el Anexo 1 se muestran los diagramas de cajas por mes para las concentraciones de PST promedios 24 horas para cada estación de la RMCAB para el año 2003. Estos diagramas muestran que los meses con una mayor media de concentración de PST promedio 24 horas fueron, febrero en el sector Nor - Occidente, diciembre y enero para el Sur - Occidente, marzo para el Norte y mayo para el Sur. Los meses para los cuales se cuenta con muy pocos promedios no se tienen en cuenta en el anterior recuento.

En el Anexo 1 se presentan los diagramas de cajas por día de la semana para las concentraciones de PST promedios 24 horas para cada estación de la RMCAB que monitoreó este parámetro en el año 2003. Para todas, el día con valores más bajos para la media de los promedios diarios de concentración es el domingo. Mientras que los días con medias más altas son los miércoles, jueves y viernes y para todas las estaciones se encontraron valores muy similares. Nuevamente, como para el PM₁₀, puede observarse una dependencia clara de los ciclos de movilización de las fuentes móviles en los resultados presentados en estos diagramas, siendo los días con menos tráfico, como el domingo, los de menores valores de la media de concentración de PST promedio diario.

Las medias de los promedios 24 horas por meses, y por días de la semana, siempre se encontraron por debajo de la norma, siendo la estación No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) la que reporta las más altas y la estación No. 1 Bosque (Sector Norte) las más bajas.

Promedios Anuales

En el Sur, en el Sur - Occidente y en el Centro - Occidente de la ciudad, las concentraciones promedio anuales calculadas para el 2003, superan la norma ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Solo en el Norte de la ciudad no se sobrepasa el valor límite impuesto por la norma. La Figura 10 muestra un resumen de los máximos, las medias y el número de veces que se sobrepasó la norma en cada estación.

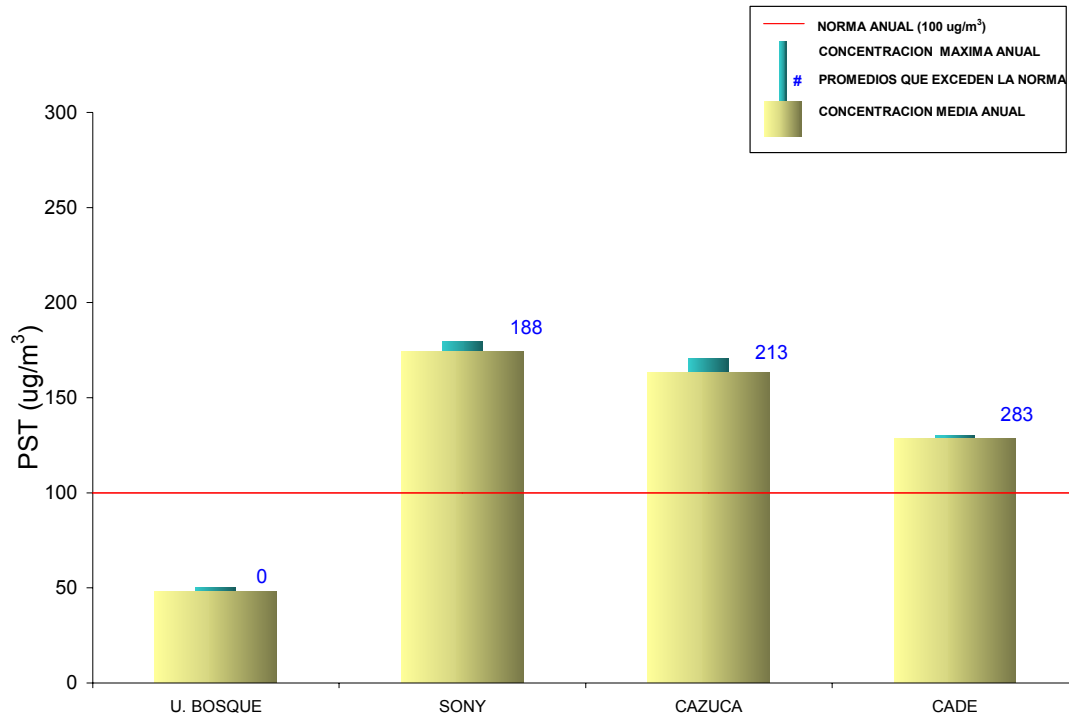


Figura 10. Concentraciones de PST - Promedios anuales

Las concentraciones de PST promedio anual se presentan en el diagrama de cajas de la Figura 11. Puede observarse que en la estación No. 1 Bosque (Sector Norte) los valores se encuentran entre 48 y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente), se encuentran entre 125 y $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la estación No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente) se encuentran entre 150 y $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación No. 3 Sony (Sector Sur), entre 165 y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Tabla 7 resume algunas variables estadísticas de los datos, y en la Tabla 8 se muestran los días en que ocurrieron las máximas concentraciones de PST promedios anuales.

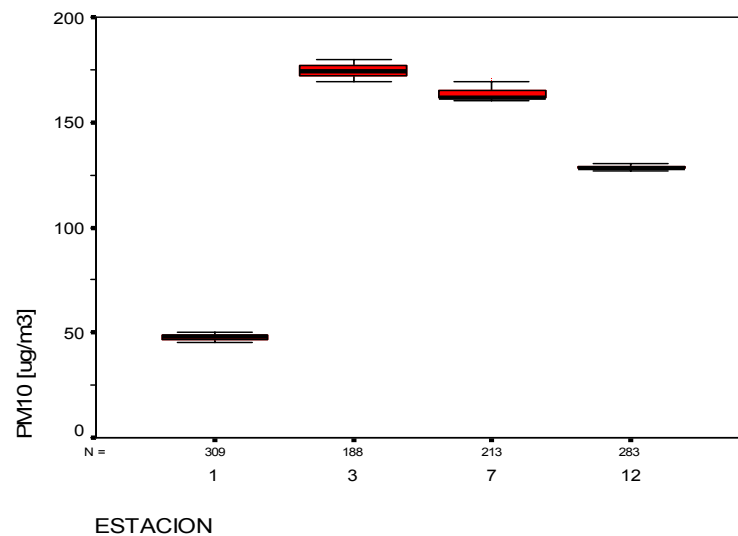


Figura 11. Diagrama de cajas para concentraciones de PST por estación – Promedios Anuales

Tabla 7. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de PST – Promedios Anuales

| CÓDIGO | ESTACIÓN | PST ANUAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | |
|--------|----------|--|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 48.06 | 48 | 45 | 50 |
| 3 | SONY | 174.22 | 174 | 169 | 180 |
| 7 | CAZUCA | 163.33 | 162 | 160 | 171 |
| 12 | CADE | 128.45 | 128 | 127 | 130 |

Tabla 8. Día y hora de en los que se registraron las máximas concentraciones de PST – Promedios Anuales

| CÓDIGO | ESTACIÓN | Máximo | Fecha y Hora |
|--------|----------|--------|--------------|
| 1 | BOSQUE | 50 | 06/08/2003 |
| 3 | SONY | 180 | 15/01/2003 |
| 7 | CAZUCA | 171 | 01/08/2003 |
| 12 | CADE | 130 | 26/08/2003 |

Tendencias

En el diagrama de cajas de la Figura 12 se resume el comportamiento de las concentraciones diarias de PST de toda la RMCAB, para cada año de monitoreo de este parámetro. Puede observarse una mejoría en los máximos del 2003 y una tendencia a la baja de la media, en los tres años de monitoreo de esta variable.

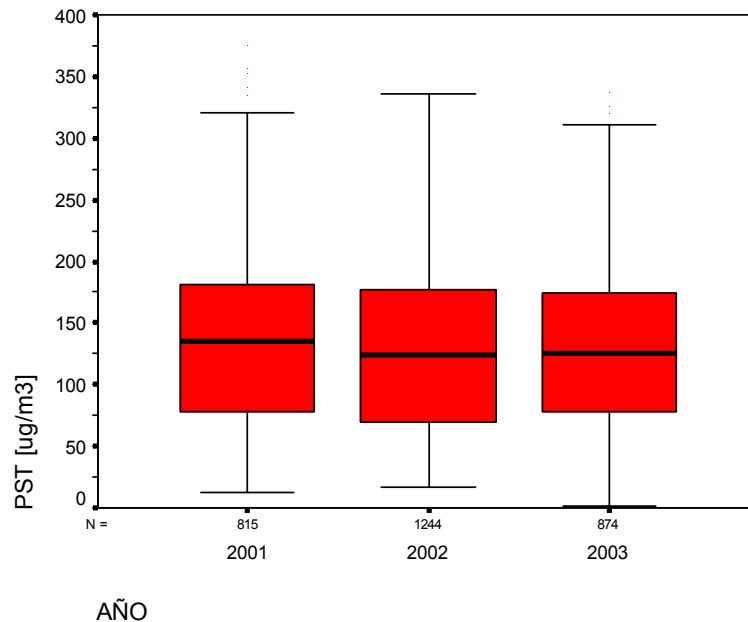


Figura 12. Concentraciones de PST de toda la RMCAB - Promedios diarios

El análisis de los datos por estación, para cada año de monitoreo, permite evidenciar que la tendencia de la media de las concentraciones diarias de PST en la estación No. 1 Bosque (Sector Norte) se ha venido incrementado desde el 2002 al igual que los máximos registrados en esta estación. En la estación No. 3 Sony (Sector Sur) se observa una tendencia gradual a la baja de la media de las concentraciones, de los máximos y del rango de los cuartiles 1 y 3 (el rango donde se encuentran el 50% de los datos). En la estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) se observa una tendencia a la estabilidad en los tres años de monitoreo, mientras que en la estación No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente), puede observarse una leve tendencia al incremento en la medias de las concentraciones.

1.2 GASES

La resolución 1208 de 2003 regula además de las partículas en el aire los gases SO_2 , NO_2 , CO Y O_3 . La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, realizó mediciones de estos gases que son producidos especialmente por el uso de combustibles fósiles y que tienen efectos tóxicos sobre la salud humana.

El SO_2 es un gas incoloro, no inflamable que posee un fuerte olor en altas concentraciones. Se produce principalmente durante la combustión incompleta de combustibles fósiles como el carbón, la gasolina o el diesel que son usados en vehículos y en algunas fábricas. Puede reaccionar químicamente con otros compuestos en la generación de lluvia ácida y su aspiración continua puede producir problemas respiratorios.

El NO_2 es un gas de color pardo rojizo, fuertemente tóxico, cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de

combustión en los vehículos y fábricas. El NO_2 participa en las reacciones atmosféricas que dan lugar a la formación del ozono (O_3), contaminante secundario y es un gas que afecta pulmones y vías respiratorias.

El CO es un gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El CO afecta la salud debido a que se combina con la hemoglobina de la sangre mucho más fácil que el oxígeno, interfiriendo en el proceso de transporte de oxígeno en el torrente sanguíneo.

A continuación se presenta el comportamiento de estos contaminantes durante el año 2003.

1.2.1 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE SO_2

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá registró datos de SO_2 para ocho (8) estaciones en total. A partir de estos datos se efectuaron comparaciones con la norma para ponderaciones anuales, 24 horas y 3 horas. Así mismo se presentan tendencias para dicho contaminante entre los años 2000 a 2003.

Promedios 3 horas

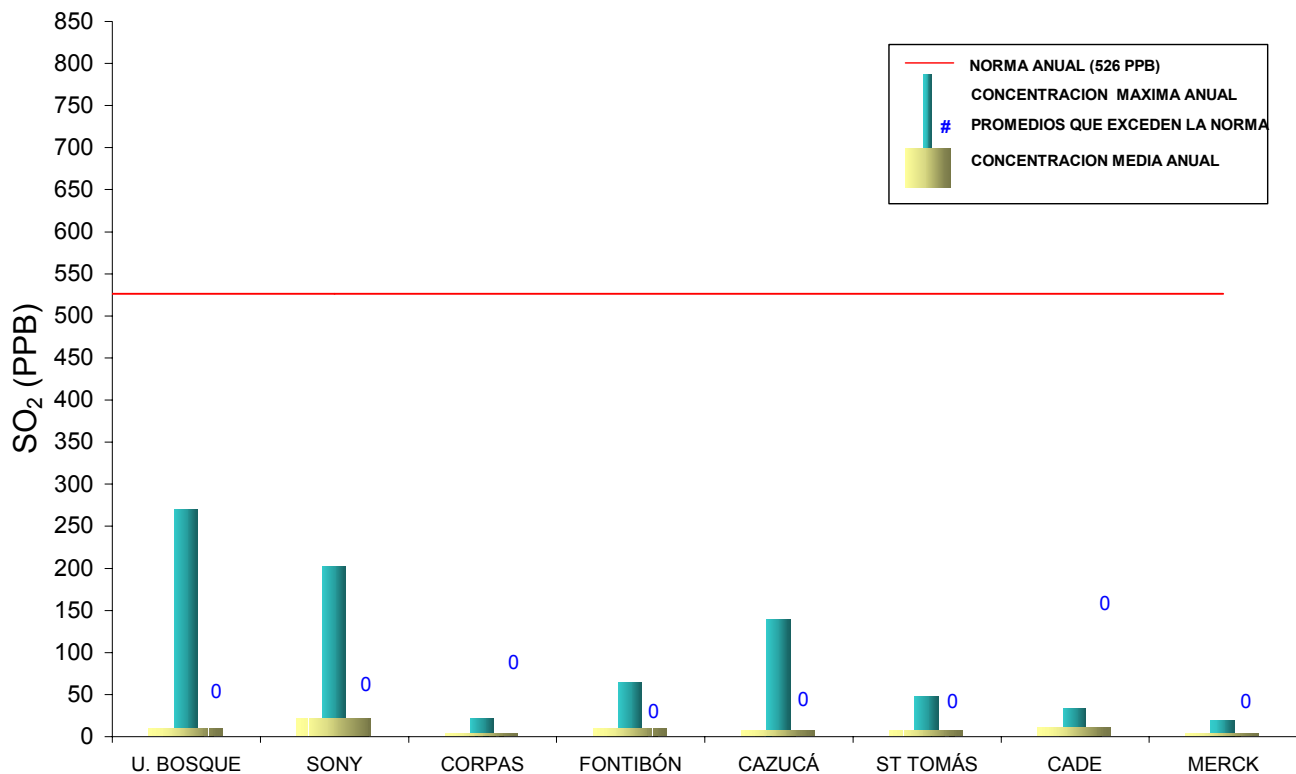


Figura 13. Concentraciones de SO₂ – Promedios 3 horas

Como se puede observar en la Figura 13, ninguno de estos promedios superó la norma. Adicionalmente, se puede constatar que las concentraciones máximas se presentaron en las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte), No. 3 Sony (Sector Sur) y No. 7 Cazuca (Sector Sur – Occidente).

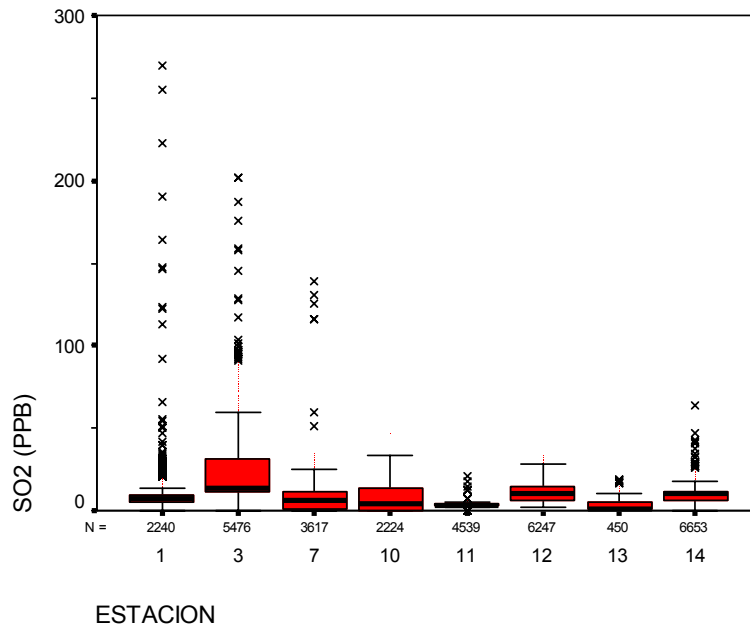


Figura 14. Diagrama de cajas para concentraciones de SO₂ por estación– Promedios 3 horas

Tabla 9. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de SO₂ – Promedios 3 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | SO2 3 horas (ppb) | | | |
|--------|------------|-------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 8.9 | 7 | 0 | 270 |
| 3 | SONY | 20.6 | 14 | 0 | 202 |
| 7 | CAZUCA | 7.0 | 6 | 0 | 139 |
| 10 | STO. TOMÁS | 6.5 | 4 | 0 | 47 |
| 11 | CORPAS | 3.4 | 3 | 0 | 21 |
| 12 | CADE | 10.8 | 10 | 2 | 33 |
| 13 | MERCK | 3.4 | 1 | 1 | 19 |
| 14 | FONTIBON | 9.1 | 10 | 0 | 64 |

Promedios 24 horas

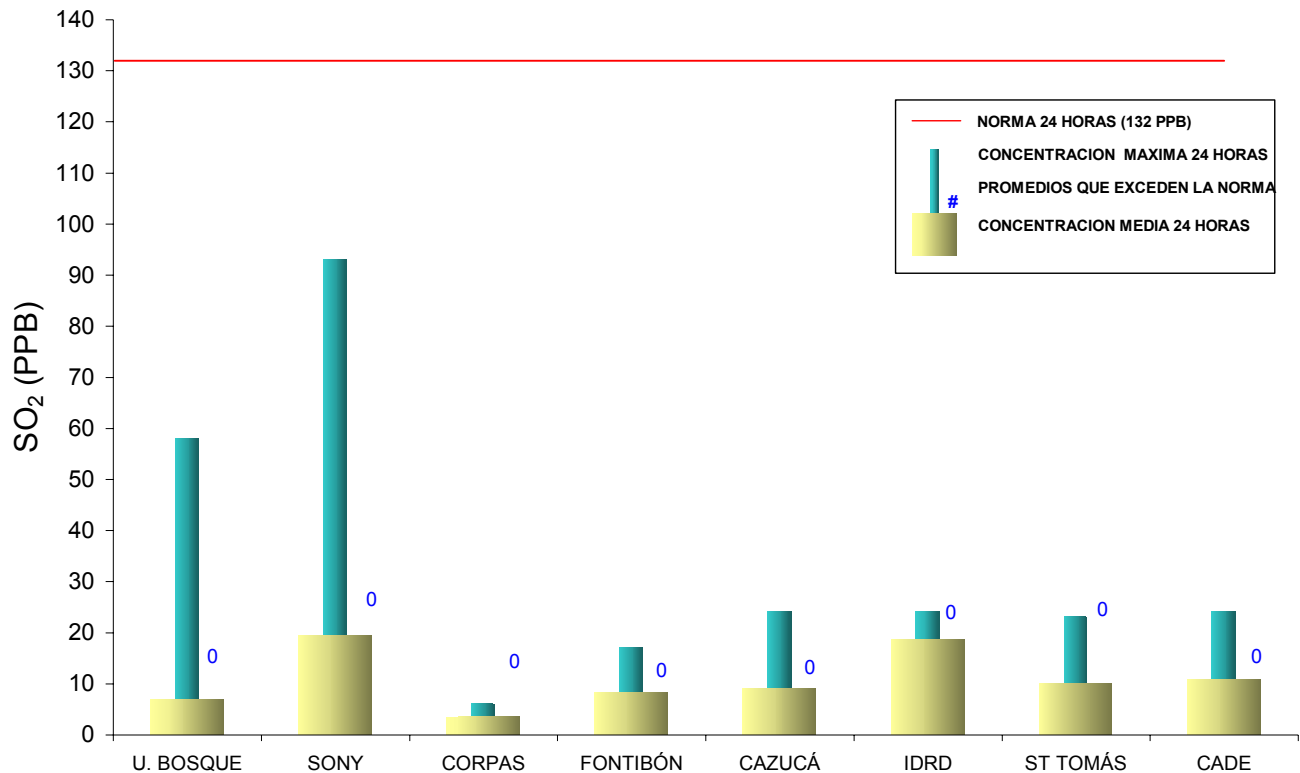


Figura 15. Concentraciones de SO₂ – Promedios 24 horas

De acuerdo con la Figura 15, es posible observar que las concentraciones máximas para promedios 24 horas se presentaron en las estaciones No. 3 Sony (Sector Sur) y No. 1 Bosque (Sector Norte). Así mismo, es posible constatar que ninguno de los promedios excedió la norma para 24 horas.

Tabla 10. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de SO₂ – Promedios 24 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | SO2 24 horas (ppb) | | | |
|--------|------------|--------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 6.87 | 6 | 0 | 58 |
| 3 | SONY | 21.16 | 13 | 0 | 370 |
| 7 | CAZUCA | 18.61 | 22 | 2 | 24 |
| 10 | STO. TOMÁS | 8.93 | 8 | 2 | 24 |

| | | | | | |
|----|----------|-------|----|---|----|
| 11 | CORPAS | 10.08 | 12 | 0 | 23 |
| 12 | CADE | 3.55 | 4 | 0 | 6 |
| 13 | MERCK | 10.81 | 10 | 4 | 24 |
| 14 | FONTIBON | 8.12 | 9 | 1 | 17 |

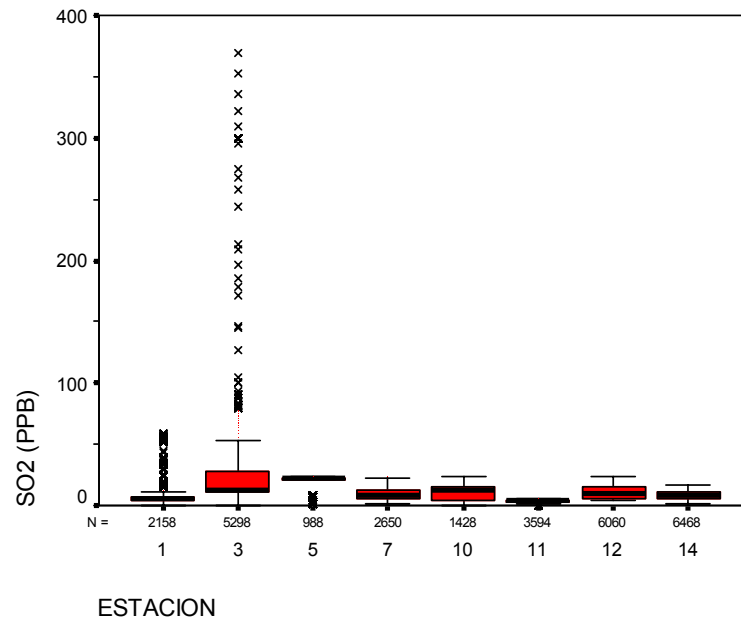


Figura 16. Diagrama de cajas para concentraciones de SO₂ por estación– Promedios 24 horas

Promedios Anuales

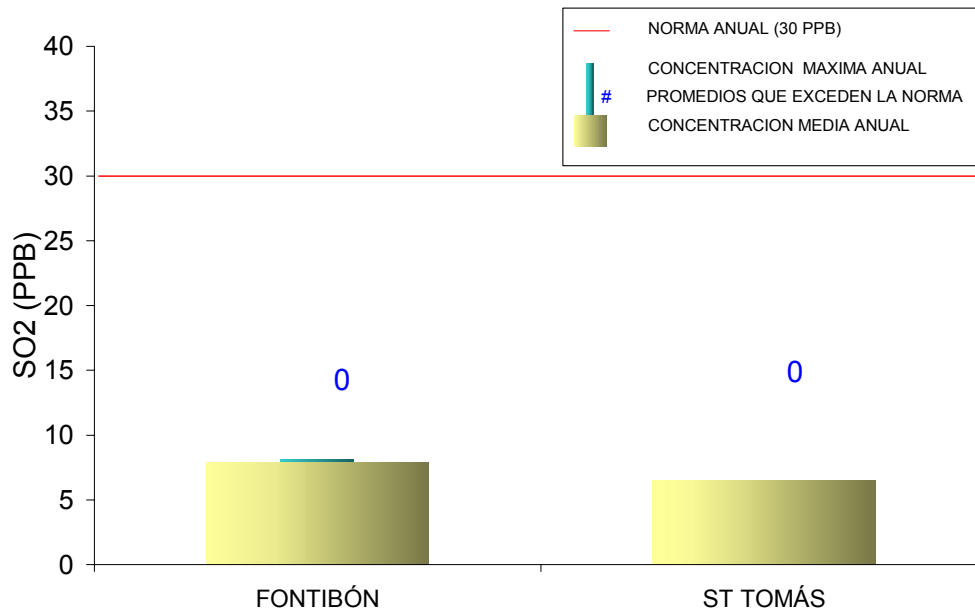


Figura 17. Concentraciones de SO₂ – Promedios Anuales

Las únicas estaciones que presentaron datos suficientes para calcular promedios anuales durante el año 2003 fueron la estación No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) y la estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente). Adicionalmente, es importante constatar que ninguna de estas dos estaciones superó siquiera el 50% de la norma anual.

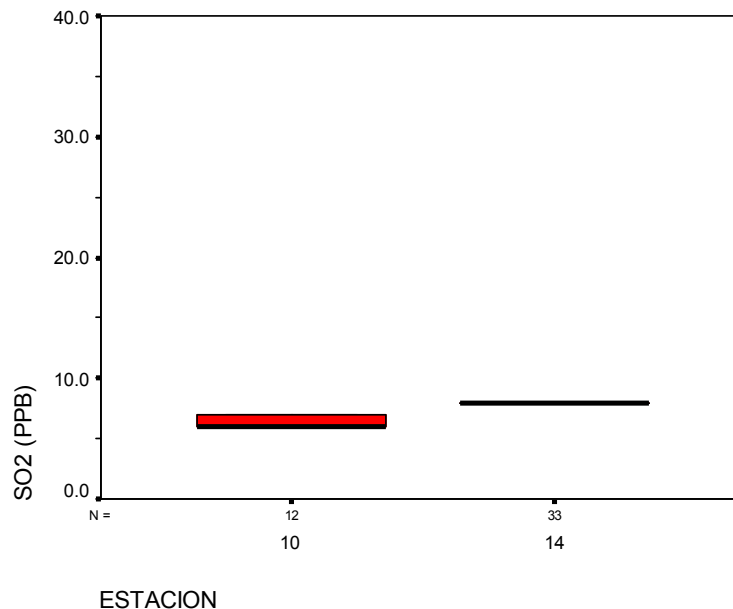


Figura 18. Diagrama de cajas para concentraciones de SO₂ por estación– Promedios Anuales

Tendencias

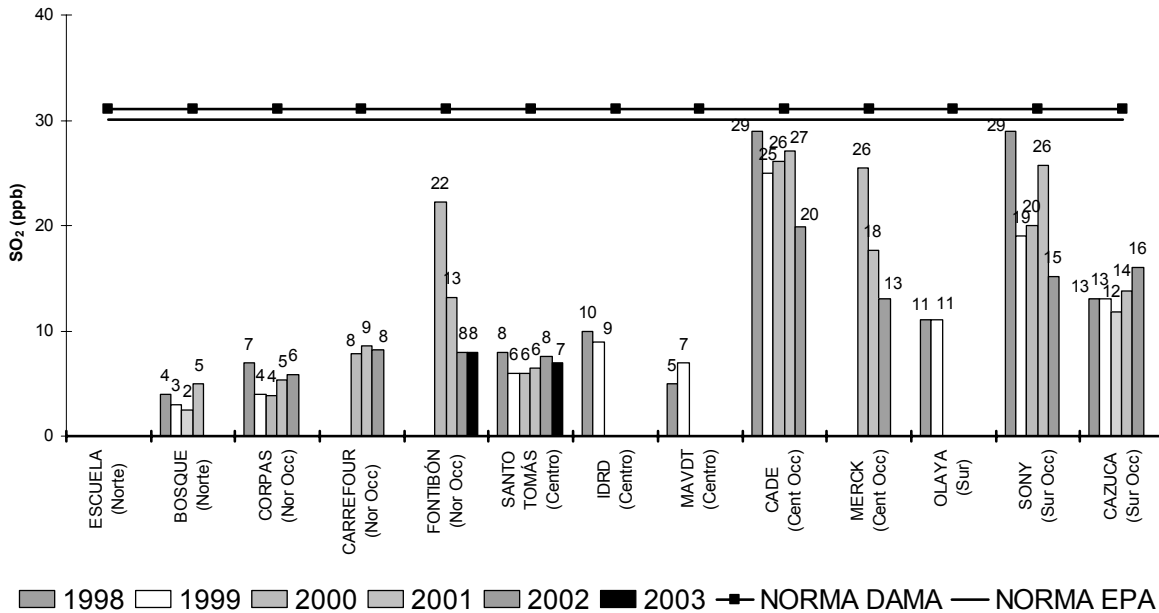


Figura 19. Concentración promedio anual de SO₂ en las estaciones de la RMCAB para el periodo 1998 a 2003

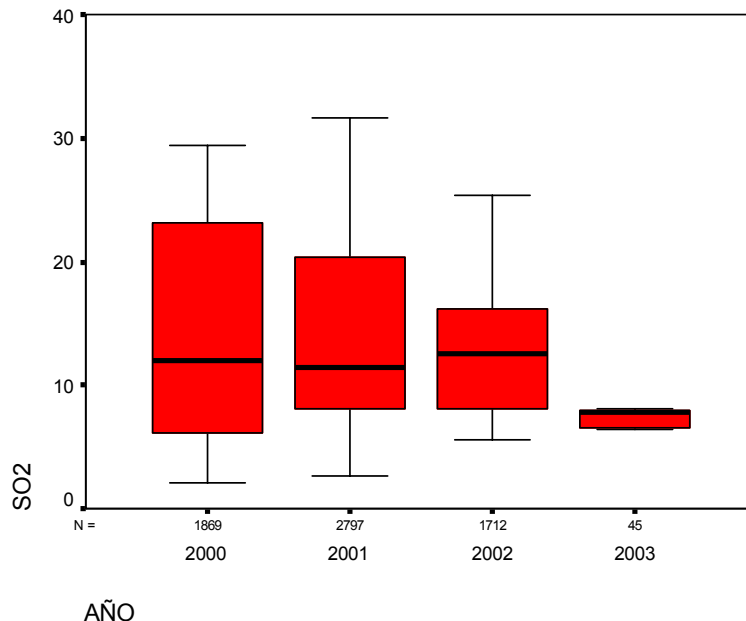


Figura 20. Concentraciones de SO₂ de toda la RMCAB - Promedios diarios

Los promedios diarios de SO₂ muestran una reducción de la dispersión de los datos durante el periodo de análisis. Sin embargo, el comportamiento de la mediana se ha mantenido constante durante los años 2000, 2001 y 2002. Para el año 2003, el número total de datos no es representativo con respecto a los años anteriores.

1.2.2 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE NO₂

Durante el año 2003, la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá reportó datos de concentraciones de NO₂ a partir de once (11) estaciones. Con base en estos datos se efectuaron comparaciones con la norma para ponderaciones anuales, 24 horas y 3 horas. Así mismo se presentan tendencias para dicho contaminante entre los años 2000 a 2003.

Promedios 1 Hora

Como se puede observar en la Figura 21, las estaciones No. 3 Sony (Sector Sur), No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) y No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) no presentaron datos suficientes para sacar promedios horarios.

Sin embargo, con los datos presentados es posible constatar que las concentraciones máximas se presentaron en las estaciones No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente) y No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro).

Adicionalmente, ninguna de las estaciones presentó mediciones que superaran siquiera el 50% de la norma.

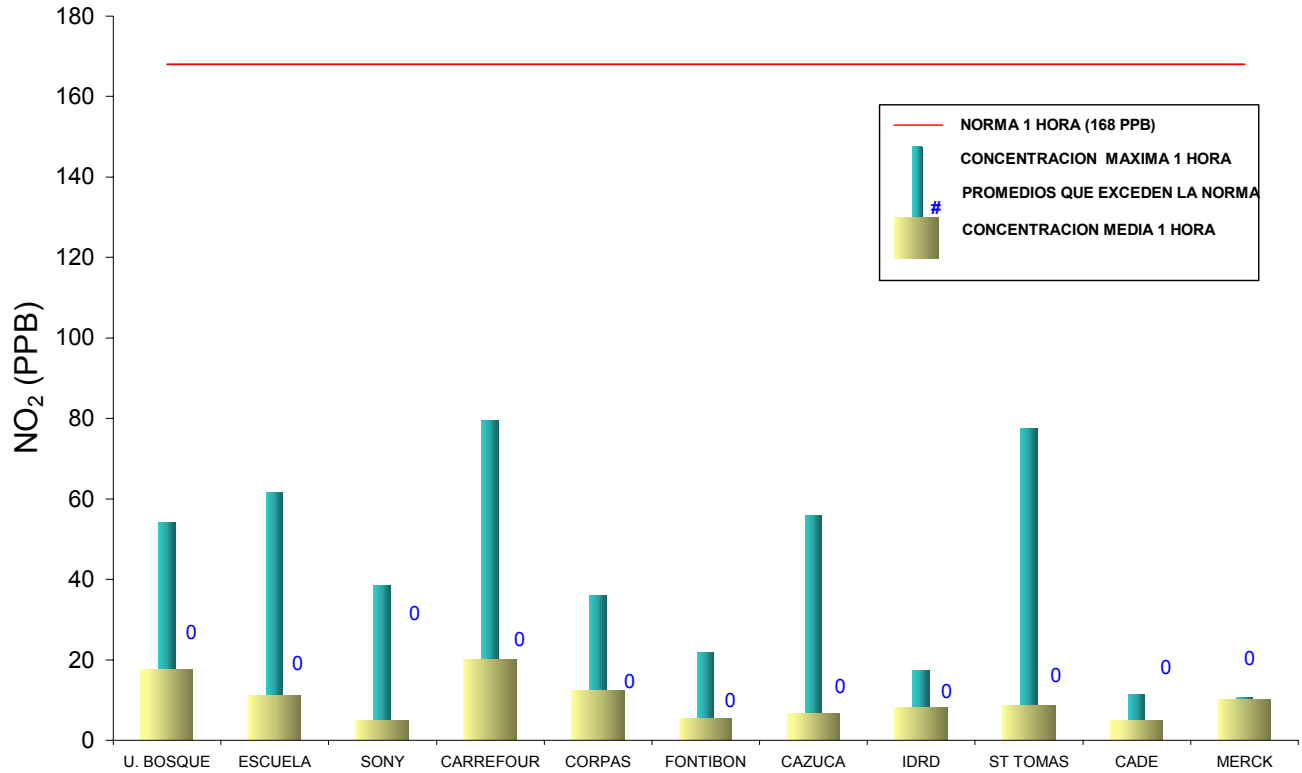


Figura 21. Concentraciones de NO₂ – Promedio 1 Hora

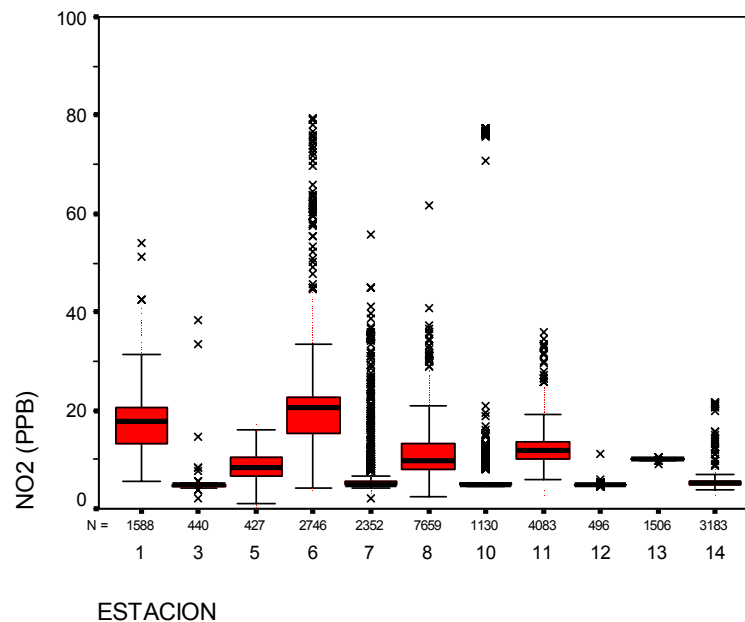


Figura 22. Diagrama de cajas para concentraciones de NO₂ por estación– Promedio 1 Hora

Tabla 11. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de NO₂ – Promedio 1 Hora

| CÓDIGO | ESTACIÓN | NO ₂ 1 hora (PPB) | | | |
|--------|------------|------------------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 17.43 | 18 | 6 | 54 |
| 3 | SONY | 4.94 | 5 | 2 | 38 |
| 5 | IDRD | 7.95 | 8 | 0 | 17 |
| 6 | CARREFOUR | 20.08 | 21 | 4 | 79 |
| 7 | CAZUCA | 6.56 | 5 | 2 | 56 |
| 8 | ESCUELA | 10.97 | 10 | 0 | 62 |
| 10 | STO. TOMÁS | 8.39 | 5 | 4 | 77 |
| 11 | CORPAS | 12.19 | 12 | 3 | 36 |
| 12 | CADE | 4.93 | 5 | 4 | 11 |
| 13 | MERCK | 10.07 | 10 | 9 | 11 |
| 14 | FONTIBON | 5.35 | 5 | 3 | 22 |

Promedios 24 Horas

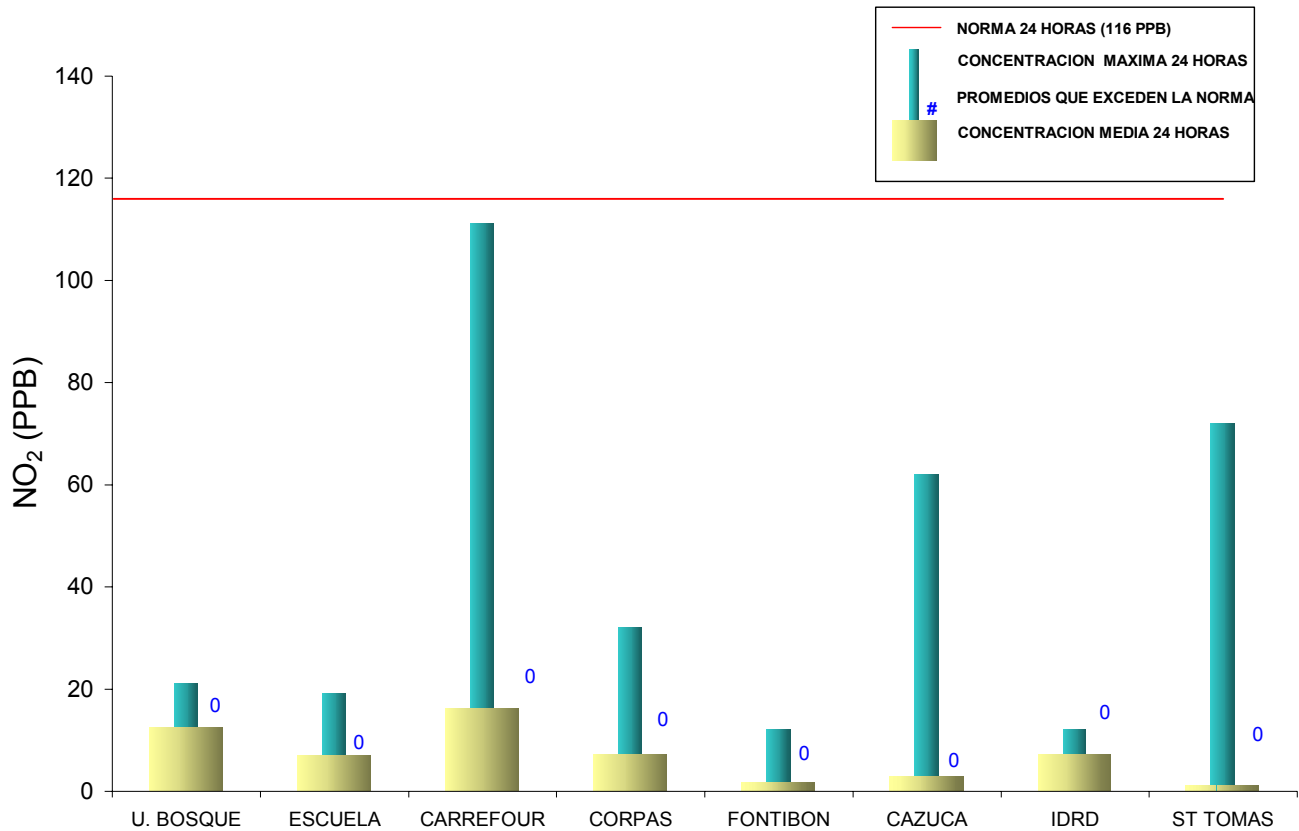


Figura 23. Concentraciones de NO₂ – Promedios 24 Horas

Para las concentraciones promedio de 24 horas, se puede constatar que ninguna de las estaciones superó la norma. Sin embargo, la estación No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente) presentó valores máximos de concentración por encima del 75% de la misma, seguida por las estaciones No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente) y No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) las cuales presentaron promedios máximos por encima del 50% de la norma para 24 horas.

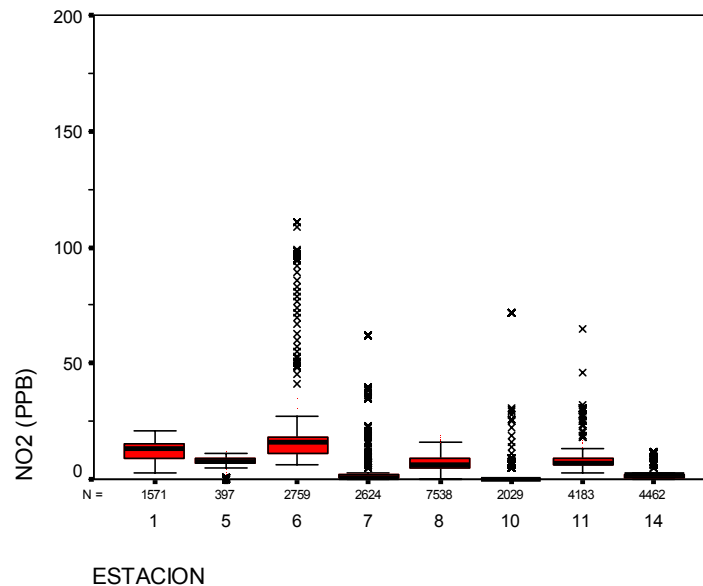


Figura 24. Diagrama de cajas para concentraciones de NO₂ por estación– Promedio 24 Horas

Tabla 12. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de NO₂ – Promedio 24 Horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | NO ₂ 24 horas (PPB) | | | |
|--------|------------|--------------------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 1 | BOSQUE | 12.44 | 13 | 3 | 21 |
| 5 | IDRD | 7.04 | 8 | 0 | 12 |
| 6 | CARREFOUR | 16.08 | 16 | 6 | 111 |
| 7 | CAZUCA | 2.83 | 1 | 0 | 62 |
| 8 | ESCUELA | 6.94 | 6 | 0 | 19 |
| 10 | STO. TOMÁS | 1.04 | 0 | 0 | 72 |
| 11 | CORPAS | 7.25 | 7 | 3 | 65 |
| 14 | FONTIBON | 1.66 | 2 | 0 | 12 |

Promedios Anuales

Únicamente las estaciones No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente), No. 8 Escuela (Sector Norte) y No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) presentaron datos suficientes para promedios anuales.

Como se puede observar en la Figura 26, la estación No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro) presenta los valores más altos para promedios anuales así como concentraciones máximas anuales. Sin embargo, ninguno de estos valores supera siquiera el 50% de la norma.

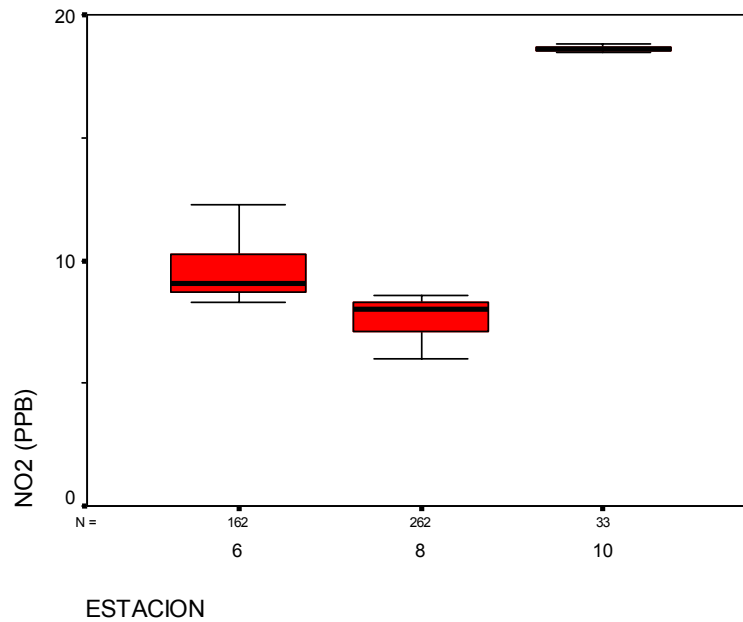


Figura 25. Diagrama de cajas para concentraciones de NO₂ por estación– Promedio Anual

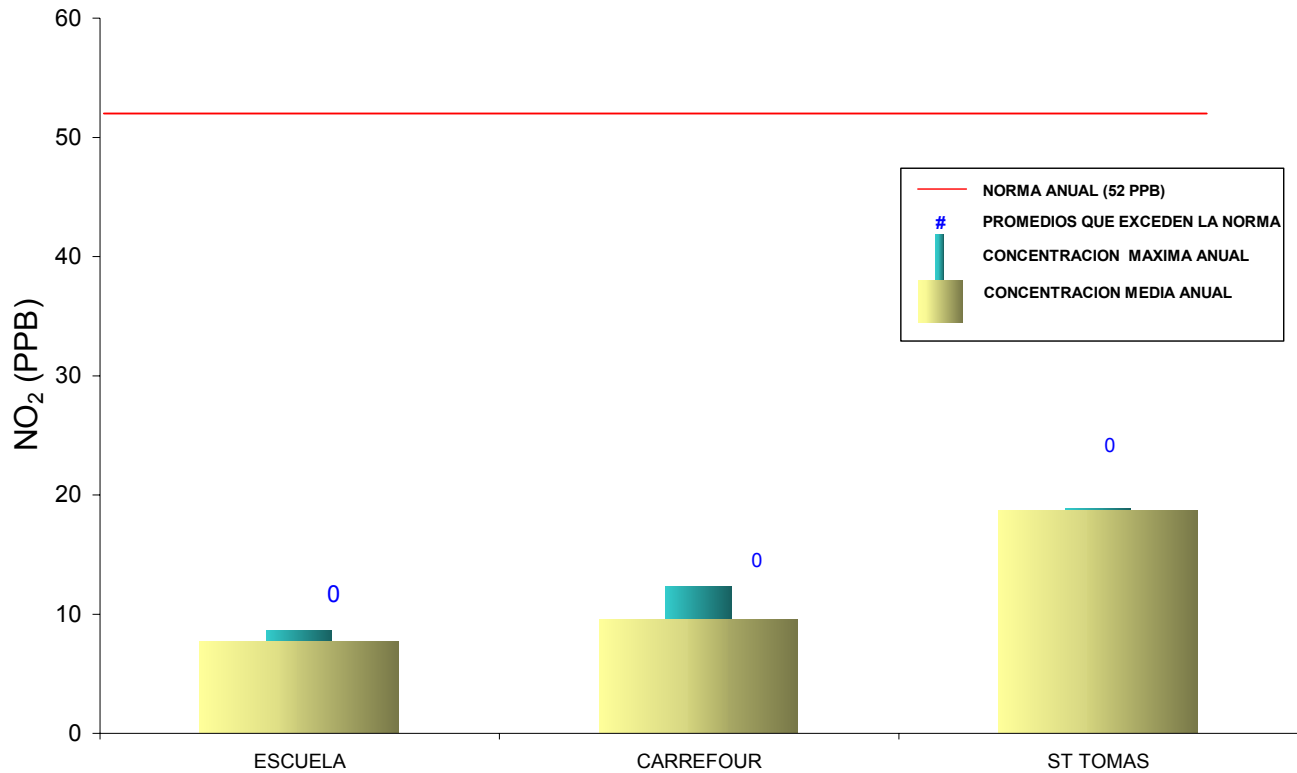


Figura 26. Concentraciones de NO₂ – Promedios Anuales

Tabla 13. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de NO₂ – Promedio Anual

| CÓDIGO | ESTACIÓN | NO ₂ ANUAL (PPB) | | | |
|--------|------------|-----------------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 6 | CARREFOUR | 9.56 | 9 | 8 | 12 |
| 8 | ESCUELA | 7.68 | 8 | 6 | 9 |
| 10 | STO. TOMÁS | 18.63 | 19 | 18 | 19 |

Tendencias

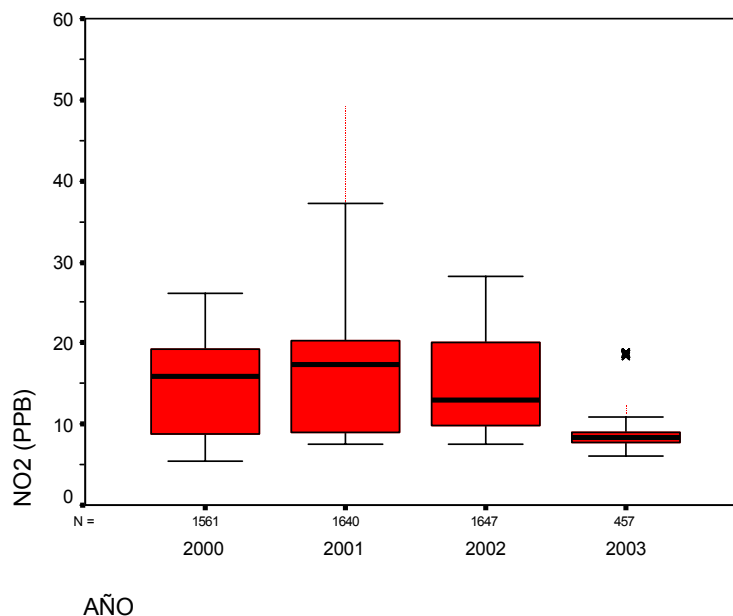


Figura 27. Concentraciones de NO₂ de la RMCAB - Promedios diarios.

Como se puede observar a partir de la Figura 27, el comportamiento de los promedios diarios de NO₂ muestra que la concentración se ha mantenido relativamente constante durante los años 2000 a 2002. Para el año 2003, el número de datos que se obtuvo se encuentra alrededor de una tercera parte con respecto al número de datos obtenidos para los años anteriores. Esto hace que dichos promedios tengan una representatividad inferior frente a los promedios de los años 2000, 2001 y 2002.

1.2.3 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE CO

En el año 2003 se realizaron mediciones de CO en las estaciones No. 3 Sony (Sector Sur), No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente), No. 11 Corpas y No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente) y No. 13 Merck (Sector Centro - Occidente).

Los registros tomados de estas estaciones desde el 1 de enero de 2003 al 31 de diciembre de 2003 son los que se han tenido en cuenta para el análisis de este gas contaminante.

Promedios 8 Horas

La Resolución 1208 de 2003 del DAMA, determina que una concentración promedio de CO, en 8 horas continuas, no debe ser mayor a 10 ppm. Con base en este precepto, se realizaron las correspondientes medias móviles 8 horas donde se obtuvieron 24.258 promedios que equivalen al 55% de los 43.800 posibles y los que superaron la norma corresponden al 26% de los promedios hallados. 379 promedios de la estación No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente), superaron este valor de referencia al igual que 14 promedios en la estación No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente) y que 13 promedios en la estación No. 13 Merck. Con la estación No. 14 Fontibón el número de los

promedios que superan la norma corresponde al 99% del total, lo que indica que estar en esa zona durante 8 horas seguidas conlleva a efectos desfavorables sobre la salud.

La relación entre el promedio máximo, la norma y el valor medio de concentración de CO en 8 horas se muestra en la Figura 28 y en la Tabla 28 se presenta una síntesis del resultado del análisis de estos promedios.

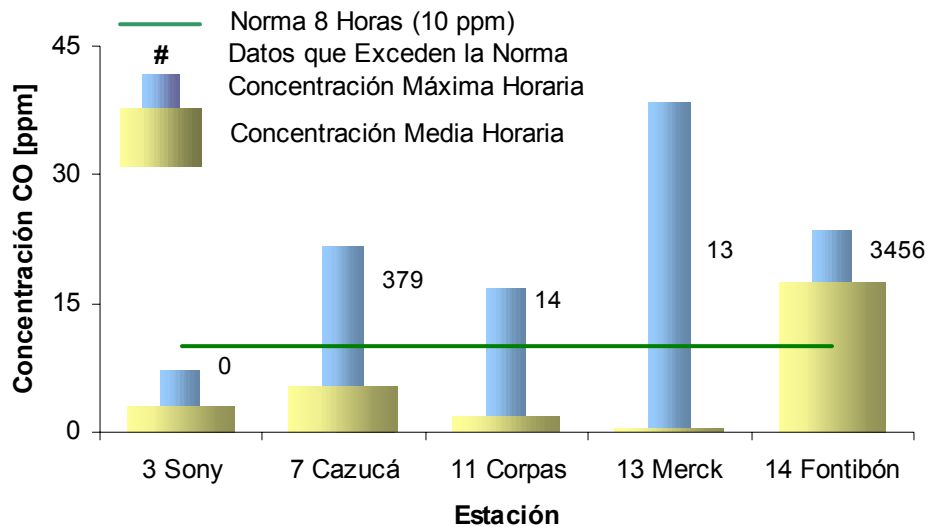


Figura 28. Concentraciones Máximas de Promedios 8 horas de CO

Tabla 14. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de CO – Promedios 8 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | CO promedios 8 horas (ppm) | | | |
|--------|----------|----------------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 3 | Sony | 3,1 | 2,8 | 0 | 7,3 |
| 7 | Cazucá | 5,4 | 5,8 | 0 | 21,7 |
| 11 | Corpas | 1,9 | 1,6 | 0 | 16,8 |
| 13 | Meck | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 38,5 |
| 14 | Fontibón | 17,5 | 17,7 | 0 | 23,5 |

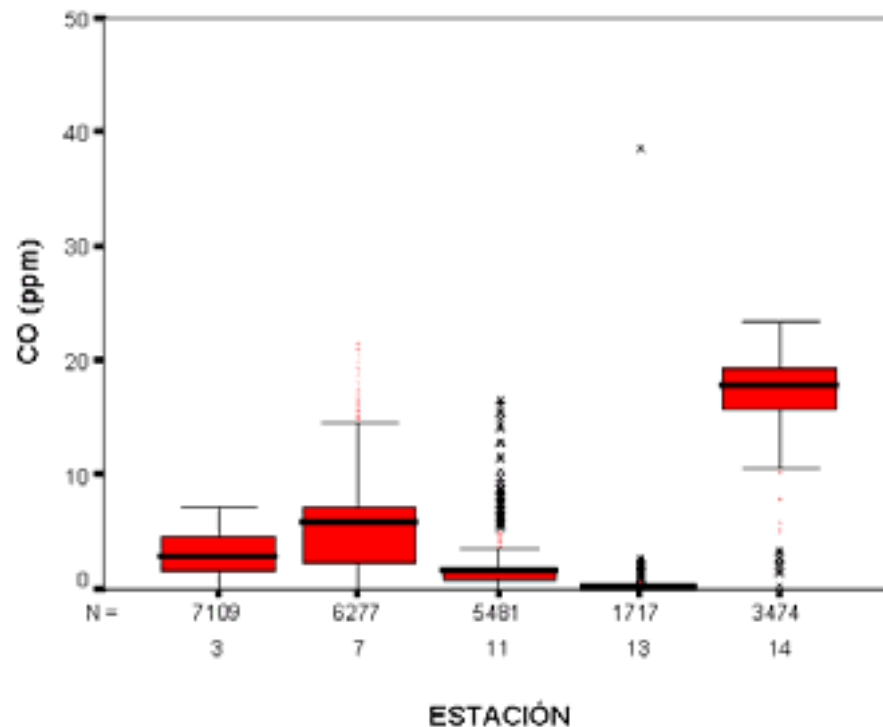


Figura 29. Diagrama de cajas para concentraciones de CO por estación– Promedios 8 horas

Promedios Horarios

El valor de la concentración media horaria de CO no debe ser mayor a 35 ppm, según la normatividad vigente. Este valor límite se utilizó como referencia para analizar los 25.545 promedios horarios de este contaminante, donde, 16 de ellos superó las 35 ppm en la estación No. 13 Merck. La cantidad de promedios horarios obtenidos representa el 58% de los 43.800 promedios que se hubieran podido obtener.

En la Figura 30 se puede observar la relación existente entre el máximo promedio horario de CO, por estación, con la norma y la media de CO en el año 2003 de los promedios horarios. Los valores que sustentan esta figura se presentan en la Tabla 29.

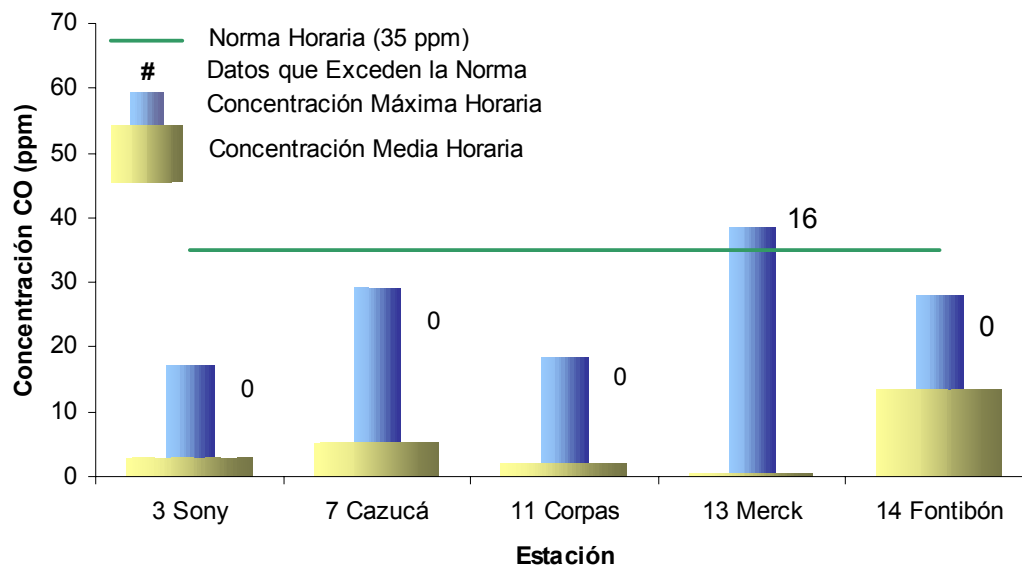


Figura 30. Concentraciones Máximas de Promedios Horarios de CO

Tabla 15. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de CO – Promedios Horarios

| CÓDIGO | ESTACIÓN | CO promedios horarios (ppm) | | | |
|--------|----------|-----------------------------|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 3 | Sony | 4,09 | 3,89 | 0 | 18,34 |
| 7 | Cazucá | 8,13 | 8,36 | 0 | 31,83 |
| 11 | Corpas | 2,69 | 2,29 | 0 | 19,14 |
| 13 | Meck | 0,58 | 0,26 | 0,04 | 38,50 |
| 14 | Fontibón | 13,86 | 16,98 | 0 | 28,41 |

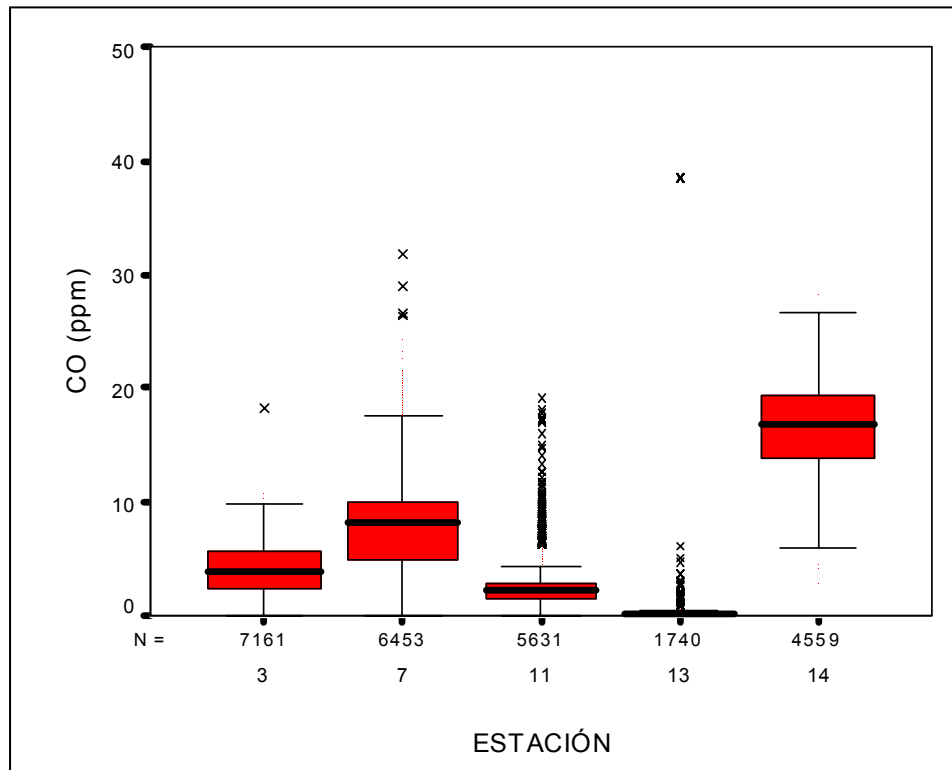


Figura 31. Diagrama de cajas para concentraciones de CO por estación– Promedios horarios

Tendencias

En el diagrama de cajas de la Figura 32 se resume el comportamiento de las concentraciones diarias de CO de la RMCAB para cada año de monitoreo de este parámetro. Entre los años 2000 y 2002 el comportamiento de CO fue constante, con valores bajos en general. Los niveles de CO aumentaron para el año 2003 lo cual se puede observar en el mayor valor de la mediana y de los puntos extremos.

Las estaciones que más han contribuido al incremento de las concentraciones de CO fueron la estación No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente) y la estación No. 13 Merck (sector Centro – Occidente) durante los meses de febrero y julio

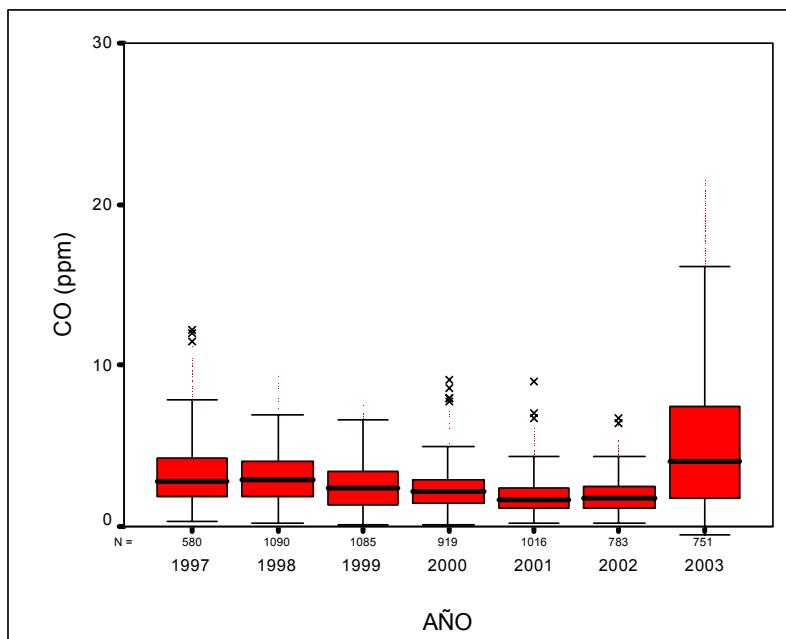


Figura 32. Concentraciones de CO de la RMCAB - Promedios diarios.

1.2.4 COMPORTAMIENTO DE CONCENTRACIONES DE O₃

El O₃ es un gas azul pálido que, en las capas bajas de la atmósfera, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno principalmente) en presencia de la luz solar, sus efectos en el sistema respiratorio son importantes ya que es un gas altamente oxidante e irritante.

En el año 2003 se realizaron mediciones de O₃ en las estaciones No. 3 Sony (Sector Sur), No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente), No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente), No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente) y No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente). Los registros tomados de estas estaciones desde el primero de enero de 2003 al 31 de diciembre de 2003 son los que se han tenido en cuenta para el análisis de este gas contaminante.

Promedios 8 Horas

El valor que da la Resolución 1208 de 2003 como valor máximo permitido de concentración de ozono, para promedios de 8 horas, es de 66 ppb. Este valor fue utilizado como referencia para analizar los 20.170 promedios de 8 horas hallados con los registros de las estaciones de la RMCAB, de los cuales, ninguno fue superior a 66 ppb. En los meses de enero, febrero, octubre y noviembre no se obtuvieron registros de O₃. La representatividad temporal de los datos en promedios de medias móviles de 8 horas de O₃, para el año 2003 fue del 38%.

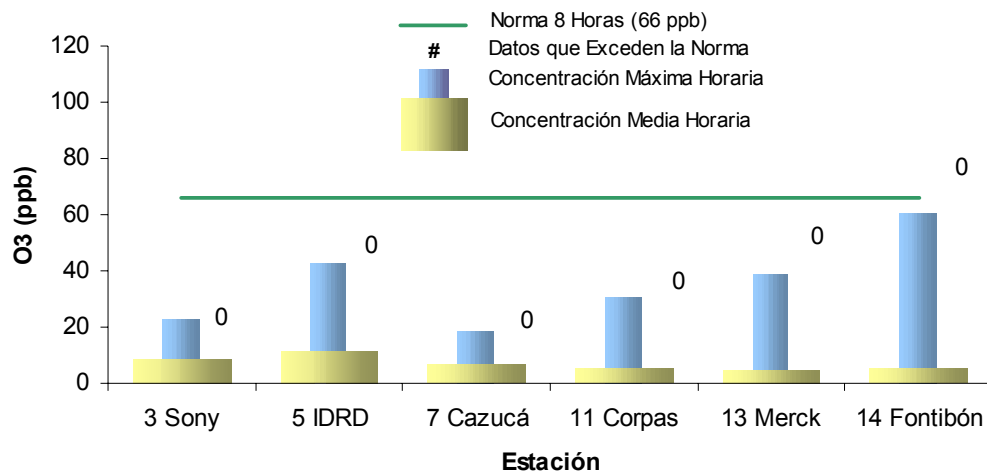


Figura 33. Concentraciones máximas de promedios 8 h de O₃

La Figura 33 muestra la relación existente entre el máximo de la concentración en 8 horas de ozono con la norma y con el valor medio de todos los promedios 8 horas de ozono en el año 2003. El consolidado de los promedios se presenta en la Tabla 30, es importante observar que el porcentaje de promedios hallados está muy por debajo del 75% que es el número de promedios mínimo para determinar el comportamiento general de este contaminante en un año.

Tabla 16. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de O₃ – Promedios 8 horas

| CÓDIGO | ESTACIÓN | O ₃ promedios 8 horas (ppm) | | | |
|--------|----------|--|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 3 | Sony | 9 | 8 | 7 | 23 |
| 5 | IDRD | 11 | 12 | 2 | 43 |
| 7 | Cazucá | 7 | 6 | 1 | 17 |
| 11 | Corpas | 5 | 4 | 0 | 31 |
| 13 | Merck | 5 | 3 | 1 | 39 |
| 14 | Fontibón | 2 | 0 | 0 | 61 |

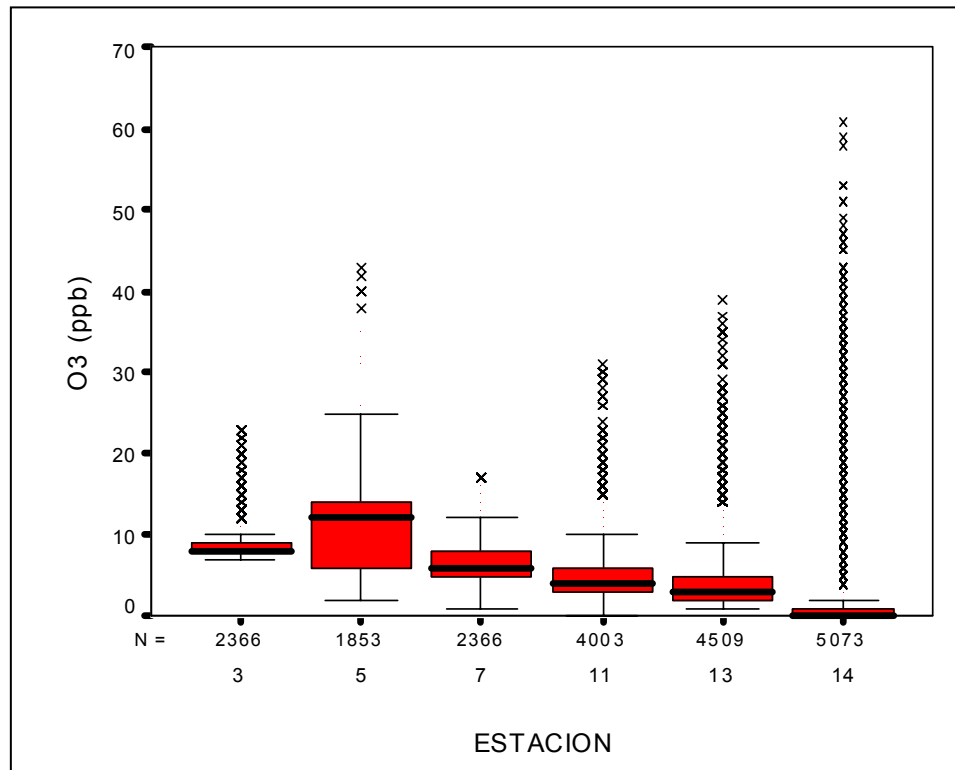


Figura 34. Diagrama de cajas para concentraciones de O₃ por estación– Promedios 8 horas

Promedios Horarios

En el año 2003 se hallaron 21.409 promedios horarios que equivalen al 41% de 52.560 posibles. Los niveles de O₃ han estado por debajo del valor que sugiere la norma para los promedios horarios. En los meses de enero, febrero, octubre y noviembre no se obtuvieron registros de O₃.

Las concentraciones máximas horarias de O₃, el valor medio y la norma se comparan gráficamente en la Figura 35. El consolidado de los análisis de estos promedios se presenta en la Tabla 31.

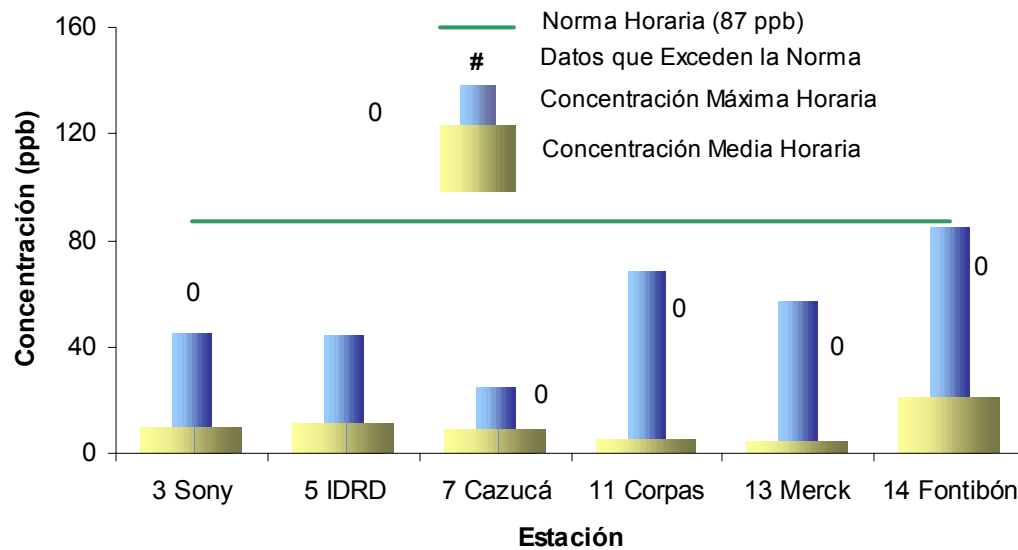


Figura 35. Concentraciones máximas horarias de O₃

Tabla 17. Resumen estadístico por estación. Concentraciones de O₃ – Promedios horarios

| CÓDIGO | ESTACIÓN | O ₃ promedios horarios (ppm) | | | |
|--------|----------|---|---------|--------|--------|
| | | Media | Mediana | Mínimo | Máximo |
| 3 | Sony | 8,82 | 8,10 | 3,18 | 39,95 |
| 5 | IDRD | 11,05 | 11,50 | 1,90 | 43,58 |
| 7 | Cazucá | 8,66 | 8,52 | 0,00 | 25,34 |
| 11 | Corpas | 8,08 | 6,66 | 0,00 | 70,55 |
| 13 | Merck | 5,31 | 3,13 | 0,00 | 57,71 |
| 14 | Fontibón | 2,76 | 1,01 | 0,00 | 85,31 |

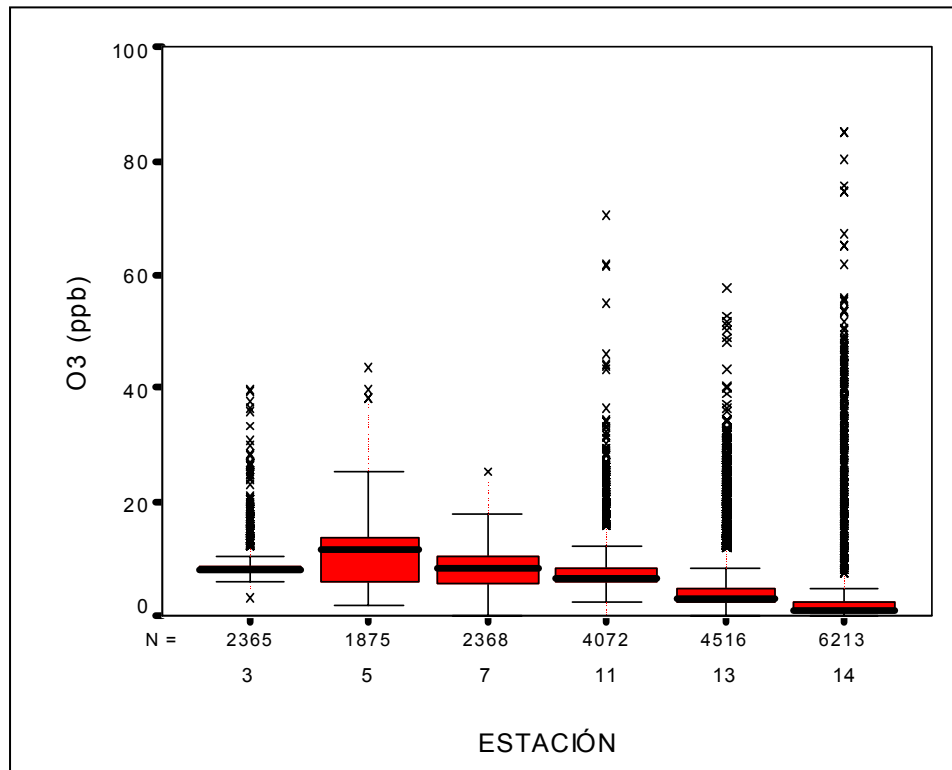


Figura 36. Diagrama de cajas para concentraciones de O₃ por estación– Promedios horarios

Tendencias

En el diagrama de cajas de la Figura 37 se resume el comportamiento de las concentraciones diarias de O₃ de la RMCAB para cada año de monitoreo de este parámetro.

Se puede observar que el comportamiento de O₃ ha tenido un promedio de concentración similar hasta el año 2002, pero se observa una fuerte disminución en el año 2003. Esto se debe especialmente a la falta de calibración de los equipos en ese periodo, por lo tanto, se considera que la tendencia es que la media esté entre 15 y 20 ppb y que los máximos no sobrepasen las 50 ppb.

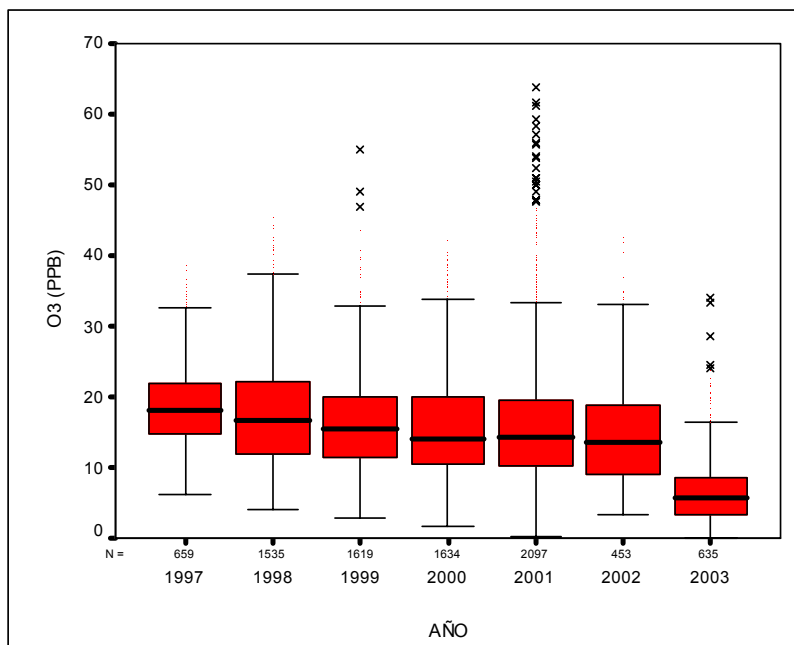


Figura 37. Concentraciones de O₃ de la RMCAB - Promedios diarios.

1.3 SÍNTESIS DE RESULTADOS

En la Tabla 18 y en la Tabla 19 se resumen los resultados de las mediciones de PM₁₀, promedios 24 horas y anuales, mientras que en la Tabla 20 y en la Tabla 21 se muestran los resultados obtenidos para PST, promedios 24 horas y anuales respectivamente.

Estas tablas están organizadas de la siguiente forma; En la primera columna se especifica la zona geográfica en donde se encuentra cada estación, en la segunda aparece el nombre de cada estación, en la tercera columna se informa el número de promedios obtenidos con los datos recolectados en el 2003, la cuarta columna indica el porcentaje de representatividad temporal de los datos, es decir, la representatividad que tienen los promedios obtenidos sobre la totalidad de los promedios que se hubieran podido obtener en condiciones de operación al 100%. La quinta columna muestra el número de promedios que estuvieron por encima de la norma y en la sexta se halla la proporción de estas excedencias sobre el total de los datos. La séptima y octava columna muestran el número de promedios que están por encima del 50% del valor de la norma y del 75% respectivamente, con el objeto de resumir la distribución de los datos. En la novena columna se muestra el máximo promedio hallado, en la décima aparece la media de todos los datos analizados, y en la undécima la proporción entre el máximo con respecto a la norma.

Tabla 18. Consolidado concentraciones de PM10 en 2003 - Promedios 24 horas.

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|--------------|---|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | 1 U. BOSQUE | 4844 | 55% | 0 | 0.0% | 36 | 0 | 103 | 34 | 0.57 |
| | 8 ESCUELA | 7508 | 86% | 0 | 0.0% | 434 | 0 | 121 | 55 | 0.67 |
| | SUBTOTAL | 12352 | 71% | 0 | 0.0% | 470 | 0 | 121 | 45 | |
| SUR | 4 H. OLAYA | E.T. | | | | | | | | |
| | 9 C. DE MEZCLAS | E.T. | | | | | | | | |
| | 3 SONY | 7606 | 87% | 0 | 0.0% | 157 | 0 | 114 | 53 | 0.63 |
| | SUBTOTAL | 7606 | 87% | 0 | 0.0% | 157 | 0 | 114 | 53 | |
| NOR OCCIDENTE | 6 CARREFOUR | 2751 | 31% | 21 | 0.8% | 1092 | 34 | 246 | 84 | 1.37 |
| | 11 CORPAS | 5892 | 67% | 27 | 0.5% | 2886 | 595 | 207 | 92 | 1.15 |
| | 14 FONTIBÓN | 7247 | 83% | 21 | 0.3% | 4226 | 523 | 194 | 97 | 1.08 |
| | SUBTOTAL | 15890 | 60% | 69 | 0.5% | 8204 | 1152 | 246 | 91 | |
| SUR OCCIDENTE | 7 CAZUCA | 6611 | 75% | 0 | 0.0% | 207 | 0 | 106 | 52 | 0.59 |
| | SUBTOTAL | 6611 | 75% | 0 | 0.0% | 207 | 0 | 106 | 52 | |
| | 2 MMA | 3400 | 39% | 0 | 0.0% | 17 | 0 | 99 | 39 | 0.55 |
| CENTRO | 5 IDR | 900 | 10% | 0 | 0.0% | 135 | 0 | 131 | 68 | 0.73 |
| | 10 ST. TOMÁS | 5757 | 66% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 70 | 33 | 0.39 |
| | SUBTOTAL | 23279 | 38% | 0 | 0.0% | 152 | 0 | 131 | 47 | |
| CENTRO OCCIDENTE | 12 CADE | 7027 | 80% | 0 | 0.0% | 17 | 0 | 100 | 40 | 0.56 |
| | 13 MERCK | 7357 | 84% | 87 | 1.2% | 4531 | 1190 | 216 | 102 | 1.20 |
| | SUBTOTAL | 14384 | 82% | 87 | 0.6% | 4548 | 1190 | 216 | 71 | |
| TOTALES | | 80122 | 69% | 156 | 0.2% | 13738 | 2342 | 246 | | |

F.T: Falla Técnica
E.T: En Traslado
F.S: Fuera de Servicio
E.P: En Prueba

Tabla 19. Consolidado de concentraciones de PM10 en 2003 – Promedios anuales.

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|-------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | 1 U. BOSQUE | D.I. | | | | | | | | |
| | 8 ESCUELA | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 0 | 55 | 53 | 0.31 |
| | SUBTOTAL | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 0 | 55 | 53 | |
| SUR | 4 H. OLAYA | E.T. | | | | | | | | |
| | 9 C. DE MEZCLAS | E.T. | | | | | | | | |
| | 3 SONY | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 105 | 62 | 56 | 0.34 |
| | SUBTOTAL | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 105 | 62 | 56 | |
| NOR OCCIDENTE | 6 CARREFOUR | 152 | 42% | 152 | 100.0% | 152 | 152 | 97 | 89 | 0.54 |
| | 11 CORPAS | 324 | 89% | 324 | 100.0% | 324 | 324 | 97 | 92 | 0.54 |
| | 14 FONTIBÓN | 365 | 100% | 365 | 100.0% | 365 | 365 | 100 | 98 | 0.55 |
| | SUBTOTAL | 841 | 77% | 841 | 100.0% | 841 | 841 | 100 | 93 | |
| | 7 CAZUCA | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 53 | 62 | 55 | 0.35 |
| | SUBTOTAL | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 53 | 62 | 55 | |
| CENTRO | 2 MMA | 204 | 56% | 0 | 0.0% | 116 | 0 | 48 | 41 | 0.27 |
| | 5 IDR | E.T. | | | | | | | | |
| | 10 ST. TOMÁS | 182 | 50% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 39 | 33 | 0.21 |
| | SUBTOTAL | 1116 | 53% | 0 | 0.0% | 116 | 0 | 48 | 37 | |
| CENTRO OCCIDENTE | 12 CADE | 365 | 100% | 0 | 0.0% | 365 | 0 | 48 | 46 | 0.27 |
| | 13 MERCK | 365 | 100% | 365 | 100.0% | 365 | 365 | 122 | 113 | 0.68 |
| | SUBTOTAL | 730 | 100% | 365 | 50.0% | 730 | 365 | 122 | 79 | |
| TOTALES | | 3782 | 88% | 1206 | 30.0% | 2782 | 1364 | 122 | | |

F.T: Falla Técnica
E.T: En Traslado
F.S: Fuera de Servicio
E.P: En Prueba
D.I: Datos insuficientes

Tabla 20. Consolidado de concentraciones de PST en 2003 – Promedios 24 horas

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|--------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------|-----------|
| NORTE | 1 U. BOSQUE | 5353 | 61% | 0 | 0% | 0 | 0 | 143 | 50 | 0.36 |
| SUR | 3 SONY | 5516 | 63% | 0 | 0% | 1071 | 2 | 303 | 164 | 0.76 |
| SUR OCCIDENTE | 7 CAZUCA | 4007 | 46% | 0 | 0% | 1425 | 127 | 344 | 180 | 0.86 |
| CENTRO OCCIDENTE | 12 CADE | 5718 | 65% | 0 | 0% | 206 | 0 | 239 | 127 | 0.60 |
| TOTALES | | 20594 | 59% | 0 | 0% | 2702 | 129 | 344 | | |

Tabla 21. Consolidado de concentraciones de PST en 2003 – Promedios Anuales

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|-------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------|-----------|
| NORTE | 1 U. BOSQUE | 309 | 85% | 0 | 0% | 30 | 0 | 50 | 48 | 0.13 |
| SUR | 3 SONY | 188 | 52% | 188 | 100% | 188 | 188 | 180 | 174 | 0.45 |
| SUR OCCIDENTE | 7 CAZUCA | 213 | 58% | 213 | 100% | 213 | 213 | 171 | 163 | 0.43 |
| CENTRO OCCIDENTE | 12 CADE | 283 | 78% | 283 | 100% | 283 | 283 | 130 | 128 | 0.33 |
| TOTALES | | 993 | 68% | 684 | 75% | 714 | 684 | 180 | | |

Tabla 22. Consolidado de las concentraciones de SO₂ en 2003 – Promedios 3 horas

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|--------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | U. BOSQUE | 2240 | 26% | 0 | 0.0% | 11 | 7 | 270 | 9 | 0.51 |
| | SUBTOTAL | 2240 | 26% | 0 | 0.0% | 11 | 7 | 270 | 9 | |
| SUR | SONY | 5476 | 63% | 0 | 0.0% | 22 | 7 | 202 | 21 | 0.38 |
| | SUBTOTAL | 5476 | 63% | 0 | 0.0% | 22 | 7 | 202 | 21 | |
| NOR OCCIDENTE | CARREFOUR | DI | | | | | | | | 0.00 |
| | CORPAS | 4539 | 52% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 21 | 3 | 0.04 |
| | FONTIBÓN | 6653 | 76% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 64 | 9 | 0.12 |
| | SUBTOTAL | 11192 | 64% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 64 | 6 | |
| SUR OCCIDENTE | CAZUCA | 3617 | 41% | 0 | 0.0% | 5 | 1 | 139 | 7 | 0.26 |
| | SUBTOTAL | 3617 | 41% | 0 | 0.0% | 5 | 1 | 139 | 7 | |
| CENTRO | IDRD | DI | | | | | | | | 0.00 |
| | ST TOMÁS | 2224 | 25% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 47 | 7 | 0.09 |
| | SUBTOTAL | 9458 | 25% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 47 | 7 | |
| CENTRO OCCIDENTE | CADE | 6247 | 71% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 33 | 11 | 0.06 |
| | MERCK | 450 | 5% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 19 | 3 | 0.04 |
| | SUBTOTAL | 6697 | 38% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 33 | 7 | |
| TOTALES | | 38680 | 43% | 0 | 0.0% | 38 | 15 | 270 | | |

Tabla 23. Consolidado de las concentraciones de SO₂ en 2003 – Promedios 24 horas

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|--------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | U. BOSQUE | 2158 | 25% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 58 | 7 | 0.44 |
| | SUBTOTAL | 2158 | 25% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 58 | 7 | |
| SUR | SONY | 5298 | 60% | 0 | 0.0% | 7 | 0 | 93 | 19 | 0.70 |
| | SUBTOTAL | 5298 | 60% | 0 | 0.0% | 7 | 0 | 93 | 19 | |
| NOR OCCIDENTE | CARREFOUR | DI | | | | | | | | 0.00 |
| | CORPAS | 3594 | 41% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 6 | 4 | 0.05 |
| | FONTIBÓN | 6468 | 74% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 17 | 8 | 0.13 |
| | SUBTOTAL | 10062 | 57% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 17 | 6 | |
| SUR OCCIDENTE | CAZUCA | 2650 | 30% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 24 | 9 | 0.18 |
| | SUBTOTAL | 2650 | 30% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 24 | 9 | |
| CENTRO | IDRD | 988 | 11% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 24 | 19 | 0.18 |
| | ST TOMÁS | 1428 | 16% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 23 | 10 | 0.17 |
| | SUBTOTAL | 7716 | 14% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 24 | 14 | |
| CENTRO OCCIDENTE | CADE | 6060 | 69% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 24 | 11 | 0.18 |
| | MERCK | DI | | | | | | | | 0.00 |
| | SUBTOTAL | 6060 | 69% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 24 | 11 | |
| TOTALES | | 33944 | 43% | 0 | 0.0% | 7 | 0 | 93 | 11 | |

Tabla 24. Consolidado de las concentraciones de SO₂ en 2003 – Promedios Anuales

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|-------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------|-----------|
| NORTE | U. BOSQUE | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | | | | | | | | | |
| | SONY | DI | | | | | | | | |
| SUR | SUBTOTAL | | | | | | | | | |
| | CARREFOUR | DI | | | | | | | | |
| | CORPAS | DI | | | | | | | | |
| | FONTIBÓN | 33 | 9% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 8 | 8 | 0.27 |
| | SUBTOTAL | 33 | 9% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 8 | 8 | |
| SUR OCCIDENTE | CAZUCA | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | | | | | | | | | |
| | IDRD | DI | | | | | | | | |
| CENTRO | ST TOMÁS | 12 | 3% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 7 | 6 | 0.22 |
| | SUBTOTAL | 12 | 3% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 7 | 6 | |
| | CADE | DI | | | | | | | | |
| CENTRO OCCIDENTE | MERCK | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | | | | | | | | | |
| | TOTALES | 45 | 6% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 8 | | |

Tabla 25. Consolidado de las concentraciones de NO₂ en 2003 – Promedios 1 Hora

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|--------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | U. BOSQUE | 1588 | 18% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 54 | 17 | 0.32 |
| | ESCUELA | 7659 | 87% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 62 | 11 | 0.37 |
| | SUBTOTAL | 9247 | 53% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 62 | 14 | |
| SUR | SONY | 440 | 5% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 38 | 5 | |
| | SUBTOTAL | DI | | | | | | | | |
| NOR OCCIDENTE | CARREFOUR | 2746 | 31% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 79 | 20 | 0.47 |
| | CORPAS | 4083 | 47% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 36 | 12 | 0.21 |
| | FONTIBON | 3183 | 36% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 22 | 5 | 0.13 |
| | SUBTOTAL | 10012 | 38% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 79 | 13 | |
| SUR OCCIDENTE | CAZUCA | 2352 | 27% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 56 | 7 | 0.33 |
| | SUBTOTAL | 2352 | 27% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 56 | 7 | |
| CENTRO | IDRD | 427 | 5% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 17 | 8 | 0.10 |
| | ST TOMAS | 1130 | 13% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 77 | 8 | 0.46 |
| | SUBTOTAL | 6261 | 9% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 77 | 8 | |
| CENTRO OCCIDENTE | CADE | 1506 | 6% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 11 | 5 | 0.07 |
| | MERCK | 1506 | 17% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 11 | 10 | 0.06 |
| | SUBTOTAL | 1506 | | | | | | | | |
| TOTALES | | 27872 | 32% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 79 | | |

Tabla 26. Consolidado de las concentraciones de NO₂ en 2003 – Promedios 24 Horas

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|--------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | U. BOSQUE | 1571 | 18% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 21 | 12 | 0.12 |
| | ESCUELA | 7538 | 86% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 19 | 7 | 0.11 |
| | SUBTOTAL | 9109 | 52% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 21 | 10 | |
| SUR | SONY | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | DI | | | | | | | | |
| NOR OCCIDENTE | CARREFOUR | 2759 | 31% | 0 | 0.0% | 28 | 0 | 111 | 16 | 0.62 |
| | CORPAS | 4180 | 48% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 32 | 7 | 0.18 |
| | FONTIBON | 4462 | 51% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 12 | 2 | 0.07 |
| | SUBTOTAL | 11401 | 43% | 0 | 0.0% | 28 | 0 | 111 | 8 | |
| SUR OCCIDENTE | CAZUCA | 2624 | 30% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 62 | 3 | 0.34 |
| | SUBTOTAL | 2624 | 30% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 62 | 3 | |
| | IDRD | 397 | 5% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 12 | 7 | 0.07 |
| CENTRO | ST TOMAS | 2029 | 23% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 72 | 1 | 0.40 |
| | SUBTOTAL | 7674 | 14% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 72 | 4 | |
| CENTRO OCCIDENTE | CADE | DI | | | | | | | | |
| | MERCK | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | DI | | | | | | | | |
| TOTALES | | 30808 | 35% | 0 | 0.0% | 28 | 0 | 111 | | |

Tabla 27. Consolidado de las concentraciones de NO₂ en 2003 – Promedios Anuales

| Zona | Número y nombre de la Estación | No de datos | Representatividad temporal de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Máximo Promedio | Media | Max/Norma |
|------------------|--------------------------------|-------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| NORTE | U BOSQUE | D.I | 0% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 9 | 8 | 0.05 |
| | ESQUELA | 262 | 72% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 9 | 8 | |
| | SUBTOTAL | 262 | 36% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 9 | 8 | |
| SUR | SONY | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | DI | | | | | | | | |
| NOR OCCIDENTE | CARREFOUR | 162 | 44% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 12 | 10 | 0.07 |
| | CORPAS | DI | 0% | | | | | | | |
| | FONTIBON | DI | 0% | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | 162 | 15% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 12 | 10 | |
| | SUBTOTAL | DI | DI | 0% | | | | | | |
| CENTRO | IDRD | E.T. | | | | | | | | |
| | ST TOMAS | 33 | 9% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 19 | 19 | 0.10 |
| | SUBTOTAL | 33 | 9% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 19 | 19 | |
| CENTRO OCCIDENTE | CADE | DI | 0% | | | | | | | |
| | MERCK | DI | | | | | | | | |
| | SUBTOTAL | 0 | | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 19 | | |
| TOTALES | | 457 | 20% | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 19 | | |

Tabla 28. Consolidado de las concentraciones de CO en 2003 – Promedios 8 horas

| Información de los registros de concentración de CO para un periodo de 8 horas [Norma: 10 ppm] | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|--------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|-------|
| Zona | Número y nombre de la Estación | No. de datos | Representatividad de datos [%] | No de datos que exceden la norma | % de datos que exceden la norma | No de datos exceden 50% norma | No de datos exceden 75% norma | Promedio Máximo | Max/Norma | Media |
| Nor Occidente | 11 Corpas | 5566 | 64% | 14 | 0% | 404 | 126 | 16,8 | 1,7 | 1,9 |
| | 14 Fontibón | 3475 | 40% | 3456 | 99% | 4 | 3460 | 23,5 | 2,4 | 17,5 |
| Sur | 3 Sony | 7122 | 81% | 0 | 0% | 1317 | 0 | 7,3 | 0,7 | 3,1 |
| Sur Occidente | 7 Cazucá | 6378 | 73% | 379 | 6% | 2194 | 1463 | 21,7 | 2,2 | 5,4 |
| Centro Occidente | 13 Merck | 1717 | 20% | 13 | 1% | 0 | 13 | 38,5 | 3,9 | 0,5 |
| TOTALES | | 24258 | 55% | 3862 | 26% | 3919 | 5062 | | | |

Tabla 29. Consolidado de las concentraciones de CO en 2003 – Promedios horarios

| Información de los promedios horarios de concentración de CO [Norma: 35 ppm] | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------|---|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------|-------|
| Zona | Número y Nombre de la Estación | Número de Datos | Representatividad temporal de datos [%] | No. de datos que Exceden la Norma | % de datos que exceden la norma | No. de datos que exceden el 50% norma | No. de Datos que exceden el 75% norma | Promedio Horario Máximo | Máximo /Norma | Media |
| Nor Occidente | 11 Corpas | 5632 | 64% | 0 | 0% | 5 | 0 | 19,14 | 1,9 | 2,7 |
| | 14 Fontibón | 4559 | 52% | 0 | 0% | 2030 | 3 | 28,41 | 2,8 | 13,9 |
| Sur | 3 Sony | 7161 | 82% | 0 | 0% | 1 | 0 | 18,34 | 1,8 | 4,1 |
| Sur Occidente | 7 Cazucá | 6453 | 74% | 0 | 0% | 253 | 4 | 31,83 | 3,2 | 8,1 |
| Centro Occidente | 13 Merck | 1740 | 20% | 16 | 0% | 16 | 16 | 38,50 | 3,9 | 0,6 |
| TOTALES | | 25545 | 58% | 16 | 0% | 2305 | 23 | | | |

Tabla 30. Consolidado de las concentraciones de O₃ en 2003 – Promedios 8 horas

| Información de los registros de concentración de O3 para un periodo de 8 horas [Norma: 66 ppb] | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------|-------|
| Zona | Número y Nombre de la Estación | Número de Datos | Representatividad de datos [%] | No. de Datos que Exceden la Norma | % de datos que exceden la norma | No. de datos que exceden el 50% norma | No. de Datos que exceden el 75% norma | Promedio Horario Máximo | Máximo /Norma | Media |
| Nor Occidente | 11 Corpas | 4003 | 46% | 0 | 0% | 0 | 0 | 31 | 0,5 | 5 |
| | 14 Fontibón | 5073 | 58% | 0 | 0% | 81 | 7 | 61 | 0,9 | 2 |
| Sur | 3 Sony | 2366 | 27% | 0 | 0% | 0 | 0 | 23 | 0,3 | 9 |
| Sur Occidente | 7 Cazucá | 2366 | 27% | 0 | 0% | 0 | 0 | 17 | 0,3 | 7 |
| Centro | 5 IDRD | 1853 | 21% | 0 | 0% | 6 | 0 | 43 | 0,7 | 11 |
| Centro Occidente | 13 Merck | 4509 | 51% | 0 | 0% | 10 | 0 | 39 | 0,6 | 5 |
| TOTALES | | 20170 | 38% | 0 | 0% | 97 | 7 | | | |

Tabla 3.1. Consolidado de las concentraciones de O₃ en 2003 – Promedios horarios

| Información de los promedios horarios de concentración de O ₃ [Norma: 87 ppb] | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------|-------|
| Zona | Número y Nombre de la Estación | Número de Datos | Representatividad de datos [%] | No. de Datos que Exceden la Norma | % de datos que exceden la norma | No. de datos que exceden el 50% norma | No. de Datos que exceden el 75% norma | Promedio Horario Máximo | Máximo /Norma | Media |
| Nor Occidente | 11 Corpas | 4072 | 46% | 0 | 0% | 0 | 1 | 70,55 | 1,1 | 8,08 |
| | 14 Fontibón | 6213 | 71% | 0 | 0% | 41 | 7 | 85,31 | 1,3 | 2,76 |
| Sur | 3 Sony | 2365 | 27% | 0 | 0% | 0 | 0 | 39,95 | 0,6 | 8,82 |
| Sur Occidente | 7 Cazucá | 2368 | 27% | 0 | 0% | 0 | 0 | 25,34 | 0,4 | 8,66 |
| Centro | 5 IDR D | 1875 | 21% | 0 | 0% | 1 | 0 | 43,58 | 0,7 | 11,05 |
| Centro Occidente | 13 Merck | 4516 | 52% | 0 | 0% | 7 | 0 | 57,71 | 0,9 | 5,31 |
| TOTALES | | 21409 | 41% | 0 | 0% | 49 | 8 | | | |

2 METEOROLOGÍA

En este capítulo se presentan las características generales del comportamiento meteorológico anual observado en la ciudad de Bogotá, según las mediciones tomadas por las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá.

2.1 PRECIPITACIÓN

La precipitación, durante el año 2003, fue medida por ocho (8) sensores de la RMCAB, de los cuales, los seis ubicados en las estaciones No. 1 Bosque (Sector Norte), No. 8 Escuela (Sector Norte), No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente), No. 3 Sony (Sector Sur), No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente) y No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) tomaron mediciones a lo largo de todo el año.

El año 2003 se registró menos lluvioso que el año 2002, a excepción de la estación No. 8 Escuela (Sector Norte), cuyo acumulado anual del 2003 estuvo por encima del acumulado de los años anteriores. En la Figura 38 se puede observar cómo ha sido el comportamiento de la precipitación en los últimos años en las estaciones de la RMCAB, en donde, para el 2003, las estaciones No. 8 Escuela (Sector Norte) y No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente), están por encima del promedio multi-anual de precipitación para la Sabana de Bogotá, según datos estadísticos del IDEAM¹.

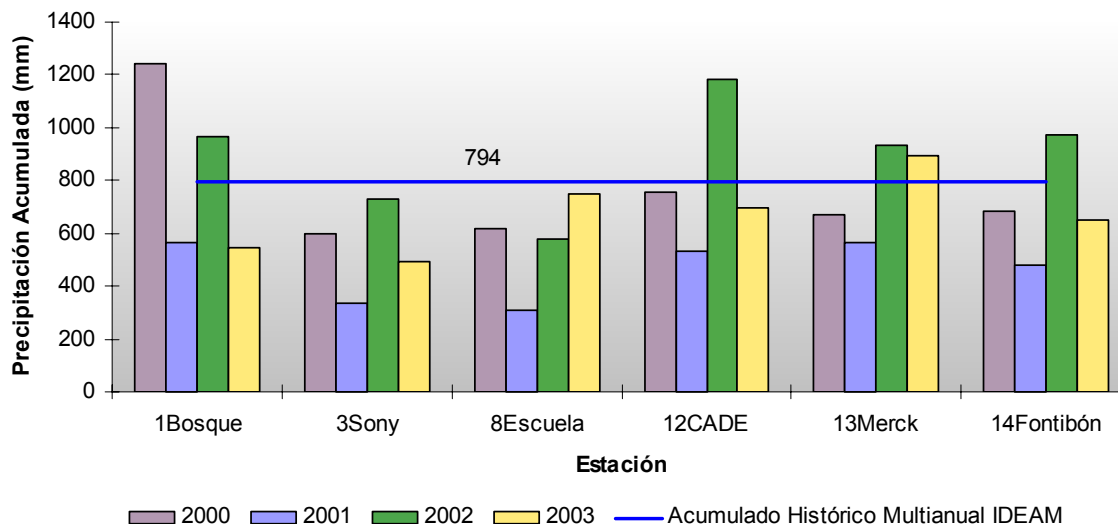


Figura 38. Acumulados de Precipitación del 2001 al 2003

Los días en los que se presentaron lluvias, en el 2003, fueron menos que en los años anteriores, sin embargo, las estaciones No. 8 Escuela (Sector Norte) y No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) tuvieron una mayor cantidad de días de lluvia a lo esperado según las mediciones de otros años. En la Tabla 32 se puede observar la cantidad de días de lluvia por estación, los acumulados anuales por año y la máxima precipitación horaria detectada.

¹ Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM

Tabla 32. Síntesis del Comportamiento de la Precipitación

| | Año | Bosque | Sony | Escuela | CADE | Merck | Fontibón |
|---|------|--------|------|---------|------|-------|----------|
| Precipitación Acumulada (mm) | 2000 | 1243 | 597 | 621 | 754 | 668 | 686 |
| | 2001 | 565 | 338 | 311 | 530 | 564 | 479 |
| | 2002 | 966 | 730 | 577 | 1185 | 931 | 972 |
| | 2003 | 548 | 494 | 751 | 697 | 895 | 651 |
| Días de Lluvia | 2000 | 193 | 197 | 160 | 193 | 120 | 172 |
| | 2001 | 131 | 121 | 99 | 148 | 138 | 131 |
| | 2002 | 167 | 157 | 181 | 147 | 150 | 136 |
| | 2003 | 147 | 133 | 187 | 146 | 215 | 143 |
| Precipitación Diaria Máxima (mm) | 2000 | 71,1 | 36,6 | 35 | 24,2 | 42,4 | 30,6 |
| | 2001 | 29 | 19,8 | 36,8 | 24,1 | 56,4 | 63,9 |
| | 2002 | 55 | 92 | 26,1 | 166 | 56,6 | 116 |
| | 2003 | 35,1 | 27 | 47 | 96,5 | 29,4 | 26,8 |

La distribución anual de la precipitación en Bogotá presenta un comportamiento bimodal en donde se presentan los máximos de precipitación en los bimestres de abril-mayo y octubre-noviembre y los mínimos en los bimestres de enero-febrero y julio-agosto.

En el 2003, la precipitación medida por la RMCAB se aparta de ese comportamiento durante el primer semestre, siendo marzo el mes con mayor precipitación acumulada, en especial por un evento ocurrido al norte de la ciudad el 28 de marzo de 2003 cuando se registró un acumulado diario de 137.7 mm en la estación No. 8 Escuela (Sector Norte), como se puede apreciar en la Figura 39. Los meses de enero, febrero, abril y junio siguieron el patrón multianual.

En el segundo semestre de 2003, el promedio de la precipitación acumulada es muy similar al promedio mensual multianual, según el histórico de la estación del Aeropuerto El Dorado de propiedad del IDEAM². En la Figura 40 es posible observar la contribución de la estación No. 8 Escuela (Sector Norte) al promedio del acumulado de los meses de octubre, noviembre y diciembre. La estación No. 3 Sony (Sector Sur) presenta los acumulados más bajos en casi todo el año.

El detalle de la precipitación acumulada en cada mes, por estación, junto con el promedio mensual de la precipitación acumulada según las mediciones de la RMCAB y el promedio multianual según la estación del Aeropuerto El Dorado del IDEAM, se encuentra en la Tabla 33.

² Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM.

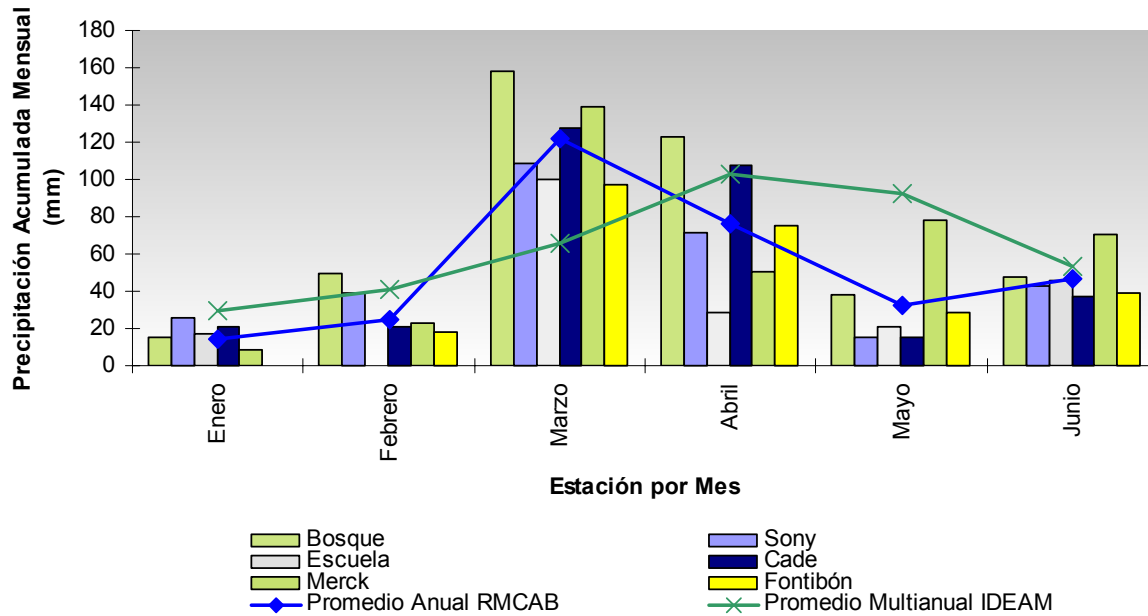


Figura 39. Precipitación Acumulada Mensual por Estación – Primer Semestre de 2003

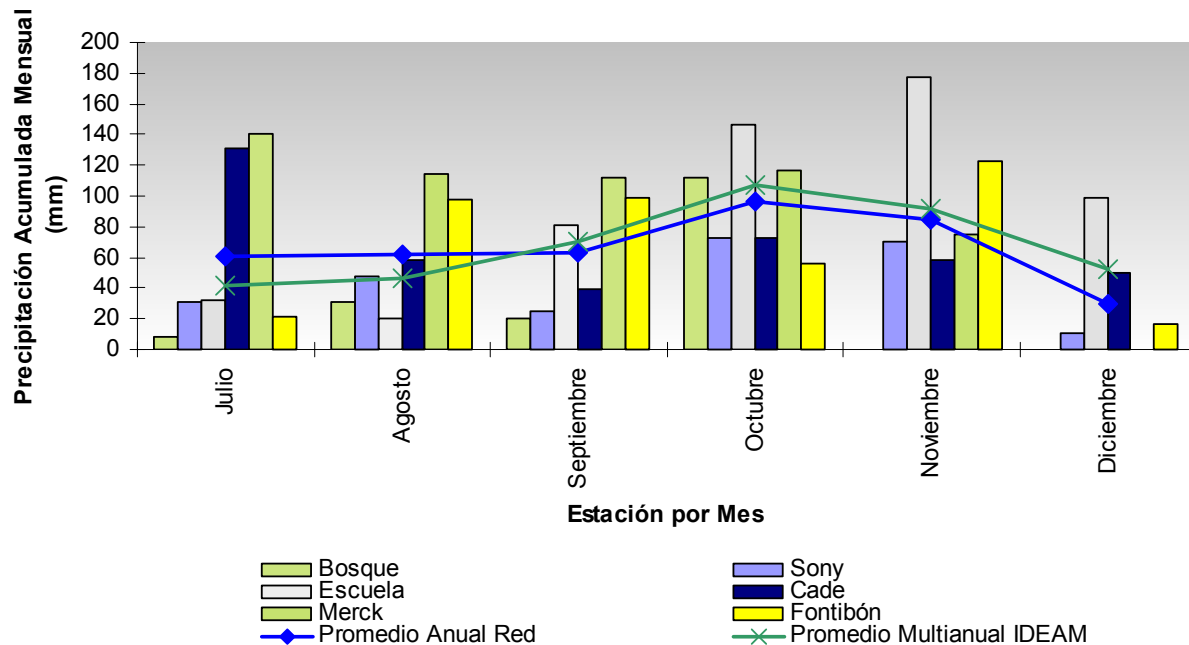


Figura 40. Precipitación Acumulada Mensual por Estación – Segundo Semestre de 2003

Tabla 33. Acumulados mensuales por Estación

| Estación | Bosque | Sony | Escuela | Cade | Merck | Fontibón | Promedio Anual RMCAB | Promedio Multianual IDEAM |
|------------|--------|-------|---------|-------|-------|----------|----------------------|---------------------------|
| Mes | | | | | | | | |
| Enero | 15 | 25,5 | 16,7 | 20,9 | 9 | 0 | 14,5 | 29,4 |
| Febrero | 49,1 | 38,6 | 0,1 | 21,1 | 22,4 | 17,8 | 24,9 | 41,1 |
| Marzo | 158,3 | 108,9 | 99,6 | 127,4 | 139,4 | 97,2 | 121,8 | 65,3 |
| Abril | 122,9 | 71,6 | 28,4 | 107,7 | 50,6 | 75,3 | 76,1 | 103 |
| Mayo | 38,4 | 15,6 | 20,5 | 15,5 | 78,2 | 28,8 | 32,8 | 92,2 |
| Junio | 47,9 | 43,1 | 45,4 | 36,9 | 70,1 | 38,6 | 47,0 | 53,8 |
| Julio | 8,5 | 31,4 | 32,4 | 130,7 | 139,9 | 21,6 | 60,8 | 41,9 |
| Agosto | 31 | 47,9 | 20,3 | 58,2 | 114,1 | 97,2 | 61,5 | 45,9 |
| Septiembre | 20,2 | 24,5 | 81 | 39,6 | 112 | 98,7 | 62,7 | 70 |
| Octubre | 112,5 | 72,1 | 146,5 | 73 | 117,2 | 55,7 | 96,2 | 107 |
| Noviembre | 0 | 70,4 | 177,7 | 58,4 | 74,9 | 122,6 | 84,0 | 91,3 |
| Diciembre | 0 | 10,6 | 99,4 | 49,7 | 0 | 16,4 | 29,4 | 52,8 |

2.2 VIENTOS

El comportamiento de los vientos, en la ciudad de Bogotá se caracteriza por ser de calmas en las mañanas y ligeros o moderados en las tardes. En el año 2003, las mayores intensidades de viento ocurrieron entre las 13:00 y las 16:00 horas, tal y como se muestra en la Figura 41.

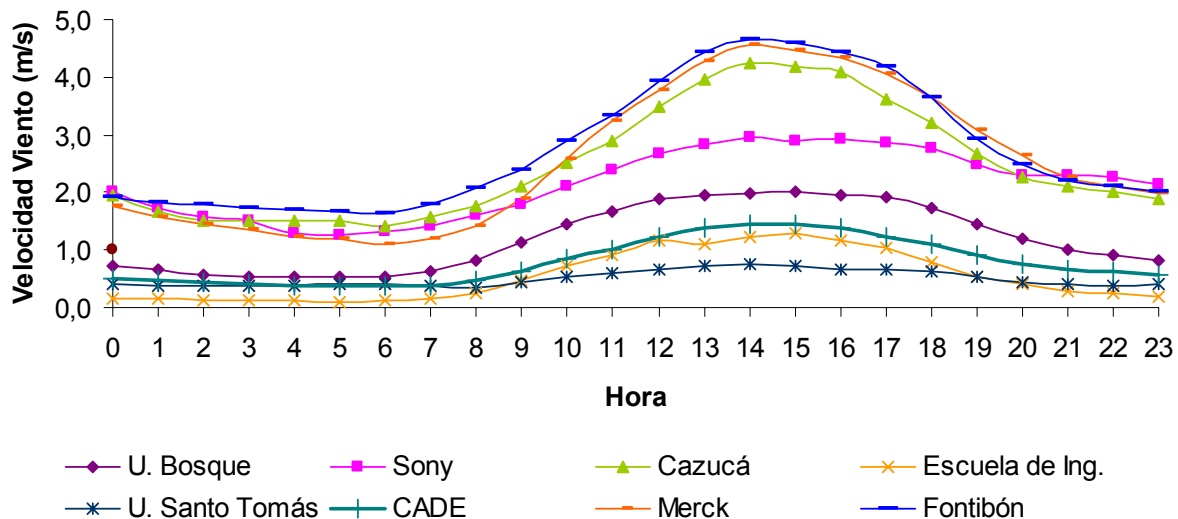


Figura 41. Comportamiento típico de la velocidad del viento por estación, según la media horaria

En las estaciones No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente), No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) y No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente) se presentan las velocidades de viento más altas, sobre todo entre el medio día y las seis de la tarde. La máxima velocidad del viento registrada ocurrió el 22 de mayo al medio día, en la estación No. 8 Escuela (Sector Norte).

Tabla 34. Velocidad Máxima y Velocidad Media del Viento por Estación

| Zona | Nombre de la Estación | Velocidad Máxima (m/s) | | | Velocidad Media |
|------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| | | Velocidad Máxima (m/s) | Dirección (grados) | Fecha/hora | |
| Norte | Universidad El Bosque | 7,3 | 286 | 08/03/2003 4:00 p.m. | 1,2 |
| | Escuela de Ingeniería | 17,9 | 336 | 22/05/2003 12:00 p.m. | 0,5 |
| Centro | MinAmbiente | F.S. | | | |
| | U. Santo Tomás | 4,2 | 205 | 06/05/2003 6:00 a.m. | 0,5 |
| Sur | Sony Music | 11,5 | 189 | 05/05/2003 7:00 p.m. | 2,1 |
| Sur-Occidente | Cazucá | 9,6 | 323 | 22/02/2003 10:00 a.m. | 2,4 |
| Nor-Occidente | Carrefour Calle 80 | D.I. | | | |
| | Universidad Corpas | D.I. | | | |
| | Fontibón | 8,5 | 327 | 28/08/2003 1:00 p.m. | 2,8 |
| Centro-Occidente | Cade-Energía | 5,1 | 180 | 19/09/2003 10:00 p.m. | 0,8 |
| | Merck | 8,3 | 304 | 20/12/2003 2:00 p.m. | 2,5 |

F.S: Fuera de Servicio
D.I: Datos Insuficientes

En el Anexo 2 se encuentran las rosas de viento que describen el comportamiento predominante de los vientos en el 2003 por estación.

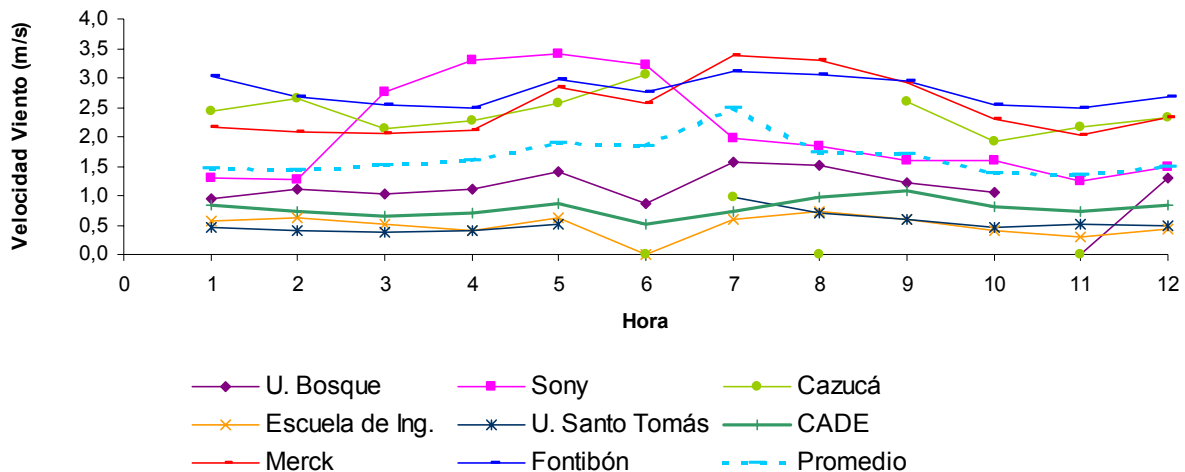


Figura 42. Comportamiento típico de la velocidad del viento por Estación, según las medias mensuales

La Figura 42 muestra, por estación, el promedio mensual de la velocidad del viento. Se puede observar que en la estación No. 3 Sony (Sur), los meses de abril, mayo y junio presentaron velocidades altas mientras que en las otras estaciones las velocidades altas se presentaron en los

meses de julio, agosto y septiembre. El resumen del comportamiento medio de los vientos se presenta en la Tabla 35.

Tabla 35. Medias mensuales de velocidad del viento (m/s)

| Mes | Estación | | | | | | | | Promedio |
|-----|----------|------|--------|---------|-----------|------|-------|----------|----------|
| | Bosque | Sony | Cazucá | Escuela | Sto Tomás | CADE | Merck | Fontibón | |
| 1 | 0,9 | 1,3 | 2,4 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 2,2 | 3,0 | 1,5 |
| 2 | 1,1 | 1,3 | 2,6 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 2,1 | 2,7 | 1,4 |
| 3 | 1,0 | 2,8 | 2,1 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 2,1 | 2,5 | 1,5 |
| 4 | 1,1 | 3,3 | 2,3 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 2,1 | 2,5 | 1,6 |
| 5 | 1,4 | 3,4 | 2,6 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 2,8 | 3,0 | 1,9 |
| 6 | 0,9 | 3,2 | 3,1 | 0,0 | | 0,5 | 2,6 | 2,8 | 1,9 |
| 7 | 1,6 | 2,0 | 7,5 | 0,6 | 1,0 | 0,7 | 3,4 | 3,1 | 2,5 |
| 8 | 1,5 | 1,8 | | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 3,3 | 3,1 | 1,7 |
| 9 | 1,2 | 1,6 | 2,6 | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 2,9 | 2,9 | 1,7 |
| 10 | 1,0 | 1,6 | 1,9 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 2,3 | 2,5 | 1,4 |
| 11 | | 1,2 | 2,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 2,0 | 2,5 | 1,4 |
| 12 | 1,3 | 1,5 | 2,3 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 2,3 | 2,7 | 1,5 |

2.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el año 2003, tres estaciones de la RMCAB realizaron mediciones continuas de temperatura en la ciudad. Estas estaciones fueron la No. 8 Escuela (Sector Norte), No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente) y No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente).

La máxima temperatura horaria se presentó a la una de la tarde del 24 de diciembre de 2003, con un valor de 29,8° C, en la estación No. 8 Escuela (Sector Norte), y allí mismo se registró la mínima temperatura con un valor de 2.6° C, el 7 y 8 de enero a las seis de la mañana.

El comportamiento horario de la temperatura se describe en la Figura 43, en donde se observa que las 6 de la mañana es la hora de temperatura promedio más baja y la 1 de la tarde, la hora con mayor temperatura media.

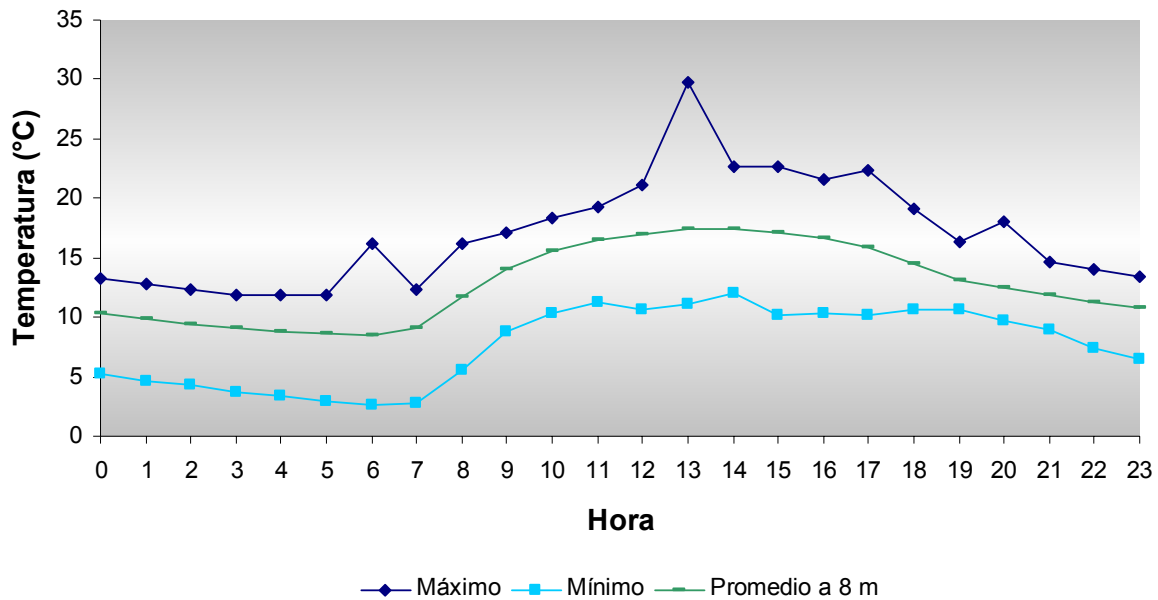


Figura 43. Máximos, Mínimos y Medias Horarias de Temperatura

Tomando las mediciones de temperatura de la RMCAB, se tiene que la temperatura media fue de 13.9 °C, por debajo del promedio hallado para el 2002 en 0.9 °C.

Los meses más calurosos fueron febrero, mayo y abril, y los más fríos junio, julio y agosto como lo muestra la Figura 44. Estos meses, junto con enero están por encima de la temperatura media multianual³ aproximadamente en un grado centígrado, mientras que los otros meses tienen temperaturas muy cercanas al promedio multianual. Obsérvese que las mediciones de la RMCAB estuvieron por encima del comportamiento medio en todos los meses.

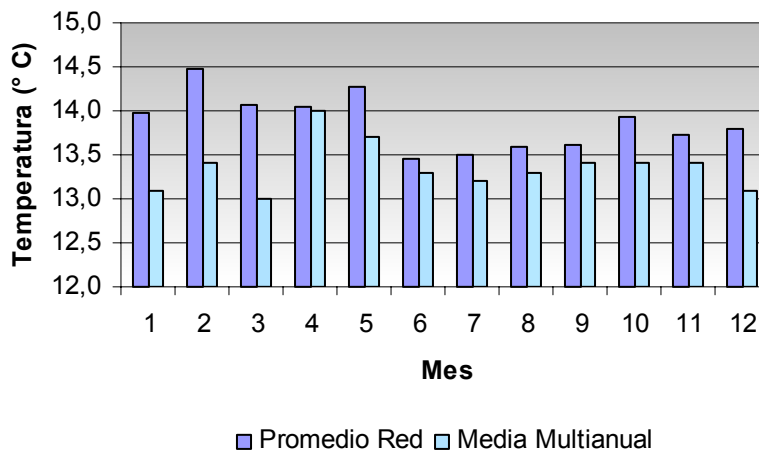


Figura 44. Temperatura media registrada en la RMCAB Vs. Temperatura Media media multianual

³ Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM.

El promedio de la temperatura medida durante el 2003 en cada estación por mes y los valores de las medias multianuales se detallan en la Tabla 36.

Tabla 36. Temperaturas Medias Mensuales por Estación

| Mes | Estación | | | Promedio RMCAB | Media Multianual IDEAM |
|-----|----------|-------|----------|----------------|------------------------|
| | Escuela | Merck | Fontibón | | |
| 1 | 12,7 | 14,8 | 14,4 | 14,0 | 13,1 |
| 2 | 13,5 | 15,3 | 14,6 | 14,5 | 13,4 |
| 3 | 13,0 | 15,0 | 14,3 | 14,1 | 13 |
| 4 | 13,2 | 14,7 | 14,3 | 14,0 | 14 |
| 5 | 13,1 | 15,1 | 14,6 | 14,3 | 13,7 |
| 6 | 12,2 | 14,3 | 13,8 | 13,4 | 13,3 |
| 7 | 12,5 | 14,1 | 13,9 | 13,5 | 13,2 |
| 8 | 12,5 | 14,3 | 13,9 | 13,6 | 13,3 |
| 9 | 12,6 | 14,4 | 13,9 | 13,6 | 13,4 |
| 10 | 12,9 | 14,7 | 14,2 | 13,9 | 13,4 |
| 11 | 12,8 | 14,5 | 13,9 | 13,7 | 13,4 |
| 12 | 12,7 | 14,6 | 14,0 | 13,8 | 13,1 |

En cuanto al comportamiento horario de la temperatura, se observa que, en general, entre las 7 de la noche y las 8 de la mañana se presenta un fenómeno de inversión térmica, como se muestra en la Figura 45. Esto significa que en ese período, la temperatura en la superficie del suelo es menor a la temperatura medida a mayor altura. En este caso, entre las 7 de la noche y las 8 de la mañana, la temperatura a 2 metros es menor que la temperatura a 8 y a 20 metros de altura. Esta condición implica que el aire que está a nivel de superficie es más frío que el que está a 20 metros de altura, lo que no permite el movimiento ascendente del aire, dificultando así la dispersión de los contaminantes del aire. Es decir, la contaminación que llega al aire en horas de la noche no puede ser dispersada fácilmente, lo que puede ocasionar un aumento en la concentración atmosférica.

Las inversiones térmicas constituyen una condición limitante para la dispersión de contaminantes, porque producen una reducción del volumen efectivo de aire en que estos se emiten y posteriormente se dispersan, generando lo que se denomina Estabilidad Atmosférica. Este fenómeno consiste en tener una franja en la atmósfera donde la velocidad y dirección horizontal del viento son suaves y no se producen cambios notables en la temperatura del aire, lo cual evita el movimiento de dichas masas de aire, y por lo tanto, la dispersión de contaminantes.

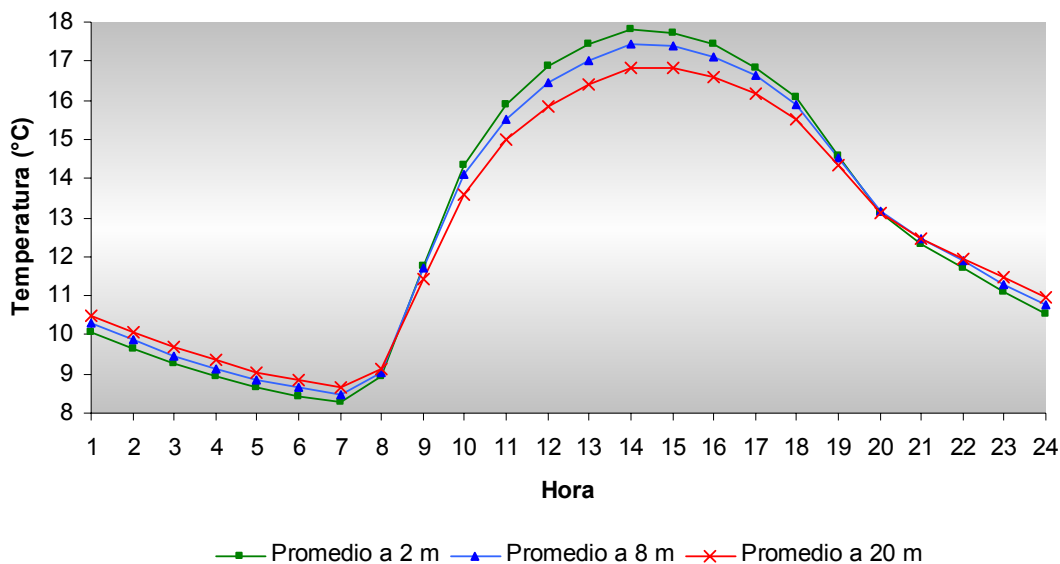


Figura 45. Variación horaria de la temperatura a 2, 8 y 20 metros en la Estación Escuela de Ingeniería

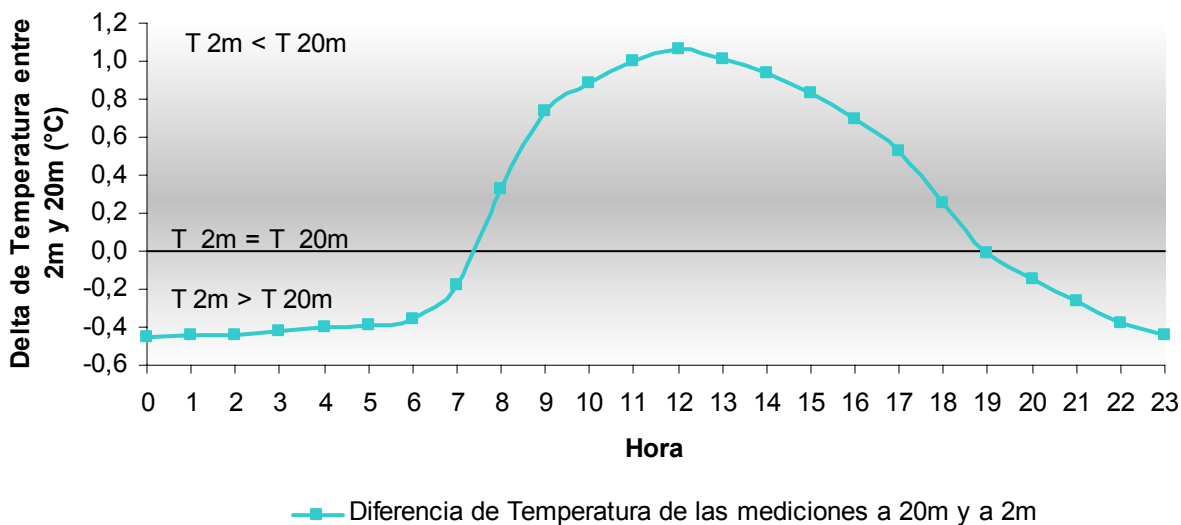


Figura 46. Diferencia de la temperatura a 20 metros con respecto a la temperatura a 2 m de altura

En la Figura 46 se muestra las horas en las que la temperatura medida a 2 metros de altura es menor a la temperatura medida a 20 metros, situación que se presenta entre las 7 de la noche, hora en que las dos temperaturas son iguales y 8 de la mañana, cuando comienza el calentamiento diurno del aire.

2.4 RADIACIÓN SOLAR

Este parámetro meteorológico es medido en la estación No. 8 Escuela (Sector Norte).

El análisis de la radiación solar para el año 2003 se basa en las mediciones tomadas desde las cinco de la mañana hasta las siete de la noche, periodo en el que se considera que éste afecta a Colombia. En la Figura 47 se muestra el comportamiento promedio de la radiación, comparado con el máximo medido en cada hora.

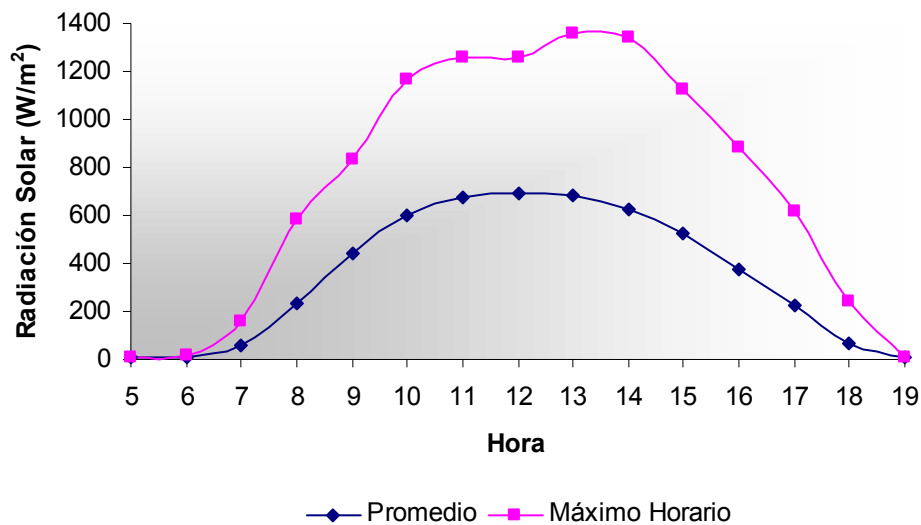


Figura 47. Promedios y máximos horarios de radiación solar

La radiación máxima medida en el 2003 fue de 1358 W/m² el 24 de marzo a la una de la tarde y, por lo general, la hora con mayor radiación solar se presentó al medio día. En la Tabla 37 se presentan los valores de los promedios y máximos horarios.

Tabla 37. Máximos y promedios horarios de radiación solar

| Hora | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|----------------|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|----|
| Promedio | 7 | 8 | 60 | 230 | 438 | 600 | 677 | 690 | 682 | 621 | 525 | 372 | 223 | 64 | 7 |
| Máximo Horario | 8 | 16 | 156 | 581 | 832 | 1170 | 1260 | 1259 | 1358 | 1339 | 1122 | 887 | 620 | 240 | 10 |

Los promedios mensuales de radiación solar están en el rango de los 296 W/m² y 454 W/m² y los máximos entre 992 W/m² y 1358 W/m², tal como se muestra en la Figura 48.

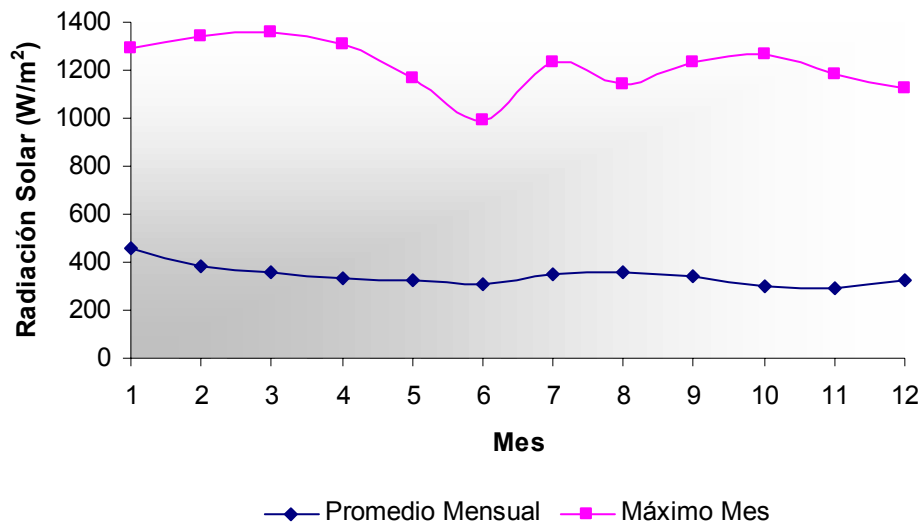


Figura 48. Promedios y máximos mensuales de radiación solar

El mes con mayor radiación promedio fue enero mientras que octubre y noviembre, los meses con menor radiación media. En la Tabla 38 se detallan los valores promedios mensuales con los máximos medidos en cada mes.

Tabla 38. Máximos y promedios mensuales de radiación solar

| Mes | Promedio Mensual | Máximo Mes |
|-----|------------------|------------|
| 1 | 454 | 1291 |
| 2 | 384 | 1339 |
| 3 | 359 | 1358 |
| 4 | 332 | 1308 |
| 5 | 327 | 1170 |
| 6 | 311 | 992 |
| 7 | 347 | 1236 |
| 8 | 355 | 1144 |
| 9 | 343 | 1230 |
| 10 | 296 | 1268 |
| 11 | 296 | 1187 |
| 12 | 325 | 1122 |

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMAS DE CAJAS

A continuación se presentan los diagramas de cajas por mes y por día de la semana, de las concentraciones de PM₁₀ y PST, promedios 24 horas para cada estación de la RMCAB. En las figuras el mes 1 corresponde A enero, el 2 a febrero, etc. El día 1 corresponde al lunes, el 2 al martes, etc. Las concentraciones se presentan en microgramos por metro cúbico. El número de datos analizados se muestra en la parte inferior del la figura. En los casos en los cuales no se recuperaron datos para un mes específico no se incluye en los diagrama de cajas.

DIAGRAMAS DE CAJAS POR MES CONCENTRACIONES DE PM₁₀ PROMEDIOS 24 HORAS

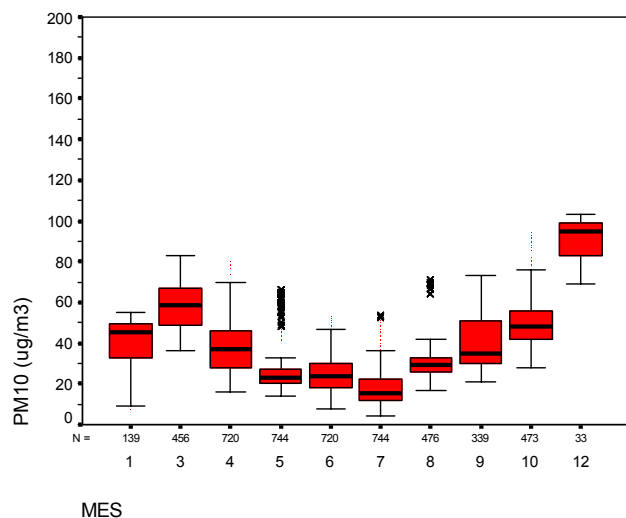


Figura A1.1. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 1 Bosque (Sector Norte)

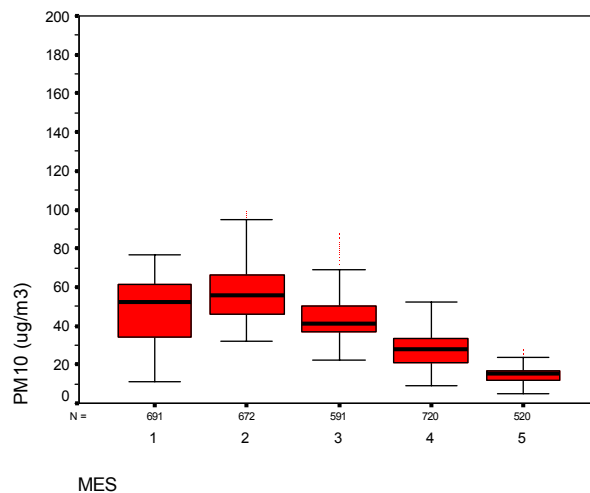


Figura A1.2. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 2 MAVDT (Sector Centro)

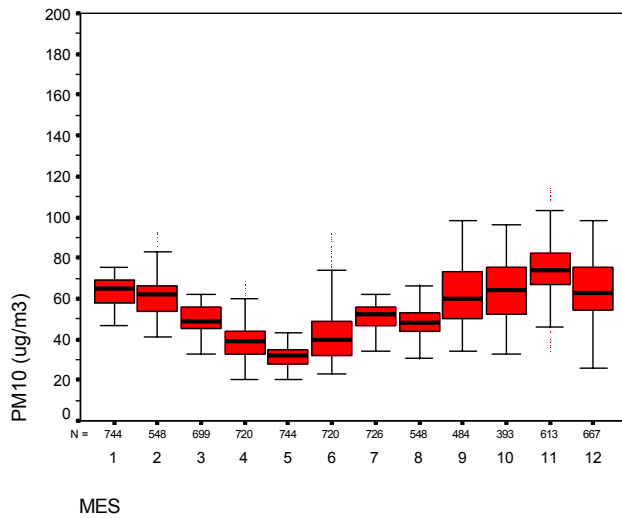


Figura A1.3. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 3 Sony (Sector Sur)

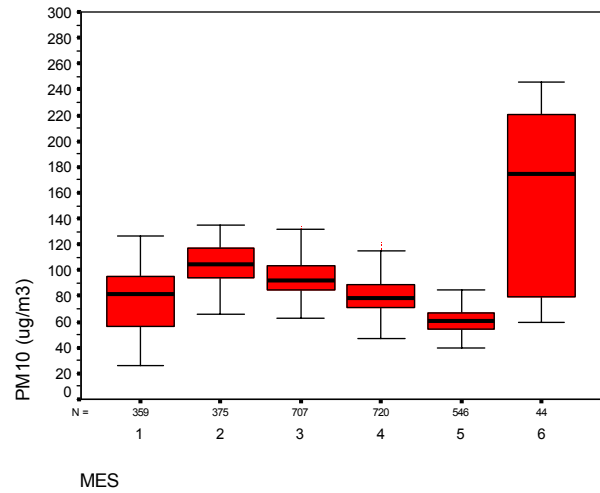


Figura A1.4. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 6 Carrefour (Sector Nor - Occidente)

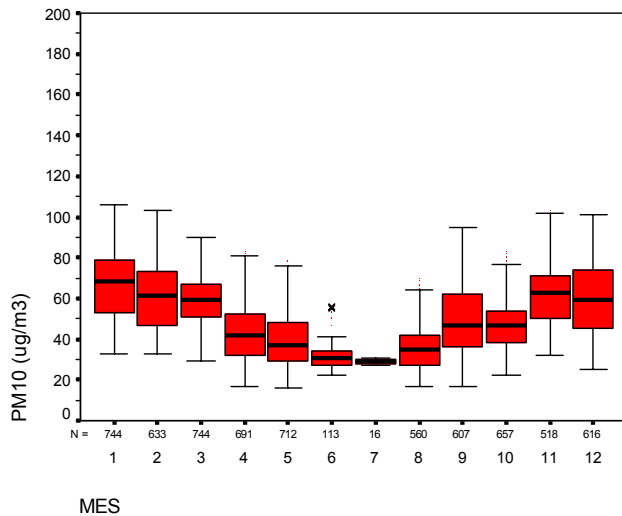


Figura A1.5. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 7 Cazucá (Sector Sur - Occidente)

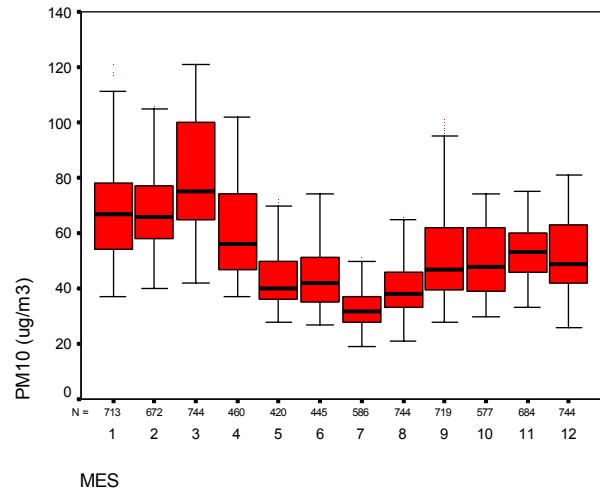


Figura A1.6. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 8 Escuela (Sector Norte)

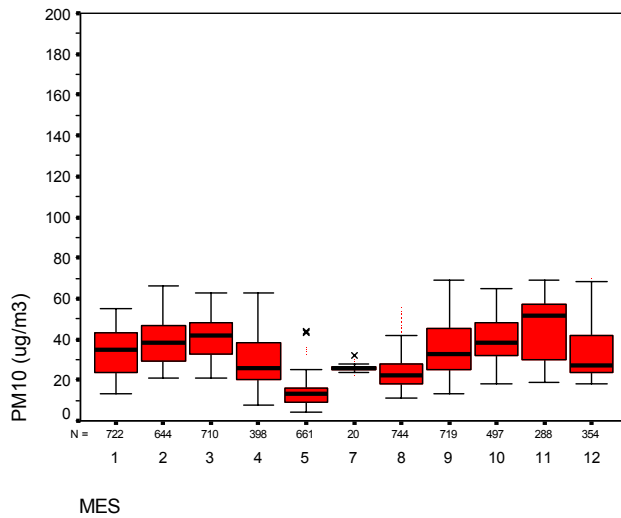


Figura A1.7. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 10 St. Tomás (Sector Centro)

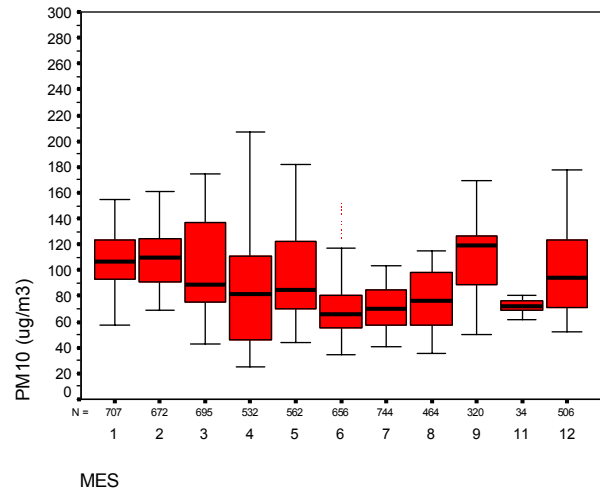


Figura A1.8. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente)

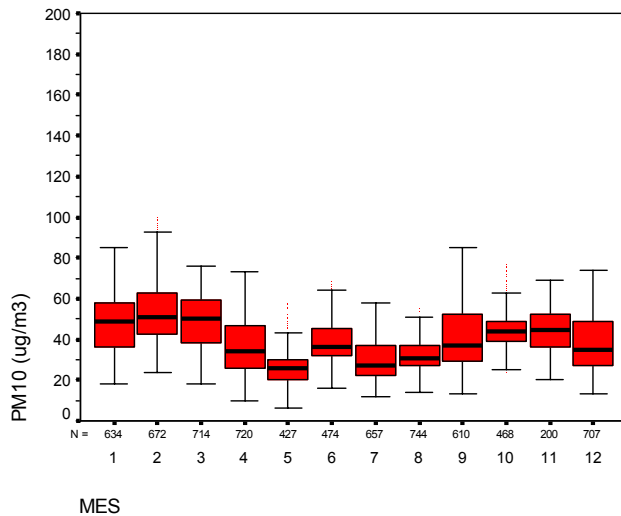


Figura A1.9. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente)

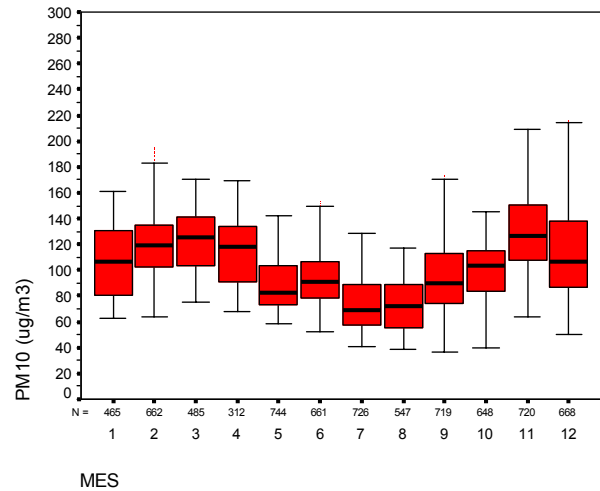


Figura A1.10. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas. Estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente)

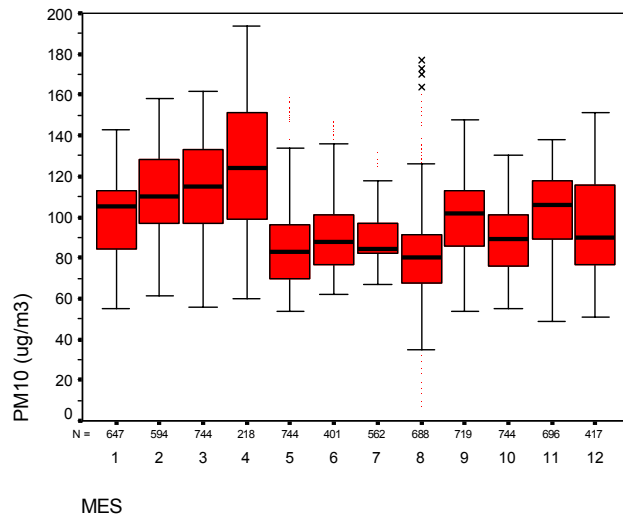


Figura A1.11. Diagrama de cajas por mes.
 Concentraciones de PM₁₀ promedios 24 horas.
 Estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente)

DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀ PROMEDIO DIARIO POR DIA DE LA SEMANA

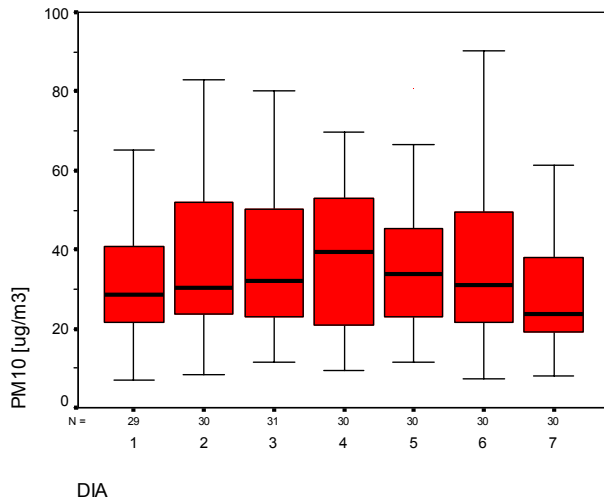


Figura A1.12. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 1 Bosque (Sector Norte)

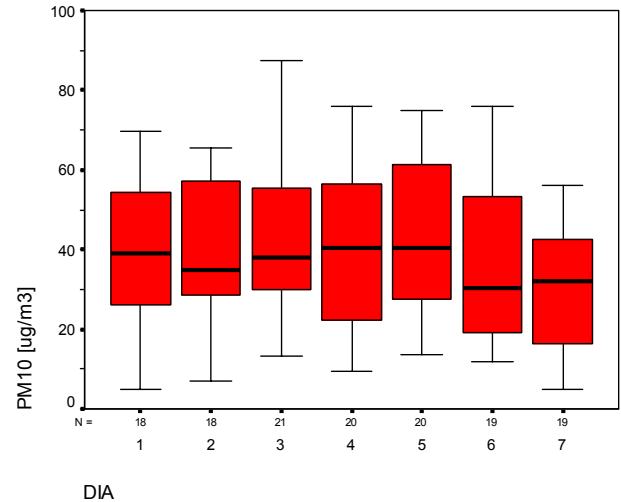


Figura A1.13. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 2 MAVDT (Sector Centro)

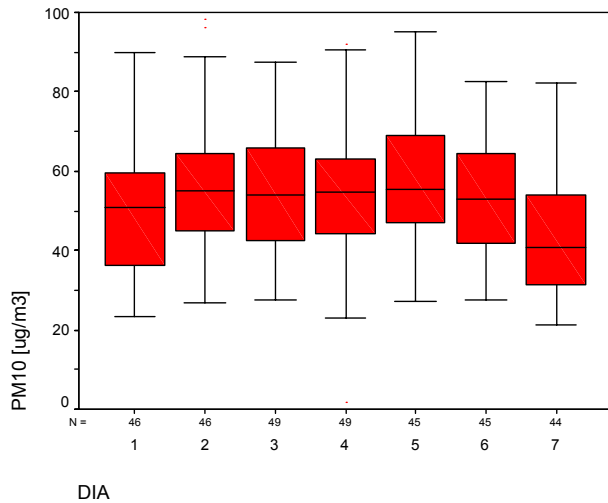


Figura A1.14. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 3 Sony (Sector Sur)

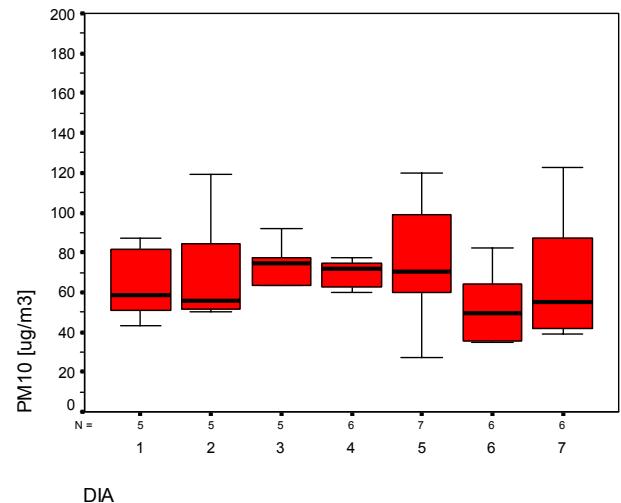
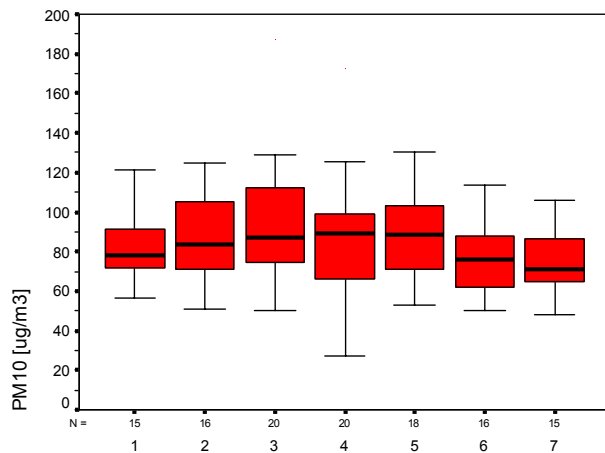
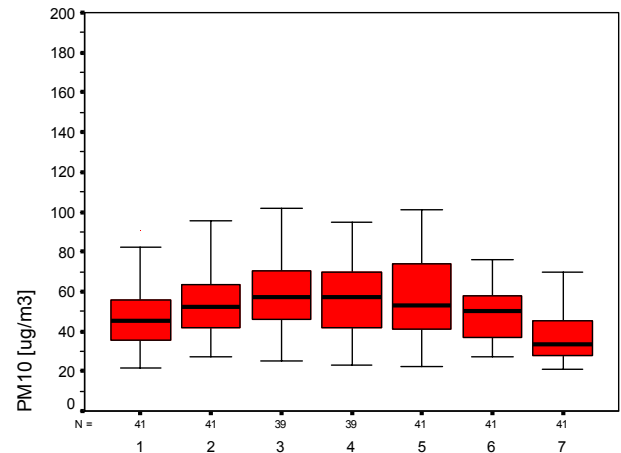


Figura A1.15. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 5 IDR (Sector Centro)



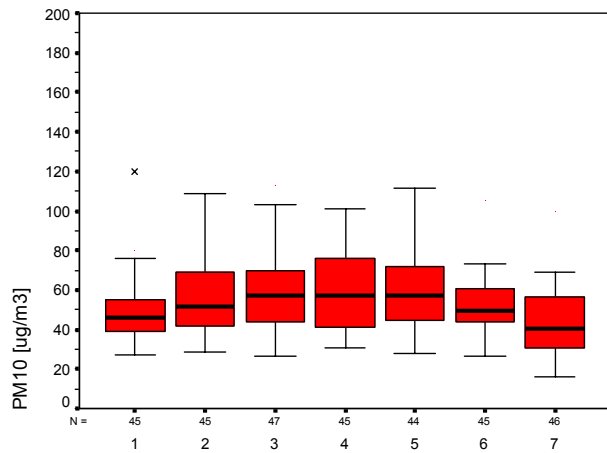
DIA

Figura A1.16. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 6 Carrefour (Sector Nor – Occidente)



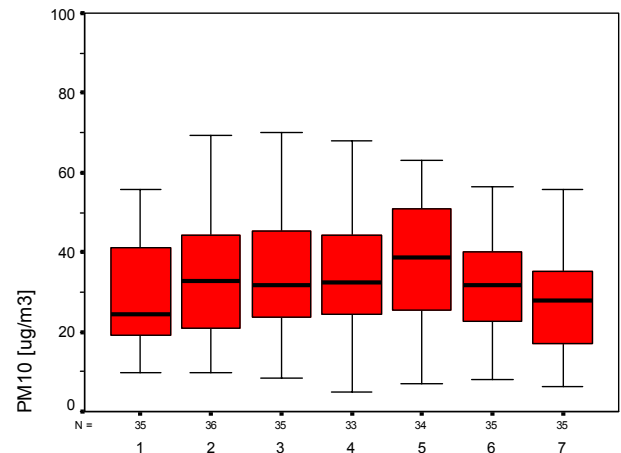
DIA

Figura A1.17. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente)



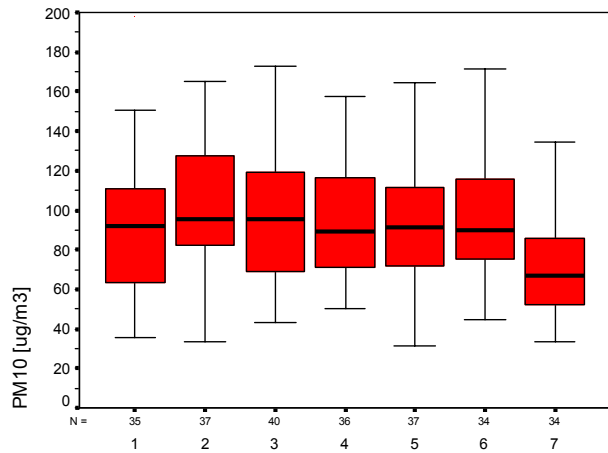
DIA

Figura A1.18. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 8 Escuela (Sector Norte)



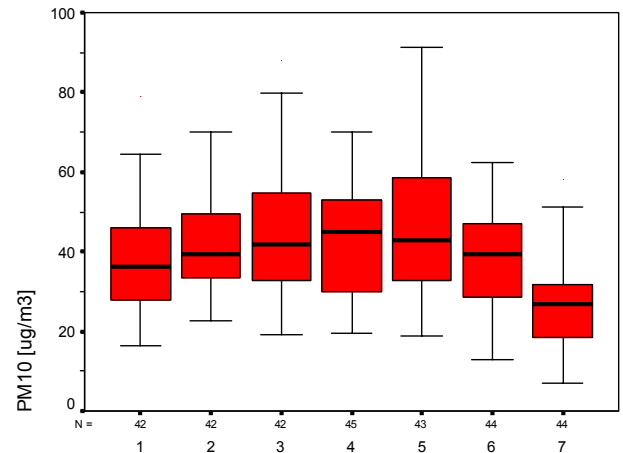
DIA

Figura A1.19. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación Sto. Tomás (Sector Centro)



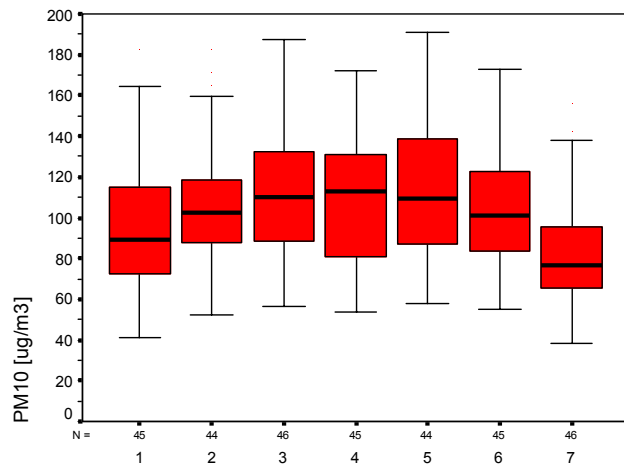
DIA

Figura A1.20. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente)



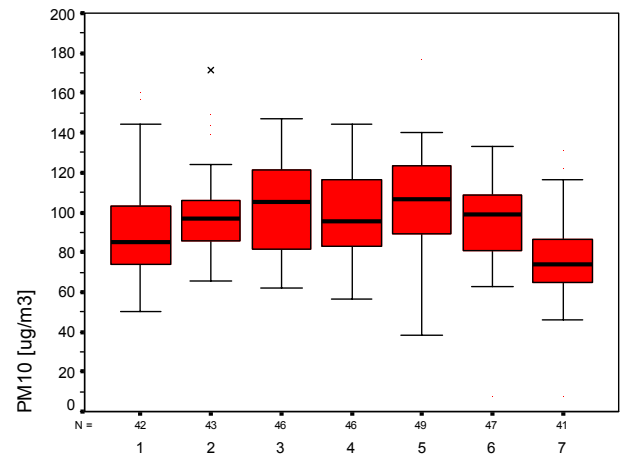
DIA

Figura A1.21. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente)



DIA

Figura A1.22. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente)



DIA

Figura A1.23. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente)

DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PM10 PROMEDIOS DIARIOS POR AÑO

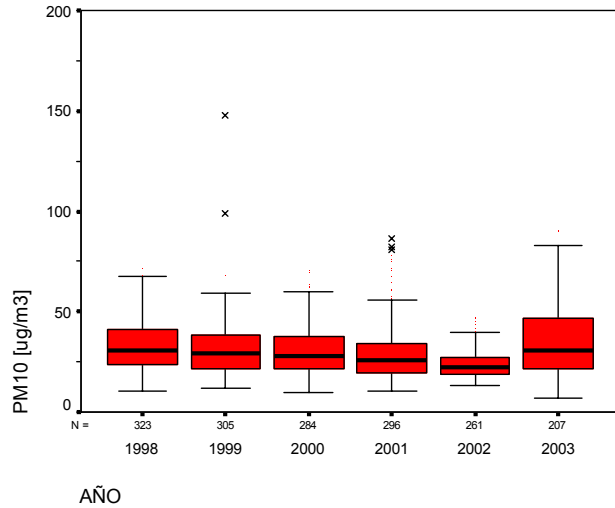


Figura A1.24. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 1 Bosque (Sector Norte)

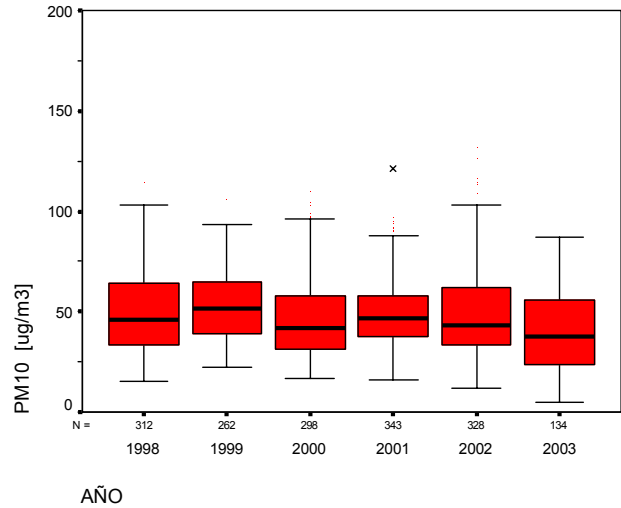


Figura A1.25. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 2 MAVDT (Sector Centro)

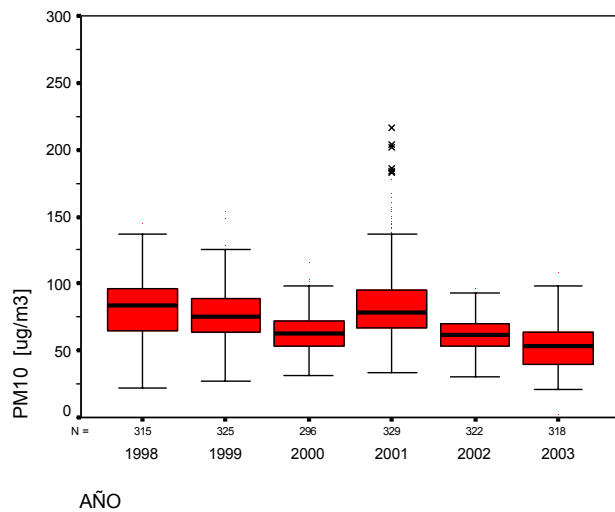


Figura A1.26. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 3 Sony (Sector Sur)

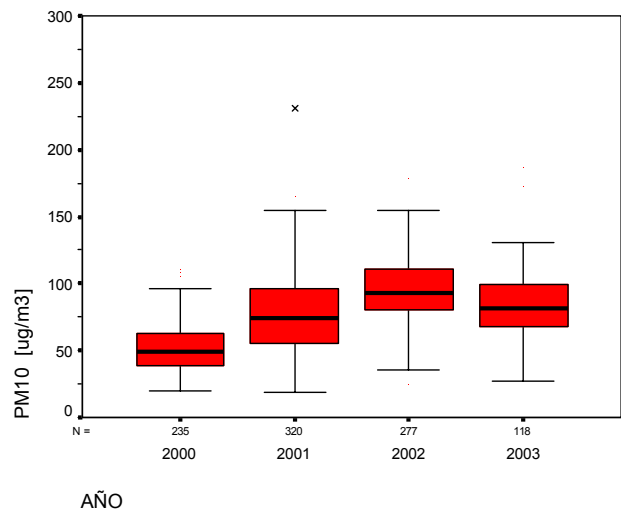


Figura A1.27. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 6 Carrefour (Sector Nor - Occidente)

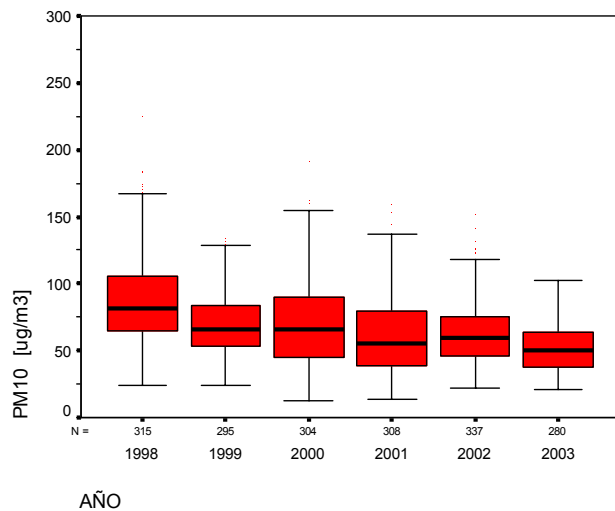


Figura A1.28. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente)

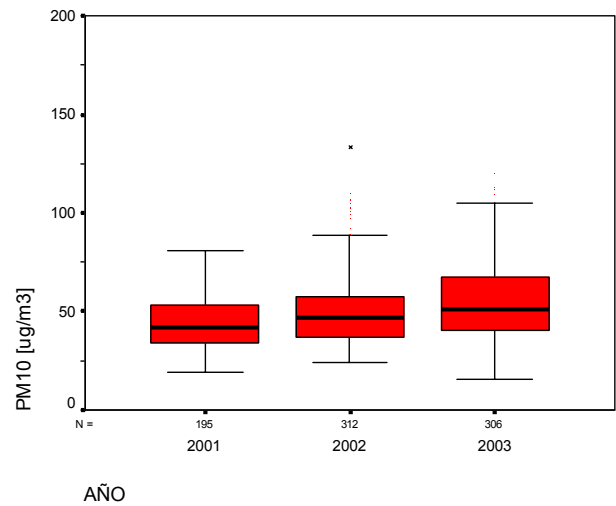


Figura A1.29. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 8 Escuela (Sector Norte)

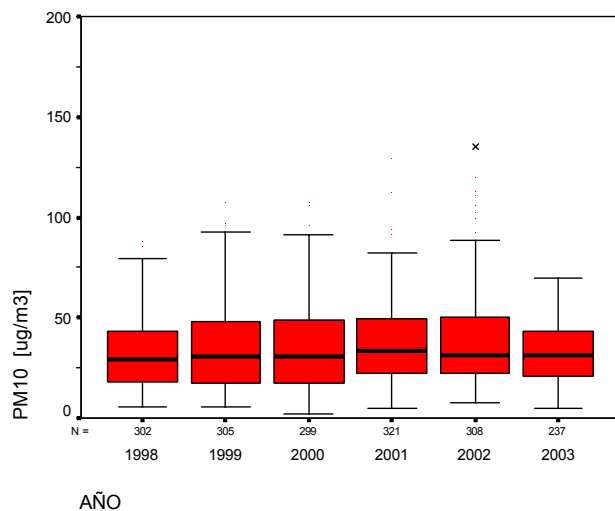


Figura A1.30. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro)

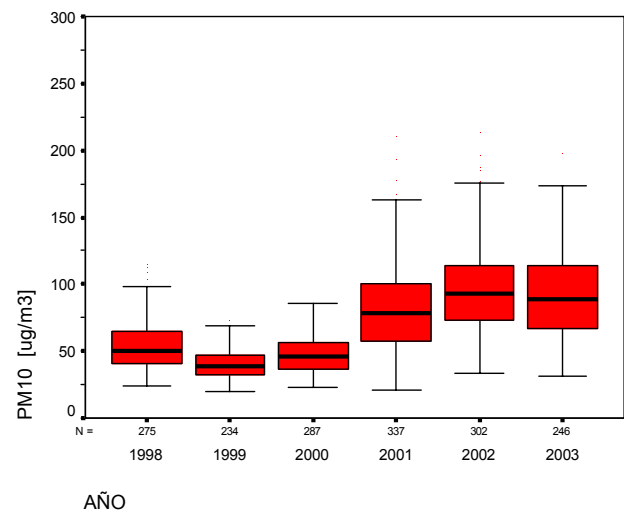


Figura A1.31. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM₁₀ promedio diario. Estación No. 11 Corpas (Sector Nor – Occidente)

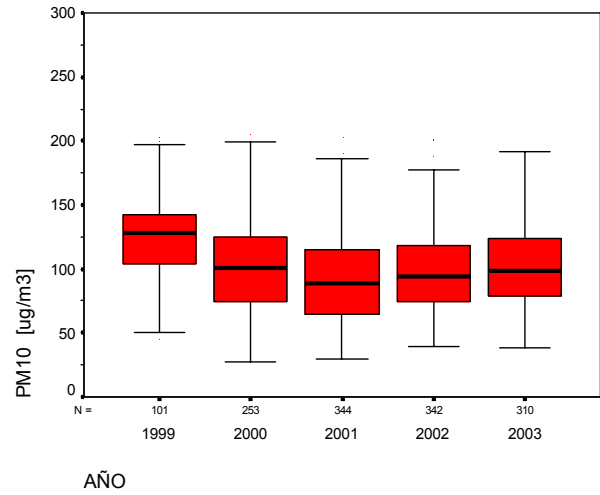
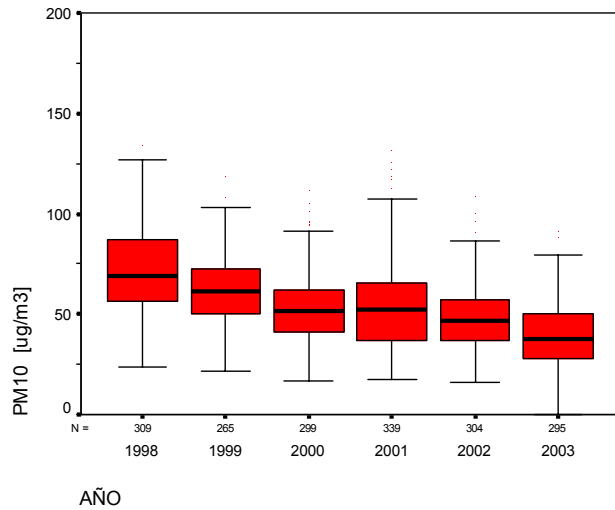


Figura A1.32. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM_{10} promedio diario. Estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente)

Figura A1.33. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM_{10} promedio diario. Estación No. 13 MERCK (Sector Centro – Occidente)

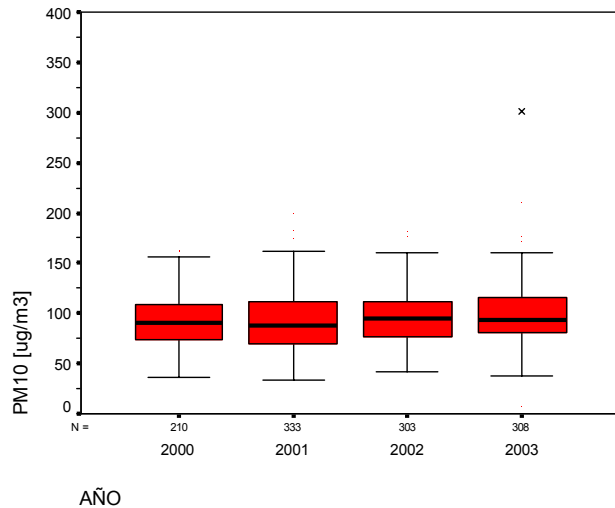
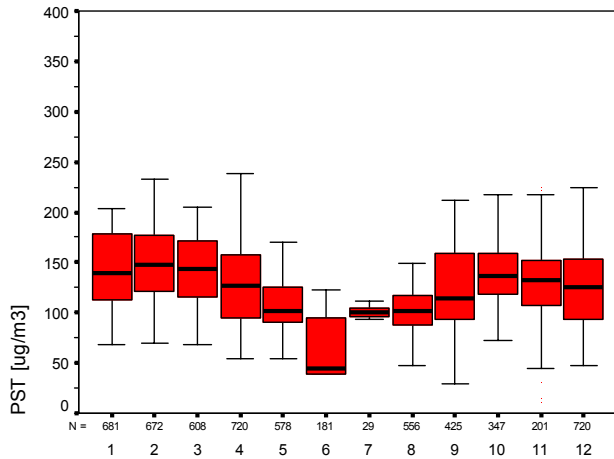


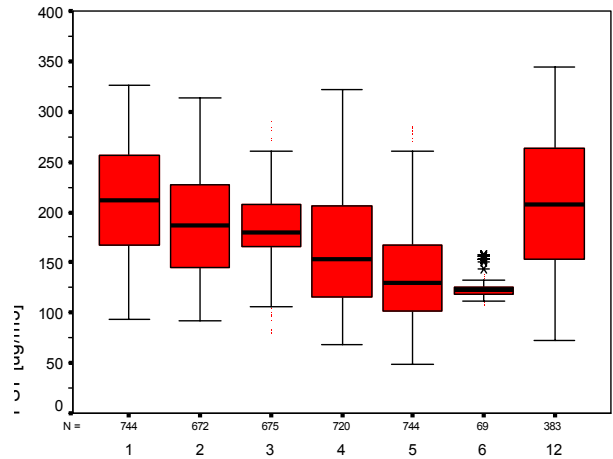
Figura A1.34. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PM_{10} promedio diario. Estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente)

DIAGRAMAS DE CAJAS POR MES CONCENTRACIONES DE PST PROMEDIOS 24 HORAS



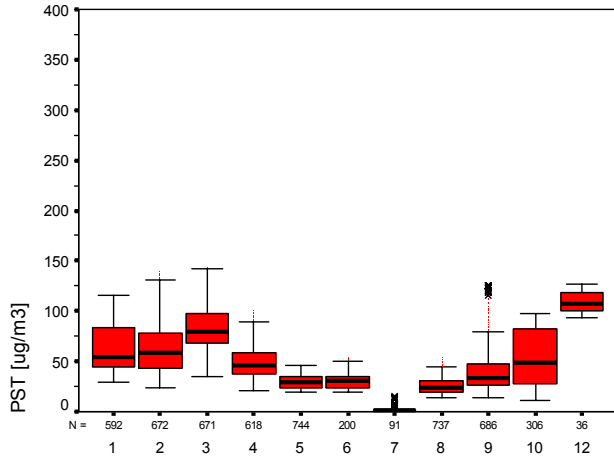
MES

Figura A1.35. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PST promedios 24 horas. Estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente)



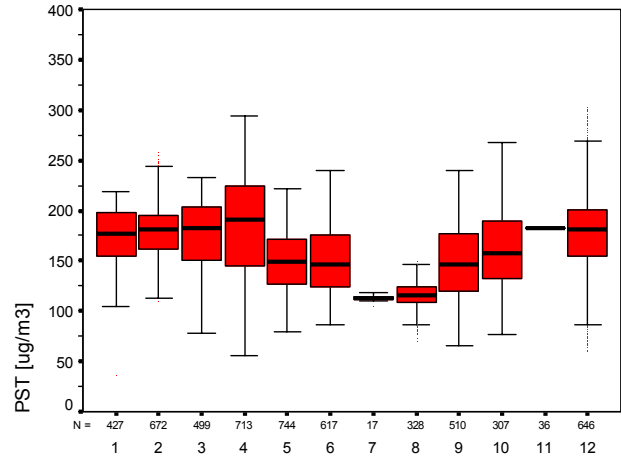
MES

Figura A1.36. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PST promedios 24 horas. Estación No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente)



MES

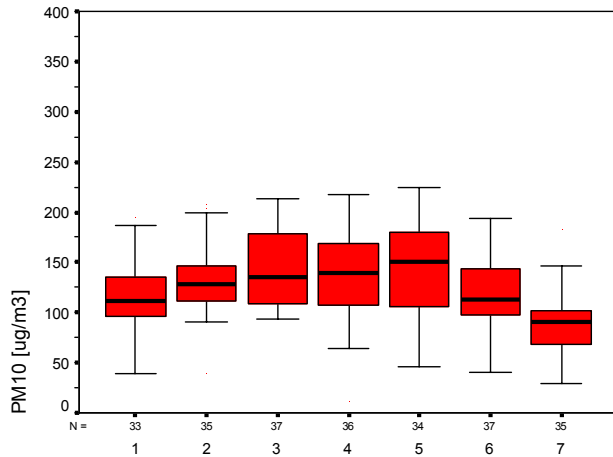
Figura A1.37. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PST promedios 24 horas. Estación No. 1 Bosque (Sector Norte)



MES

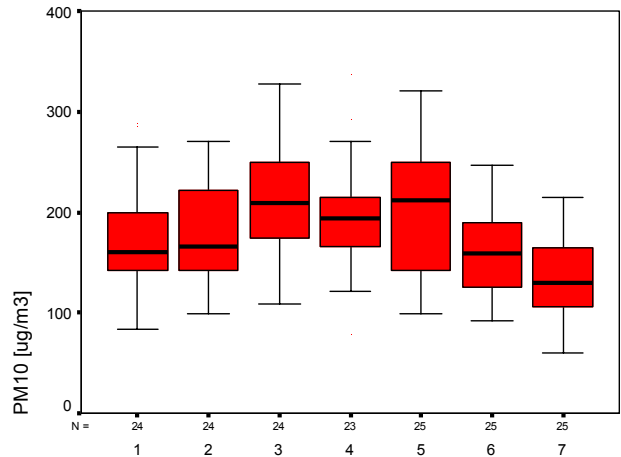
Figura A1.38. Diagrama de cajas por mes. Concentraciones de PST promedios 24 horas. Estación No. 3 Sony (Sector Sur)

DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PST PROMEDIO DIARIOS POR DIA DE LA SEMANA



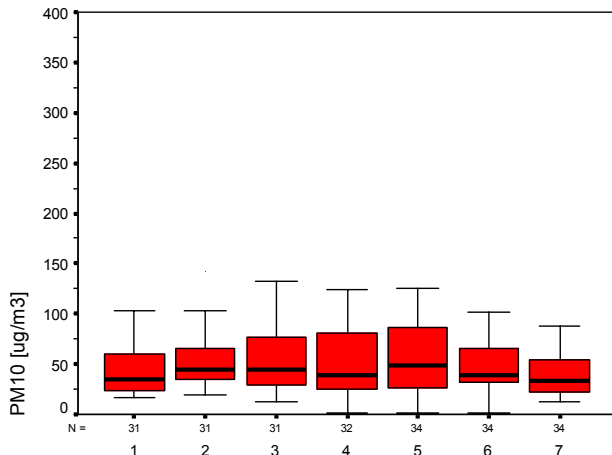
DIA

Figura A1.39. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PST promedio 24 horas. Estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente)



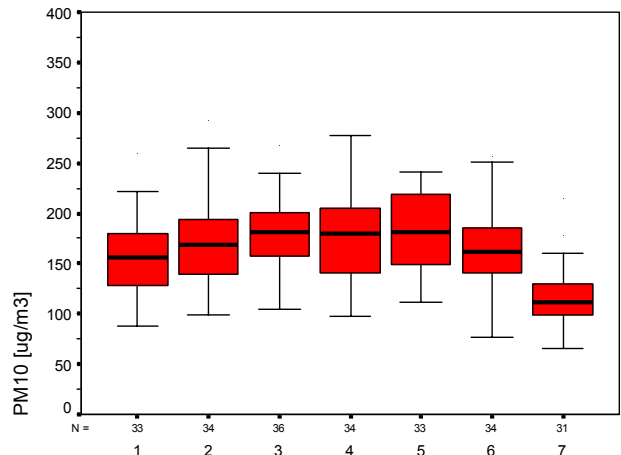
DIA

Figura A1.40. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PST promedio 24 horas. Estación No. 7 Cazucá (Sector Sur – Occidente)



DIA

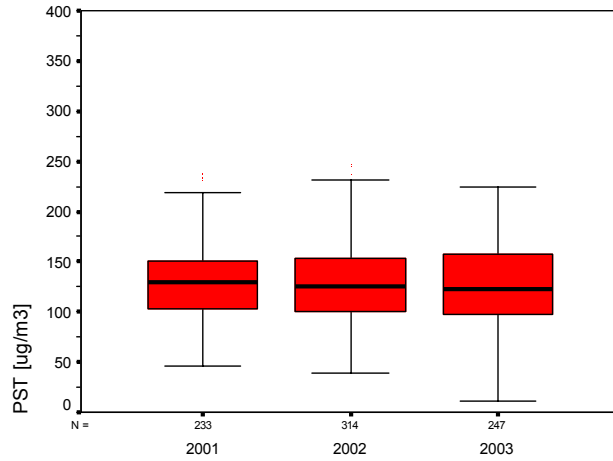
Figura A1.41. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PST promedio 24 horas. Estación No. 1 Bosque (Sector Norte)



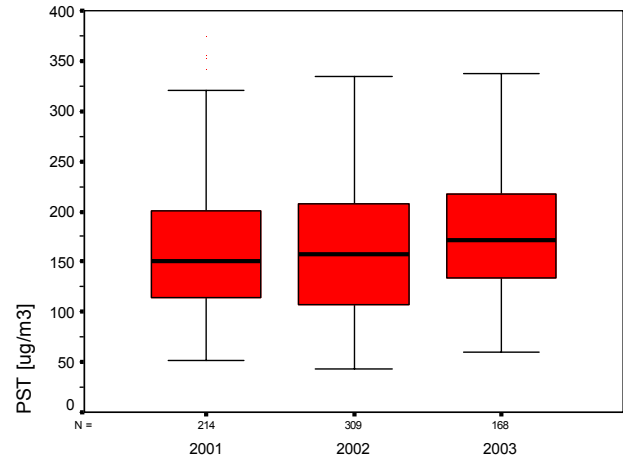
DIA

Figura A1.42. Diagrama de cajas por día de la semana. Concentraciones de PST promedio 24 horas. Estación No. 3 Sony (Sector Sur)

DIAGRAMAS DE CAJAS CONCENTRACIONES DE PST PROMEDIOS DIARIOS POR AÑO



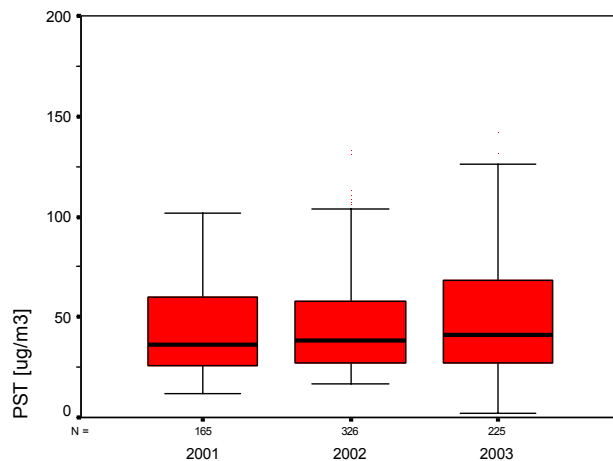
AÑO



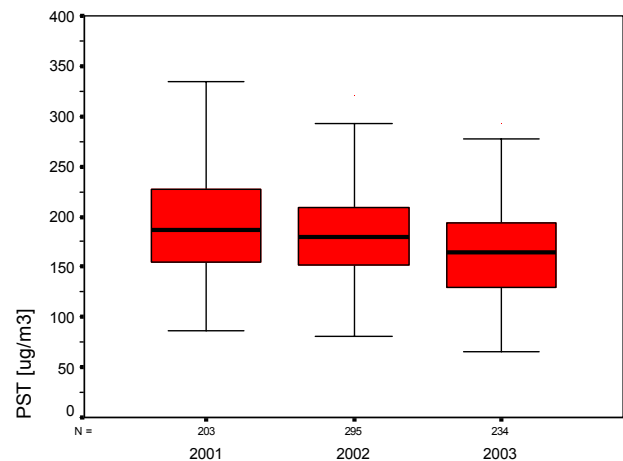
AÑO

Figura A1.43. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PST promedio diario. Estación No. 12 CADE (Sector Centro - Occidente)

Figura A1.44. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PST promedio diario. Estación No. 7 Cazucá (Sector Sur - Occidente)



AÑO



AÑO

Figura A1.33. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PST promedio diario. Estación No. 1 Bosque (Sector Norte)

Figura A1.34. Diagrama de cajas por año. Concentraciones de PST promedio diario. Estación No. 3 Sony (Sector Sur)

ANEXO 2. ROSAS DE VIENTO

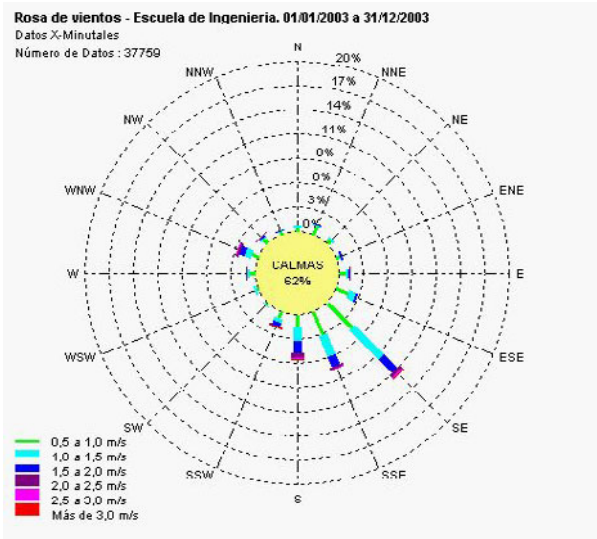
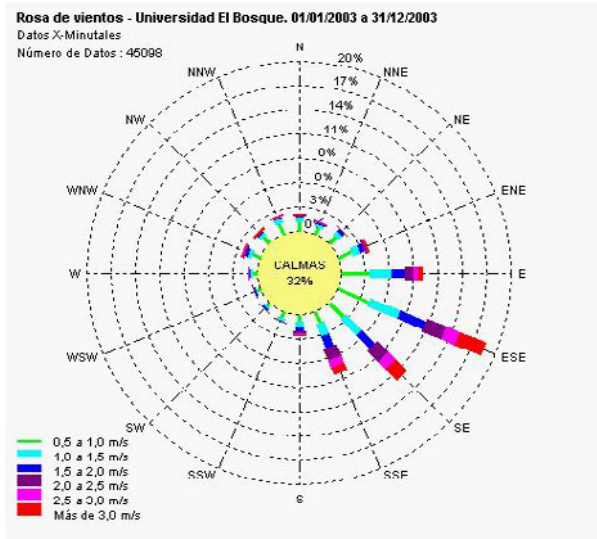


Figura A2.1. Rosas de vientos anual para la estación No. 1 Bosque (Sector Norte)

Figura A2.2. Rosas de vientos anual para la estación No. 8 Escuela (Sector Norte)

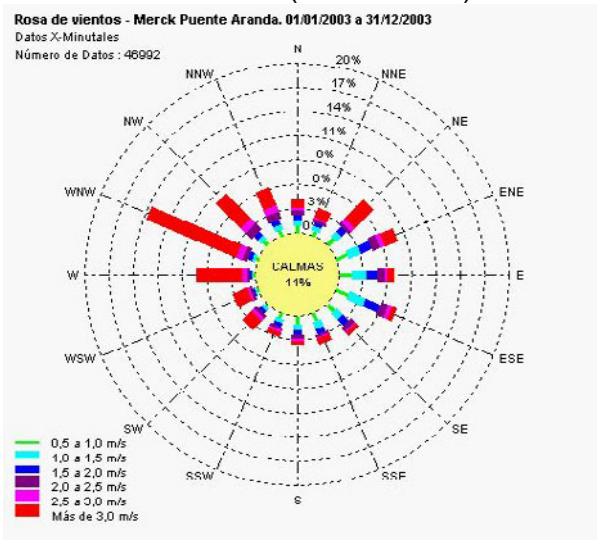
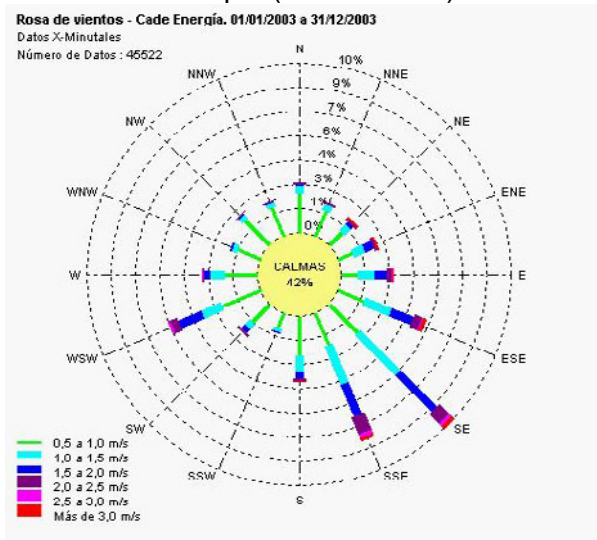


Figura A2.3. Rosas de vientos anual para la estación No. 12 CADE (Sector Centro – Occidente)

Figura A2.4. Rosas de vientos anual para la estación No. 13 Merck (Sector Centro – Occidente)

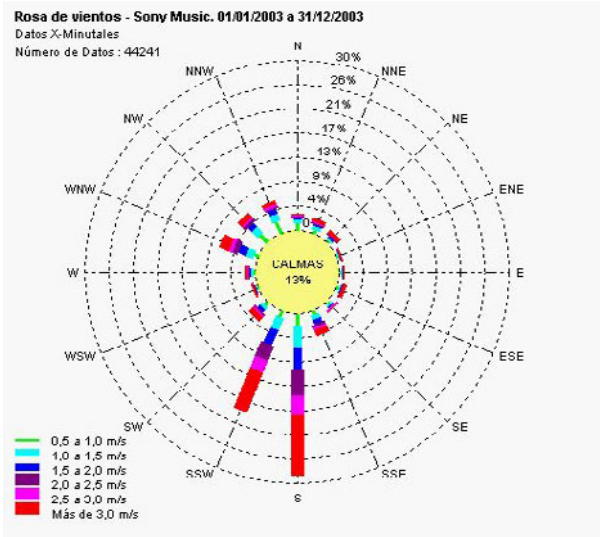
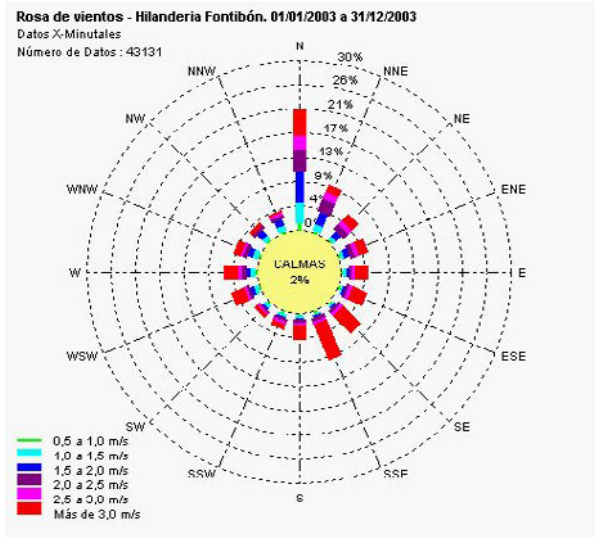


Figura A2.5. Rosas de vientos anual para la estación No. 14 Fontibón (Sector Nor – Occidente)

Figura A2.6. Rosas de vientos anual para la estación No. 3 Sony (Sector Sur)

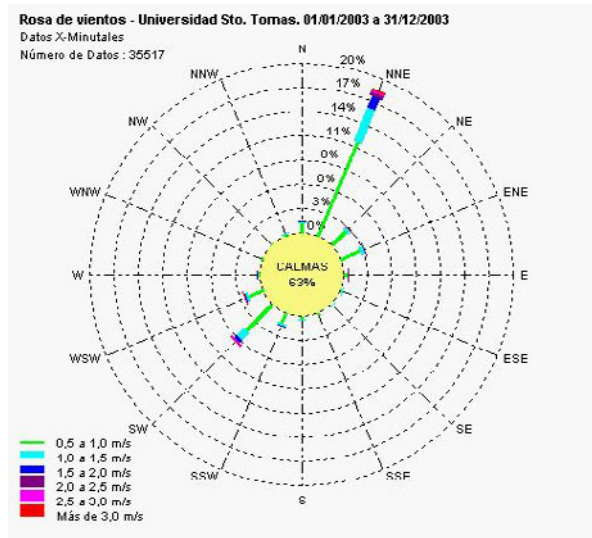


Figura A2.7. Rosa de vientos anual para la estación No. 10 Sto. Tomás (Sector Centro)