



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital
Ambiente

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

AÑO 2008

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

Bogotá, 2009





ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital
Ambiente

Samuel Moreno Rojas
Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Juan Antonio Nieto Escalante
Secretario Distrital de Ambiente

Samir Jose Abisambra Vesga
Subsecretario Distrital de Ambiente

Edgar Fernando Erazo Camacho
Director Control Ambiental

Edgar Vicente Gutiérrez Romero
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual

**Fernando Molano Nieto y
Ernesto Romero Tobón**
Coordinadores de la RMCAB

**Angela Tatiana Luengas Muñoz
John Alexander Real Castillo
Luís Elkin Guzmán Ramos**
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

**Henry Ospino Dávila
Darío Alejandro Gomez Flechas
Jose Luis López Parra
Norbey Alirio Barahona González**
Grupo de Operación de la RMCAB

Secretaría Distrital de Ambiente
-SDA.-

© Mayo de 2009, Colombia
Informe Anual de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire
de Bogotá D.C. Año 2008.

Impreso en Colombia – Printed in Colombia





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE AMBIENTE

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ D.C.

INFORME ANUAL

2008

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

2008

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESÚMEN

INTRODUCCIÓN	1
1. CALIDAD DEL AIRE	2
1.1 MATERIAL PARTICULADO.....	3
1.1.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10.....	3
1.1.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM2.5.....	13
1.1.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PST.....	14
1.2 GASES CONTAMINANTES.....	19
1.2.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SO ₂	19
1.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NO ₂	25
1.2.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO.....	30
1.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE O ₃	35
1.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS.....	40
2. METEOROLOGÍA	52
2.1 PRECIPITACIÓN	53
2.2 VIENTOS	60
2.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL.....	66
2.4 RADIACIÓN SOLAR.....	70
2.5 PRESION BAROMETRICA.....	73
2.6 HUMEDAD RELATIVA	75
3. CONTAMINANTES Y SU RELACIÓN CON VIENTOS.....	78
3.1 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10	78
3.2 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PST	79
3.3 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂	79
3.4 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE NO ₂	81
3.5 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE CO.....	83
3.6 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE O ₃	83
GLOSARIO.....	86
ANEXO NO. 1 LOCALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RMCAB	A
ANEXO NO. 2 NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE	E
ANEXO NO. 3 ROSAS DE VIENTO	F
ANEXO NO. 4 ESCALAS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS	I

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESTACIONES DE LA RMCAB Y CONTAMINANTES MONITOREADOS EN CADA UNA DE ELLAS.	2
TABLA 2. PERIODOS DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS 24 HORAS DE PM10 DURANTE EL 2008	5
TABLA 3. CONCENTRACIONES DE PM10 PROMEDIOS ANUALES A 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO.	11
TABLA 4. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE SO ₂ PARA 3 HORAS DURANTE EL AÑO 2008.	20
TABLA 5. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE SO ₂ PARA 24 HORAS DURANTE EL AÑO 2008	21
TABLA 6. CONCENTRACIONES PROMEDIO ANUALES DE SO ₂ CALCULADAS EL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO.	24
TABLA 7. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS MÁXIMOS PROMEDIOS HORARIOS DE NO ₂ DURANTE EL AÑO 2008.	26
TABLA 8. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE NO ₂ PARA 24 HORAS DURANTE EL AÑO 2008.	27
TABLA 9. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS HORARIOS DE CO DURANTE EL AÑO 2008.	31
TABLA 10. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS MÁXIMOS PROMEDIOS 8 HORAS DE CO DURANTE EL AÑO 2008.	32
TABLA 11. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS HORARIOS DE O ₃ DURANTE EL AÑO 2008.	36
TABLA 12. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE O ₃ PARA 8 HORAS DURANTE EL AÑO 2008.	36
TABLA 13. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS PARA PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10)	41
TABLA 14. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10)	42
TABLA 15. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	43
TABLA 16. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	43
TABLA 17. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE SO ₂ PARA 3 HORAS	44
TABLA 18. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE SO ₂ PARA 24 HORAS	45
TABLA 19. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE SO ₂	46
TABLA 20. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE NO ₂	47
TABLA 21. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE NO ₂ PARA 24 HORAS	47
TABLA 22. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE NO ₂ ANUALES	48
TABLA 23. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE CO	49
TABLA 24. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE CO PARA 8 HORAS	50
TABLA 25. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE O ₃	51
TABLA 26. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE O ₃ PARA 8 HORAS	51
TABLA 27. ESTACIONES DE LA RMCAB Y VARIABLES CLIMATOLÓGICAS MONITOREADAS EN CADA UNA DE ELLAS.	52
TABLA 28. ACUMULADOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES DE LA RMCAB	55
TABLA 29. DÍAS DE LLUVIA POR AÑO Y ESTACIÓN DE 1998 A 2008.	56
TABLA 30. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA POR ESTACIÓN DE 1998 A 2008.	57
TABLA 31. MÁXIMOS DIARIOS DE PRECIPITACIONES Y DÍA EN QUE OCURRIERON DURANTE EL AÑO 2008.	57
TABLA 32. ACUMULADOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN POR ESTACIÓN PARA EL AÑO 2008	58
TABLA 33. VELOCIDAD PROMEDIO, MÁXIMA Y MEDIA DEL VIENTO POR ESTACIÓN EN EL AÑO 2008.	62
TABLA 34. VELOCIDAD PROMEDIO POR ESTACIÓN Y AÑO.	63
TABLA 35. TEMPERATURAS PRESENTADAS EN EL AÑO 2008	66
TABLA 36. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES POR ESTACIÓN.	68
TABLA 37. INVERSIONES PRESENTADAS PARA LA RMCAB	69
TABLA 38. PROMEDIOS MENSUALES Y MÁXIMOS HORARIOS DE RADIACIÓN SOLAR AÑO 2008	71
TABLA 39. PROMEDIOS Y MÁXIMOS HORARIOS DE RADIACIÓN EN 2008.	72
TABLA 40. MÁXIMOS HORARIOS Y PROMEDIOS HORARIOS DE RADIACIÓN DURANTE EL AÑO DE 2008	74
TABLA 41. PROMEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA PARA EL AÑO 2008.	76
TABLA 42 CARACTERÍSTICAS DE LOS SECTORES DONDE SE ENCUENTRAN UBICADAS LAS ESTACIONES DE MONITOREO	C
TABLA 43 ESTACIONES Y EQUIPOS DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ.	D
TABLA 44 NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.	E
TABLA 45 ESCALA DE PRECIPITACIÓN	I
TABLA 46 ESCALA DE VELOCIDAD DEL VIENTO – BEAUFORT	I

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10 DURANTE EL AÑO 2008.....	3
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN LA CIUDAD DURANTE EL AÑO 2008	4
FIGURA 3. FLUJO DE VIENTOS PROMEDIO DURANTE LA MAÑANA Y LA TARDE EN EL 2008.....	4
FIGURA 4. CONCENTRACIONES DE PM10 PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.	4
FIGURA 5. INTERPOLACIÓN DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS 24 HORAS DE PM10 DURANTE EL AÑO 2008.....	6
FIGURA 6. INTERPOLACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS PROMEDIOS 24 HORAS DE PM10 DURANTE EL AÑO 2008.	7
FIGURA 7. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PM10 POR ESTACIÓN.	8
FIGURA 8. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PM10 POR MES.	9
FIGURA 9. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PM10 POR MES.	9
FIGURA 10. CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE LAS ESTACIONES EN EL 2008	10
FIGURA 11. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE PM10 POR ESTACIÓN DURANTE EL 2008.....	11
FIGURA 12. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL PROMEDIO ANUAL DE PM10 EN LAS ESTACIONES QUE COMÚNMENTE SUPERAN LA NORMA ANUAL.....	12
FIGURA 13. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL PROMEDIO ANUAL DE PM10 EN LAS ESTACIONES QUE COMÚNMENTE NO SUPERAN LA NORMA ANUAL.....	12
FIGURA 14. CONCENTRACIONES DE PM2.5 PARA 24 HORAS DURANTE EL 2008.....	13
FIGURA 15. CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE PM2.5	14
FIGURA 16. CONCENTRACIONES DE PST PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	15
FIGURA 17. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PST POR ESTACIÓN.....	16
FIGURA 18. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PST POR MES DEL AÑO.....	16
FIGURA 19. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL A LO LARGO DEL AÑO EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES QUE MONITOREARON PST.	17
FIGURA 20. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE PST POR ESTACIÓN DURANTE EL 2008.	18
FIGURA 21. CONCENTRACIONES DE PST DE TODA LA RMCAB PROMEDIOS DIARIOS	18
FIGURA 22. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SO ₂ PARA 3 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	20
FIGURA 23. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SO ₂ PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.	21
FIGURA 24. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE LA RMCAB POR ESTACIÓN.....	22
FIGURA 25. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE LA RMCAB POR MES DEL AÑO	22
FIGURA 26. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	23
FIGURA 27. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE SO ₂ POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	24
FIGURA 28. TENDENCIA HISTÓRICA DEL SO ₂ EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.	25
FIGURA 29. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE NO ₂ PARA 1 HORA POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	26
FIGURA 30. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE NO ₂ PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	27
FIGURA 31. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN LA RMCAB POR ESTACIÓN.....	28
FIGURA 32. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN LA RMCAB POR MES DEL AÑO	28
FIGURA 33. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	29
FIGURA 34. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE NO ₂ POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	29
FIGURA 35. TENDENCIA HISTÓRICA DE NO ₂ EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.....	30
FIGURA 36. CONCENTRACIONES MÁXIMAS HORARIAS DE CO DURANTE EL AÑO 2008.....	31
FIGURA 37. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE CO PARA 8 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	32
FIGURA 38. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN LA RMCAB POR ESTACIÓN.....	33
FIGURA 39. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN LA RMCAB POR MES DEL AÑO	33
FIGURA 40. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA.	34
FIGURA 41. TENDENCIA HISTÓRICA DE CO EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.....	35
FIGURA 42. CONCENTRACIÓN MÁXIMA HORARIA DE O ₃ POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008.....	36
FIGURA 43. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE O ₃ PARA 8 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2008	37
FIGURA 44. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE O ₃ EN LA RMCAB POR ESTACIÓN	38
FIGURA 45. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE O ₃ EN LA RMCAB POR MES DEL AÑO	38

FIGURA 46. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE O ₃ EN LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	39
FIGURA 47. TENDENCIA HISTÓRICA DE O ₃ EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.	39
FIGURA 48. PROMEDIOS DE LA RMCAB PARA LOS AÑOS 1998 AL 2008.....	53
FIGURA 49. PROMEDIOS DE PRECIPITACIÓN ANUAL REGISTRADOS POR LA RMCAB ENTRE LOS AÑOS 1999 AL 2008.....	54
FIGURA 50. PROMEDIOS DE PRECIPITACIÓN ANUAL POR ESTACIÓN ENTRE LOS AÑOS 1999 AL 2008	54
FIGURA 51. COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN	59
FIGURA 52. PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL POR ESTACIÓN – PRIMER SEMESTRE DE 2008	59
FIGURA 53. PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL POR ESTACIÓN – SEGUNDO SEMESTRE DE 2008	60
FIGURA 54. MAPA DE PRECIPITACIÓN PARA EL AÑO 2008.	61
FIGURA 55. COMPORTAMIENTO TÍPICO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO POR ESTACIÓN, SEGÚN LA MEDIA HORARIA	62
FIGURA 56. VIENTOS EN BOGOTÁ DURANTE EL AÑO 2008 ENTRE LAS 6:00 Y LAS 11:00.....	64
FIGURA 57. VIENTOS EN BOGOTÁ DURANTE EL AÑO 2008 ENTRE LAS 12:00 Y LAS 18:00.....	65
FIGURA 58. PROMEDIOS HORARIOS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL	67
FIGURA 59. TEMPERATURA MEDIA REGISTRADA EN LA RMCAB VS. TEMPERATURA MEDIA MULTIANUAL IDEAM Y RMCAB	68
FIGURA 60. DIFERENCIA DE LA TEMPERATURA A 20 METROS CON RESPECTO A LA TEMPERATURA A 2 M DE ALTURA.....	69
FIGURA 61. RADIACIÓN SOLAR DURANTE EL AÑO 2008.....	71
FIGURA 62. PROMEDIOS MENSUALES DE RADIACIÓN SOLAR PARA EL AÑO 2008.....	72
FIGURA 63. MÁXIMOS Y PROMEDIOS DE RADIACIÓN SOLAR POR HORA PARA EL AÑO DE 2008.	73
FIGURA 64. PRESIÓN BAROMÉTRICA PARA EL AÑO 2008.	74
FIGURA 65. COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD RELATIVA PARA EL 2008	75
FIGURA 66. COMPORTAMIENTO DIARIO DE LA HUMEDAD RELATIVA.	76
FIGURA 67. COMPORTAMIENTO DIARIO DE LA HUMEDAD RELATIVA PARA EL AÑO 2008.	77
FIGURA 68. ROSAS DE CONTAMINACIÓN PM ₁₀ , ESTACIONES BOSQUE, CAZUCÁ, CORPAS, ESCUELA E IDRD.	78
FIGURA 69. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM ₁₀ PARA LA ESTACIÓN KENNEDY Y MAVDT.....	79
FIGURA 70. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PST PARA LAS ESTACIONES CAZUCÁ Y SONY.	79
FIGURA 71. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂ PARA LAS ESTACIONES CARREFOUR, CAZUCA, FONTIBÓN, IDRD, KENNEDY Y PUENTE ARANDA.....	80
FIGURA 72. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂ PARA LAS ESTACIONES CORPAS, SONY Y TUNAL.....	81
FIGURA 73. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE NO ₂ PARA LAS ESTACIONES ESCUELA Y CARREFOUR.	81
FIGURA 74. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE NO ₂ PARA LAS ESTACIONES FONTIBON, IDRD, PUENTE ARANDA, SONY Y TUNAL.	82
FIGURA 75. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE CO PARA ESTACIONES CARREFOUR, FONTIBÓN, IDRD, Y PUENTE ARANDA.	83
FIGURA 76. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE O ₃ PARA LAS ESTACIONES ESCUELA, CORPAS, CARREFOUR, FONTIBÓN, IDRD, PUENTE ARANDA.....	84
FIGURA 77. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE O ₃ PARA LA ESTACIÓN SONY.	85
FIGURA 78 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ	B
FIGURA 79 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 13 PUENTE ARANDA Y NO. 5 IDRD.....	F
FIGURA 80 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 8 ESCUELA Y NO. 1 BOSQUE.....	F
FIGURA 81 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 7 CAZUCÁ Y NO. 4 TUNAL	F
FIGURA 82 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 15 USME Y NO. 16 VITELMA.....	G
FIGURA 83 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 6 CARREFOUR Y NO. 11 CORPAS	G
FIGURA 84 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 14 FONTIBÓN Y NO. 3 SONY	G
FIGURA 85 ROSA DE VIENTOS PARA LA ESTACIÓN NO. 9 KENNEDY.....	H

RESÚMEN

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) a través de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. (RMCAB) evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de la ciudad definidos por la Resolución 601 del 4 de Abril de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). La RMCAB cuenta con 15 estaciones ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorean las concentraciones de material particulado (PM10, PM2.5, PST), de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) y los parámetros meteorológicos de precipitaciones, vientos, temperatura, radiación solar y humedad relativa.

Dentro de los contaminantes monitoreados cabe resaltar el material particulado de diámetro menor a 10 micras conocido como PM10, las partículas suspendidas totales (PST) y el ozono (O₃) pues algunas de sus concentraciones promedio superan los límites máximos permisibles por la norma (Resolución 601 de 2006). También se resalta el material particulado de diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5), que se mide en la estación de Kennedy y para el cual no existe norma pero se sugiere como valores límites los reportados por la EPA. Los demás contaminantes (CO, NO₂ y SO₂) están presentes en concentraciones bajas y no representan riesgo para la salud de la población.

El comportamiento del PM10 estuvo influenciado positivamente por el mejoramiento en la calidad del diesel distribuido en el Distrito durante el segundo semestre del año. Éste contaminante se monitoreo en 12 estaciones. La estación No. 9 Kennedy (sector suroccidental) registró datos de concentración por encima de la norma 24 horas, establecida en 150 µg/m³. En cuanto al promedio anual de la concentración de PM10, éste superó la norma en varias estaciones, ubicadas principalmente en las localidades del sur y occidente de la ciudad, como se aprecia en la Figura 1.

Por otro lado, el PST contó con dos analizadores ubicados en las estaciones No. 7 Cazucá (Sector Suroccidente) y No. 3 Sony (Sector Sur); la Resolución 601 de 2006 define como valor límite 100 µg/m³ para promedios anuales, norma que es superada en las dos estaciones. Para los promedios de 24 horas, sólo el 2% del total de registros obtenidos excedió la norma. Para el contaminante PM2.5, se superó el valor límite anual de referencia de la EPA (15 µg/m³).

En cuanto a los gases contaminantes, se resalta que el SO₂ nunca excedió los límites permisibles ni para los promedios horarios, 24 horas, ni anuales. Las estaciones No. 7 Cazucá y No. 3 Sony, que pertenecen a los sectores suroccidental y sur respectivamente, exhiben los mayores promedios. El monitoreo del NO₂ permitió establecer el comportamiento de éste contaminante en la ciudad, encontrándose 8 datos de promedios horarios por encima de la norma, con un promedio máximo de 129 ppb frente a 106 ppb de la norma. Los promedios de 24 horas y anuales no superaron la norma en ninguna oportunidad.

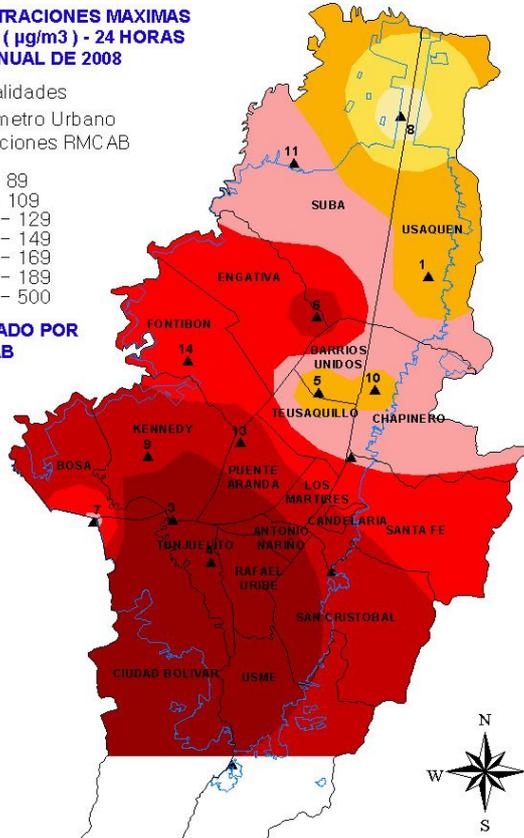
Los registros de concentraciones de CO permiten establecer que éste contaminante se encuentra en bajas concentraciones en la ciudad, pues los datos no superan los valores de la norma horaria ni de 8 horas. Finalmente, el reporte de concentraciones de O₃, presenta concentraciones que superan los límites máximos establecidos en la norma, tanto para el promedio horario como el promedio de 8 horas, en casi todas las estaciones que monitorearon este contaminante.

**CONCENTRACIONES MAXIMAS
 DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 HORAS
 ANUAL DE 2008**

□ Localidades
 ▽ Perimetro Urbano
 ▲ Estaciones RMCAB

69 - 89
 89 - 109
 109 - 129
 129 - 149
 149 - 169
 169 - 189
 189 - 500

**ELABORADO POR
 LA RMCAB**



**CONCENTRACIONES MEDIAS
 DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 ANUAL DE 2008**

□ Localidades
 ▽ Perimetro Urbano
 ▲ Estaciones RMCAB

30 - 50
 50 - 70
 70 - 90
 90 - 110

**ELABORADO POR
 LA RMCAB**

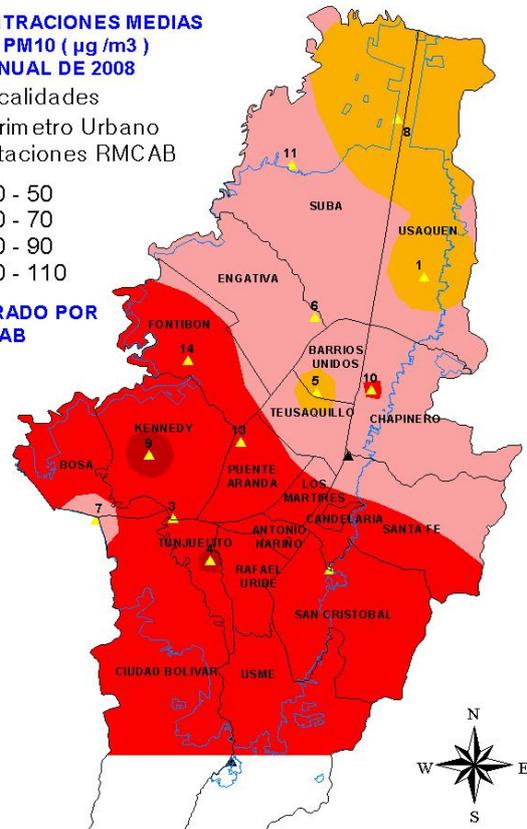


Figura 1. Distribución de la concentración de PM10 durante el año 2008.

Considerando el estudio de las variaciones de las condiciones atmosféricas en la ciudad de Bogotá durante el año 2008, la RMCAB monitoreó algunos parámetros meteorológicos como la precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura superficial, radiación solar, presión barométrica y humedad relativa. Para el año 2008 la precipitación en la ciudad se registró en catorce (14) estaciones de la RMCAB que cuentan con pluviómetros. Las precipitaciones de este año fueron mayores al año anterior, resaltando los meses marzo y mayo con las mayores precipitaciones y enero y abril con las menores. En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de la precipitación acumulada para el año 2008, en el cual se observa que las intensidades de las lluvias son mayores hacia los cerros orientales, disminuyendo hacia el centro y occidente de la ciudad. En la figura 3 se presentan los vientos resultantes para los periodos comprendidos entre las 6 y las 11 horas y entre las 12 y las 18 horas. Las horas restantes registran vientos de calma por lo cual no se grafican. El comportamiento de los vientos se caracterizó por ser de calmas en las mañanas y entre suaves y leves en las tardes.

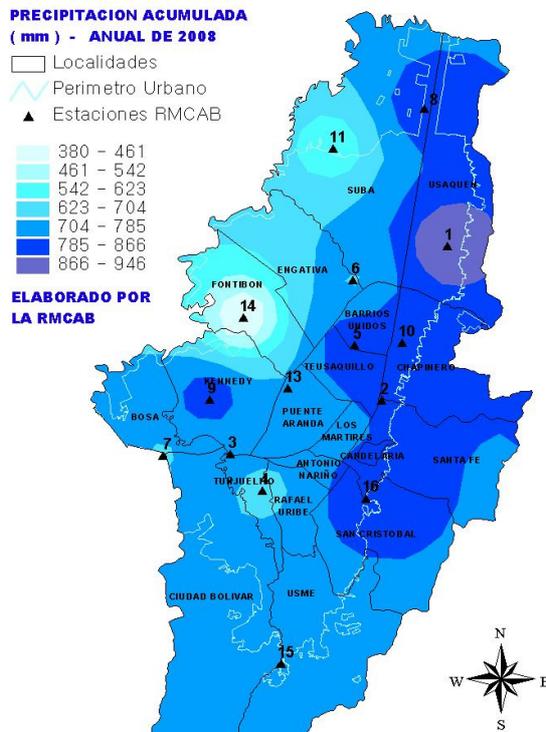


Figura 2. Distribución de las lluvias en la ciudad durante el año 2008

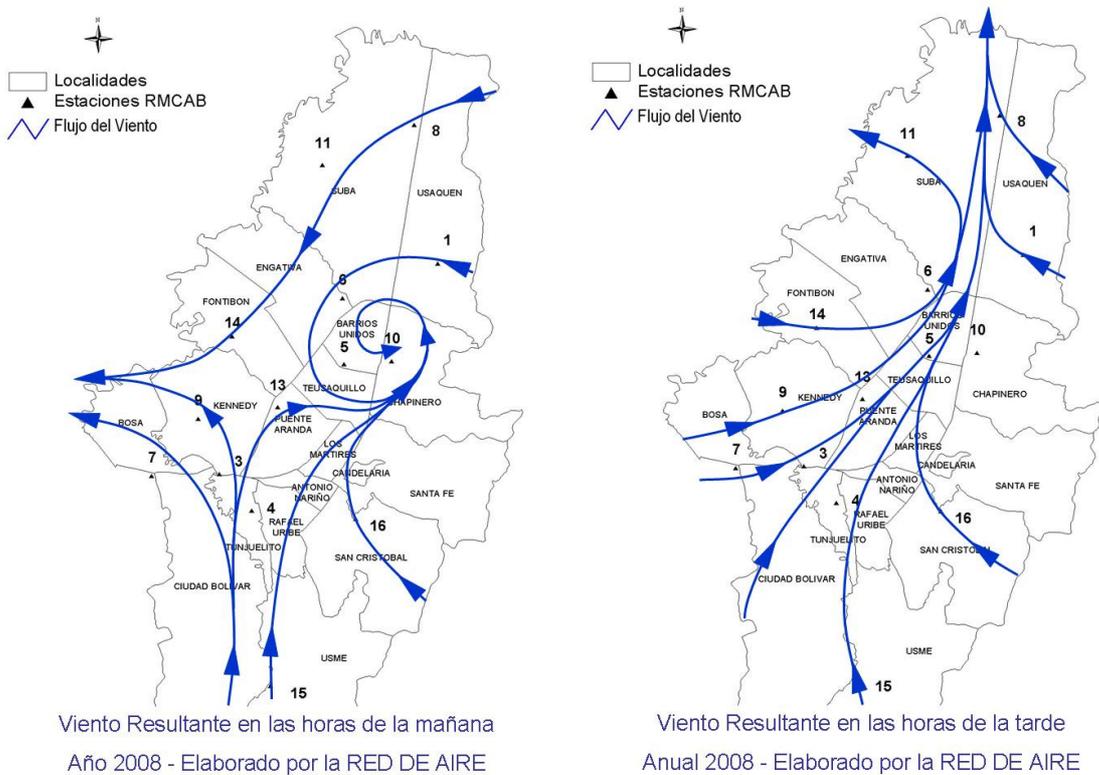


Figura 3. Flujo de vientos promedio durante la mañana y la tarde en el 2008.

INTRODUCCIÓN

El Distrito Capital cuenta con la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB, que permite recolectar información sobre la concentración de contaminantes de origen antropogénico y natural y el comportamiento de los factores meteorológicos que regulan el comportamiento de los mismos en la atmósfera. Los datos recolectados en distintos sitios de la ciudad se reciben en una estación central y se someten a un proceso de validación y posterior análisis con el fin de evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad de aire en Bogotá establecidos por la Resolución 601 del 4 de abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

La RMCAB comenzó un proceso de modernización durante el año 2008, que involucró el cambio de software de manejo de datos, el reemplazo de los equipos que tenían más de 10 años de funcionamiento, la instalación de nuevos equipos para ampliar el monitoreo de los contaminantes en los diferentes sitios de la ciudad, y la adquisición de una unidad móvil que comenzó a operar en el mes de noviembre en las instalaciones de la Secretaría Distrital de Salud, cuyos datos no se reportarán en el presente informe, pues no son representativos para el año. Por lo anterior, en el 2008 la RMCAB sumó 15 estaciones fijas de monitoreo y una estación móvil, ubicadas en sitios estratégicos de la ciudad, dotadas con equipos de última tecnología que permiten realizar un monitoreo continuo de las concentraciones de material particulado (PM10, PST, PM2.5), de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) y de los parámetros meteorológicos de precipitación, velocidad y dirección de vientos, temperatura, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica.

El presente informe contiene en el primer capítulo el análisis de cada uno de los contaminantes durante el año en cuestión y la tendencia de estos en los últimos años. En el segundo capítulo se presenta información meteorológica que contempla la precipitación, la velocidad y dirección del viento, la temperatura, la radiación solar, la humedad relativa y la presión barométrica, lo que permite establecer las condiciones meteorológicas que influyeron en la dispersión de los contaminantes. El tercer capítulo, titulado contaminantes y su relación con vientos, presenta las rosas de contaminación para el material particulado y los gases monitoreados, permitiendo visualizar la movilidad de los mismos en la atmósfera.

El glosario con la terminología utilizada se ubica después del capítulo tres y posteriormente se encuentran los anexos que incluyen información sobre las características de la configuración de la RMCAB y la localización geográfica de las estaciones de monitoreo, así como las características de las zonas dónde se ubica cada una de las estaciones, la normatividad vigente que se utiliza como referencia para evaluar las concentraciones de los contaminantes en el aire, las rosas de vientos y las escalas utilizadas para estudiar los diferentes parámetros meteorológicos.

1. CALIDAD DEL AIRE

El presente capítulo se dividirá en dos secciones, la primera contiene el análisis del material particulado que incluye el PM10, el PST y el PM2.5, y la segunda los gases contaminantes, el SO₂, el NO₂, el CO y el O₃. La RMCAB durante el año 2008 contó con 13 estaciones ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorearon las concentraciones de material particulado y de gases contaminantes, permitiendo establecer la calidad del aire en el Distrito Capital. En la Tabla 1 se presentan las quince estaciones y los contaminantes que se monitorearon en cada una de ellas, junto con la asignación de sectores según su ubicación.

Tabla 1. Estaciones de la RMCAB y contaminantes monitoreados en cada una de ellas.

ESTACIÓN	LOCALIDAD	SECTOR	Contaminantes						
			PM10	PST	PM2.5	SO2	NO2	CO	O3
No. 1 Bosque	Usaquén	Norte	X						X
No. 2 MAVDT	Santa Fe	Centro				X	X		X
No. 3 Sony	Kennedy	Sur	X	X		X	X	X	X
No. 4 Tunal	Tunjuelito	Sur	X			X	X		X
No. 5 I.D.R.D.	Barrios Unidos	Centro	X			X	X	X	X
No. 6 Carrefour	Engativá	Noroccidente	X			X	X	X	X
No. 7 Cazucá	Ciudad Bolívar	Suroccidente	X	X		X		X	X
No. 8 Escuela	Suba	Norte	X				X		X
No. 9 Kennedy	Kennedy	Suroccidente	X		X	X	X	X	
No. 10 Santo Tomás	Chapinero	Centro	X						X
No. 11 Corpas	Suba	Noroccidente	X			X			X
No. 13 Puente Aranda	Puente Aranda	Centroccidente	X			X	X	X	X
No. 14 Fontibón	Fontibón	Noroccidente	X			X	X	X	X

1.1 MATERIAL PARTICULADO

Dentro de los contaminantes más complejos presentes en el aire de las grandes ciudades está el material particulado, cuyas características físico-químicas y los efectos sobre la salud humana hacen que su monitoreo sea de suma importancia. Éste material está compuesto por partículas líquidas o sólidas de origen natural, resultantes de procesos como la erosión, las erupciones volcánicas y los incendios, y de origen antropogénico, provenientes del uso de combustibles fósiles en la industria y el transporte, de actividades agrícolas como la fertilización y almacenamiento de granos, entre otros.

Una de las características físicas más importantes de este material es su diámetro de partícula por el riesgo que representa para la salud humana, puesto que parte de él puede ingresar al tracto respiratorio inferior y producir daños en los tejidos y órganos que lo conforman o servir como vehículo para bacterias y virus. Son de mayor interés las partículas **PM10** y **PM2.5**. Las primeras son aquellas cuyo tamaño es menor o igual a 10 micras y que en su mayoría son de pH básico. Las PM2.5 tienen tamaño menor o igual a 2.5 micras, agrupan partículas generalmente ácidas, derivadas de las emisiones vehiculares e industriales, son respirables en un 100% y pueden llegar a alojarse en bronquios, bronquiolos y alvéolos. Todo el material particulado se monitorea como partículas suspendidas totales (**PST**), entre las que se cuenta el PM10 y el PM2.5.

La Resolución 601 del 4 de Abril de 2006, establece los niveles máximos permisibles para PST y PM10. Estos son de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ concentración anual y de 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el período de 24 horas en el caso de PST y de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentración anual y 24 horas respectivamente para PM10. Para el caso de PM2.5 no se han establecido límites en la normatividad, por lo que se pueden tomar los valores establecidos por la EPA de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual y de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas.

1.1.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá contó con doce (12) estaciones para medir la concentración de PM10, como se observa en la Tabla 1. Durante el año 2008 se cambiaron ocho equipos de PM10 marca Dasibi por marca Met One, en el marco del proceso de modernización de la RMCAB; éstos equipos reemplazaron los existentes en las estaciones No. 3 Sony, No. 4 Tunal, No. 5 IDR, No. 6 Carrefour, No. 8 Escuela, No. 9 Kennedy, No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón.

De éstas estaciones, cinco presentaron un cambio sustancial en sus series ocasionado por la nueva tecnología, por lo cual las series de las estaciones No. 3 Sony, No. 4 Tunal, No. 6 Carrefour, No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón se encuentran en revisión y no serán reportadas en el presente informe.

Por otro lado, durante el año 2008 las concentraciones de éste contaminante tendieron a reducirse, hecho atribuido principalmente al mejoramiento de la calidad del diesel que se distribuye en la ciudad, pues cambió de más de 1000 ppm de azufre a menos de 500 ppm a partir de julio de 2008, en cumplimiento del compromiso adquirido por ECOPEL dentro del "Pacto por una Mejor Calidad del Aire de Bogotá", firmado por el Alcalde Mayor de Bogotá, el Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Presidente de ECOPEL, el 7 de febrero del mismo año. Sin embargo, durante el mes de diciembre se detectó un aumento en la concentración del PM10, hecho atribuido

principalmente al corte en el suministro del combustible gas natural desde el día 15 hasta el 28, lo que obligó a vehículos e industrias a usar otro combustible; además, se dio inicio a diferentes obras civiles en toda la ciudad.

Máximos en 24 Horas

El comportamiento de la concentración de PM10 durante el año 2008 pudo establecerse mediante la recolección de datos de medias móviles de 24 horas, en siete estaciones que reportaron una representatividad temporal¹ de 80%. Esta representatividad se vio afectada inicialmente por el cambio de los monitores de material particulado, lo que implicó un proceso de puesta a punto de los equipos en algunas estaciones. Además, se presentaron fallas en el suministro de energía por lo que fue necesario contratar el mantenimiento y cambio de baterías de las UPS que regulan la energía en cada una de las estaciones.

Del total de datos registrados, tan solo el 0.3% superó el valor de la norma establecido en 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, porcentaje equivalente a 242 datos registrados en la estación No. 9 Kennedy. En la Figura 4 se presentan las concentraciones medias, máximas y la cantidad de datos que superaron la norma.

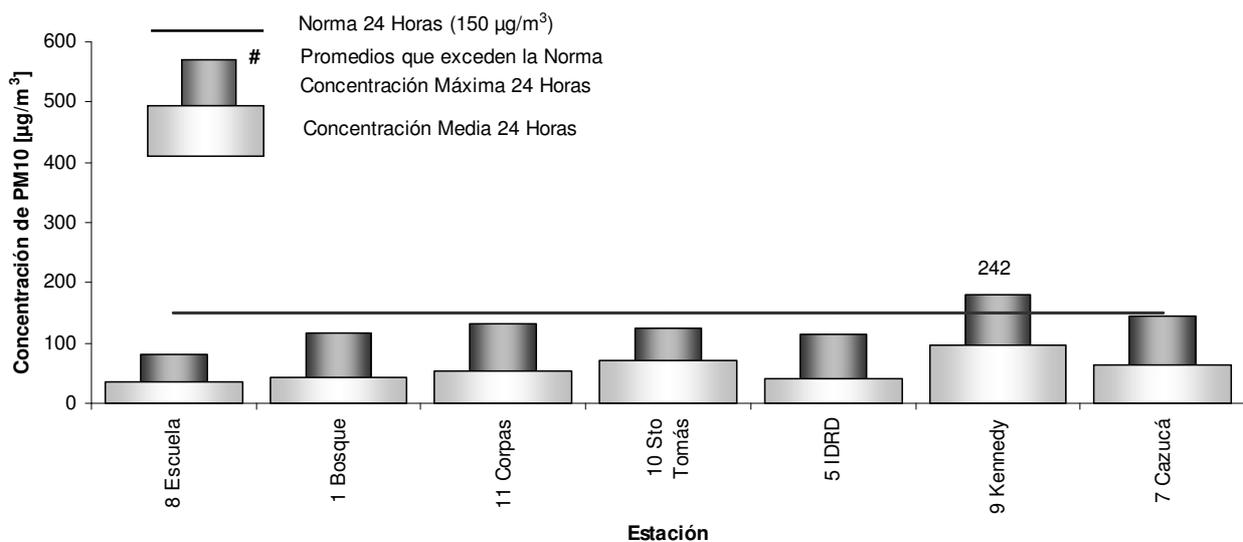


Figura 4. Concentraciones de PM10 para 24 horas por estación durante el año 2008.

Considerando la información presentada en la Tabla 2 de máximas concentraciones para promedios 24 horas registradas en cada una de las estaciones de la RMCAB durante el año 2008, es preciso resaltar que durante los meses de marzo y diciembre se registraron la mayoría de las máximas concentraciones de PM10, y que éstos mismos meses fueron los que reportaron las mayores concentraciones mensuales durante el año 2008.

¹ El porcentaje de representatividad temporal se establece como la cantidad de promedios obtenidos en el periodo reportado, ya sea un mes o un año, sobre la cantidad de promedios posibles en el mismo periodo, multiplicado por cien. Este indicador muestra la cantidad de tiempo del periodo reportado que ha sido cubierto por el monitoreo.

Tabla 2. Periodos de Ocurrencia de los promedios máximos 24 horas de PM10 durante el 2008

Número y nombre de la estación	Promedio máximo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Fecha de ocurrencia del máximo promedio 24 h
8 Escuela	81	Jueves, Diciembre 11 17:00
1 Bosque	117	Viernes, Diciembre 12 06:00
11 Corpas	133	Jueves, Septiembre 18 07:00
10 Santo Tomás	125	Sábado, Marzo 01 10:00
5 IDRD	114	Jueves, Diciembre 11 16:00
9 Kennedy	180	Sábado, Abril 05 23:00
7 Cazucá	146	Sábado, Marzo 29 04:00

La distribución de la concentración de este contaminante en la ciudad de Bogotá puede visualizarse en la Figura 5, donde se muestra un mapa resultado de la interpolación de los valores máximos de promedios 24 horas presentados en el año 2008 en cada estación. Cabe aclarar que éstos valores interpolados no se dieron en la misma fecha, pero su interpolación permite predecir cómo estaría la ciudad si las peores condiciones en cada estación se presentaran en un mismo día. Adicionalmente se debe tener presente que las estaciones No.15 Usme y No.16 Vitelma no tienen muestreadores de partículas y la representación de estas zonas son el resultado de la interpolación de los datos máximos de otras estaciones.

A partir de las medias móviles de 24 horas calculadas durante el año, en cada estación, se pudo construir el mapa presentado en la Figura 5, donde se observa que las localidades que estuvieron más afectadas por la presencia de material particulado fueron las del suroccidente de la ciudad, principalmente Kennedy, Tunjuelito, Rafael Uribe, Antonio Nariño y Ciudad Bolívar. Además, más de la mitad del territorio del Distrito Capital fue afectado por concentraciones de PM10 que excedieron la norma, pues superaron los $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto al mapa de concentraciones medias, el comportamiento del PM10 es similar al descrito anteriormente; las localidades menos afectadas por material particulado son Suba y Usaquén, mientras que las más afectadas son las del suroccidente de la ciudad.

**CONCENTRACIONES MAXIMAS
 DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 HORAS
 ANUAL DE 2008**

-  Localidades
-  Perimetro Urbano
-  Estaciones RMCAB

	69 - 89
	89 - 109
	109 - 129
	129 - 149
	149 - 169
	169 - 189
	189 - 500

**ELABORADO POR
 LA RMCAB**

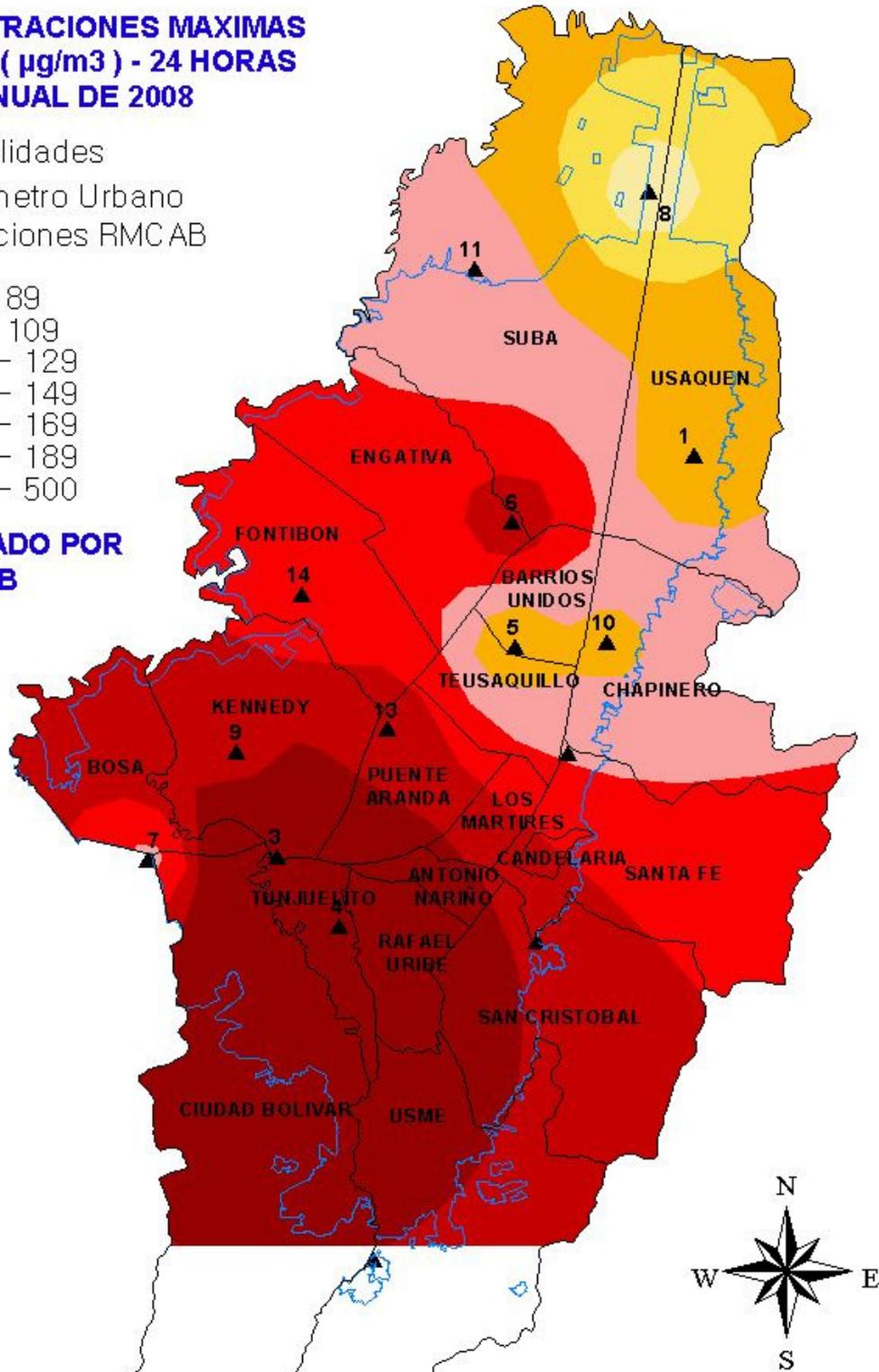


Figura 5. Interpolación de los promedios máximos 24 horas de PM10 durante el año 2008.

**CONCENTRACIONES MEDIAS
DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ANUAL DE 2008**

-  Localidades
-  Perimetro Urbano
-  Estaciones RMCAB

-  30 - 50
-  50 - 70
-  70 - 90
-  90 - 110

**ELABORADO POR
LA RMCAB**

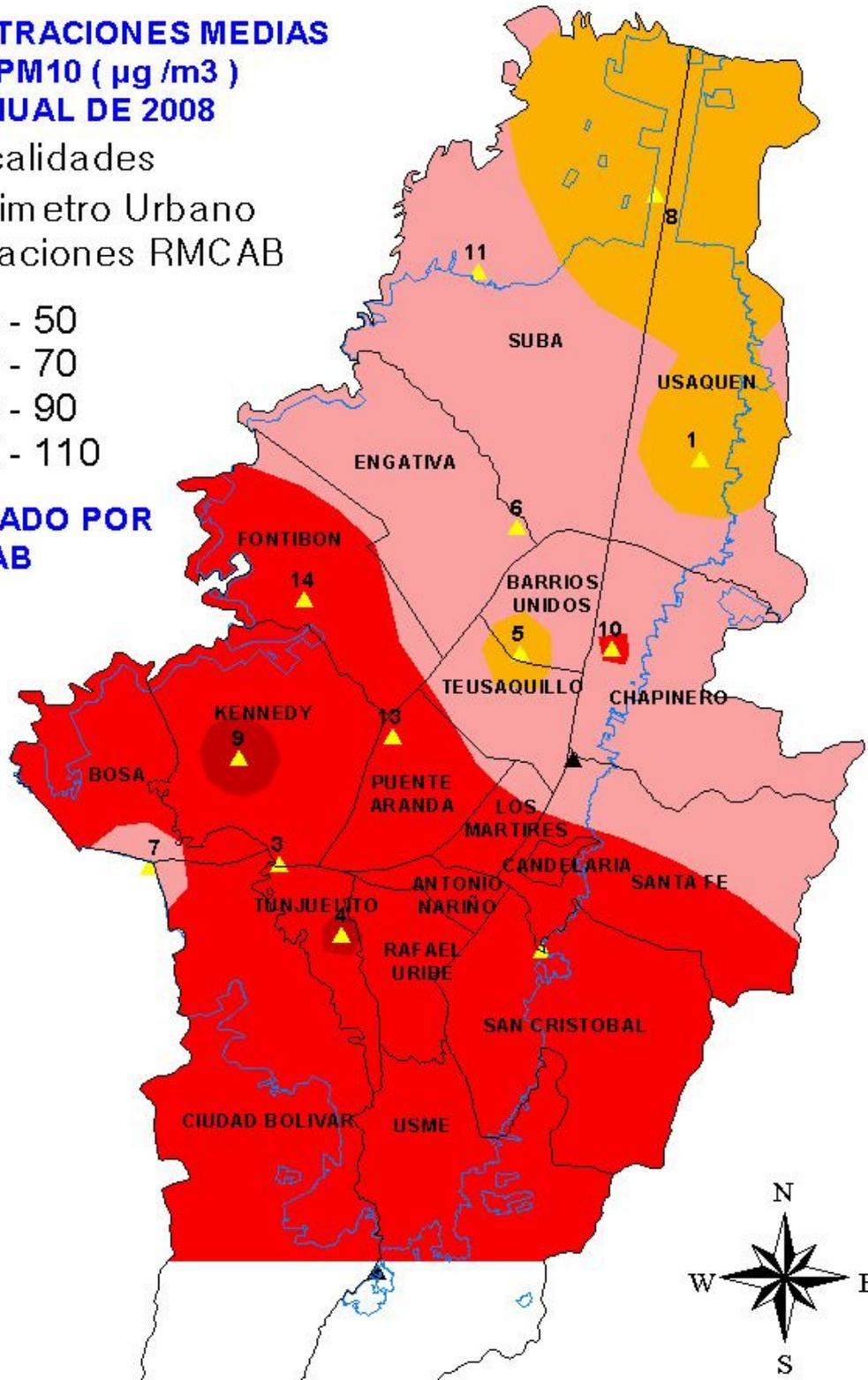


Figura 6. Interpolación de las medias de los promedios 24 horas de PM10 durante el año 2008.

Por otro lado, se puede visualizar la tendencia de la concentración de PM10 utilizando diagramas de caja, definidos como un gráfico de resumen basado en la mediana, los cuartiles y los valores extremos. La caja representa la amplitud intercuartil que contiene el 50% de los valores centrales; los "bigotes" son las líneas que se extienden desde la caja hasta los valores más altos y más bajos, excluyendo los valores atípicos y la línea que atraviesa la caja identifica la mediana. En las figuras 5, 6 y 7 se utiliza esta herramienta para resumir el comportamiento de los promedios diarios de PM10 del 2008 comparados con los promedios diarios multianuales por estación, por mes del año y por día de la semana.

Analizando la tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por estación, se encuentra que las estaciones No. 1 Bosque y No. 9 Kennedy presentan una mayor dispersión para el año 2008 en comparación con los datos multianuales. Las demás estaciones presentan una menor dispersión destacándose la No. 10 Santo Tomás, pues si bien hubo una menor variabilidad de los datos, la serie se desplazó hacia valores más altos de concentración. Lo contrario se observa en la estación No. 8 Escuela, en la cual el 75% de los datos se mantiene por debajo de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

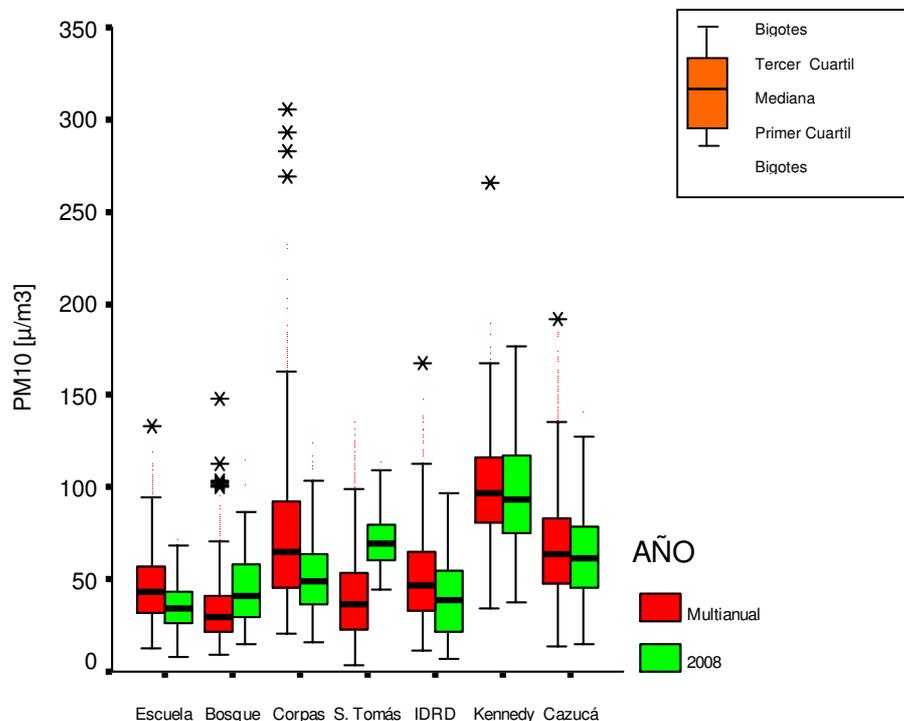


Figura 7. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por estación.

De acuerdo con la Figura 8, los meses de abril y octubre del año 2008 registran una amplitud intercuartilica mayor a la multianual. Por otro lado, los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre reportaron una dispersión menor en comparación con la multianual. En general, la tendencia de la dispersión mes a mes se mantiene en la gráfica multianual y en la del año 2008; los menores valores de concentración se registran a mitad de año y los mayores en los extremos. En cuanto a la Figura 9, el día de la semana en que se presenta una mayor variabilidad de los datos es el lunes, mientras que en el que hay una menor dispersión es el jueves. El comportamiento varía en el año 2008 con relación al multianual pues los mayores valores de concentración no se reportaron el día domingo sino el lunes; los menores siguen registrándose el día viernes.

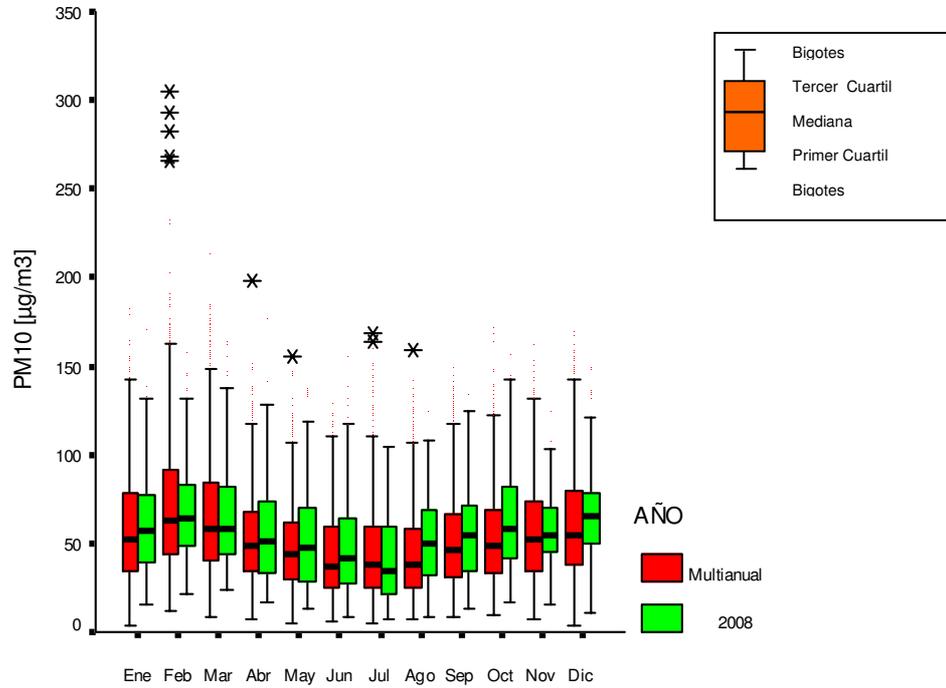


Figura 8. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por mes.

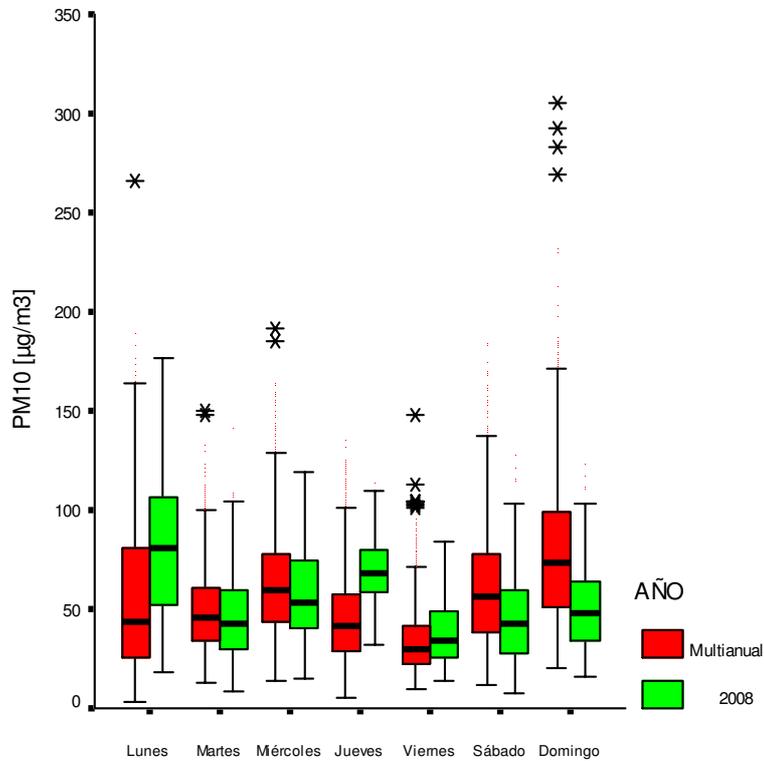


Figura 9. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por día.

Promedios Anuales de PM10

El promedio anual se calcula con los promedios diarios de los 365 días anteriores; de esta manera es posible calcular un promedio anual para cada día del año y evaluar su comportamiento a lo largo de éste; así el promedio anual del 1 de enero de 2008 se calcula como el promedio de los datos diarios entre el 2 de enero de 2007 y el 1 de enero de 2008, y el promedio anual calculado el 31 de diciembre de 2008 se toma como el promedio de los datos diarios entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2008.

En la Figura 10 se presentan los promedios anuales calculados para cada mes del año 2008 en cada una de las estaciones que monitorearon este contaminante. En las estaciones No. 9 Kennedy y No. 10 Santo Tomás se superó la norma anual en todos los meses, mientras que en las demás estaciones se mantuvo por debajo del límite establecido en la normatividad, excepto en Cazucá que en el mes de enero reportó un promedio por encima de la norma.

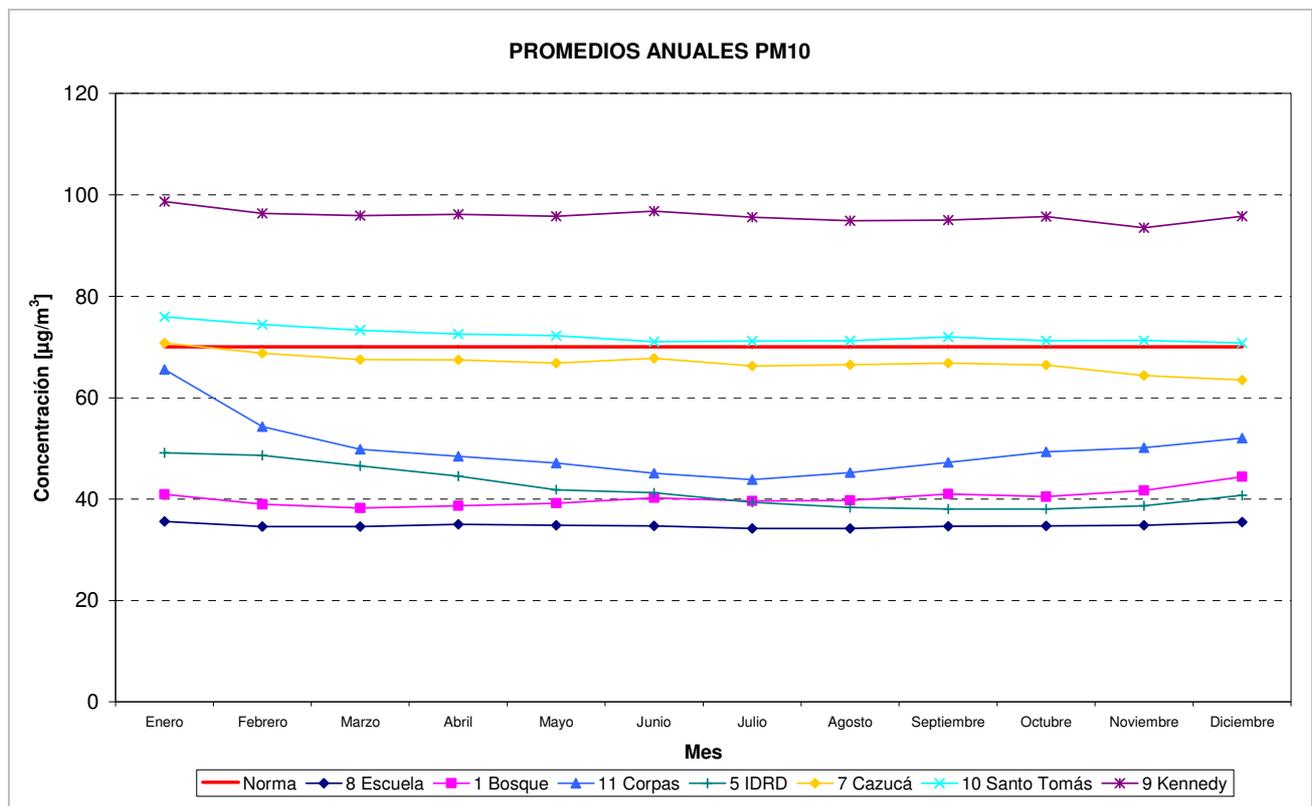


Figura 10. Concentración promedio anual de las estaciones en el 2008

Las máximas concentraciones anuales de PM10 encontradas en las estaciones de la RMCAB en el año 2008 se presentan en la Figura 11. La estación No. 9 Kennedy reportó la máxima concentración anual, seguida de las estaciones No. 7 Cazucá, No. 10 Santo Tomás y No. 11 Corpas.

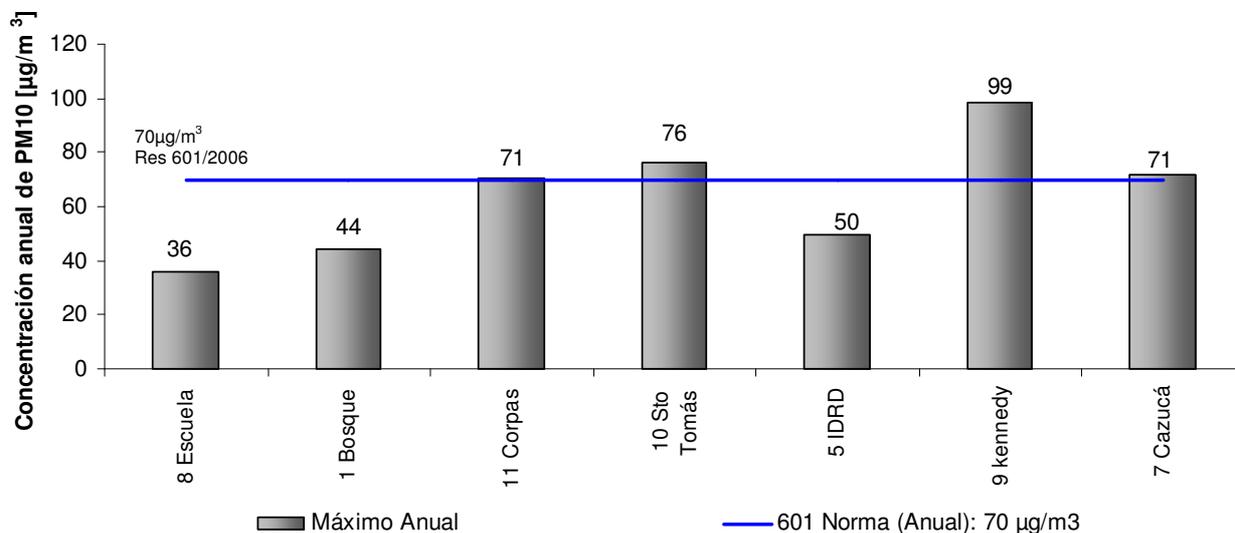


Figura 11. Máxima concentración promedio anual de PM10 por estación durante el 2008.

En la Tabla 3 se presentan los valores de las concentraciones promedio anuales entre 1998 y el 2008, para cada una de las estaciones, calculadas el 31 de Diciembre de cada año, y en las Figura 12 y 11 se aprecia el comportamiento de este parámetro desde mediados del año 1998, tanto para las estaciones que frecuentemente exceden la norma anual nacional ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Res 601 2006) como para las estaciones que normalmente no exceden esta norma; se incluyen todas las estaciones, para el año 2008 se exceptúan los datos de las cinco estaciones que se encuentran en estudio; los cortes en las figuras corresponden a periodos de tiempo donde, por problemas operacionales, no se puede calcular el promedio anual por falta de representatividad; también se muestra el valor dado por la Resolución 601 de 2006 del MAVDT como norma para promedios anuales.

Tabla 3. Concentraciones de PM10 promedios anuales a 31 de diciembre de cada año.

Estación	Concentración en [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
8 Escuela				43	50	54	54	55	30	35	35
1 Bosque	33	31	31	29	24				38	40	44
11 Corpas	54	40	47	81	97	91	80	90	83	71	52
6 Carrefour				78	97		85	79	60	71	*
14 Fontibón			93	91	96	97	94	101	85	87	*
10 Sto. Tomás	32	34	35	37	39	33	33	29	44	72	71
5 IDRD								58	42	50	41
13 Pte. Aranda			103	93	98	102	107	113	93	99	*
9 Kennedy									100	98	96
7 Cazucá	86	69	69	62	62	54	57	69	64	71	63
3 Sony	80	77	63	86	61	53	49	69	73	59	*
4 Tunal									107	98	*

*Los datos registrados en estas estaciones se encuentran en estudio.

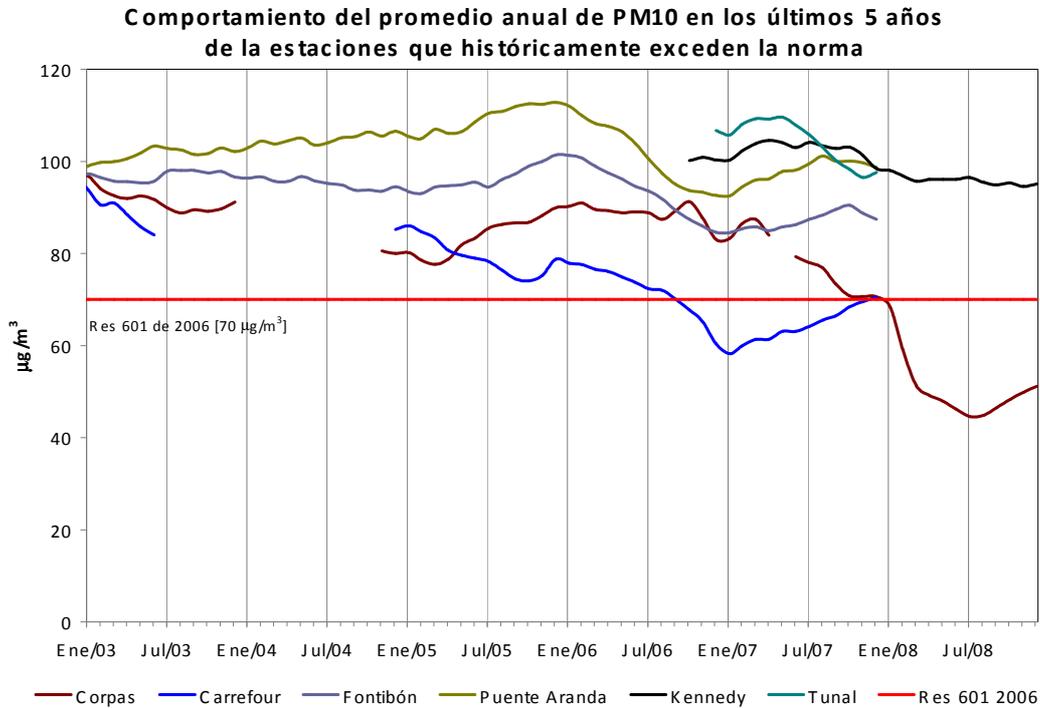


Figura 12. Comportamiento histórico del promedio anual de PM10 en las estaciones que comúnmente superan la norma anual.

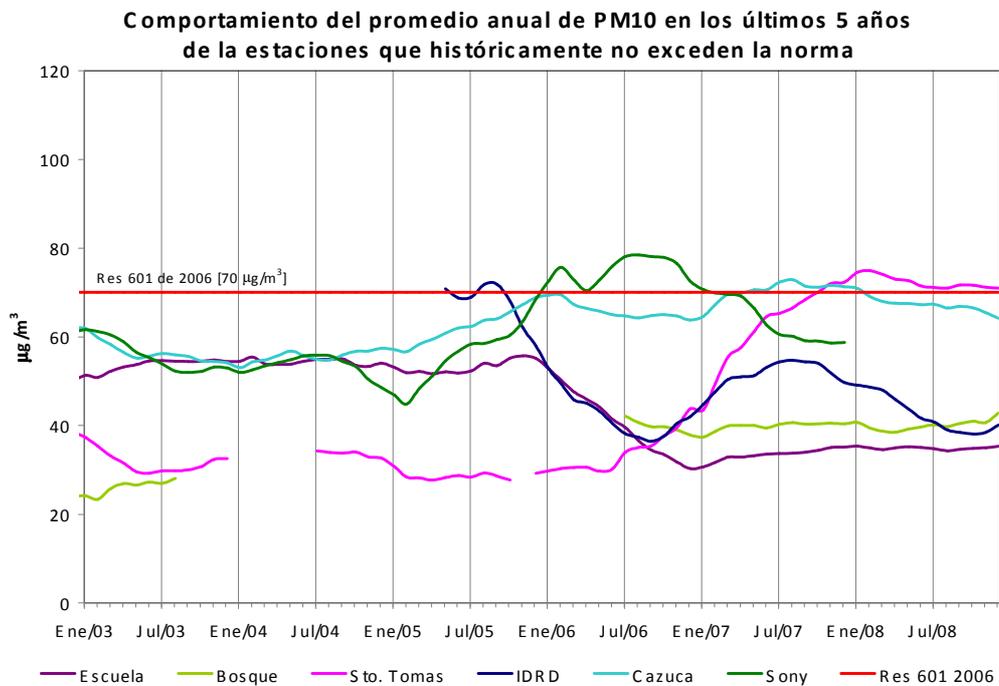


Figura 13. Comportamiento histórico del promedio anual de PM10 en las estaciones que comúnmente no superan la norma anual.

En la Figura 12 se aprecia que la estación No. 11 Corpas reporta un descenso en la concentración desde julio de 2007 y a partir de enero de 2008 la disminución es tal que no vuelve a exceder la norma. Por su parte la estación No. 9 Kennedy ha mantenido sus promedios anuales entre 94 y 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las otras cuatro estaciones mostradas en la figura, no reportan promedios para el año 2008 porque, como se mencionó anteriormente sus datos están en revisión.

Por su parte, en la Figura 13 se muestran las estaciones que comúnmente registran promedios anuales inferiores a la norma. Se observa que la estación No. 10 Santo Tomás ha presentado un incremento desde julio de 2006, hasta llegar a exceder la norma a partir de octubre de 2007. Las estaciones No. 1 Bosque y No. 8 Escuela han reportado muy poca variación en sus promedio anuales desde enero de 2007. Por su parte la estación No. 7 Cazucá, que durante el segundo semestre de 2007 había excedido la norma, a partir de febrero de 2008 registra promedios por debajo de la misma.

1.1.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM2.5

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá cuenta actualmente con la estación No. 9 Kennedy para medir este contaminante. Se debe tener en cuenta que la normatividad no ha establecido límites para este contaminante pero como se cita en el Parágrafo 2 del Artículo 4o. de la Resolución 601 de 2006, se pueden tomar como valores guía los estándares de la EPA (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual y de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración diaria).

Máximos en 24 Horas

A partir de los registros de la estación que monitorea este contaminante, se obtuvieron 5335 medias móviles de 24 horas de concentración de PM2.5, que tienen un 61% de representatividad temporal. De los promedios hallados, ninguno superó el valor guía establecido por la EPA y más del 60% de éstos valores estuvieron por debajo de 32.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que corresponde al 50% del estándar. El 30% de las mediciones estuvo entre el 50% y el 75% y los datos restantes entre el 75% y el 99.9% del valor guía.

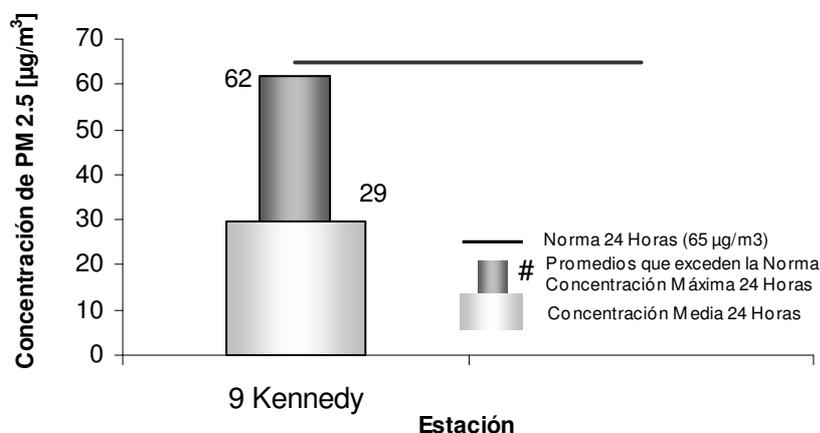


Figura 14. Concentraciones de PM2.5 para 24 horas durante el 2008.

Por otro lado, la máxima concentración para 24 horas registrada por la RMCAB durante el periodo de tiempo reportado fue de $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se presentó el sábado 20 de septiembre de 2008 a las 04:00 horas. En la Figura 14 se muestra la concentración máxima para promedios 24 horas de $\text{PM}_{2.5}$ y la concentración media para 24 horas que está por debajo del valor guía dado por la Resolución 601 de 2006.

Promedio Anual de $\text{PM}_{2.5}$

Durante el año 2008 se calcularon 366 promedios anuales de $\text{PM}_{2.5}$ con una representatividad de 72%. El promedio de estos valores fue de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando el valor guía establecido ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en un 100%, como se observa en la Figura 15.

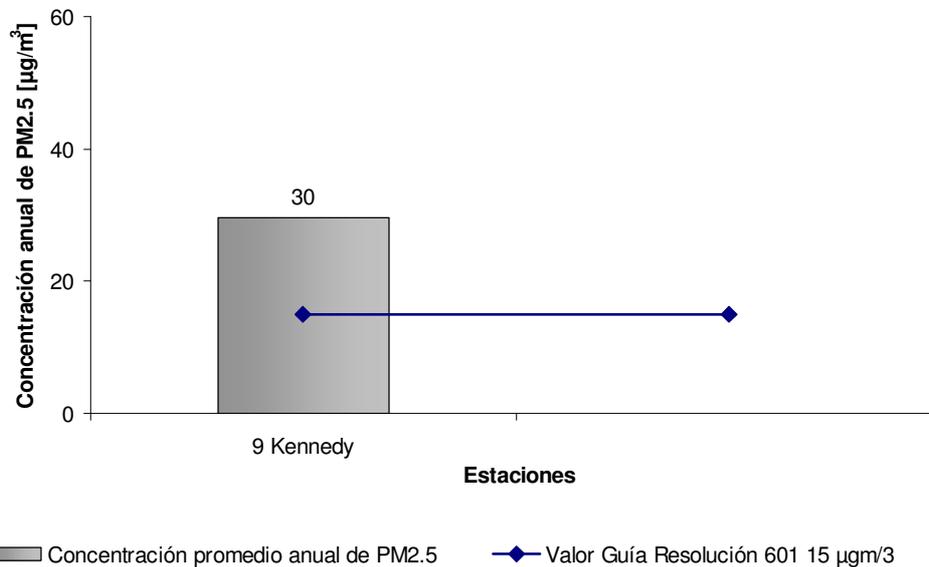


Figura 15. Concentración promedio anual de $\text{PM}_{2.5}$

1.1.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PST

Para medir la concentración de partículas suspendidas totales (PST) la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá contó con dos analizadores ubicados en las estaciones No. 7 Cazucá y No. 3 Sony.

Máximos en 24 Horas

En la estación No. 7 Cazucá se recolectaron 7269 promedios de 24 horas y no se presentaron excedencias a la norma ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que para la estación No 3 Sony se reportaron 7520 promedios, de los cuales el 3.5% excedió la norma. En general, sólo el 1.8% del total de promedios de 24 horas recolectados para PST excedió la norma y el 50% de éstos estuvo por debajo de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la mitad del valor de la norma).

En la Figura 16 se resume lo expuesto anteriormente y se identifican los valores máximos del promedio 24 horas de PST registrados en ambas estaciones; para Cazucá fue de 283 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para Sony de 578 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocurriendo el día sábado 01 de marzo a las 15:00 y el miércoles 31 de diciembre de 2008 a las 00 horas, respectivamente.

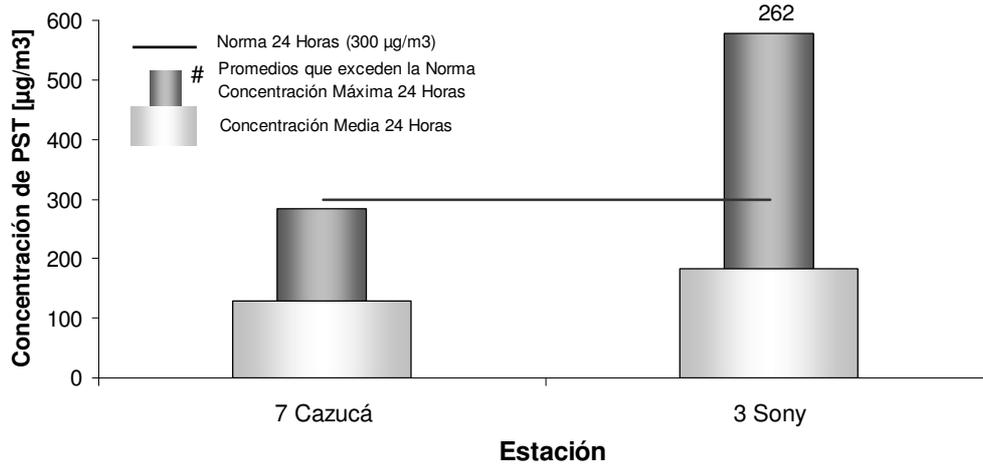


Figura 16. Concentraciones de PST para 24 horas por estación durante el año 2008.

En las siguientes figuras se resume el comportamiento de los promedios diarios de PST del 2008 comparados con los promedios diarios multianuales por estación y por mes del año. La dispersión de los datos de concentración de PST en la estación Cazucá (Figura 17) es menor en el año 2008 a la reportada multianual, así como también la mediana se ubica en un valor de concentración casi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ menos. Además, se aprecia un menor número de datos atípicos y los bigotes se extienden a concentraciones menores que las presentadas en el multianual. Por el contrario, para la estación Sony, la dispersión aumenta ligeramente durante el año 2008, al igual que la ubicación de la mediana; también se observa un valor extremo en cerca de 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el límite superior se encuentra a una mayor concentración de PST.

En la Figura 18, la tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PST mes a mes muestran que para el año 2008, el comportamiento de éste contaminante varía con respecto al comportamiento multianual en algunos meses del año, resaltando los de enero y febrero pues la dispersión de los datos es menor, así como los valores de la mediana y los límites superiores. Por el contrario, a partir del mes de mayo la dispersión aumenta para el año 2008 y la posición de la mediana varía ubicándose unos meses por encima y otros por debajo de la multianual. El mes de diciembre presenta la mayor dispersión, aunque la mediana es menor a la multianual; además, se registra un dato atípico por encima de 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el límite superior se encuentra por encima del mayor multianual a más de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se presentan datos atípicos ni extremos para ningún otro mes del año 2008.

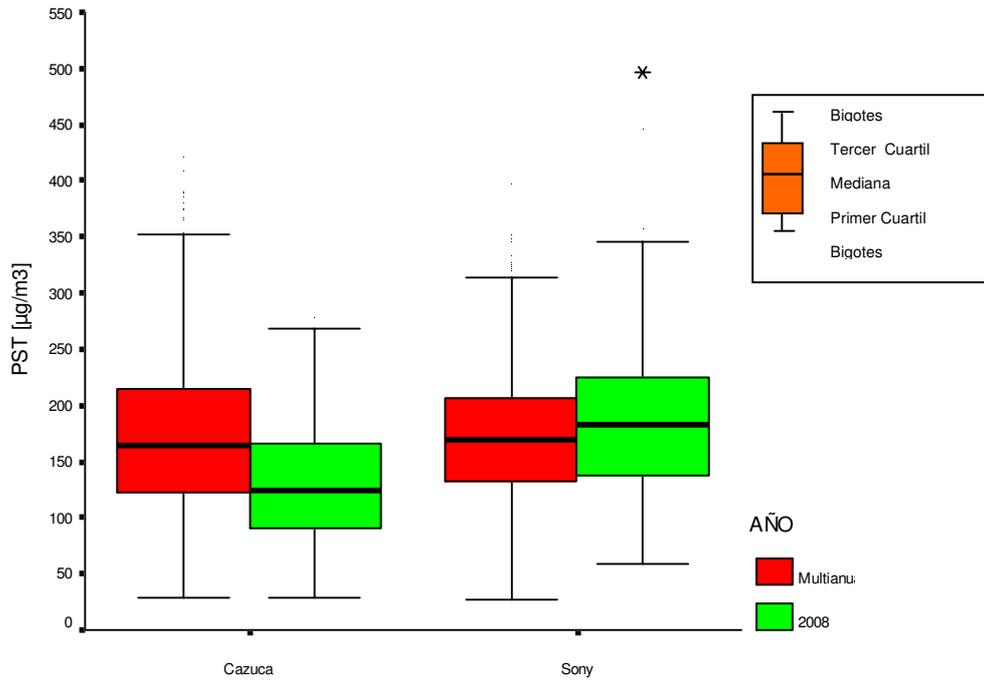


Figura 17. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PST por estación.

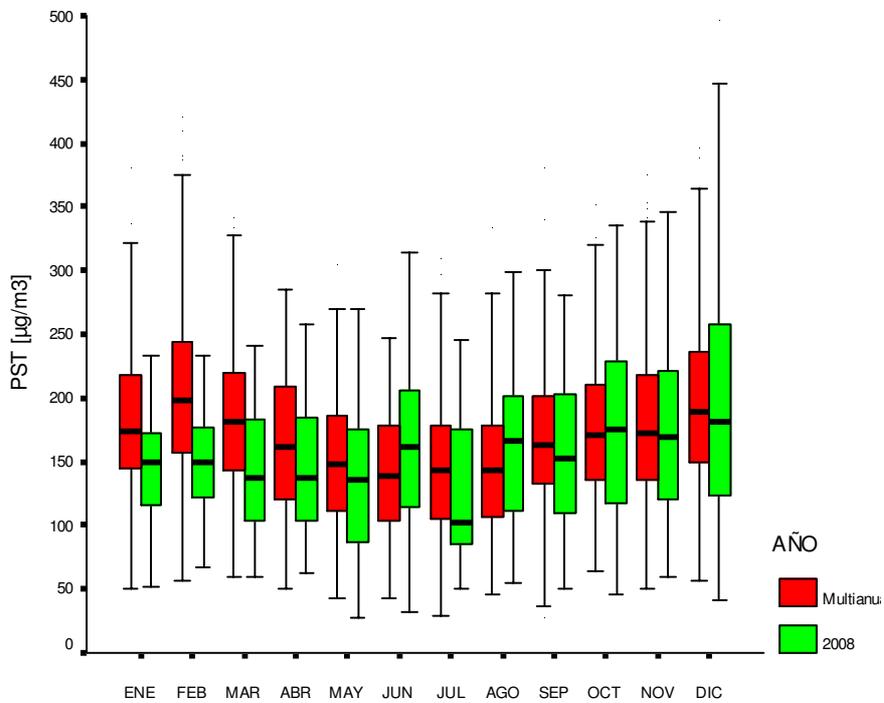


Figura 18. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PST por mes del año.

Promedio Anual de PST

Se debe recordar que éste valor es el promedio geométrico de las concentraciones medias diarias en 365 días. Para el análisis de los promedios anuales de PST se cuenta con la Figura 19 en la cual se aprecia el comportamiento de la concentración promedio anual mes a mes, tanto en la estación de Cazucá como en la de Sony. La estación de Cazucá presenta una disminución progresiva a lo largo del año, hasta reportar una reducción de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de PST; por su parte la estación de Sony no reportó una variación significativa de la concentración de PST durante el año, encontrándose un ligero aumento en los últimos tres meses del año. Pese a lo anterior, se debe tener en cuenta que en las dos estaciones se excedió el límite máximo establecido por la Resolución 601 de 2006 de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

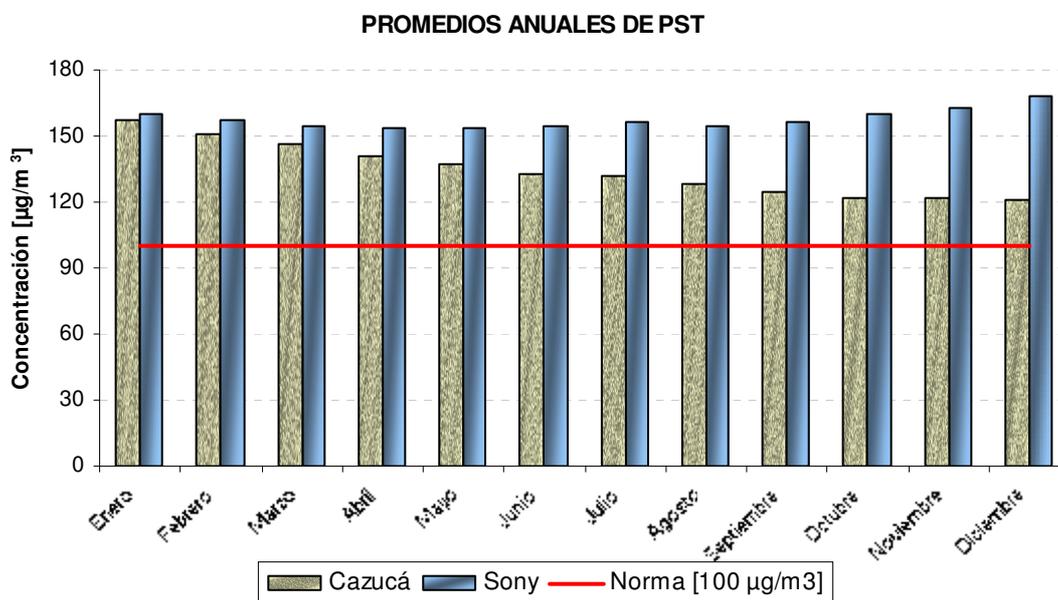


Figura 19. Comportamiento de la concentración promedio anual a lo largo del año en cada una de las estaciones que monitorearon PST.

Como resumen del comportamiento de la concentración de PST durante el año 2008 se presenta la Figura 20, en la cual se aprecia claramente el incumplimiento de la Resolución 601 de 2006; en Cazucá se excede la norma un 59% y en Sony un 73%.

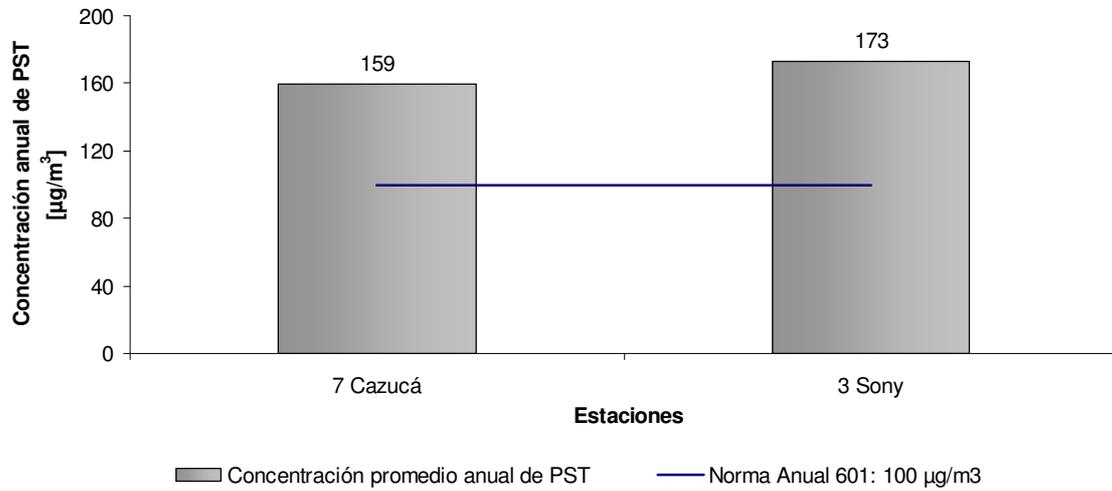


Figura 20. Máxima concentración promedio anual de PST por estación durante el 2008.

Al analizar el comportamiento de los promedios diarios de PST en todas las estaciones que monitorean este parámetro, resumido en la diagrama de cajas de la Figura 21 puede verse que en el año 2008 la dispersión de los datos aumentó ligeramente en comparación a los dos años precedentes, registrándose datos extremos; sin embargo, la mediana no sobrepasa los $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 75% de los datos se encuentran por debajo de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el año 2006 se registraron las mayores concentraciones de este contaminante, y a partir de este año han tendido a disminuir.

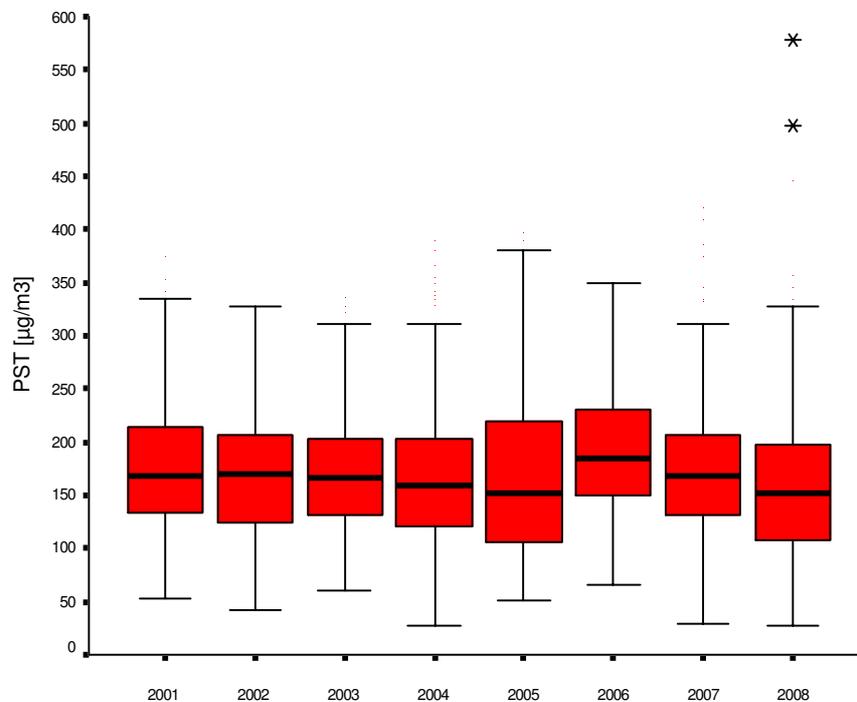


Figura 21. Concentraciones de PST de toda la RMCAB promedios diarios

1.2 GASES CONTAMINANTES

La RMCAB, además de medir el material particulado durante el año 2008, realizó el monitoreo de otros contaminantes tanto primarios como secundarios presentes en el aire. Éstos son el dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) y ozono (O₃), gases producto principalmente del uso de combustibles fósiles y de reacciones fotoquímicas ocurridas en la atmósfera.

El SO₂, contaminante primario, es un gas incoloro y de olor picante e irritante en concentraciones superiores a 3 ppm. Es producto principalmente de la utilización de combustibles fósiles con contenido de azufre como el carbón, la gasolina y el diesel, que son usados en la industria y el transporte. Este gas puede reaccionar químicamente con otros compuestos y generar lluvia ácida y material particulado secundario. Su aspiración continua puede producir problemas respiratorios.

El NO₂ 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 NO₂ participa en las reacciones atmosféricas que dan lugar a la formación del ozono (O₃) y material particulado secundario, y afecta pulmones y vías respiratorias.

El CO es un gas inflamable, incoloro e insípido y es producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Este gas afecta la salud puesto que tiene mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno, por lo cual puede llegar a interferir sustancialmente en el proceso de transporte de oxígeno en el torrente sanguíneo.

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. Es un oxidante fuerte, muy fácil de producir pero a la vez muy fácil de destruir; es el compuesto más representativo de los compuestos fotoquímicos. Sus efectos en el sistema respiratorio son de cuidado ya que es un gas altamente oxidante e irritante.

1.2.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SO₂

Para analizar este contaminante, la RMCAB contó con 9 analizadores de dióxido de azufre (SO₂) y un equipo DOAS, ubicados según configuración mostrada en la Tabla 1. De éstos equipos, tres fueron reemplazados por equipos nuevos e instalados en el mes de mayo en las estaciones No. 6 Carrefour, No. 11 Corpas y No. 9 Kennedy, por el proceso de puesta a punto de estos equipos la representatividad de éstas estaciones es baja. Los datos obtenidos en cada una de las estaciones permitieron calcular concentraciones promedio anuales, horarias de 24 horas y de 3 horas con el fin de compararlas con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 601 de 2006.

Máximos en 3 horas

Durante el año 2008 se obtuvieron cincuenta y seis mil noventa y cinco (56095) datos de concentraciones promedio horarias en 3 horas, que representan el 64% de los promedios posibles en el año. En la Tabla 4 se muestran los valores máximos de SO₂ obtenidos para promedios de 3 horas

por estación, así como los días en los cuales se presentó este máximo. Por otro lado, en la Figura 22 se visualizan las concentraciones máximas y medias de cada una de las estaciones. El valor límite máximo permisible para 3 horas en la Resolución 601/06 (287 ppb) no fue excedido en ninguna oportunidad. La estación No. 13 Puente Aranda registró el valor más alto de la Red, aunque la media más alta fue reportada por la estación No. 3 Sony. Al igual que el año anterior, el sector sur es el más afectado por este contaminante, junto con la localidad de Fontibón.

Tabla 4. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de SO₂ para 3 horas durante el año 2008.

Estación	Promedio Máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 3H
11 Corpas	24	Jueves 27 Noviembre 2008 11:00
6 Carrefour	17	Martes 13 Mayo 2008 21:00
14 Fontibón	68	Domingo 27 Abril 2008 02:00
5 IDR	41	Lunes 10 Marzo 2008 09:00
2 MAVDT	13	Lunes 10 Marzo 2008 08:00
13 Puente Aranda	213	Miércoles 02 Enero 2008 23:00
9 Kennedy	49	Sábado 21 Junio 2008 05:00
7 Cazucá	83	Sábado 29 Marzo 2008 02:00
3 Sony	58	Jueves 23 Octubre 2008 22:00
4 Tunal	63	Jueves 03 Julio 2008 19:00

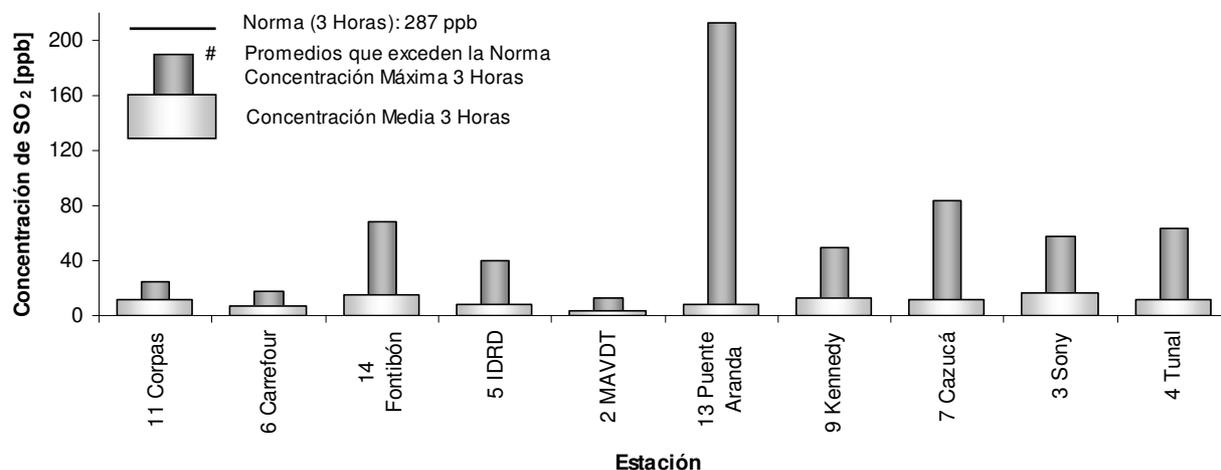


Figura 22. Concentración máxima de SO₂ para 3 horas por estación durante el año 2008.

Máximos en 24 horas

Para el estudio de la concentración promedio horaria en 24 horas de SO₂, se contó con cincuenta y cinco mil novecientos ochenta y cinco (55985) promedios, cuya representatividad temporal es del 64%. Todos los promedios obtenidos estuvieron por debajo del nivel máximo permisible establecido en la Resolución 601/2006 para 24 horas (96ppb). Los mayores promedios de cada una de las estaciones se reportan en la Tabla 5, junto con la fecha de ocurrencia del evento.

La Figura 23 representa de manera gráfica las concentraciones máximas y medias de SO₂ en cada una de las estaciones que miden éste contaminante. Al igual que en los máximos de tres horas, la estación de Puente Aranda presenta la mayor concentración promedio 24 horas.

Tabla 5. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de SO₂ para 24 horas durante el año 2008

Estación	Promedio Máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 24H
11 Corpas	15	Jueves 11 Diciembre 2008 02:00
6 Carrefour	15	Jueves 24 Abril 2008 14:00
14 Fontibón	39	Domingo 09 Marzo 2008 08:00
5 IDR	20	Sábado 05 Abril 2008 03:00
2 MAVDT	7	Viernes 14 Marzo 2008 13:00
13 Puente Aranda	75	Jueves 03 Enero 2008 12:00
9 Kennedy	26	Jueves 11 Diciembre 2008 19:00
7 Cazucá	32	Sábado 29 Marzo 2008 04:00
3 Sony	36	Lunes 08 Septiembre 2008 23:00
4 Tunal	42	Viernes 04 Julio 2008 12:00

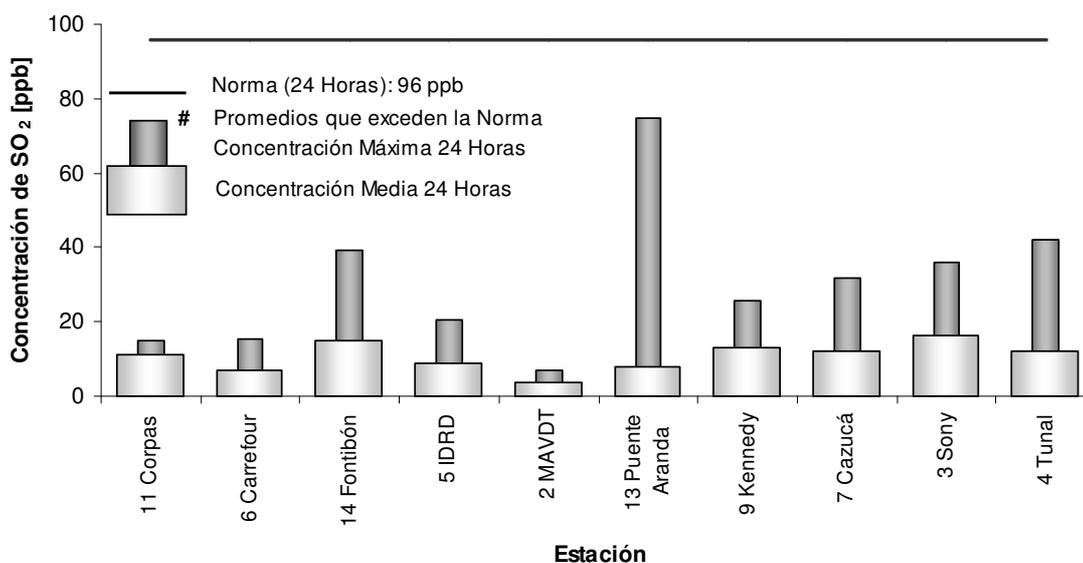


Figura 23. Concentración máxima de SO₂ para 24 horas por estación durante el año 2008.

En las Figura 24, Figura 25 y Figura 26 se presentan las tendencias de los valores diarios para SO₂, del año 2008 comparado con la tendencia histórica o multianual en la RMCAB. En la primera figura se observa que las estaciones No. 1 Bosque y No. 10 Santo Tomás no reportaron datos durante el 2008. Por su parte, las estaciones No. 4 Tunal, No. 5 IDR, No. 9 Kennedy y No. 14 Fontibón presentan una mayor dispersión que la multianual; a excepción de la estación No. 4 Tunal, no se registraron datos extremos en estas estaciones y los valores entre los que se encuentra el diagrama de caja y la mediana son superiores en el año analizado. Las demás estaciones registraron una menor dispersión y, tan sólo en la estación No. 13 Puente Aranda, se registraron datos extremos hasta un valor cercano a 70 ppb.

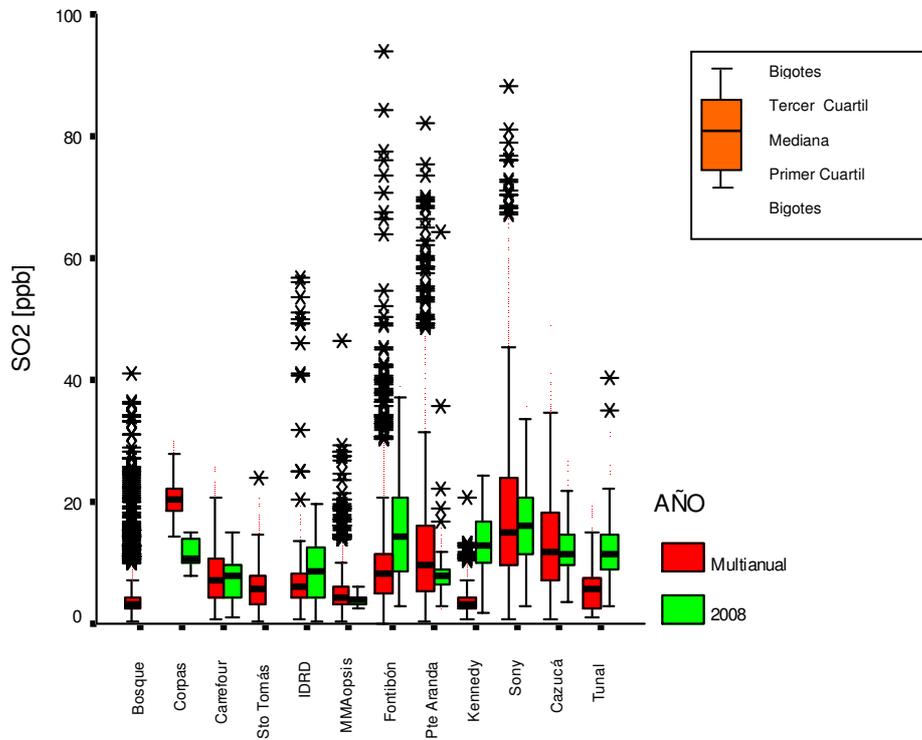


Figura 24. Tendencia de las concentraciones de SO₂ de la RMCAB por estación.

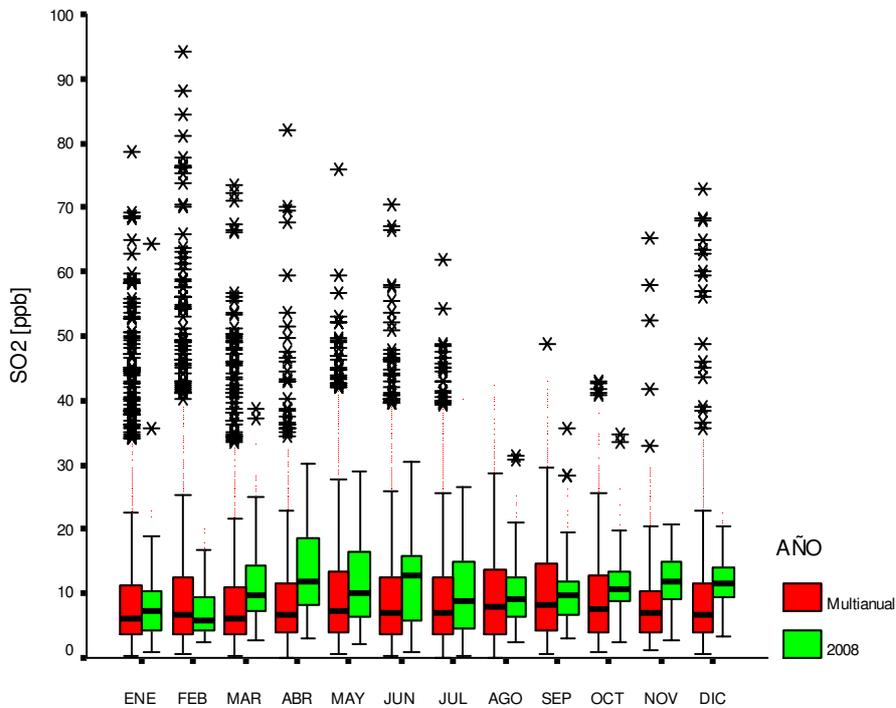


Figura 25. Tendencia de las concentraciones de SO₂ de la RMCAB por mes del año

Para las tendencias mensuales (Figura 25), se aprecia un ligero aumento de la dispersión de los datos en los meses de abril a julio, así como de los valores de concentración en los que fluctúan las cajas. En cuanto a la mediana, ésta se ubicó en concentraciones mayores de SO₂, a excepción del mes de febrero. Se registraron datos extremos en cinco de los doce meses del año y datos atípicos en dos más.

En cuanto a las tendencias semanales (Figura 26), la dispersión para el año 2008 es similar a la multianual, aunque se visualiza un desplazamiento de las cajas hacia valores mayores de concentración, por lo que la mediana se ubicó por encima de la multianual.

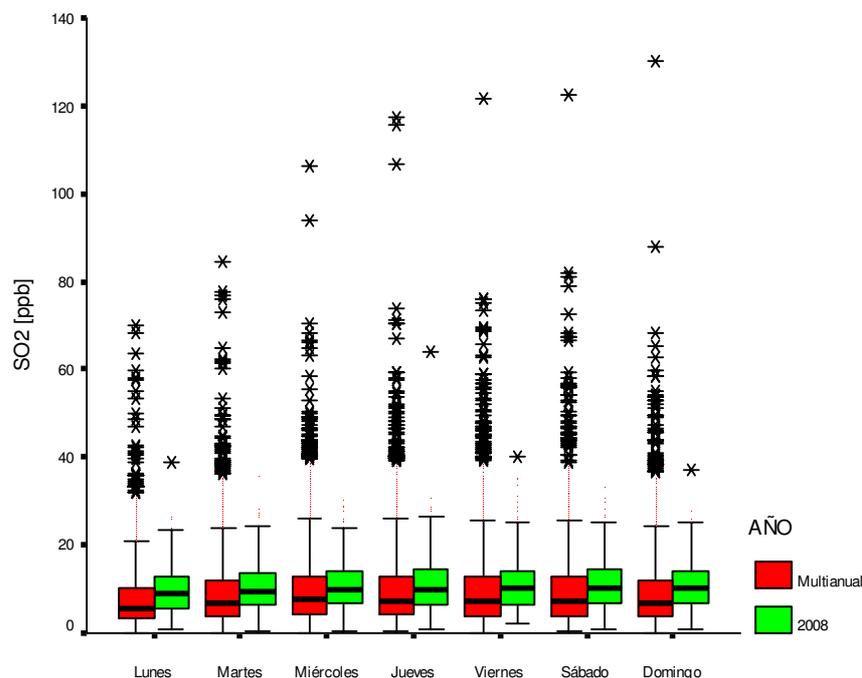


Figura 26. Tendencia de las concentraciones de SO₂ de la RMCAB por día de la semana

Máximos anuales

Durante el año 2008 se obtuvieron tres mil ochocientos sesenta y un (3861) datos de promedios anuales de la concentración de SO₂, ninguno de los cuales superó lo establecido en la Resolución 601 del 2006 (31ppb). Estos datos tienen una representatividad de 73%, afectada por la representatividad de las estaciones No. 11 Corpas y No. 10 Santo Tomás, pues éstas estaciones iniciaron a monitorear este contaminante a mediados del año.

En la

Figura 27 se muestran los máximos promedios anuales del 2008 para cada una de las estaciones, destacándose la No. 7 Cazucá y No. 3 Sony, que pertenecen al sector suroccidental, con los mayores promedios. Como se ha mencionado anteriormente, éste sector es el más afectado por la presencia de este contaminante.

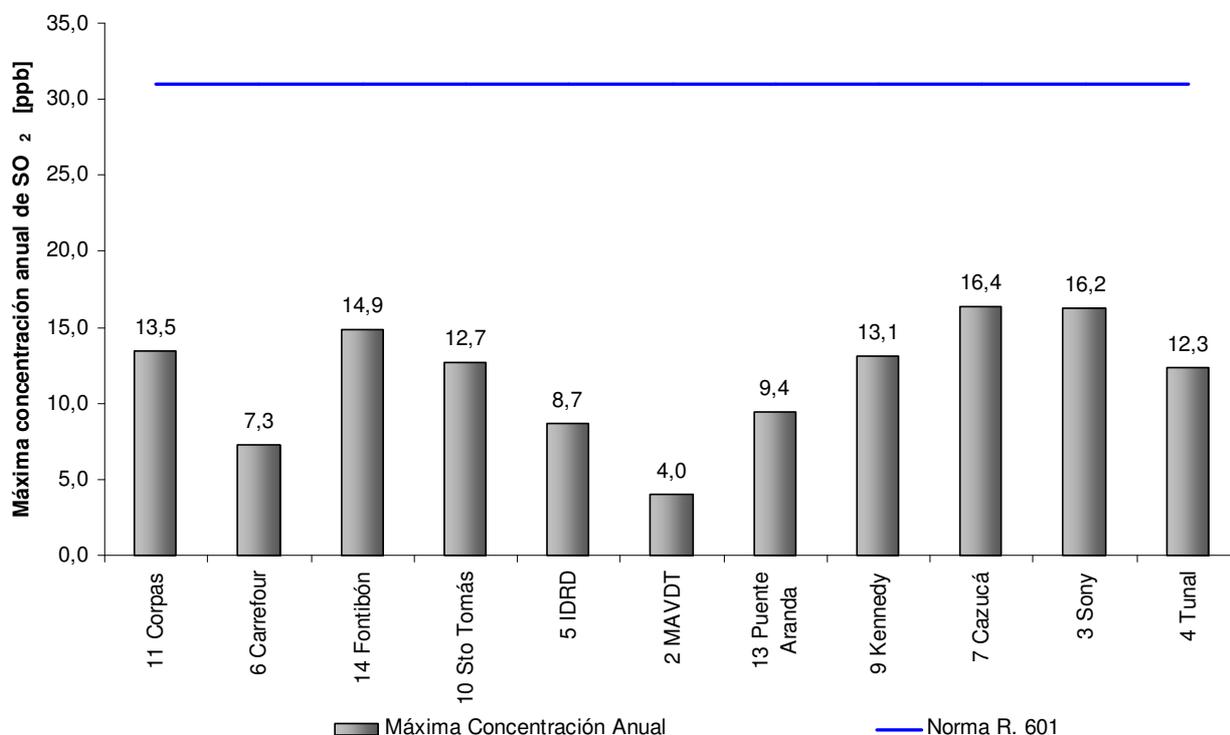


Figura 27. Máxima concentración promedio anual de SO₂ por estación durante el año 2008.

En la Tabla 6 se presentan los valores de las concentraciones promedio anuales de los años 1998 hasta 2008, correspondientes a las estaciones que miden SO₂, calculadas el 31 de Diciembre de cada año. En las estaciones No. 7 Cazucá y No. 2 MAVDT se mantienen los mismos valores del año precedente, mientras que en las demás estaciones presentadas la concentración del SO₂ aumentó.

Tabla 6. Concentraciones promedio anuales de SO₂ calculadas el 31 de Diciembre de cada año.

No.	NOMBRE	Concentración en [µg/m ³]										
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
6	Carrefour			8	9	8	3	19		5	6	7
14	Fontibón		10	21	9	6	8	9	7	7	7	11
10	Sto. Tomás	8	6	6	8	6	6	2	4	5	5	9
5	IDRD						18	6	9	6	6	7
2	MAVDT	5	7	6	4	4			6	4	4	4
13	Pte. Aranda	28	25	28	25	13	11	17	6		5	9
9	Kennedy		20	26	13	7	3	18	6	3	3	8
7	Cazucá	29	19	27	16	21	15	11	17	7	14	14
3	Sony	13	13	11	17	14	9		17	12	11	14

En la Figura 28 se muestra la tendencia de los promedios diarios de concentración de SO₂, encontrando que para el año 2008 aumentó la dispersión con relación a los dos años anteriores y el

valor de la mediana es el más alto de los tres años recientes, aunque este se mantiene por debajo de los 15 ppb. En general, la tendencia de este contaminante es a reportar valores bastante inferiores a la norma.

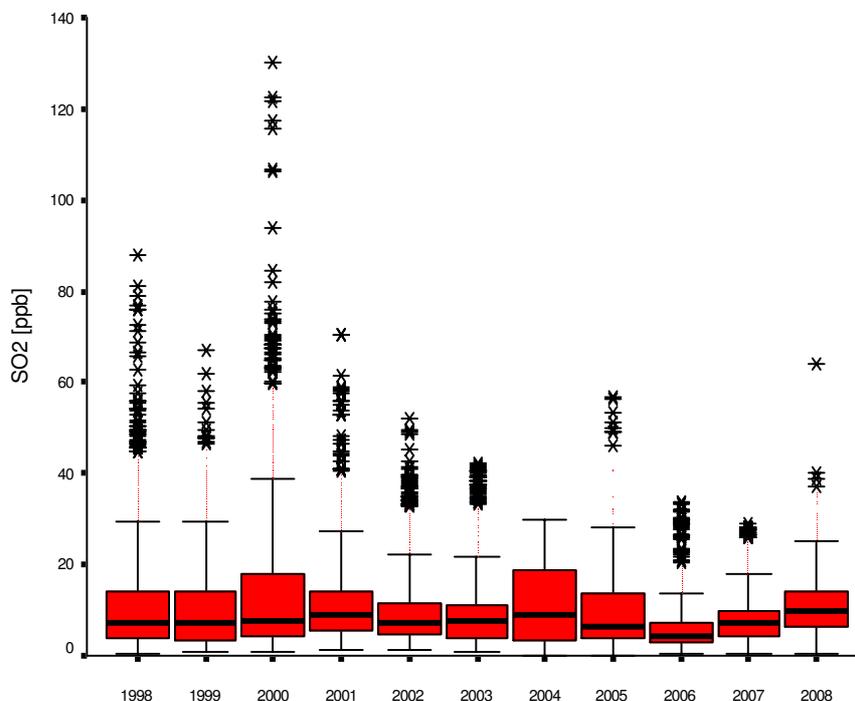


Figura 28. Tendencia histórica del SO₂ en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NO₂

En el año 2008 se calcularon promedios horarios, de 24 horas y anuales de concentración de NO₂ para las estaciones configuradas en la Tabla 1. Durante el año 2008 se adquirieron cinco analizadores nuevos instalados en las estaciones No. 3 Sony, No. 4 Tunal, No. 8 Escuela, No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón.

Máximos en 1 hora

En este año se obtuvieron 43881 datos de promedios horarios, con una representatividad del 62% afectada por la representatividad de las estaciones en las cuales se instalaron nuevos equipos. Las estaciones No. 6 Carrefour, No. 5 IDR y No. 4 Tunal reportaron valores de concentración superiores a la norma (106 ppb Res. 601 2006), como se observa en la Figura 29. Además, en esta gráfica se pueden apreciar los valores de concentración máxima horaria presentada en cada una de las estaciones y las medias; estas últimas no superaron el 30% de la norma. Los días en que ocurrieron los máximos promedios horarios en cada estación se presentan en la Tabla 7.

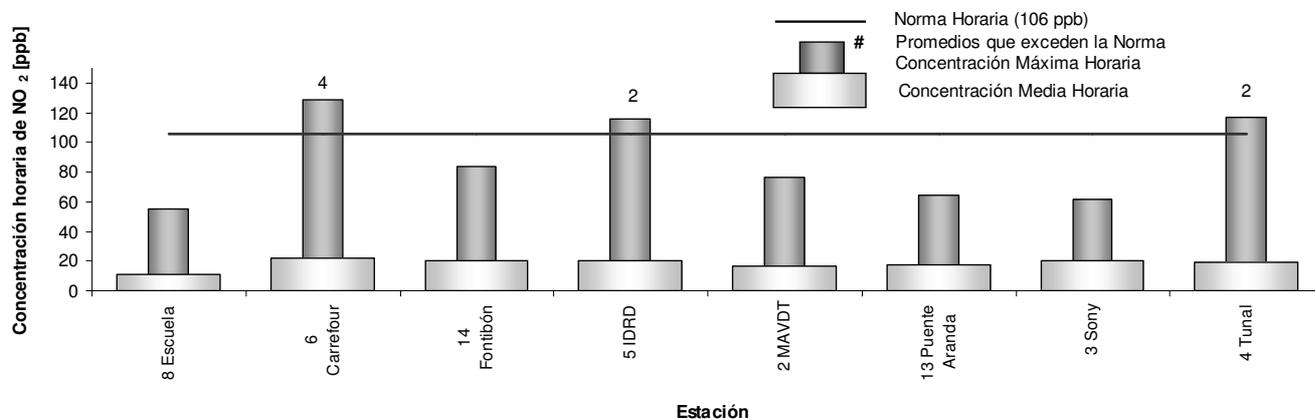


Figura 29. Concentración máxima de NO₂ para 1 hora por estación durante el año 2008.

Tabla 7. Día y hora de ocurrencia de los máximos promedios horarios de NO₂ durante el año 2008.

Número y nombre de la Estación	Promedio máximo [ppb]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 1 h
8 Escuela	56	Jueves 11 Diciembre 2008 16:00
6 Carrefour	129	Miércoles 12 Marzo 2008 23:00
14 Fontibón	83	Miércoles 05 Noviembre 2008 09:00
5 IDR	116	Viernes 07 Noviembre 2008 09:00
2 MAVDT	76	Martes 22 Abril 2008 10:00
13 Puente Aranda	64	Viernes 19 Septiembre 2008 11:00
3 Sony	61	Martes 12 Agosto 2008 10:00
4 Tunal	117	Viernes 24 Octubre 2008 09:00

Máximos en 24 horas

Para el año 2008 se pudieron calcular 43194 datos de promedios 24 horas de NO₂, que corresponden a una representatividad del 61%, afectada, como se dijo anteriormente, por la reciente instalación de equipos nuevos. De estos promedios, ninguno superó la norma establecida para NO₂ en medias móviles de 24 horas (80 ppb) como se observa en la Figura 30; además se observa que las estaciones No. 5 IDR, No. 6 Carrefour y No. 14 Fontibón presentan las mayores concentraciones medias del año, las cuales se encuentran por debajo del 38% del valor de la norma. En la Tabla 8 se reportan éstos promedios 24h por estación y el día en que ocurrieron.

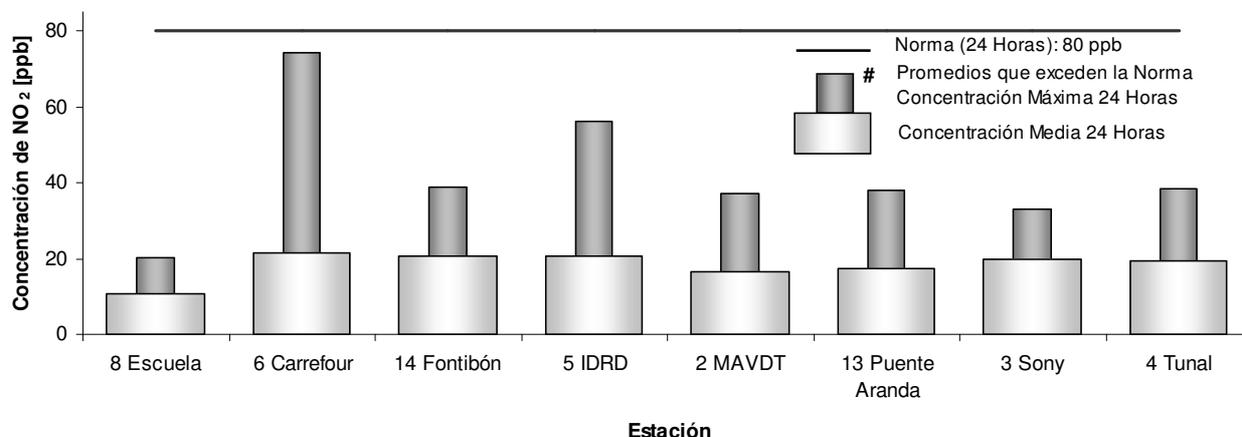


Figura 30. Concentración máxima de NO₂ para 24 horas por estación durante el año 2008.

Tabla 8. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de NO₂ para 24 horas durante el año 2008.

Número y nombre de la Estación	Promedio máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 24 h
8 Escuela	20	Sábado 23 Agosto 2008 15:00
6 Carrefour	74	Jueves 13 Marzo 2008 12:00
14 Fontibón	39	Domingo 26 Octubre 2008 14:00
5 IDR	56	Jueves 04 Septiembre 2008 20:00
2 MAVDT	37	Sábado 24 Mayo 2008 10:00
13 Puente Aranda	38	Sábado 20 Septiembre 2008 04:00
3 Sony	33	Viernes 23 Mayo 2008 21:00
4 Tunal	38	Sábado 25 Octubre 2008 23:00

En las figuras 31, 32 y 33 se presentan las tendencias de los valores diarios para NO₂, en el año 2008 comparadas con la tendencia multianual. En la primera figura, las estaciones No. 4 Tunal y No. 8 Escuela no presentan datos multianuales, mientras que las estaciones No. 1 Bosque, No. 7 Cazucá, No. 11 Corpas y No. 10 Santo Tomás no registraron datos o éstos fueron insuficientes para generar el diagrama del año 2008. Las estaciones No. 2 MAVDT, No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón presentaron una menor dispersión durante el año 2008; los límites superiores fueron menores también, así como el valor de la mediana en la dos primeras estaciones, y no presentaron datos extremos. Por su parte, la estación No. 14 Fontibón presentó la mediana en un mayor valor de concentración y aumentó ligeramente el límite superior. Las demás estaciones aumentaron la dispersión; se destacan las estaciones No. 6 Carrefour pues presenta valores extremos y No. 5 IDR porque su mediana supera las 20 ppb de concentración y su límite superior alcanza el mayor valor de la serie.

En la Figura 32 se puede observar que todos los meses del año 2008 presentan la mediana por encima de la del periodo multianual. La dispersión aumenta para los meses de mayo y diciembre y se presentan datos extremos en los meses de julio a septiembre. Por otro lado, se observa un comportamiento bimodal durante el año, en el que se destacan los meses de febrero y diciembre como los de mayores valores de concentración.

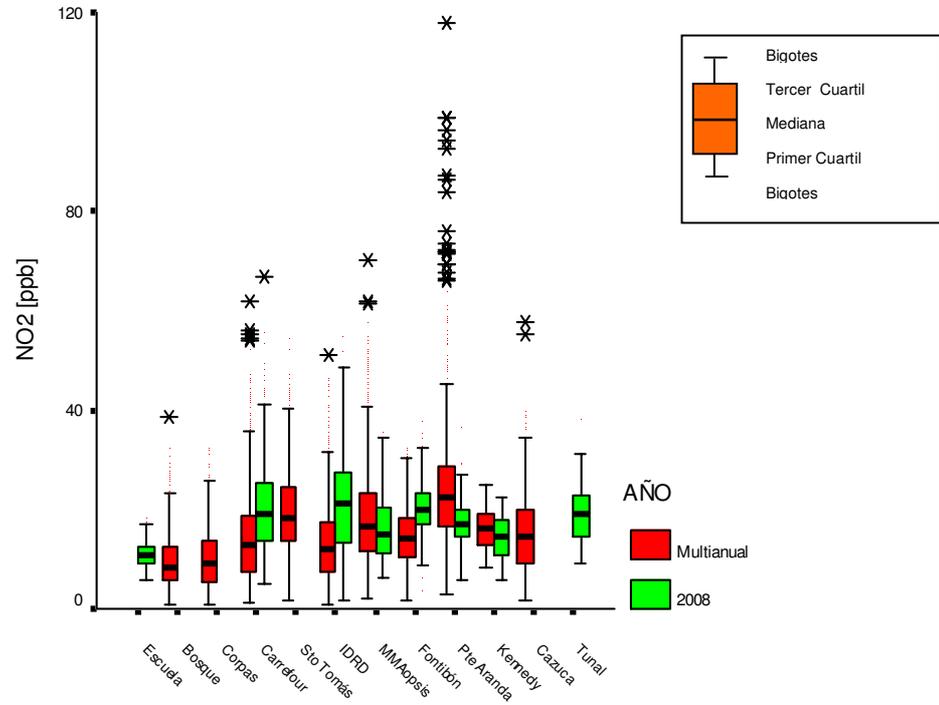


Figura 31. Tendencia de las concentraciones de NO₂ en la RMCAB por estación

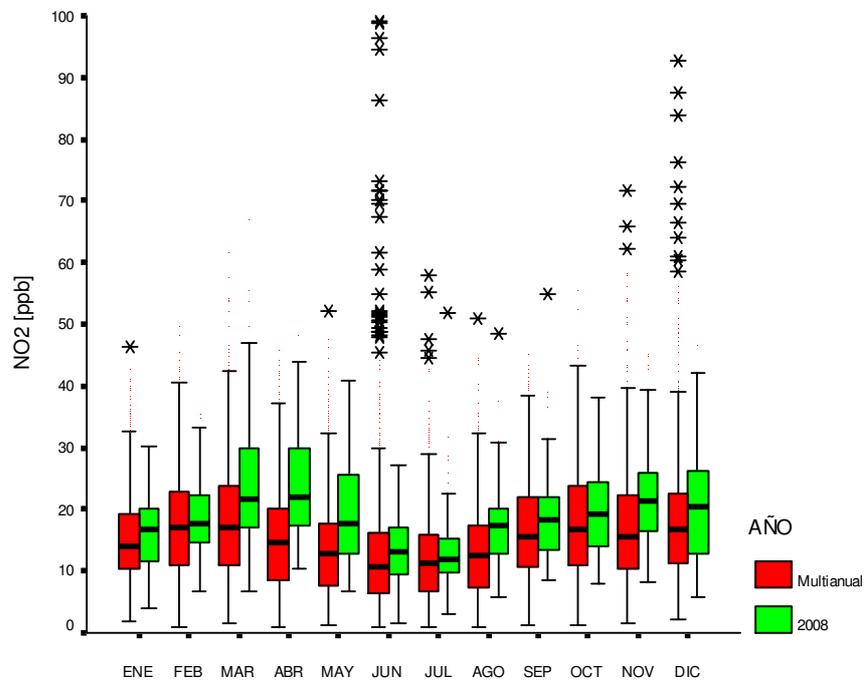


Figura 32. Tendencia de las concentraciones de NO₂ en la RMCAB por mes del año

En la Figura 33, analizando las tendencias de concentraciones por día de la semana, se observa una dispersión menor en el año 2008 con respecto a la multianual. Sin embargo, la mediana se ubicó por encima de la multianual para todos los días de la semana en al año 2008, presentándose datos extremos los días de martes a viernes.

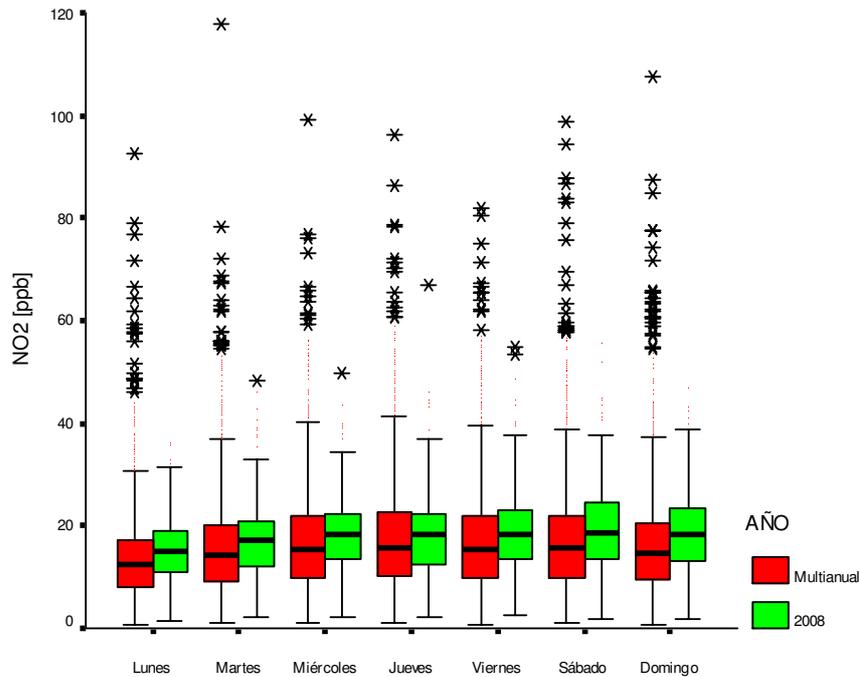


Figura 33. Tendencia de las concentraciones de NO₂ en la RMCAB por día de la semana

Promedio Anual de NO₂

Para el 2008 se calcularon 2485 datos de promedios anuales de NO₂, de los cuales ninguno superó la norma anual establecida en 53 ppb y el 98% de los datos se mantuvieron por debajo del 50% de la norma. Sólo las estaciones No. 5 IDR D, No. 2 MAVDT y No. 13 Puente Aranda presentaron porcentajes de representatividad superiores al 75%, pues las otras en general, empezaron a monitorear este contaminante en el segundo semestre del año 2008.

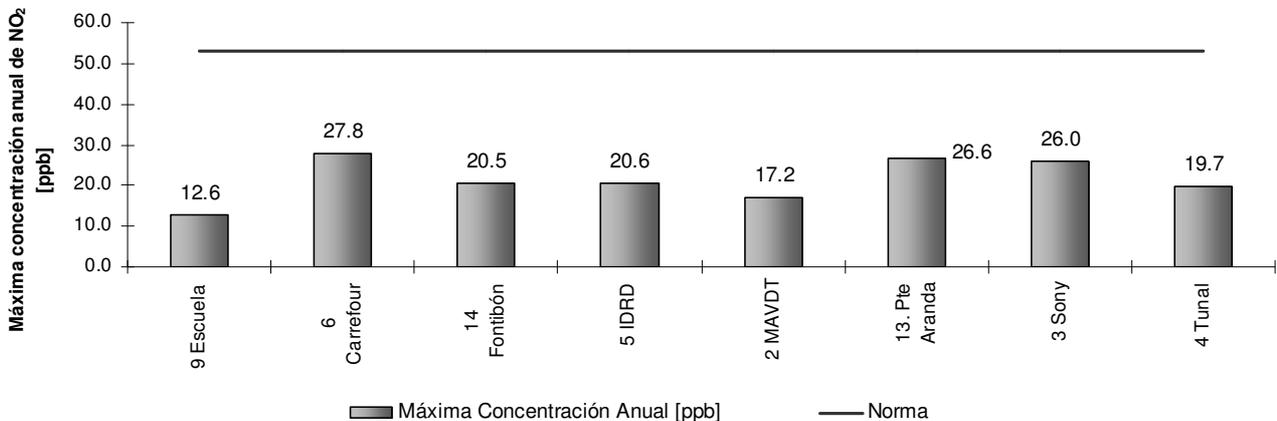


Figura 34. Máxima concentración promedio anual de NO₂ por estación durante el año 2008.

En la Figura 35 se aprecia la tendencia de los promedios diarios desde el año 1998 hasta el 2008. Éste último año presenta una menor dispersión comparada con el año inmediatamente anterior y una mediana ubicada ligeramente por encima de la precedente; además, su dispersión es similar a la presentada en el año 2006 aunque en el presente año se registraron mayores valores de concentración en los cuartiles y en el límite superior. En el año 2008 el límite máximo se mantuvo por debajo de las 40 ppb, y se registraron valores extremos que superaron las 50 ppb.

En general, la tendencia de los promedios diarios año a año, presenta tres periodos; el primero de 1998 a 2000 caracterizado por un comportamiento estable en el que la mediana se mantiene y la dispersión varía poco, seguido del periodo comprendido entre los años 2001 y 2005 en el que hay una disminución en la concentración diaria y luego un aumento, por lo que éste periodo presenta las mayores y menores dispersiones, así como los valores más altos y más bajos de concentración. El último periodo, desde el 2006 hasta el año 2008, exhibe un aumento paulatino de la mediana.

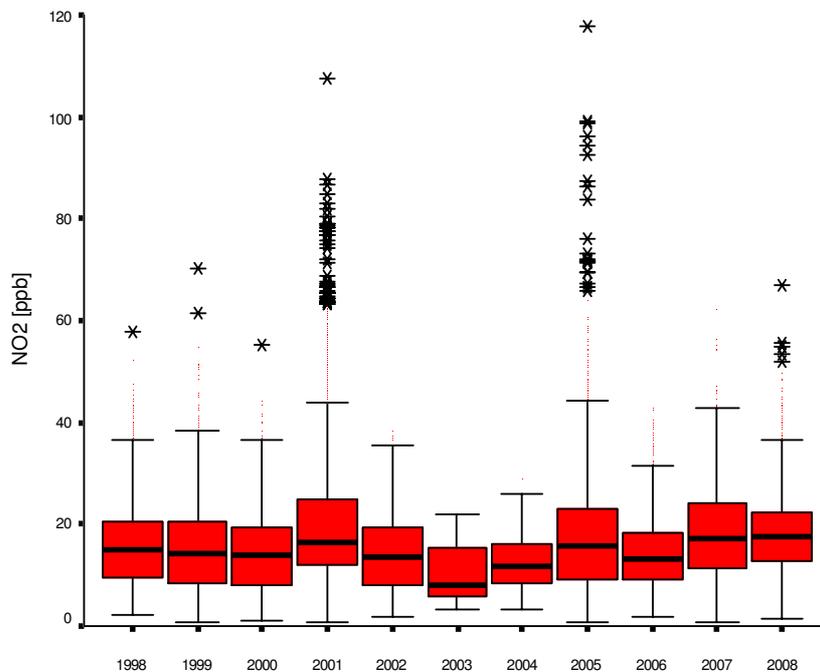


Figura 35. Tendencia histórica de NO₂ en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.2.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO

En el año 2008 fueron reportaron datos de promedios horarios y 8 horas de CO por las estaciones indicadas en la Tabla 1. Se instalaron equipos nuevos en las estaciones No. 3 Sony y No. 13 Puente Aranda; la primera de ellas reportó una representatividad baja, junto con las estaciones No. 7 Cazucá y No. 9 Kennedy, por lo cual no se tuvieron en cuenta para analizar el comportamiento de éste contaminante.

Máximos en 1 hora

Se obtuvieron 29926 datos de promedios horarios de CO equivalentes al 85% de representatividad. Ninguno superó lo establecido en la legislación nacional (35 ppm Res. 601 2006) y todos los promedios se registraron por debajo del 50% de la norma. Esto se evidencia en la Figura 36 dónde además se observa que la estación No. 14 Fontibón registró lo menores valores de concentración de CO. En la Tabla 9 se presenta el día y hora en que ocurrieron los máximos promedios horarios por estación; la estación No. 6 Carrefour presenta el mayor valor de estos promedios, el cual equivale a 19% de la norma. Todos los máximos se registraron en el mes de diciembre....

Tabla 9. Día y hora de ocurrencia de los promedios máximos horarios de CO durante el año 2008.

Número y nombre de la Estación	Promedio máximo [ppm]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 1 hora
6 Carrefour	6.8	Viernes 12 Diciembre 2008 22:00
14 Fontibón	3.7	Viernes 12 Diciembre 2008 21:00
5 IDRD	5.7	Viernes 12 Diciembre 2008 22:00
13 Puente Aranda	5.5	Viernes 12 Diciembre 2008 21:00

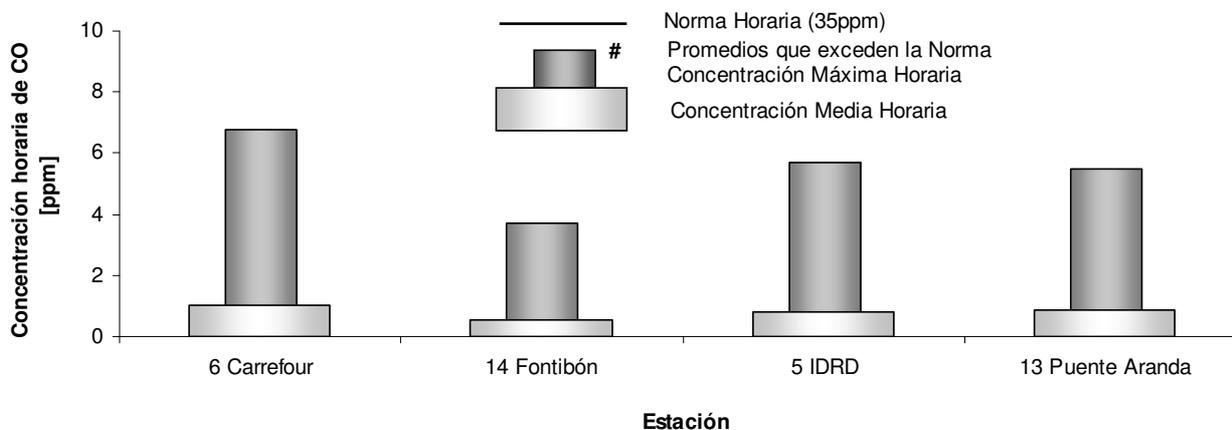


Figura 36. Concentraciones máximas horarias de CO durante el año 2008.

Máximos en 8 horas

Para el año 2008 se calcularon 29859 promedios 8 horas de CO, equivalentes al 85% de todos los datos que se podrían calcular si no se presentaran fallas en la recolección de la información. Durante este año no se presentaron excedencias a la norma (8,8 ppm Res 601 2006). La estación No. 14 Fontibón registró las menores concentraciones 8 horas, mientras que la No. 6 Carrefour las mayores. La Tabla 10 presenta el periodo en que ocurrieron los máximos datos de este parámetro y en la Figura 37 se visualiza la información aquí descrita.

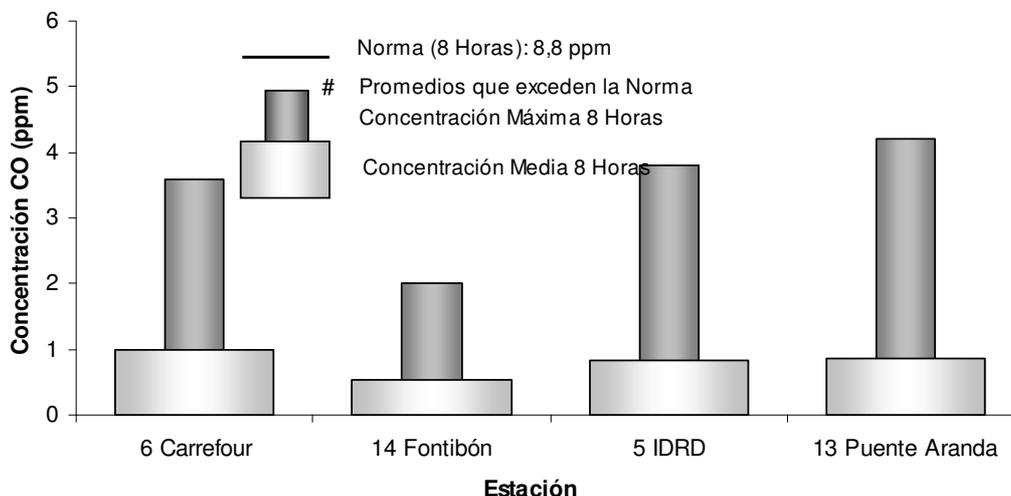


Figura 37. Concentración máxima de CO para 8 horas por estación durante el año 2008.

Tabla 10. Día y hora de ocurrencia de los máximos promedios 8 horas de CO durante el año 2008.

Número y nombre de la Estación	Promedio máximo [ppm]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 8 horas
6 Carrefour	3.6	Domingo 09 Noviembre 2008 01:00
14 Fontibón	2.0	Viernes 20 Junio 2008 22:00
5 IDRD	3.8	Domingo 09 Noviembre 2008 02:00
13 Puente Aranda	4.2	Sábado 13 Diciembre 2008 02:00

Por otra parte, las Figura 38, 39 y 40 presentan la tendencia de las concentraciones de CO del año 2008 comparadas con la tendencia histórica o multianual en la RMCAB. En la primera figura se observa que la estación No. 11 Corpas no reporta datos para el año 2008 y que la caja multianual presenta los mayores valores extremos de la serie presentada. La dispersión de los datos disminuye en el año 2008, en especial en las estaciones No. 3 Sony y No. 14 Fontibón; para la estación No 5 IDRD la disminución es pequeña y la mediana presenta un valor mayor. Por su parte, la estación No. 7 Cazucá es la única que presenta una mayor dispersión de los datos, aunque no se aleja mucho de la tendencia multianual. Cabe resaltar que en la demás estaciones, los valores del límite superior no sobrepasan las 2 ppm mientras que en la multianual llegan cerca a 7 ppm, por lo que las concentraciones de CO durante el año 2008 se redujeron notablemente.

En cuanto a la Figura 39, las dispersiones disminuyeron notablemente para todos los meses del año 2008 en relación con las multianuales; el mes de julio sigue presentando los menores valores de concentración de contaminantes. En los meses de enero, abril, mayo y junio de 2008 se registraron datos extremos, mientras que en el multianual en enero, octubre y noviembre.

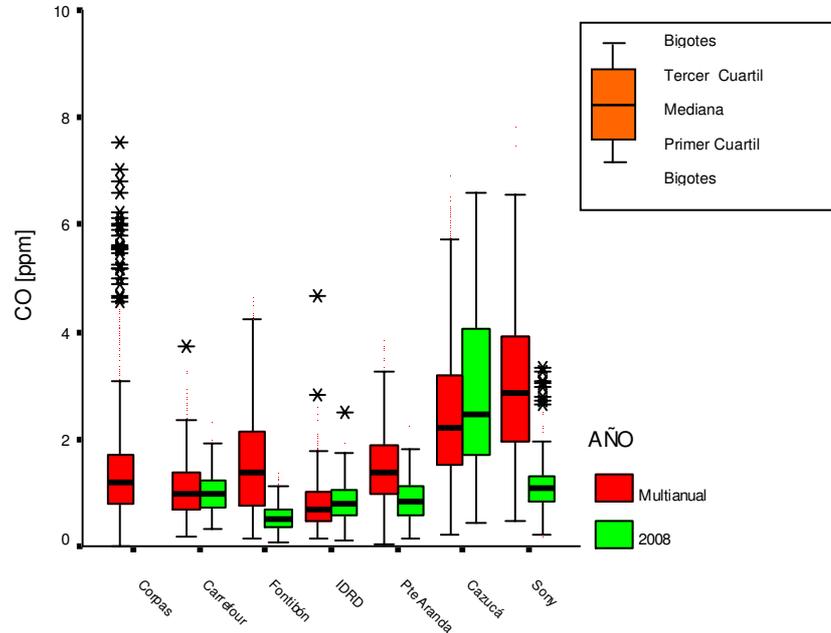


Figura 38. Tendencia de las concentraciones de CO en la RMCAB por estación.

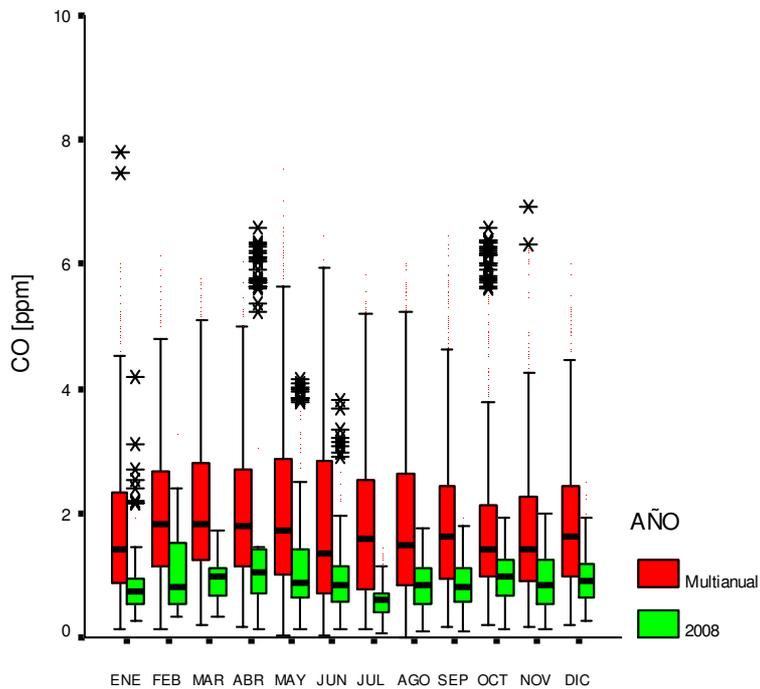


Figura 39. Tendencia de las concentraciones de CO en la RMCAB por mes del año

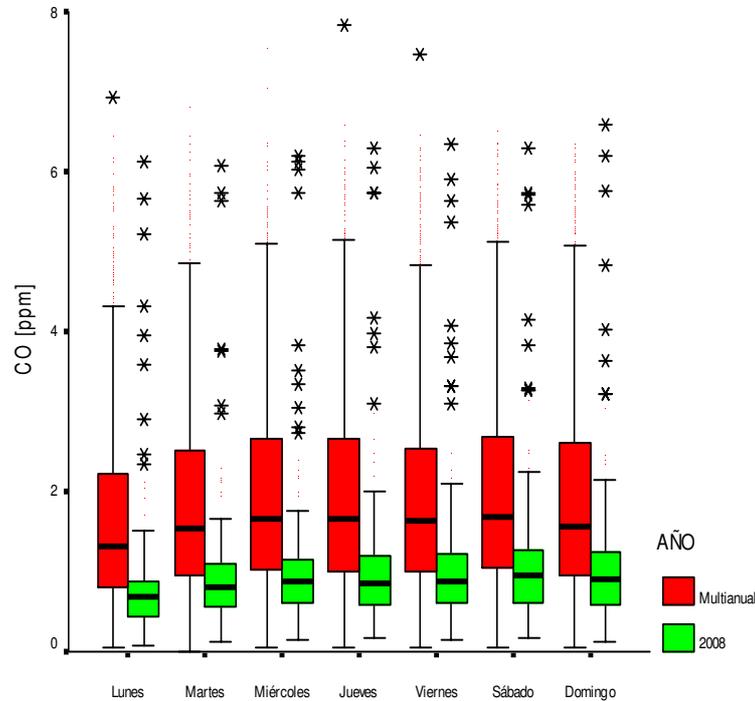


Figura 40. Tendencia de las concentraciones de CO en la RMCAB por día de la semana.

La tendencia de los promedios horarios durante los días de la semana se observa en la Figura 40; el lunes reporta la menor dispersión, mientras que el día sábado exhibe la mayor; además, éste día la mediana se ubica por encima de la de los demás días. En general, la dispersión tiende a mantenerse igual de martes a viernes, encontrándose variación en los límites superiores, los cuales aumentan paulatinamente hasta sobrepasar las 2 ppm a partir del día viernes.

Con relación a la tendencia anual (Figura 41), puede notarse que la dispersión del año 2008 es la menor de toda la serie presentada, así como el valor de la mediana. La tendencia durante los últimos cinco años ha sido a disminuir, aunque desde el año 2006 se han registrado varios datos extremos. Los años 1998, 1999, 2004 y 2005 presentaron las mayores dispersiones de la serie, pero a partir del año 2005 se evidencia una disminución de la concentración del CO en la ciudad.

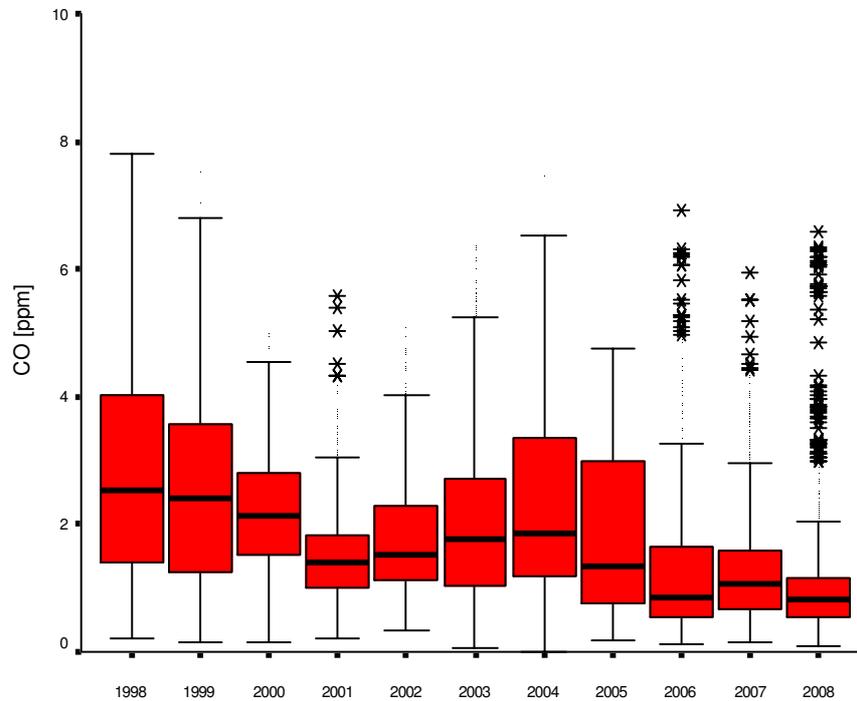


Figura 41. Tendencia histórica de CO en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE O₃

La RMCAB contó con doce (12) equipos para monitorear el ozono durante el 2008, ubicados según se reporta en la Tabla 1. En este año se instalaron siete (7) nuevos equipos en las estaciones No. 1 Bosque, No. 3 Sony, No. 5 IDR, No. 8 Escuela, No. 10 Santo Tomás, No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón, por lo que la representatividad de sus datos puede ser baja; aquellas cuya representatividad supera el 50% fueron tenidas en cuenta para el análisis de este contaminante. Otras estaciones como No. 4 Tunal y No. 7 Cazucá también presentaron baja representatividad pero por fallas en los analizadores, por lo que su información también fue descartada para el análisis de este contaminante.

Máximos en 1 hora

Durante el año 2008 se calcularon 47614 promedios de 1 hora de O₃, los cuales tienen una representatividad del 68%. Los promedios máximos obtenidos en cada una de las estaciones se presentan en la Tabla 11, junto con el día y hora en que ocurrieron. A excepción de la estación No. 13 Puente Aranda, todas las estaciones presentaron promedios máximos por encima de la norma pero éstos tan solo corresponden a 0.6% del total calculado. La concentración media horaria y el número de promedios que excedieron la norma en cada estación se presentan en la Figura 42.

Tabla 11. Día y hora de ocurrencia de los promedios máximos horarios de O₃ durante el año 2008.

Número y nombre de la Estación	Promedio máximo [ppb]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 1 h
8 Escuela	79	Martes 30 Diciembre 2008 13:00
11 Corpas	72	Martes 11 Noviembre 2008 13:00
6 Carrefour	89	Martes 30 Diciembre 2008 12:00
14 Fontibón	145	Sábado 16 Febrero 2008 16:00
5 IDRD	94	Jueves 27 Marzo 2008 13:00
2 MAVDT OPSIS	73	Sábado 01 Marzo 2008 13:00
13 Puente Aranda	52	Viernes 03 Octubre 2008 13:00
3 Sony	105	Sábado 01 Marzo 2008 12:00

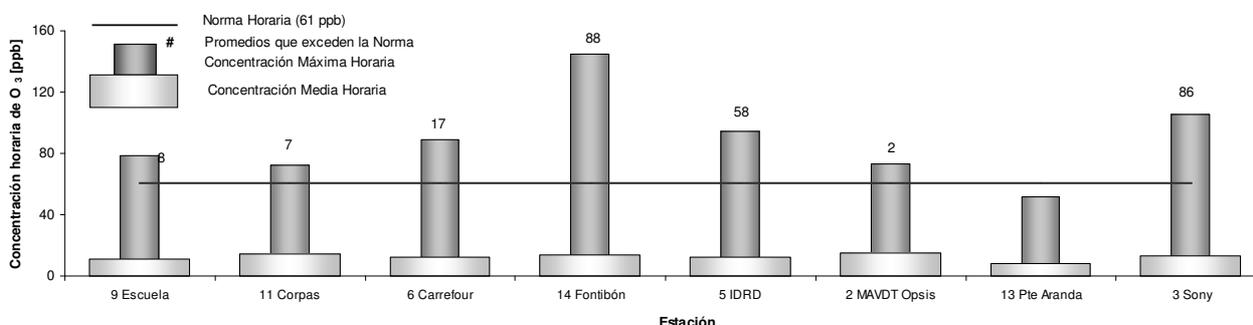


Figura 42. Concentración máxima horaria de O₃ por estación durante el año 2008.

Máximos en 8 horas

Para reportar la concentración de O₃ para un tiempo de exposición de 8 horas se tienen 47517 promedios que equivalen al 68% del número máximo de datos que podrían calcularse en las estaciones que monitorearon este contaminante durante el año. Tan sólo se obtuvo el 1% de los datos por encima de la norma (41 ppb Res. 601 2006). Éstas excedencias y la fecha en que ocurrieron se presentan en la Tabla 12; cabe resaltar que los meses de diciembre y marzo presentan el mayor número de máximos.

Tabla 12. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de O₃ para 8 horas durante el año 2008.

Número y nombre de la Estación	Promedio máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 8 h
8 Escuela	48	Martes 30 Diciembre 2008 18:00
11 Corpas	52	Jueves 11 Diciembre 2008 18:00
6 Carrefour	51	Martes 30 Diciembre 2008 17:00
14 Fontibón	96	Martes 04 Marzo 2008 18:00
5 IDRD	67	Martes 01 Enero 2008 17:00
2 MAVDT OPSIS	51	Sábado 01 Marzo 2008 19:00
13 Puente Aranda	40	Sábado 04 Octubre 2008 18:00
3 Sony	78	Sábado 01 Marzo 2008 17:00

Acorde a la Figura 43, dónde se muestran las concentraciones máximas y medias de O₃ para 8 horas, la estación No. 13 Pte Aranda es la única que no registró excedencias a la norma establecida en 41 ppb.

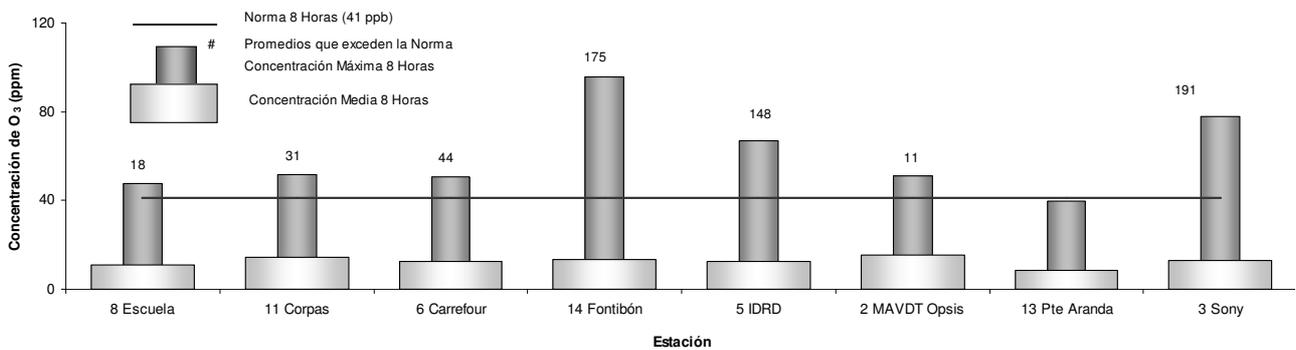


Figura 43. Concentración máxima de O₃ para 8 horas por estación durante el año 2008

La tendencia de las concentraciones de O₃ del año 2008 comparadas con la tendencia multianual, se presenta en las Figuras 44, 45 y 46. Analizando inicialmente la Figura 44, se encuentra que las estaciones No. 1 Bosque, No. 4 Tunal, No. 8 Escuela y No. 10 Santo Tomás, empezaron a monitorear el O₃ este año, por lo que no se puede establecer una comparación con la serie multianual. Por su parte, las estaciones No. 6 Carrefour y No. 5 IDRD presentan un aumento en la dispersión de los datos para el año 2008, encontrándose mayores valores de concentración por los límites superiores del diagrama. Las demás estaciones disminuyeron la dispersión con relación a la serie multianual.

En la Figura 45 se observa un comportamiento bimodal de la concentración del ozono durante el año, encontrándose las mayores concentraciones los meses de marzo y octubre. La dispersión de los datos disminuyó y a partir del mes de junio la mediana de las cajas del 2008 se ubicó siempre por debajo de la multianual, por lo que es posible concluir que se presentaron concentraciones más bajas de O₃ durante el año 2008.

En cuanto a la Figura 46, se puede apreciar que de nuevo la dispersión disminuye para el año 2008 con relación a la multianual, variando muy poco de lunes a domingo; además, la mediana también se ubica en concentraciones menores. Los mayores promedios horarios se presentaron el primero y último día de la semana, pues en éstos días los límites superiores sobresalen.

Finalmente, la Figura 47 muestra la tendencia histórica de éste contaminante a lo largo de los años que la RMCAB ha monitoreado este contaminante, dónde se puede apreciar una mayor dispersión en el año 2008 con respecto a los dos años inmediatamente anteriores. Sin embargo, la mediana se ubicó por debajo de la correspondiente al año 2007, así como el tercer cuartil por lo que se registraron más datos a menores concentraciones en el 2008 comparado con el 2007.

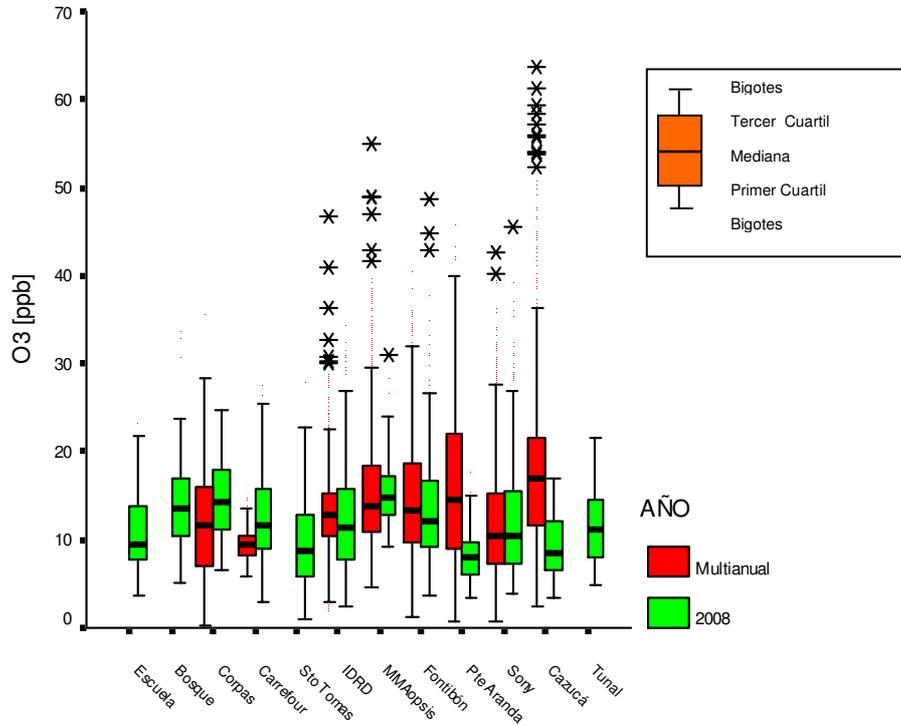


Figura 44. Tendencia de las concentraciones diarias de O₃ en la RMCAB por estación

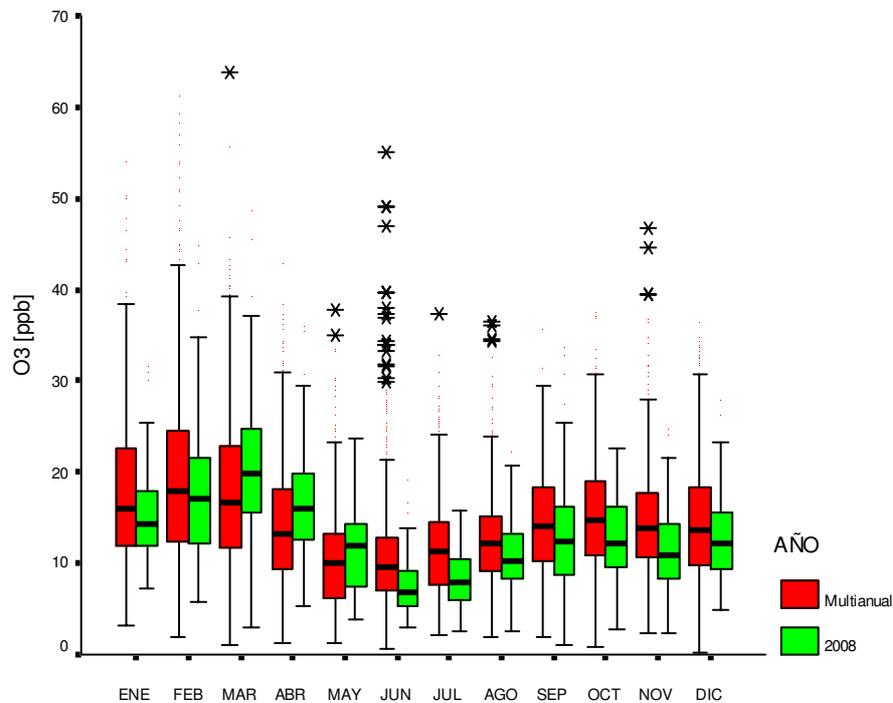


Figura 45. Tendencia de las concentraciones diarias de O₃ en la RMCAB por mes del año

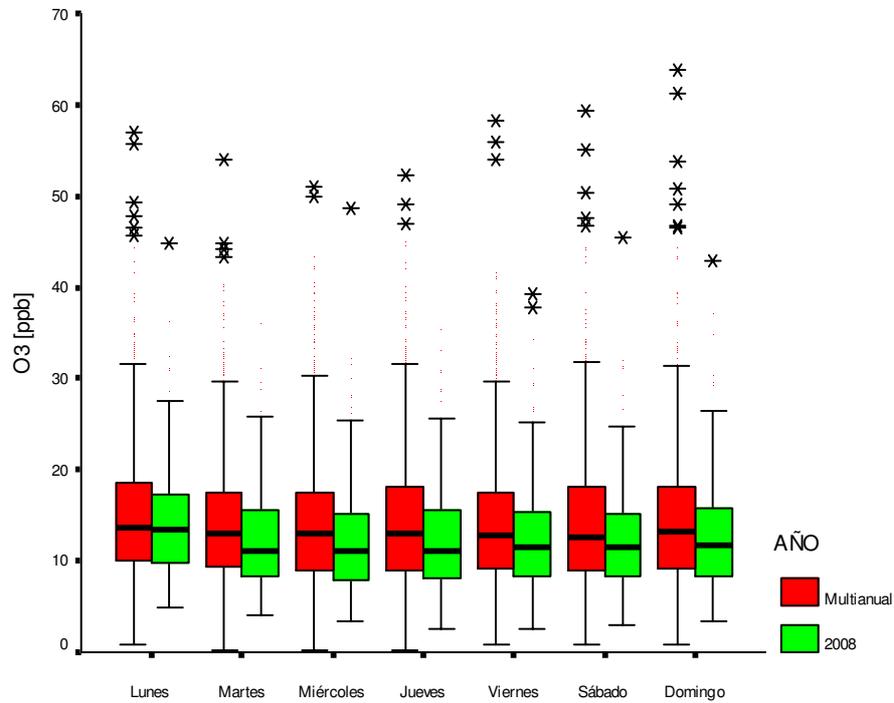


Figura 46. Tendencia de las concentraciones diarias de O₃ en la RMCAB por día de la semana

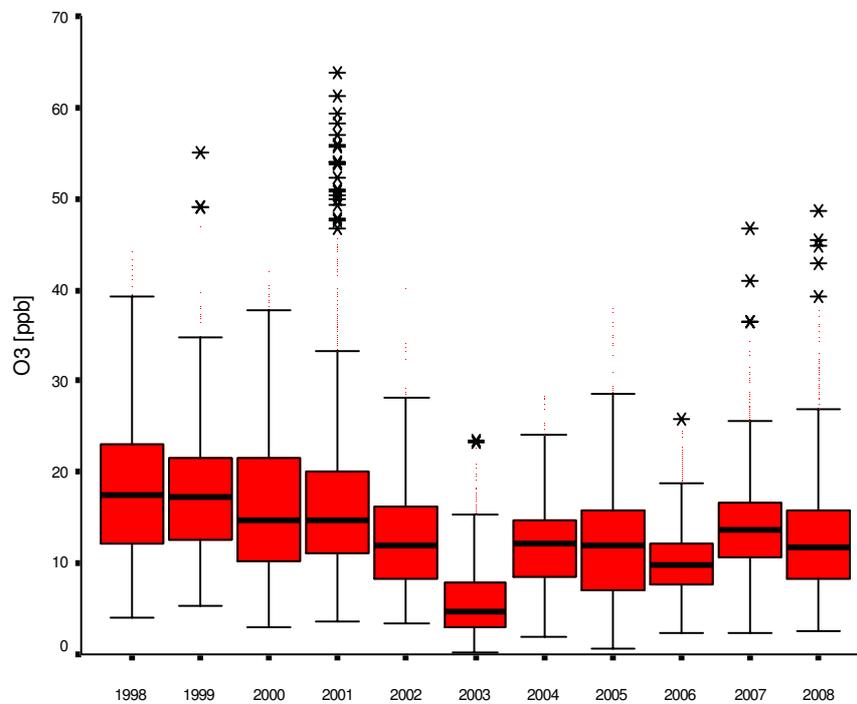


Figura 47. Tendencia histórica de O₃ en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS

En la

Tabla 13 se resumen los resultados de los promedios de 24 horas para PM10. En la primera columna se especifica la zona geográfica donde se encuentra cada estación, en la segunda aparece el nombre de cada estación y en la tercera columna se informa el número de promedios obtenidos con los datos recolectados en el año de operación que se está reportando. La cuarta columna indica el porcentaje de representatividad temporal, que se establece como la cantidad de promedios obtenidos en el periodo reportado, ya sea un mes o un año, sobre la cantidad de promedios posibles en el mismo periodo. Este indicador muestra la cantidad de tiempo del periodo reportado que ha sido cubierto por el monitoreo. La quinta columna informa el número de promedios que estuvieron por encima de la norma y en la sexta se encuentra el porcentaje de estas excedencias sobre el total de los datos obtenidos para cada estación. La séptima y octava columna informan el número de promedios que están por encima del 50% y del 75% del valor de la norma respectivamente. En la novena columna se muestra el máximo promedio hallado y en la décima el cociente del máximo sobre el valor de la norma. Finalmente, en la última columna se presenta el valor promedio de las ponderaciones de PM10 para 24 horas durante el año.

Una síntesis similar se realiza para los promedios anuales de PM10 en la Tabla 14. En las columnas once y doce, se presentan el número mínimo y máximo de promedios diarios validos utilizados para el cálculo de los promedios anuales.

En la tabla 15 se muestra el resultado del análisis de los promedios 24h de PST. En la columna 9 se presenta el máximo promedio 24h de PST presentado en el año. En la columna 6 se presenta el porcentaje de datos que exceden la norma anual de PST; así mismo, en la columna 10 se presenta la relación entre el promedio 24h máximo y su correspondiente norma para cada estación y finalmente en la columna 4 se muestra la representatividad temporal del promedio anual de PST; para cada uno de los contaminantes se presentan tablas similares.

Tabla 13. Consolidado de los promedios de 24 horas para partículas menores a 10 micras (PM10)

Información de los registros de concentración de PM10 para un periodo de 24 horas [Norma: 150 µg/m3]										
Zona	Número y nombre de la Estación	No. de datos	Representatividad Temporal	No de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74,9% norma	No. datos entre el 75% y el 99,9% de la norma	Promedio Máximo	Max/ Norma	Media
Norte	8 Escuela	7685	87%	0	0%	6	0	81	0.54	36
	1 Bosque	5834	66%	0	0%	346	13	117	0.78	44
	Subtotal	13519	77%	0	0%	352	13			
Noroccidente	11 Corpas	6480	74%	0	0%	720	131	133	0.89	52
	Subtotal	13519	77%	0	0%	352	13			
Centro	10 Sto Tomás	6908	79%	0	0%	2440	24	125	0.83	71
	5 IDR	8163	93%	0	0%	536	3	114	0.76	41
	Subtotal	15071	86%	0	0%	2976	27			
Suroccidente	9 Kennedy	7818	89%	242	3%	3560	2016	180	1.20	96
	7 Cazucá	7137	81%	0	0%	1825	220	146	0.97	64
	Subtotal	14955	85%	242	2%	5385	2236			
TOTALES		50025	80%	242	0,48%	6558	5282			58

Tabla 14. Consolidado de los promedios anuales de partículas menores a 10 micras (PM10)

Información de los promedios anuales de concentración de PM10 [Norma: 70 µg/m3]											
Zona	Número y nombre de la Estación	No de promedios anuales	Representatividad Temporal	No de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74,9% norma	No. datos entre el 75% y el 99,9% de la norma	Promedio Máximo	Max/ Norma	No. Mínimo de promedios diarios utilizados	No. Máximo de promedios diarios utilizados
Norte	8 Escuela	366	80%	0	0%	82	0	36	0.5	264	320
	1 Bosque	366	77%	0	0%	366	0	44	0.6	239	326
	Subtotal	732	79%	0	0%	448	0				
Noroccidente	11 Corpas	366	65%	3	1%	366	3	71	1,0	207	269
	Subtotal	366	65%	3	1%	366	3				
Centro	10 St Tomás	366	86%	366	100%	0	0	76	1.1	281	348
	5 IDRD	366	87%	0	0%	366	0	50	0.7	298	337
	Subtotal	732	87%	366	50%	366	0				
Suroccidente	9 Kennedy	366	88%	366	100%	0	0	99	1.4	307	339
	7 Cazucá	366	88%	37	10%	0	329	71	1.0	297	344
	Subtotal	732	88%	403	55%	0	329				
TOTALES		2562	80%	772	30%	2278	772				

Tabla 15. Consolidado de los promedios de 24 horas de partículas suspendidas totales (PST)

Información de los registros de concentración de PST para un periodo de 24 horas [Norma: 300 µg/m3]										
Zona	Número y nombre de la Estación	No. de datos	Representatividad Temporal	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74,9% norma	No. datos entre el 75% y el 99,9% de la norma	Promedio Máximo [µg/m3]	Max/ Norma	Media
Suroccidente	7 Cazucá	8169	93%	263	3%	3227	1383	441	1.47	172
Sur	3 Sony	7777	89%	1	0%	3997	930	303	1.01	169
TOTALES		15946	91%	264	2%	7224	2313			170

Tabla 16. Consolidado de los promedios anuales de partículas suspendidas totales (PST)

Información de los promedios anuales de concentración de PST [Norma: 100 µg/m3]											
Zona	Número y nombre de la Estación	No. de Promedios Anuales	Representatividad Temporal	No de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74,9% norma	No. datos entre el 75% y el 99,9% de la norma	Promedio Máximo	Max/ Norma	No. Mínimo de promedios diarios utilizados	No. Máximo de promedios diarios utilizados
Suroccidente	7 Cazucá	365	57%	365	100%	0	0	177	1.8	75	343
Sur	3 Sony	365	74%	365	100%	0	0	173	1.7	202	341
TOTALES		730	66%	730	100%	0	0				

Tabla 17. Consolidado de los promedios de SO₂ para 3 horas

Información de los registros de concentración de SO ₂ para un periodo de 3 horas [Norma: 287 ppb]										
Zona	Número y nombre de la Estación	No. de datos	Representatividad Temporal	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74,9% norma	No. datos entre el 75% y el 99,9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media
Noroccidente	6 Carrefour	7886	90%	0	0%	0	1	42	0.15	7
	14 Fontibón	8605	98%	0	0%	0	0	41	0.14	8
Centro	10 Sto. Tomás	8181	93%	0	0%	0	0	20	0.07	7
	5 IDRD	7028	80%	0	0%	0	1	83	0.29	6
	2 MAVDT	8157	93%	0	0%	0	1	16	0.06	4
Centroccidente	13 Pte Aranda	8621	98%	0	0%	0	0	54	0.19	8
Suroccidente	9 Kennedy	7499	86%	0	0%	0	1	41	0.14	4
	7 Cazucá	7423	85%	0	0%	0	1	36	0.12	16
Sur	3 Sony	6153	70%	0	0%	0	1	44	0.15	12
	4 Tunal	8164	93%	0	0%	0	1	22	0.08	6
TOTALES		77717	81%	0	0%	0	7			

Tabla 18. Consolidado de los promedios de SO₂ para 24 horas

Información de los registros de concentración de SO ₂ para un periodo de 24 horas [Norma: 96 ppb]										
Zona	Número y nombre de la Estación	No de datos	Recuperación 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 [ppb]	Max/ Norma	Media
Noroccidente	6 Carrefour	7677	88%	0	0%	0	0	19	0.20	7
	14 Fontibón	8588	98%	0	0%	0	0	14	0.14	8
Centro	10 Sto. Tomás	8159	93%	0	0%	0	0	14	0.15	6
	5 IDR D	6756	77%	0	0%	0	0	19	0.19	6
	2 MAVDT	8154	93%	0	0%	0	0	8	0.09	4
Centroccidente	13 Pte Aranda	8567	98%	0	0%	0	0	22	0.23	8
Suroccidente	9 Kennedy	7316	84%	0	0%	0	0	21	0.22	4
	7 Cazucá	7351	84%	0	0%	0	0	29	0.30	16
Sur	3 Sony	6086	69%	0	0%	0	0	28	0.29	12
	4 Tunal	8087	92%	0	0%	0	0	17	0.18	5
TOTALES		76741	80%	0	0%	0	0			

Tabla 19. Consolidado de los promedios anuales de SO₂

Información de los promedios anuales de concentración de SO ₂ [Norma: 31 ppb]												
Zona	Estación	No. de datos	Representatividad Temporal	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74,9% norma	No. datos entre el 75% y el 99,9% de la norma	Máxima Concentración Anual	Max/No rma	Media [ppb]	No. Mínimo de promedios diarios utilizados	No. Máximo de promedios diarios utilizados
Norte	1 Bosque	274	26%	0	0%	0	0	4	0.1	4	0	247
Noroccidente	6 Carrefour	365	78%	0	0%	0	0	8	0.2	6	204	340
	14 Fontibón	365	92%	0	0%	0	0	8	0.3	7	305	363
Centro	10 Sto Tomás	365	85%	0	0%	0	0	7	0.2	5	282	357
	5 IDRD	365	85%	0	0%	0	0	6	0.2	6	281	338
	2 MAVDT	365	91%	0	0%	0	0	4	0.1	4	298	347
Centroccidente	13 Pte Aranda	365	82%	0	0%	0	0	8	0.3	5	161	361
Suroccidente	9 Kennedy	365	78%	0	0%	0	0	4	0.1	3	233	316
	7 Cazucá	365	83%	0	0%	0	0	18	0.6	14	285	332
Sur	3 Sony	365	82%	0	0%	0	0	12	0.4	11	258	337
	4 Tunal	365	69%	0	0%	0	0	6	0.2	5	118	352
TOTALES		3924	77%	0	0%	0	0					

Tabla 20. Consolidado de los promedios horarios de NO₂

Información de los promedios horarios de concentración de NO ₂ [Norma: 170 ppb]										
Zona	Número y nombre de la estación	No. de datos	Representatividad Temporal de los datos [%]	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]
Noroccidente	11 Corpas	5612	64%	0	0%	0	0	41	0.39	8
	6 Carrefour	6099	70%	2	0%	185	2	110	1.04	21
	14 Fontibón	6992	80%	0	0%	30	0	79	0.75	19
Centro	5 IDRD	6967	80%	0	0%	22	0	76	0.72	13
	2 MAVDT	8189	93%	0	0%	101	0	89	0.84	17
Centroccidente	13 Pte Aranda	8197	94%	0	0%	142	0	97	0.92	27
TOTALES		42850	49%	2	0%	482	2			

Tabla 21. Consolidado de los promedios de NO₂ para 24 horas

Información de los registros de concentración de NO ₂ para un periodo de 24 horas [Norma: 80 ppb]										
Zona	Número y nombre de la estación	No. de datos	Representatividad Temporal de los datos [%]	No. Datos que exceden la norma	% datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]
Noroccidente	11 Corpas	5129	59%	0	0%	0	0	19	0.24	8
	6 Carrefour	6066	69%	0	0%	418	6	62	0.78	21
	14 Fontibón	6904	79%	0	0%	0	0	33	0.41	19
Centro	5 IDRD	6729	77%	0	0%	2	0	41	0.51	13
	2 MAVDT	8159	93%	0	0%	0	0	38	0.48	17
Centroccidente	13 Pte Aranda	8162	93%	0	0%	34	0	42	0.53	27
TOTALES		41930	68%	0	0%	454	6			

Tabla 22. Consolidado de los promedios de NO₂ anuales

Información de los promedios anuales de concentración de NO ₂ [Norma: 53 ppb]												
Zona	Número y nombre de la estación	No de promedios anuales calculados	Representatividad Temporal	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% de la norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Máxima Concentración Anual [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]	No. Mínimo de promedios diarios utilizados	No. Máximo de promedios diarios utilizados
Noroccidente	11 Corpas	365	55%	0	0%	0	0	13	0.2	8.0	145	263
	6 Carrefour	365	73%	0	0%	0	0	21	0.4	15.9	236	282
	14 Fontibón	365	72%	0	0%	0	0	20	0.4	19.1	108	342
Centro	5 IDRD	365	78%	0	0%	0	0	16	0.3	14.0	269	310
	2 MAVDT	365	91%	0	0%	0	0	17	0.3	15.0	301	349
Centroccidente	13. Pte Aranda	365	50%	0	0%	0	0	27	0.5	25.5	47	344
TOTALES		2190	70%	0	0%	0	0					

Tabla 23. Consolidado de los promedios horarios de CO

Información de los promedios horarios de concentración de CO [Norma: 35 ppm]										
Zona	Número y nombre de la estación	No. de datos	Representatividad Temporal de los datos [%]	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]
Noroccidente	11 Corpas	3613	41%	0	0%	0	0	9.8	0.28	1.4
	6 Carrefour	7889	90%	0	0%	0	0	6.3	0.18	1.0
	14 Fontibón	6488	74%	0	0%	0	0	6.7	0.19	0.6
Centro	5 IDR	7655	87%	0	0%	0	0	13.2	0.38	0.8
Suroccidente	7 Cazucá	4300	49%	0	0%	0	0	11.8	0.34	2.0
Sur	3 Sony	7751	88%	0	0%	0	0	9.7	0.28	1.9
TOTALES		38490	63%	0	0%	0	0			

Tabla 24. Consolidado de los promedios de CO para 8 horas

Información de los registros de concentración de CO para un periodo de 8 horas [Norma: 8.8 ppm]										
Zona	Número y nombre de la estación	No. de datos	Representatividad Temporal de los datos [%]	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]
Noroccidente	11 Corpas	3444	39.3%	0	0%	0	0	5.6	0.64	1.4
	6 Carrefour	7868	89.8%	0	0%	0	0	4.3	0.49	1.0
	14 Fontibón	6405	73.1%	0	0%	0	0	2.8	0.32	0.6
Centro	5 IDRD	7590	86.6%	0	0%	0	0	10.2	1.16	0.9
Suroccidente	7 Cazucá	4150	47.4%	0	0%	0	0	7.8	0.89	2.0
Sur	3 Sony	7722	88.2%	0	0%	0	0	6.5	0.74	2.0
TOTALES		37965	61.9%	0	0%					

Tabla 25. Consolidado de los promedios horarios de O₃

Información de los promedios horarios de concentración de O ₃ [Norma: 61 ppb]										
Zona	Número y nombre de la estación	No. de datos	Representatividad Temporal de los datos [%]	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% de la norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]
Noroccidente	14 Fontibón	6640	75.8%	11	0.2%	336	68	101	1.66	13.2
Centro	5 IDRD	7196	82.1%	100	1.4%	793	231	148	2.43	15.7
	2 MAVDT	8051	91.9%	2	0.0%	157	17	71	1.16	13.6
Sur	3 Sony	8403	95.9%	83	1.0%	572	194	118	1.93	14.7
TOTALES		30290	86.4%	196	0.6%	1858	510			

Tabla 26. Consolidado de los promedios de O₃ para 8 horas

Información de los registros de concentración de O ₃ para un periodo de 8 horas [Norma: 41 ppb]										
Zona	Número y nombre de la estación	No. de datos	Representatividad Temporal de los datos [%]	No. de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. de datos entre el 50% y el 74.9% de la norma	No. datos entre el 75% y el 99.9% de la norma	Promedio Máximo [ppb]	Max/ Norma	Media [ppb]
Noroccidente	14 Fontibón	6630	76%	38	0.6%	756	207	63	1.54	13.2
Centro	5 IDRD	7055	81%	242	3.4%	1234	568	85	2.07	15.7
	2 MAVDT	8032	92%	2	0.0%	735	49	42	1.02	13.6
Sur	3 Sony	8392	96%	174	2.1%	1140	444	71	1.73	14.7
TOTALES		30109	86%	456	1.5%	3865	1268			

2. METEOROLOGÍA

En este capítulo se presenta el estudio de las variaciones de las condiciones atmosféricas en la ciudad de Bogotá durante el año 2008. La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) monitoreó variables climáticas como la precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura superficial, radiación solar y humedad relativa, cuyos sensores se localizan en las estaciones tal y como aparece registrado en la Tabla 27.

Tabla 27. Estaciones de la RMCAB y variables climatológicas monitoreadas en cada una de ellas.

ESTACION	Variables Meteorológicas				
	PRECIPITACIÓN	VEL. Y DIR. DEL VIENTO	TEMPERATURA	RADIACION	HUMEDAD RELATIVA
No. 1 Bosque	X	X	X		
No. 2 MAVDT					
No. 3 Sony	X	X	X		
No. 4 Tunal	X	X			X
No. 5 I.D.R.D.	X	X	X		X
No. 6 Carrefour	X	X	X		X
No. 7 Cazucá	X	X	X		
No. 8 Escuela	X	X	X	X	X
No. 9 Kennedy	X	X	X		X
No. 10 Santo Tomás	X				
No. 11 Corpas	X	X	X		
No. 13 Puente Aranda	X	X	X		
No. 14 Fontibón	X	X	X		
No. 15 Usme	X	X	X	X	X
No. 16 Vitelma	X	X	X	X	X

2.1 PRECIPITACIÓN

La precipitación es el término con el cual se denomina cualquier y todas las formas del agua, en estado líquido o sólido, que cae de las nubes hasta llegar a la tierra. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve.

Durante el año 2008 la precipitación en la ciudad se registró en catorce (14) estaciones de la RMCAB que cuentan con pluviómetros, según se reporta en la Tabla 27. Los datos recolectados en cada una de las estaciones permitieron establecer el comportamiento de éste parámetro en la ciudad. No se tiene registros por fallas en los equipos de las estaciones No. 3 Sony (en los meses de julio y agosto), No. 10 Santo Tomás (en abril) y en la No. 11 Universidad Corpas (en mayo). Además, se tienen pocos datos en los meses de julio y diciembre en la estación No. 14 Fontibón y en julio también, en la No. 11 Universidad Corpas, datos que se tuvieron en cuenta para el análisis de la precipitación. Es de resaltar que la estación No. 13 Puente Aranda tiene registro los cinco primeros meses del año, por lo tanto se considera como Fuera de Servicio.

En la Figura 48 se puede observar que para el presente año la precipitación en la ciudad presentó un valor similar a los años 2002 y 2006 y el comportamiento de los últimos cinco años presentan poca variación en su intensidad. Los años de menor intensidad fueron 2001 y 2003 en los once (11) años que se presentan. Por otro lado, si se agrupan las estaciones que tienen 10 años, se origina la Figura 49 en la cual se aprecia que el año 2008 es el tercer año de mayor precipitación sobre la ciudad y el 2003 el de menor valor de precipitación; desde ese año en adelante el valor de las precipitaciones acumuladas generalmente registra un ascenso. Es de resaltar que durante todo el año 2008, en el territorio Colombiano, se presentó el Fenómeno de la Niña². Los años de menor precipitación se registran en el fenómeno inverso de la niña el cual es el Fenómeno de del Niño.

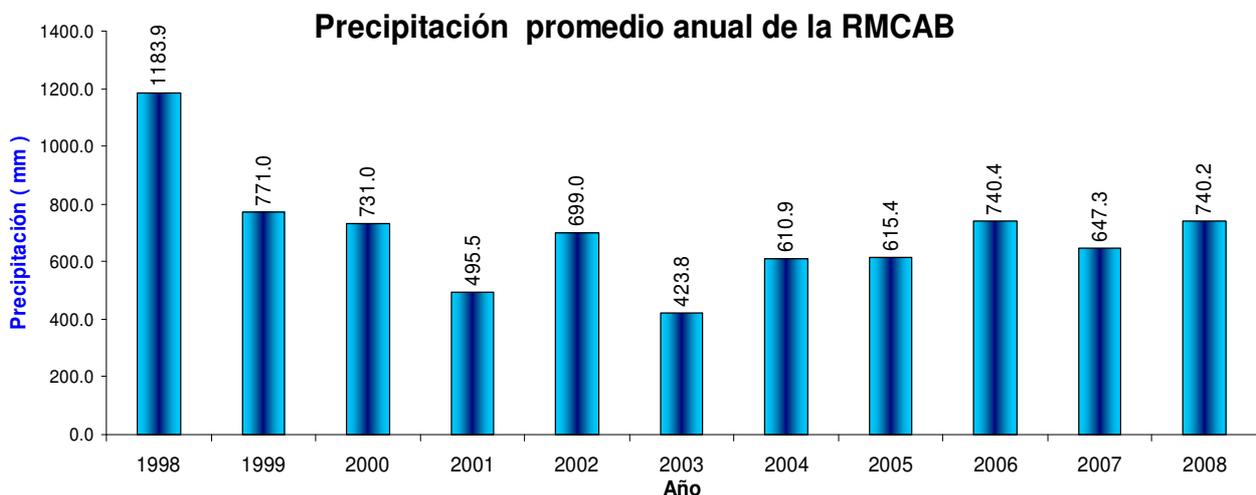


Figura 48. Promedios de la RMCAB para los años 1998 al 2008

² **Fenómeno de la Niña** : Se le llama así por que presenta condiciones contrarias al fenómeno del Niño, pero también es conocido como "El Viejo" o "El Anti-niño" .Suele ir acompañado del descenso de las temperaturas y provoca fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico y el aumento en las precipitaciones.

En la Figura 49 se observa el comportamiento de la precipitación en las diferentes estaciones de la RMCAB desde el año 2000. Se concluye que las estaciones ubicadas en el oriente y centro de la ciudad son las que registran las mayores precipitaciones; las que se ubican en el sur y occidente presentan las menores precipitaciones. También se puede observar que solamente las estaciones No. 10 U. Santo Tomás y la No. 14 Fontibón muestran una disminución de las precipitaciones para el año 2008 en comparación al año 2007.

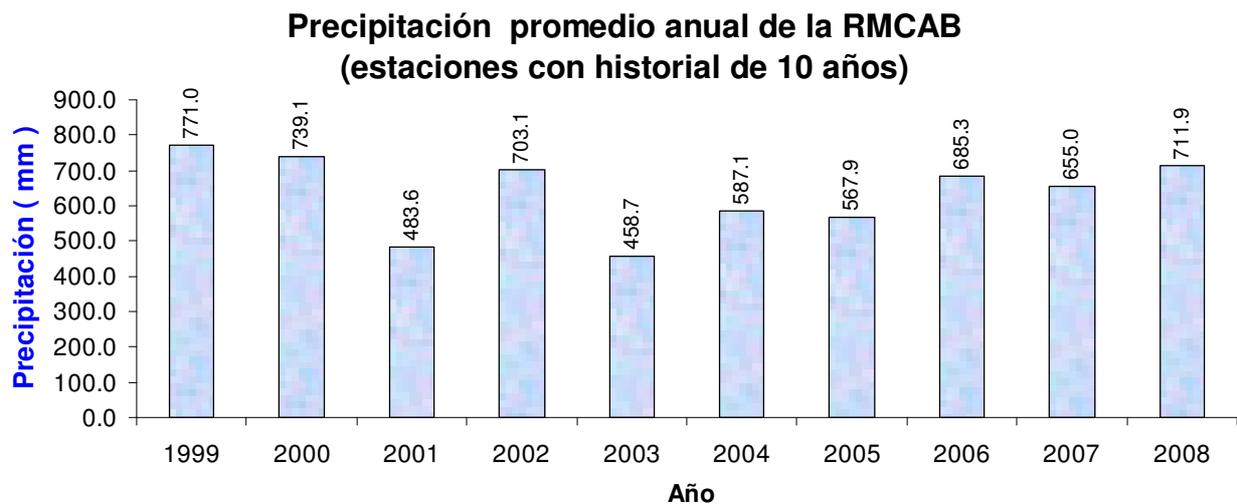


Figura 49. Promedios de precipitación anual registrados por la RMCAB entre los años 1999 al 2008

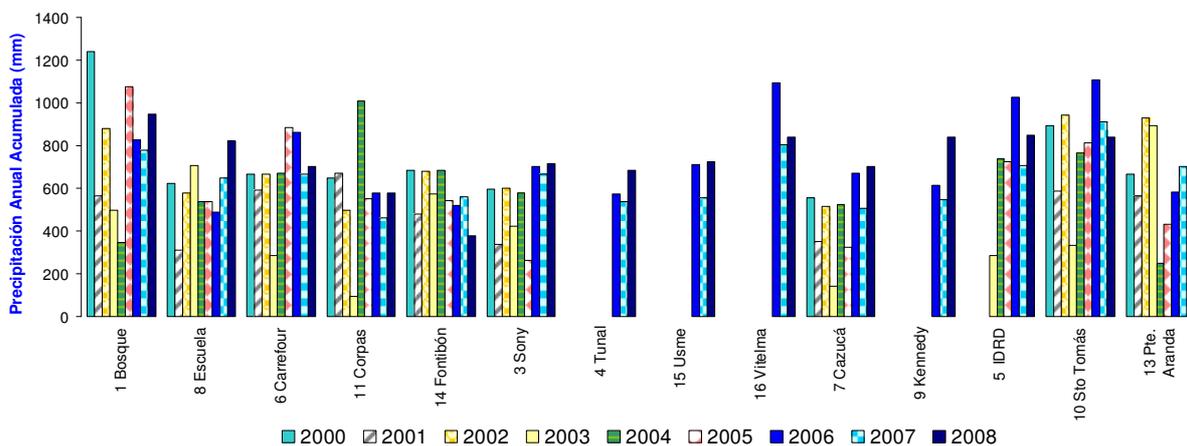


Figura 50. Promedios de precipitación anual por estación entre los años 1999 al 2008

La Tabla 28, presenta los datos históricos de precipitación anual acumulada en cada una de las estaciones de la RMCAB desde el año 1998, así como la comparación de precipitación acumulada del año 2008 con respecto al histórico y el índice de precipitación de aquellas que permiten calcularlo.

Tabla 28. Acumulados anuales de precipitación en las estaciones de la RMCAB

Número y nombre de la Estación	Precipitación Anual Acumulada											Índice de Precipitación [%] **
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
1 Bosque	1307.3	1181.3	1241.9	564.1	878.0	499.0	346.5	1077.4	825.7	779.2	946.5	108.7
8 Escuela	1917.1	1035.7	620.1	310.9	576.2	708.7	538.5	536.2	490.2	647.2	820.6	111.1
6 Carrefour			665.7	590.4	665.9	284.2	673.1	884.5	860.6	668.6	701.6	105.9
11 Corpas	1208.8	911.6	648.9	671.9	497.4	95.3	1006.8	551.0	577.6	460.9	578.9	87.2
14 Fontibón		268.3	686.4	478.2	681.8	573.8	683.0	544.0	519.2	557.9	380.0	68.4
3 Sony	733.6	752.6	595.6	337.0	600.1	424.4	579.0	261.3	703.0	668.7	715.7	126.5
4 Tunal									571.5	537.5	686.1	114.0
15 Usme									711.7	556.4	723.1	88.6
16 Vitelma									1095.1	804.2	841.7	150.7
7 Cazucá	645.9	403.4	554.5	350.8	516.1	143.1	523.8	325.1	672.9	505.8	700.6	144.3
9 Kennedy									613.2	547.5	838.8	121.8
5 IDRD						283.4	738.7	725.5	1028.0	707.0	848.3	94.8
10 Sto Tomás	1290.6	1225.7	891.9	586.9	940.8	331.5	764.6	813.1	1105.7	913.0	840.7	60.9
13 Pte. Aranda		383.8	667.8	563.6	929.7	891.3	247.6	430.1	581.6	700.1		

** El índice de precipitación se interpreta de la siguiente manera:

- 0-30 % lluvias muy por debajo de lo normal (período extremadamente seco)
- 31-60 % lluvias moderadamente por debajo de lo normal (período muy seco)
- 61-90 % lluvias ligeramente por debajo de lo normal (período seco)
- 91-110 % lluvias normales para el período
- 111-140 % lluvias ligeramente por encima de lo normal (período lluvioso)
- 141-170 % lluvias moderadamente por encima de lo normal (período muy lluvioso)
- Mayor de 170 % Lluvias muy por encima de lo normal (período extremadamente lluvioso)

De acuerdo a éste, la intensidad de las lluvias sobre la ciudad presentó porcentajes que van desde 61 hasta 151%, mostrando que las estaciones 10 Santo Tomás, No. 11 Universidad Corpas, la No. 14 Fontibón y la No. 15 Usme, presentaron lluvias ligeramente por debajo de lo normal, pues sus índices son los más bajos de la RMCAB; sin embargo, cabe resaltar que dichas estaciones presentan por lo menos un mes sin datos por analizador fuera de servicio.

Las estaciones No. 1 Bosque, No. 6 Carrefour y la No. 5 IDR D de acuerdo a su índice reportaron lluvias normales para el año, mientras que las estaciones No. 3 Sony, No. 4 Tunal, No. 9 Kennedy y la No. 8 Escuela presentaron lluvias ligeramente por encima de lo normal (periodo lluvioso). La estaciones No. 7 Cazucá y la No. 16 Vitelman muestra lluvias moderadamente por encima de lo normal (periodo muy lluvioso)

Por otro lado, en la Tabla 29 se puede observar el número de días de lluvia por estación durante los años comprendidos entre 1998 y 2008, en donde se determina que la No. 8 Escuela es la de mayor número de días con lluvias y además, la Tabla 30 muestra precipitación diaria acumulada máxima presentada en cada uno de estos años. La estación No. 10 Santo Tomás, presentó el valor máximo diario para el año 2008, el cual fue de 63.2 mm que se considera como lluvia *muy fuerte*. El menor valor máximo diario de la RMCAB fue de 24.1 mm, registrado en la estación No. 11 Universidad Corpas y considerado como lluvia *fuerte*. En la Tabla 31 se observan los diferentes días en donde se registraron los máximos diarios de precipitación en las estaciones de la RMCAB; seis diferentes meses del año registraron máximos, siendo mayo y marzo los más comunes.

Tabla 29. Días de lluvia por año y estación de 1998 a 2008.

Número y nombre de la Estación	Días de Lluvia										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 Bosque	177	187	193	131	168	147	104	178	163	174	176
8 Escuela	196	178	160	99	181	188	166	163	182	213	222
6 Carrefour			163	139	135	61	153	193	168	151	176
11 Corpas	221	223	205	182	155	27	205	152	170	178	179
14 Fontibón		48	172	131	136	143	149	140	120	147	135
3 Sony	163	190	197	121	157	134	165	103	163	166	146
4 Tunal		75	120	138	150	215	129	211	215	200	163
15 Usme									201	183	218
16 Vitelma									225	200	209
7 Cazucá	157	132	207	127	138	51	156	133	150	156	173
9 Kennedy									161	149	175
5 IDR D						58	188	194	199	173	203
10 Sto Tomás	177	195	176	153	169	71	175	142	187	186	150
13 Pte. Aranda									126	152	

Tabla 30. Precipitación máxima diaria por estación de 1998 a 2008.

Número y nombre de la Estación	Precipitación Máxima Diaria										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 Bosque	60.3	53.2	71.1	29.0	40.1	35.1	37.1	119.6	50.4	34.9	43.4
8 Escuela	116.6	59.4	35.0	36.8	26.1	36.1	30.9	23.6	24.7	33.4	38.5
6 Carrefour			60.8	24.6	30.9	25.4	26.9	38.0	32.9	42.8	31.5
11 Corpas	46.4	44.4	25.8	175.0	59.1	20.8	173.2	31.9	29.9	19.8	24.1
14 Fontibón		35.8	30.6	63.9	29.0	26.8	42.4	29.6	84.4	38.9	39.1
3 Sony	44.8	35.3	36.6	19.8	28.1	24.9	30.6	22.0	33.5	31.1	57.2
4 Tunal									36.1	19.5	56.3
15 Usme									27.1	29.5	28.3
16 Vitelma									50.0	36.3	34.4
7 Cazucá	40.8	25.2	23.2	28.5	28.4	21.7	24.8	16.7	31.8	30.6	24.8
9 Kennedy									25.4	31.7	40.0
5 IDRD						23.6	29.0	43.8	42.0	54.1	33.8
10 Sto Tomás	56.8	54.2	54.1	26.7	30.7	32.5	49.1	45.7	55.9	55.7	63.2
13 Pte. Aranda		27.2	42.4	56.4	56.6	29.4	15.0	12.0	27.0	41.2	

Tabla 31. Máximos diarios de precipitaciones y día en que ocurrieron durante el año 2008

Estación	Máximo Acumulado Diario	
	[mm]	Día
8 Escuela	38.5	Domingo 09 Marzo
1 Bosque	43.4	Sábado 22 Noviembre
11 Corpas	24.1	Lunes 03 Noviembre
6 Carrefour	31.5	Jueves 04 Diciembre
14 Fontibón	39.1	Viernes 14 Marzo
10 Sto Tomás	63.2	Sábado 24 Mayo
5 IDRD	33.8	Sábado 24 Mayo
9 Kennedy	40.0	Jueves 21 Febrero
7 Cazucá	24.8	Jueves 22 Mayo
3 Sony	57.2	Viernes 14 Marzo
4 Tunal	56.3	Jueves 21 Febrero
16 Vitelma	34.4	Sábado 24 Mayo
15 Usme	28.3	Sábado 24 Mayo

En la Tabla 32 se detalla la precipitación acumulada para cada mes del año 2008 por estación, el promedio mensual de la precipitación acumulada según las mediciones de la RMCAB y el promedio mensual multianual según la estación del Aeropuerto El Dorado del IDEAM. El mes más lluvioso según los datos de la Red fue noviembre, mientras que el menos lluvioso correspondió a enero. Según la escala de precipitación, las precipitaciones mensuales estuvieron entre ligeras y fuertes.

La distribución anual de la precipitación en Bogotá, presentó para el año 2008, un comportamiento trimodal según los datos reportados por la RMCAB, tal como se muestra en la Figura 51; los valores máximos de precipitación se presentaron en marzo, mayo y noviembre, mientras que los mínimos se presentaron en enero, abril y septiembre. Por su parte, los datos multianuales, correspondientes a los años 1972 a 2004, reportados por la estación Aeropuerto El Dorado de propiedad del IDEAM³, representan un comportamiento bimodal.

Tabla 32. Acumulados mensuales de precipitación por estación para el año 2008

Zona	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Norte	1 Bosque	44.1	86.2	59.6	51.5	93.6	41.3	62.4	36.5	62.4	100.7	215.9	92.3
	8 Escuela	28.3	44.2	171.7	45.3	104.7	20.5	42.4	57.6	26.1	81.6	140.7	57.5
Noroccidente	6 Carrefour	24.7	54.6	77.5	42.6	50.6	46.9	49.7	43.0	19.3	89.8	111.4	91.5
	11 Corpas	8.5	71.0	19.2	67.6		25.9	9.1	67.2	53.2	80.1	121.9	55.2
	14 Fontibón	24.0	62.0	79.8	8.7	68.1	28.5	7.2	14.9	14.9	25.7	45.7	0.5
Sur	3 Sony	17.5	106.0	171.4	33.7	100.4	69.2			16.8	29.3	108.0	63.4
	4 Tunal	4.5	102.7	160.5	29.8	79.7	65.0	23.5	34.8	18.2	25.2	76.9	65.3
	15 Usme	4.1	38.6	48.0	90.2	140.0	64.9	59.1	74.4	44.9	47.1	73.5	38.3
	16 Vitelma	15.5	41.5	93.7	98.3	172.6	67.9	89.7	76.7	48.0	56.2	56.2	25.4
Suroccidente	7 Cazucá	18.0	41.4	57.7	65.5	105.5	99.3	62.6	41.8	31.3	58.6	77.5	41.4
	9 Kennedy	4.1	88.2	141.5	62.5	98.4	26.6	58.7	30.5	27.9	76.9	128.3	95.2
Centro	5 IDRD	34.7	58.5	16.3	68.7	120.0	56.8	47.9	52.0	16.6	90.6	151.3	134.9
	10 Sto Tomás	50.1	81.4	14.7		124.3	74.2	68.6	73.6	31.2	16.7	189.4	116.5
Centroccidente	13 Pte. Aranda	44.8	91.5	169.6	29.2	30.4							
Promedio mensual RMCAB		23.1	23.1	69.1	91.5	53.4	99.1	52.8	48.4	50.3	31.6	59.9	115.1
Promedio mensual multianual IDEAM		28.9	28.9	43.5	67.0	100.7	91.9	54.7	42.7	45.2	70.1	101.3	88.5

El acumulado mensual de precipitación de cada estación durante el primer semestre de 2008 para cada una de las estaciones de la RMCAB se presenta en la Figura 52. Los meses de marzo y mayo presentan las mayores precipitaciones, mientras que, los meses de enero, abril y junio se observa una reducción en las precipitaciones. Este comportamiento no coincide con el promedio multianual de Bogotá de acuerdo a los registros que tiene el IDEAM, en donde se observa que hay un pico entre los meses de abril y mayo. En este primer semestre, las estaciones No. 3 Sony, No. 16 Vitelma y No. 4 Tunal presentan los valores máximos, las cuales se encuentran en el sur de la ciudad, las de menor serán No. 11 Corpas y la No. 14 Fontibón, al noroccidente de la ciudad.

Para el segundo semestre del año se presenta la Figura 53; el mes de diciembre registró las mayores precipitaciones, y el mes de septiembre registró las menores. El comportamiento se acopla al promedio multianual de Bogotá de acuerdo a los registros que tiene el IDEAM de la precipitación en Bogotá. Las estaciones No. 1 Bosque, No. 10 U. Santo Tomás y No. 5 IDRD registraron las mayores precipitaciones para el periodo, en los sectores centro y norte de la ciudad, mientras que No. 14 Fontibón, No. 3 Sony y la No. 4 Tunal, registraron las menores, sector sur y occidente de la ciudad.

³ Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM. Sistema de Información Nacional Ambiental.

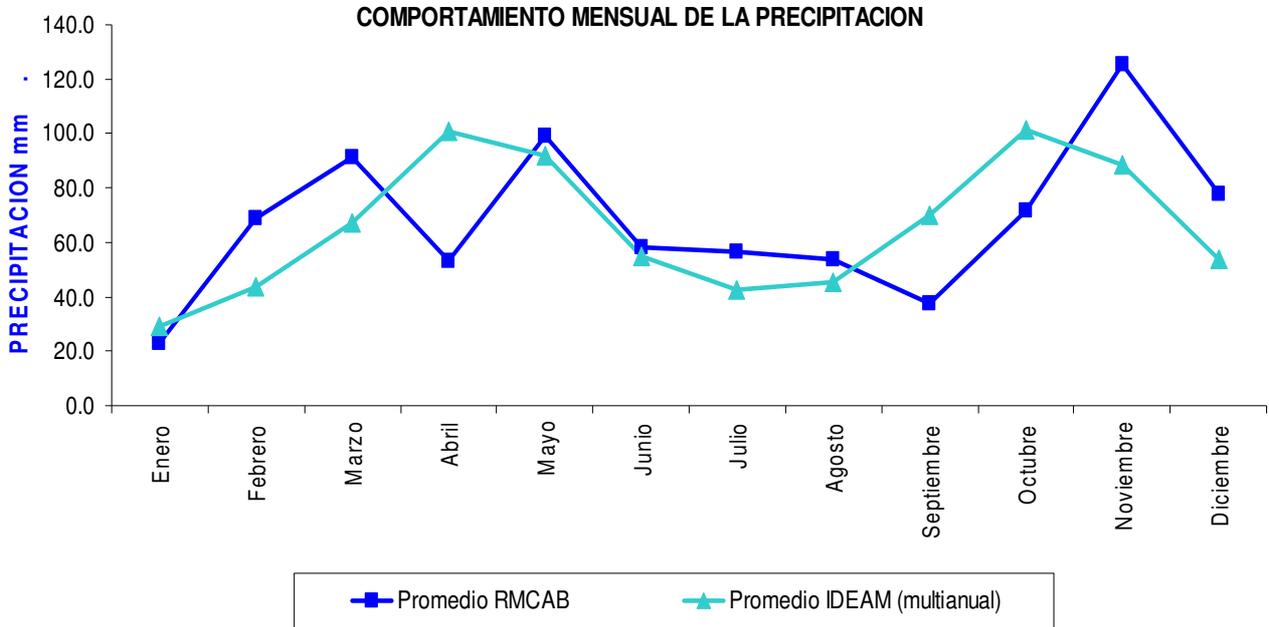


Figura 51. Comportamiento mensual de la precipitación

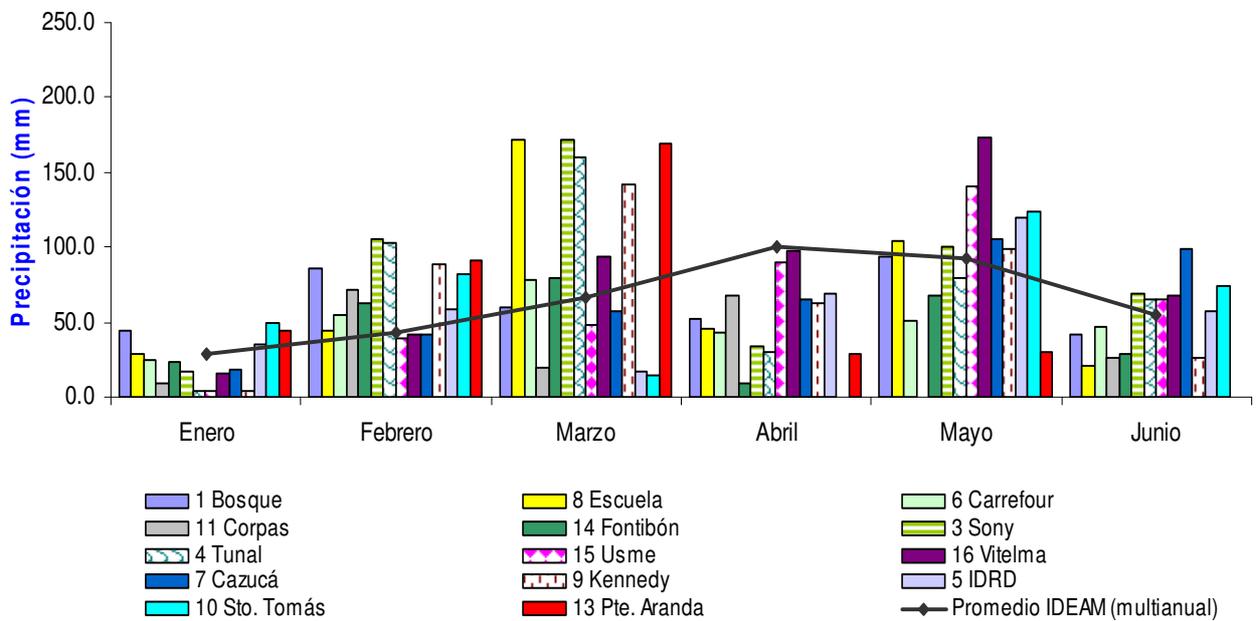


Figura 52. Precipitación Acumulada Mensual por Estación – Primer Semestre de 2008

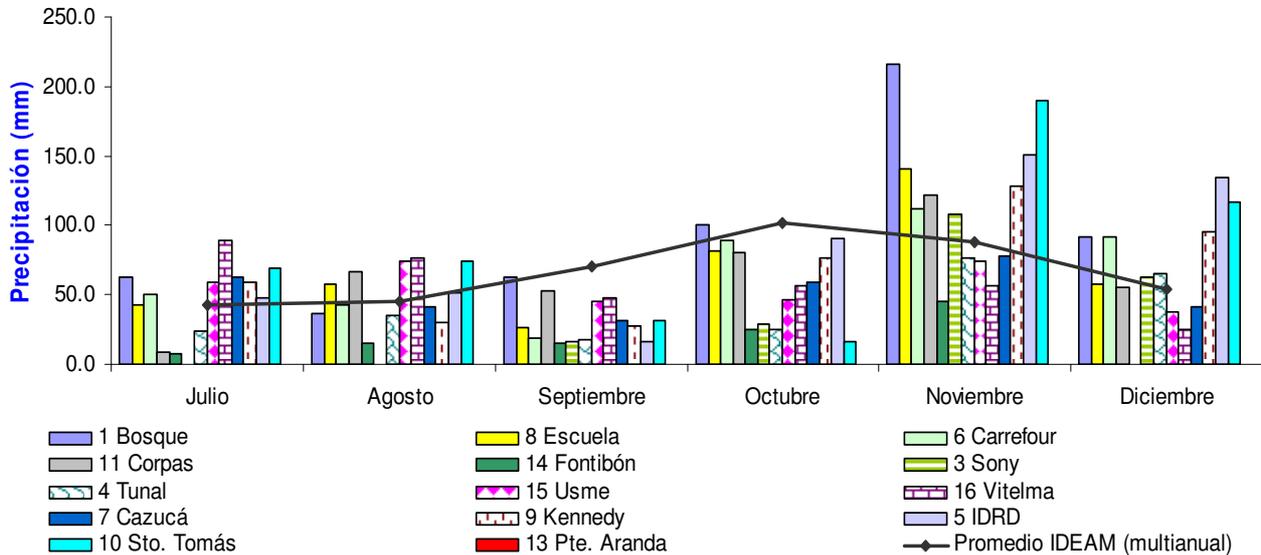


Figura 53. Precipitación Acumulada Mensual por Estación – Segundo Semestre de 2008

La Figura 54 muestra el mapa de distribución de la precipitación acumulada para el año 2008. Como se puede observar, las intensidades de las lluvias son mayores hacia los cerros orientales, disminuyendo hacia el centro y occidente, determinando que la zona centroccidente y noroccidente registraron los menores valores. Se resalta que el sur de la ciudad generalmente presenta valores mínimos, pero para el presente año se presentaron medios. La zona monitoreada por la estación No. 1 Universidad El Bosque registró el acumulado mayor de toda la ciudad. Los menores valores están en la estaciones No. 14 Fontibón y la No. 11 Corpas. Se debe destacar que las precipitaciones de este año se vieron afectadas por el Fenómeno de la niña, lo que determinó que el acumulado de este año fuera mayor al presentado en el año 2007, a excepción de No. 10 Santo Tomás y No. 14 Fontibón, esta última presentó dos meses sin datos.

2.2 VIENTOS

En la ciudad de Bogotá, el comportamiento de los vientos se caracteriza por ser de calmas en las mañanas y de intensidad suave y leve en las tardes; esta tendencia se conserva para el año 2008. Las estaciones No. 6 Carrefour y No. 11 Corpas presentaron un comportamiento atípico debido a que en horas de la tarde la velocidad promedio registra un valor cercano a 0.3 m/s, menor al registrado en horas de la mañana de acuerdo con las velocidades predominantes.

Como se muestra en la Figura 55, para un día normal, en la mayoría de las estaciones en las horas de la mañana los vientos son de calma y ventolina hasta pasadas las 9 horas, cuando comienzan a aumentar; entre las 14 y las 16 horas se alcanzan las mayores intensidades de viento llegando a vientos suaves y leves, dependiendo de la estación; posteriormente empieza un descenso de sus velocidades volviendo en horas de la noche a ventolina y calma.

**PRECIPITACION ACUMULADA
(mm) - ANUAL DE 2008**

-  Localidades
-  Perimetro Urbano
-  Estaciones RMCAB

	380 - 461
	461 - 542
	542 - 623
	623 - 704
	704 - 785
	785 - 866
	866 - 946

**ELABORADO POR
LA RMCAB**

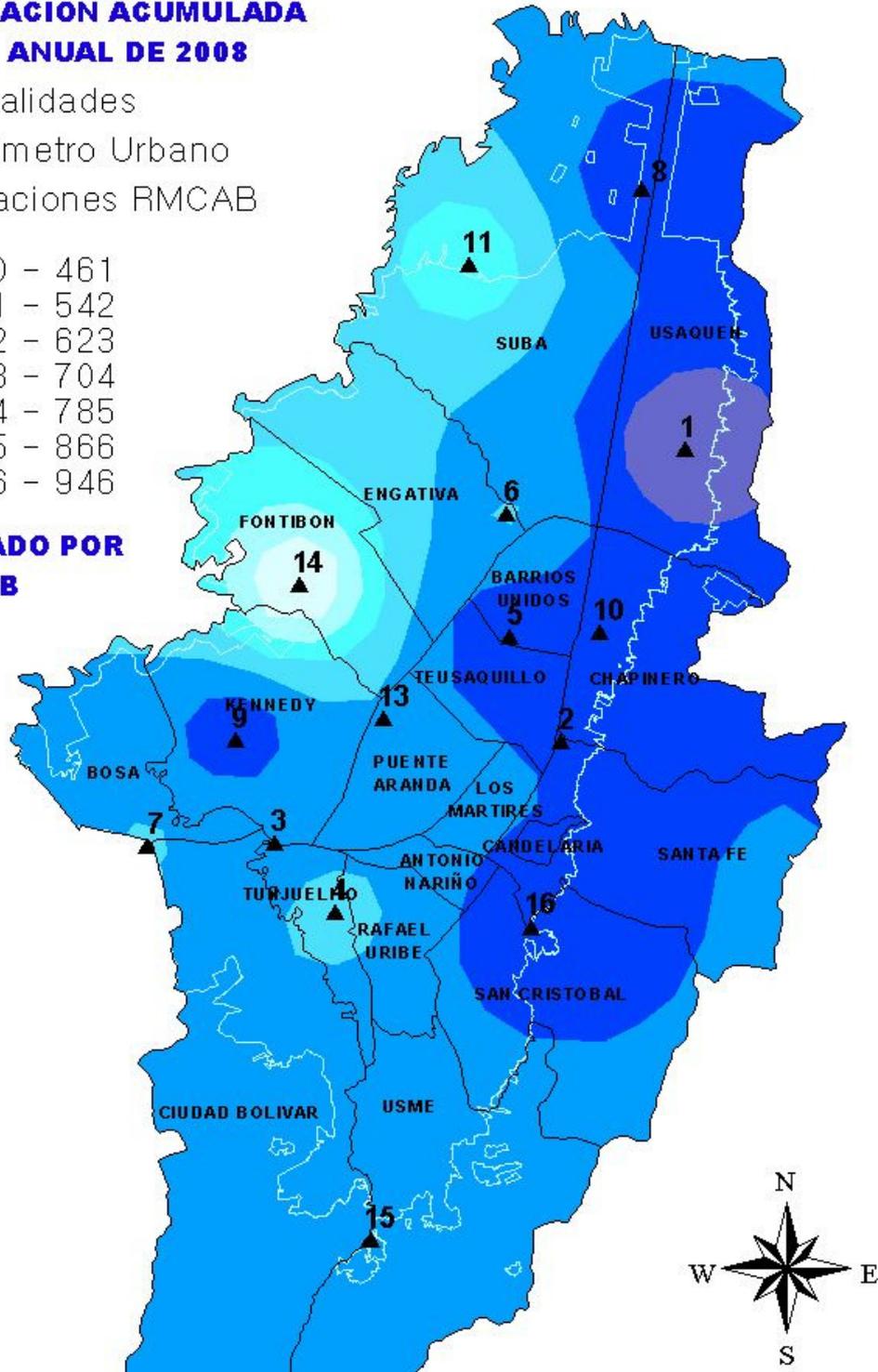


Figura 54. Mapa de precipitación para el año 2008.

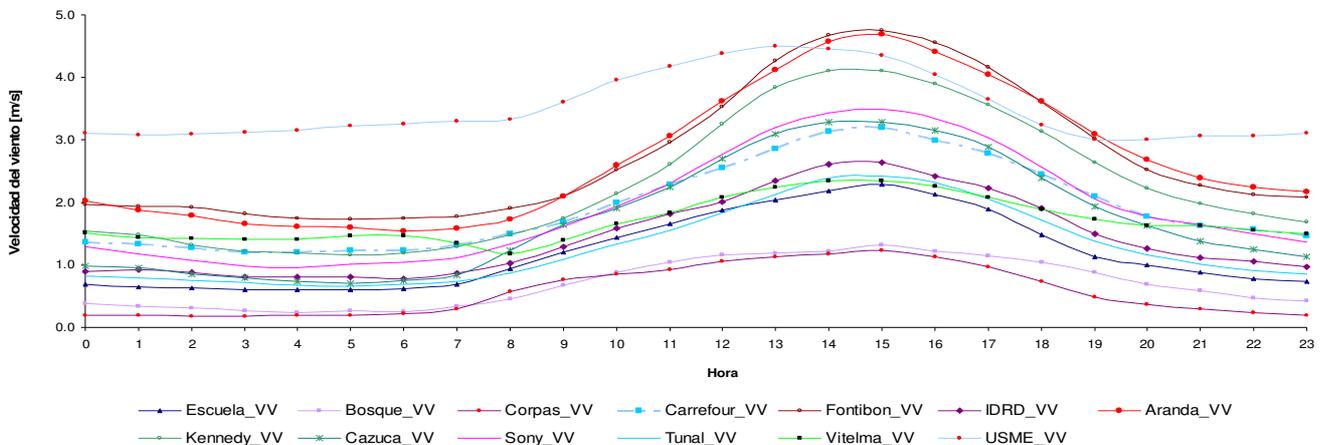


Figura 55. Comportamiento típico de la velocidad del viento por estación, según la media horaria

Las estaciones No. 1 Universidad El Bosque y No. 11 Universidad Corpas registraron las velocidades promedio horarias más bajas en comparación con las demás estaciones de la RMCAB en niveles de calmas y ventolinás, mientras que la estación No. 16 Usme registró vientos leves, con las mayores velocidades de la red.

Durante el año 2008 se registró una máxima horaria de velocidad del viento de 11.2 m/s el viernes 14 marzo a las 13:00, el cual se considera como *Muy Fuerte*, según la escala de Beaufort⁴, este dato se presentó en la estación No. 7 Cazucá, con una dirección oeste-noroeste; las demás velocidades máximas horarias se registraron entre 3.8 y 9.2 m/s, comprendidas entre viento *leve* y *regular*. El resumen de la intensidad media de los vientos así como sus máximos se presenta en la Tabla 33.

Tabla 33. Velocidad Promedio, máxima y media del viento por estación en el año 2008.

Estación	Predominancia		Velocidad Máxima Horario		
	Velocidad Media [m/s]	Dirección Predominante [Grados]	[m/s]	Dirección [grados]	Fecha/hora
8 Escuela	0.3	122	6.4	294	Martes 01 Enero 16:00
1 Bosque	0.4	121	3.8	125	Viernes 27 Junio 19:00
11 Corpas	0.2	63	5.7	46	Martes 12 Febrero 18:00
6 Carrefour	0.3	83	6.4	0	Viernes 09 Mayo 12:00
14 Fontibón	0.8	314	9.2	282	Lunes 28 Enero 14:00
5 IDRD	0.2	280	5.3	270	Jueves 27 Noviembre 15:00
13 Pte Aranda	0.7	259	8.4	160	Domingo 29 Junio 14:00
9 Kennedy	0.7	230	7.0	174	Viernes 27 Junio 16:00
7 Cazucá	0.6	261	11.2	310	Viernes 14 Marzo 13:00
3 Sony	0.7	208	7.2	163	Viernes 15 Febrero 20:00
4 Tunal	0.5	222	5.4	260	Lunes 29 Diciembre 15:00
16 Vitelma	1.2	127	6.8	100	Miércoles 08 Octubre 14:00
15 Usme	2.6	191	8.1	160	Miércoles 09 Julio 13:00

⁴ Ver escala de velocidad del viento en el Anexo 4.

Las máximas concentraciones horarias se presentaron en diferentes meses del año, comportamiento atípico si se considera que la época esperada de fuertes vientos es agosto.

Como se puede determinar en la Tabla 34, las velocidades máximas por estación en los diferentes años, se registraron en diferentes zonas de la ciudad, mostrando que la cuatro de los ocho años se registraron en la Estación No. 14 Fontibón, los demás años en la No. 7 Cazucá y No. 15 Usme, ambas al sur de la ciudad.

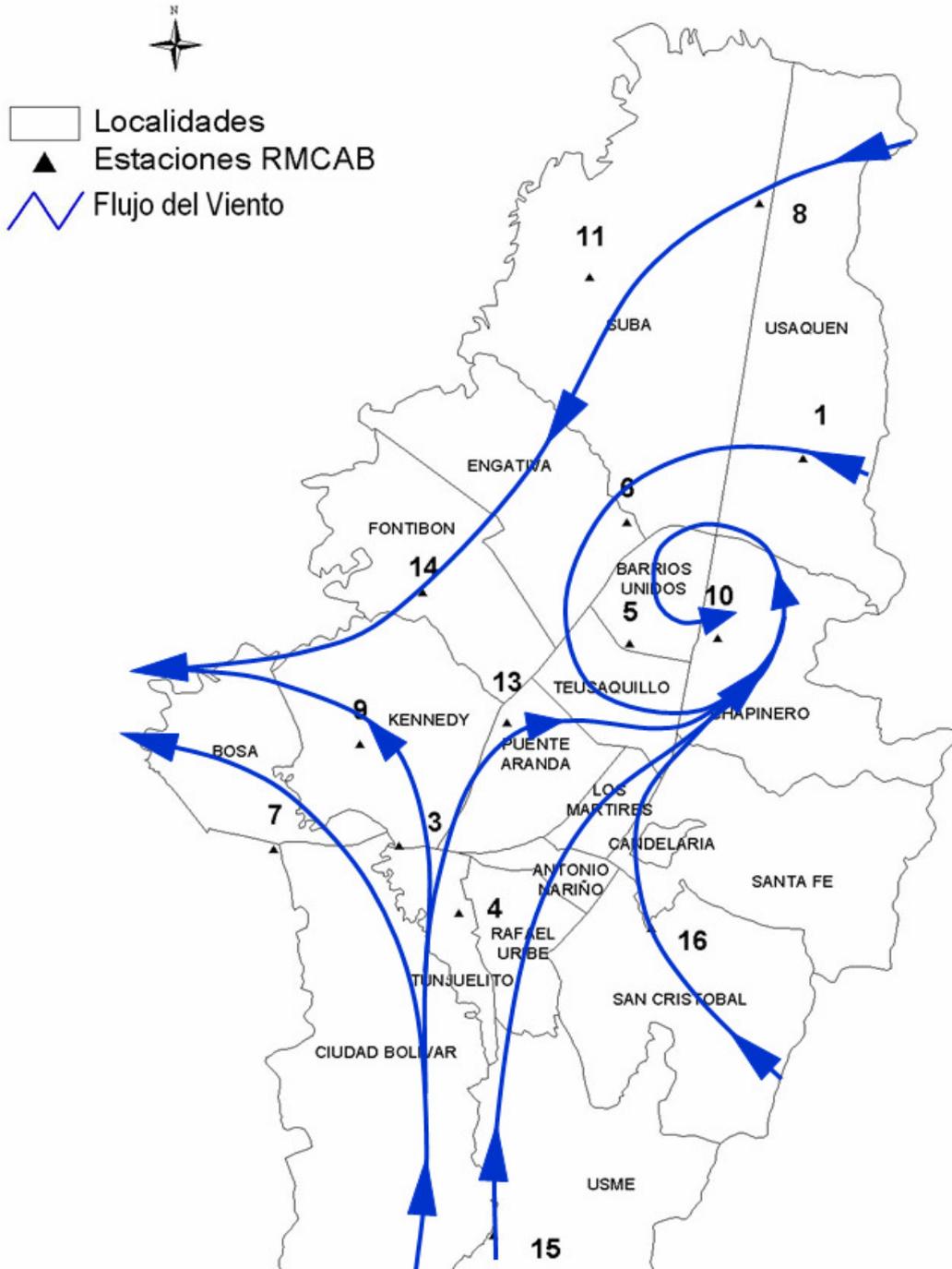
Tabla 34. Velocidad Promedio por estación y año.

Estación	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 Bosque	0.99	0.98	1.18	1.53	1.65	2.32	1.79	0.66
8 Escuela	0.62	0.60	0.48	0.54	0.50	0.49	0.48	1.19
5 IDRD	0.65	0.63		0.76	1.88	0.77	1.09	1.41
10 Sto. Tomás	0.39	0.42	0.54	0.64	1.50	1.11	1.25	
3 Sony	1.26	1.22	2.08	1.39	1.16	1.63	1.79	1.92
7 Cazucá	2.15	2.26	2.87	2.74	2.40	2.51	2.61	1.74
9 Kennedy					1.14	1.43	1.49	2.24
15 Usme					2.80	2.57	2.61	3.46
16 Vitelma					2.31	1.61	1.48	1.68
4 Tunal						1.61	2.03	1.23
6 Carrefour	1.72	1.60		1.65	1.52	1.37	1.26	1.88
11 Corpas	1.45	1.29		1.65	1.65	1.29	1.43	0.59
14 Fontibón	2.80	2.81	2.78	2.70	2.74	2.83	3.29	2.72
13 Merck	2.38	2.35	2.51	2.73	2.77	2.71	2.68	2.66
Promedio	1.44	1.42	1.78	1.63	1.85	1.73	1.81	1.80
Máximo Anual	2.80	2.81	2.87	2.74	2.80	2.83	3.29	3.46

A continuación se presentan los mapas en los cuales se grafica el flujo de los vientos que se deriva del producto vectorial entre las velocidades y direcciones. En la Figura 56 se presentan los vientos resultantes para el periodo comprendido entre las 6 y las 11 horas y en la Figura 57 los vientos resultantes entre las 12 y las 18 horas. Entre las 19:00 y las 5:00 del día siguiente se registran vientos de calma por lo cual no se consideran.

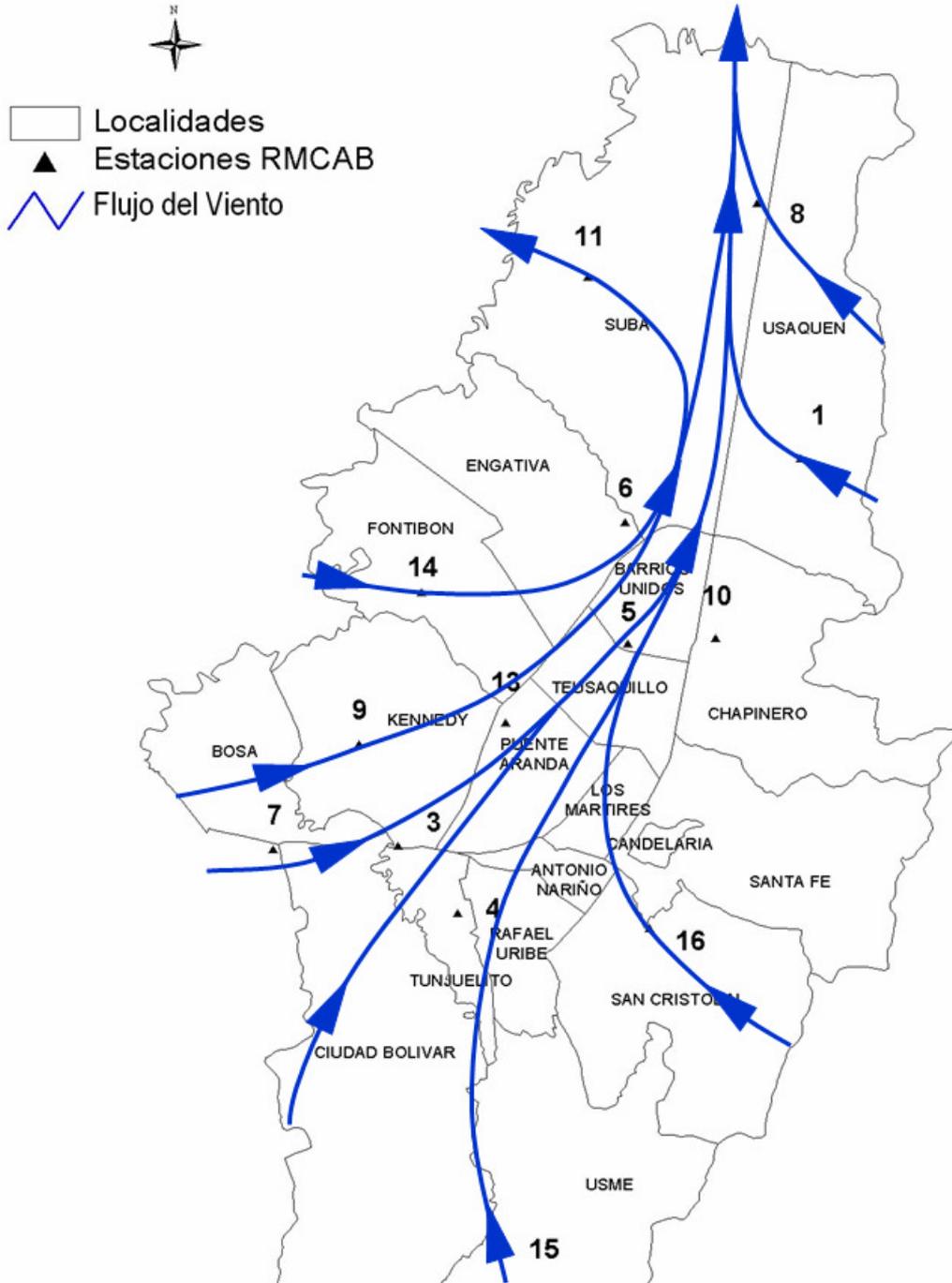
Para el año 2008 durante las horas de la mañana, se observaron cuatro flujos de vientos; el primero proveniente del sur de la ciudad con dirección occidente hacia las localidades de Kennedy y Bosa, uniéndose con el segundo flujo proveniente del nororiente de la ciudad con dirección suroccidente. El tercer flujo es el que viene de los cerros orientales tanto del sur como del norte en dirección del occidente, pero en el sector central de la ciudad estos se unen con el cuarto flujo proveniente del sur y confluyen en las localidades de Barrios Unidos, Teusaquillo y Chapinero, debido posiblemente a un sistema de baja presión que se presentó en la zona.

En las horas de la tarde, se presentaron dos flujos de vientos, el primero proveniente del suroriente y el segundo del suroccidente con dirección norte. Por el efecto de los cerros de Suba se presenta un desvío que marca un flujo semicircular entre las localidades de Fontibón y Suba que no sigue la trayectoria sur norte.



Viento Resultante en las horas de la mañana
 Año 2008 - Elaborado por la RED DE AIRE

Figura 56. Dirección del viento en Bogotá durante el año 2008 entre las 6:00 y las 11:00.



Viento Resultante en las horas de la tarde

Anual 2008 - Elaborado por la RED DE AIRE

Figura 57. Dirección del viento en Bogotá durante el año 2008 entre las 12:00 y las 18:00.

El Anexo 3 presenta las rosas de vientos de las estaciones, en las que se muestra el porcentaje de calmas en el centro de la rosa, es decir, el porcentaje de vientos cuya magnitud es menor a 0.5 m/s. Estos cálculos se han realizado utilizando la información de vientos que registran las estaciones de monitoreo cada diez minutos.

2.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL

La temperatura superficial se refiere principalmente a la temperatura del aire libre o temperatura ambiental cerca de la superficie de la tierra. Durante el año 2008 se contó con trece (13) estaciones de la RMCAB dotadas con sensores de temperatura, según se reporta en la Tabla 27. Es de aclarar que en las estaciones No. 1 Bosque y No. 4 Tunal este sensor presenta un porcentaje de datos bajos, pero los registros se tendrán presentes para el análisis anual.

Las temperaturas mínimas y máximas, así como los promedios anuales y el porcentaje de datos obtenido por cada estación se presentan en la Tabla 35. El promedio anual máximo de temperatura superficial para el año 2008 se registró en la estación No. 4 Tunal con un valor de 14.2 °C mientras que el menor se generó en la No. 16 Vitelma con 11.5 °C; para la RMCAB se determina un promedio anual de 13.4 °C, el cual es similar al histórico que tiene el IDEAM⁵, que es de 13.5 °C.

Tabla 35. Temperaturas presentadas en el año 2008

Estación	Altura del Sensor [m]	Temperatura Máxima		Temperatura Mínima		Prom. Anual	% Anual
		° C	Fecha	° C	Fecha		
1 Bosque	10,0	21,9	Domingo 28 Diciembre 14:00	4,5	Domingo 11 Mayo 06:00	12,1	72%
8 Escuela	2,0	24,2	Miércoles 30 Abril 13:00	3,8	Martes 18 Marzo 06:00	13,9	81%
11 Corpas	2,0	22,0	Viernes 02 Mayo 15:00	2,2	Lunes 28 Abril 05:00	13,6	89%
6 Carrefour	10,0	23,4	Viernes 15 Febrero 15:00	1,2	Sábado 02 Febrero 06:00	13,3	97%
14 Fontibón	20,0	22,5	Martes 29 Abril 13:00	6,3	Lunes 04 Febrero 07:00	14,1	84%
5 IDR	2,0	24,5	Miércoles 26 Marzo 14:00	-1,5	Martes 01 Enero 06:00	13,9	100%
13 Pte. Aranda	26,1	22,4	Martes 29 Abril 14:00	7,2	Lunes 04 Febrero 06:00	14,0	97%
7 Cazucá	2,0	21,6	Jueves 18 Septiembre 13:00	2,1	Martes 01 Enero 06:00	13,0	94%
9 Kennedy	2,0	21,2	Viernes 13 Junio 15:00	5,2	Martes 18 Marzo 07:00	13,6	77%
3 Sony	2,0	22,8	Miércoles 26 Marzo 14:00	2,1	Martes 22 Enero 07:00	14,0	96%
4 Tunal	12,0	20,6	Viernes 17 Octubre 14:00	7,2	Miércoles 17 Diciembre 06:00	14,2	49%
16 Vitelma	2,0	20,3	Martes 29 Enero 14:00	2,9	Sábado 02 Febrero 06:00	11,5	86%
15 Usme	2,0	23,0	Sábado 29 Marzo 12:00	1,7	Miércoles 17 Diciembre 04:00	13,4	92%

Observando los valores máximos horarios se puede determinar que el mayor se registró en la estación No. 5 IDR con 24.5 °C, presentándose el miércoles 26 de Marzo a las 14 horas, mientras que la menor de las máximas temperaturas se generó en estación No. 16 Vitelma el martes 29 de Enero a las 14 horas y fue de 20.3 °C, mostrando una diferencia entre ellas cercana a 4 °C, lo cual puede determinar la presencia de microclimas en la ciudad. Se observa que en general los máximos

⁵ Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM. Registros de 1972 a 2003.

registros se generaron en el primer semestre, pues solo tres estaciones los registraron posteriormente, dos de ellas presentando bajo porcentaje de datos.

En cuanto a los datos horarios mínimos, se determina que en la estación No. 5 IDRD se registraron valores inferiores a 0 °C (-1.5°C), lo que determina la presencia de heladas⁶. Las demás estaciones presentan valores entre 1.2 °C y 7.2 °C. Además, once (11) de las trece estaciones de la RMCAB registraron sus temperaturas mínimas en el primer semestre, las otras en el mes de diciembre, todas entre las 4 y las 7 de la mañana.

El comportamiento promedio horario de la temperatura en un día típico se describe en la Figura 58, en donde se observa un período de disminución leve de la temperatura entre las 4 y las 7 de la mañana, un posterior aumento significativo entre las 7:00 y las 12:00, hora en la cual se alcanzan los máximos valores hasta las 13:00. Posteriormente desciende levemente hasta alcanzar temperaturas similares a las registradas en las primeras horas del día. +

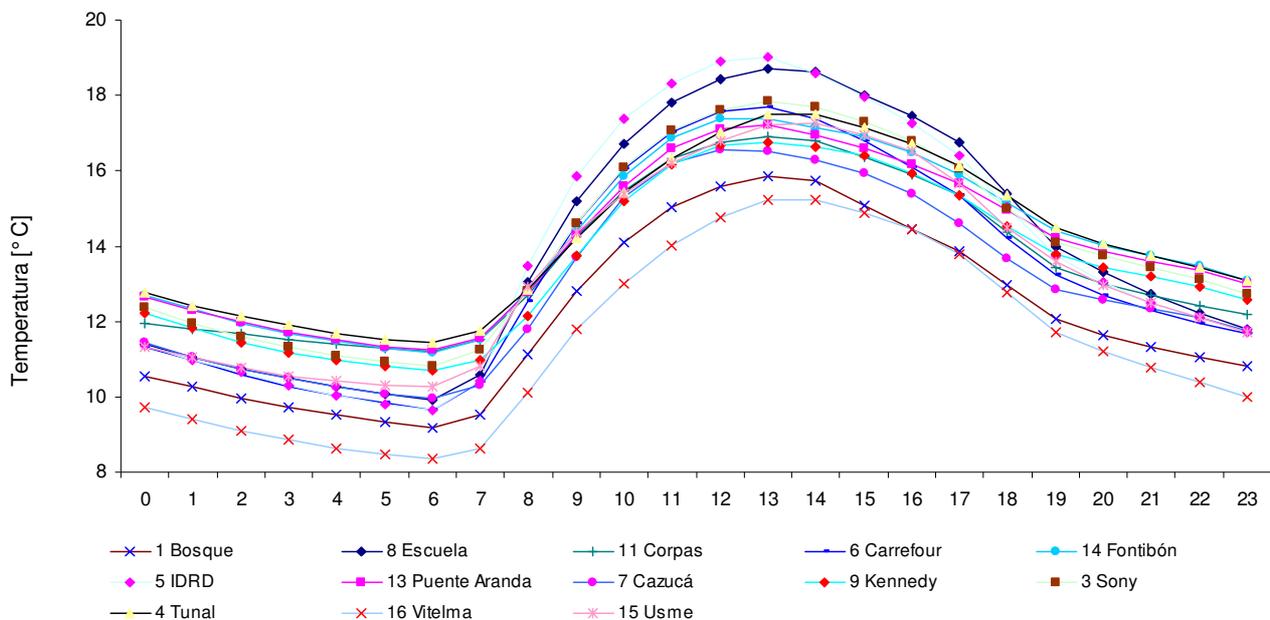


Figura 58. Promedios horarios de temperatura superficial

Al observar la temperatura media mensual (Figura 59) que registra mensuales de la RMCAB para el año 2008, se determina que durante los primeros cinco meses del año, estos fueron inferiores a los históricos del IDEAM y de la misma RMCAB, alcanzando una diferencia de 1.5°C, para los demás meses los registros fueron mayores, con una diferencia mayor de 1°C.

Adicionalmente se puede observar que los promedios de mensuales para el año, fueron menores en los meses de enero y febrero, mostrando también que a partir del mes de junio hasta diciembre, se registraron las mayores y la variación entre ellos fue similar o mínima.

⁶ Heladas: En términos meteorológicos, es la ocurrencia de una temperatura igual o menor a 0 °C a un nivel de 1.5 a 2 m sobre el nivel del suelo, es decir, al nivel reglamentario en que se instalan las casetas de medición meteorológica. Desde el punto de vista agrometeorológico podría definirse una helada como la temperatura baja a la cual los tejidos de la planta comienzan a sufrir daño. Definición IDEAM

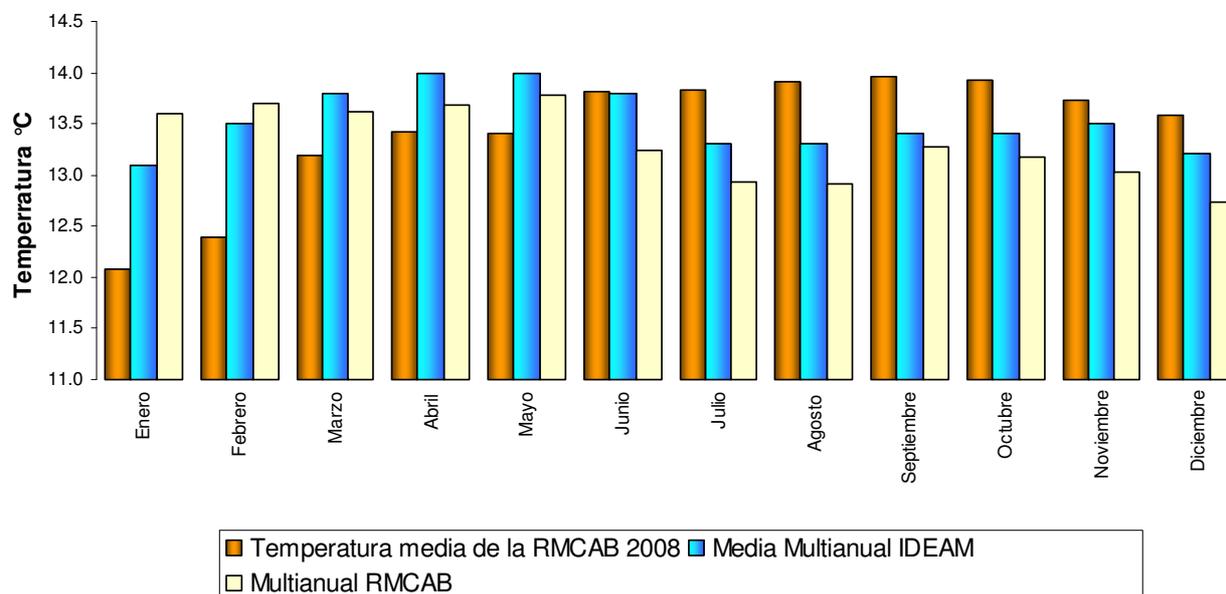


Figura 59. Temperatura media registrada en la RMCAB vs. Temperatura media multianual IDEAM y RMCAB

El promedio de la temperatura superficial por meses tomada en cada estación durante el 2008 se presenta en la Tabla 36 junto con la media multianual del IDEAM.

Tabla 36. Temperatura media mensual por Estación

ESTACIONES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual
Bosque			10.5	10.9	10.6	10.5	10.0	11.3	13.9	14.1	14.2	14.0	12.0
Escuela			14.0	14.3	14.2	13.7	13.3	13.5	13.3	14.3	14.5	14.2	13.9
Corpas	13.1	13.2	13.7	12.7	15.1	13.8	13.4	13.5	13.6	13.7	14.0	13.8	13.6
Carrefour	11.9	12.1	13.6	13.7	13.6	13.6	13.3	13.4	13.5	13.6	13.8	13.6	13.3
Fontibón	13.4	13.6	14.1	14.6	14.3	14.4	14.2	14.1	14.3	13.9	14.3	14.0	14.1
IDRD	11.8	12.4	14.2	14.5	14.4	14.4	14.3	14.3	14.2	14.1	14.4	14.2	13.9
Puente Aranda	14.2	13.4	13.9	14.1	14.2	14.1	13.8	14.1	14.1	14.1	14.2	14.0	14.0
Cazuca	10.4	10.8	10.6	10.8	10.8	12.8	14.9	14.9	15.1	15.0	15.2	14.8	13.0
Kennedy			12.4	12.1	12.2	14.3	14.2	14.3	14.2	14.1	14.2	13.8	13.6
Sony	9.8	10.8	14.9	15.0	14.9	14.7	14.5	14.7	14.7	14.7	14.9	14.6	14.0
Tunal					13.9	14.3	14.1	14.2	14.1	14.6	14.4	14.0	14.2
Vitelma	11.4	11.6	11.1	11.6	11.5	11.5	11.1	11.5	11.4	11.4	11.0	12.9	11.5
USME	13.4	14.2	14.5	14.9	14.5	14.2	13.7	13.4	13.6	13.4	10.8	9.9	13.4
Bosque			10.5	10.9	10.6	10.5	10.0	11.3	13.9	14.1	14.2	14.0	12.0
Escuela			14.0	14.3	14.2	13.7	13.3	13.5	13.3	14.3	14.5	14.2	13.9
Media Multianual IDEAM	13,1	13,5	13,8	14,0	14,0	13,8	13,3	13,3	13,4	13,4	13,5	13,2	13,5
Prom RMCAB	12.2	12.4	13.1	13.3	13.4	13.6	13.5	13.6	13.8	13.9	13.8	13.7	13.4

En cuanto al comportamiento promedio por hora de la temperatura, durante el año 2008, el fenómeno de inversión térmica fue leve en comparación con el de los años anteriores; se registró entre las 22 horas y pasada la media noche, como se muestra en la Figura 60. Se debe recordar que este fenómeno se presenta cuando los gradientes de temperatura con la altura son positivos, por lo que la temperatura del aire cerca de la superficie es menor a la medida a mayor altura, condición que impide el movimiento ascendente del aire, dificultando así la dispersión de los contaminantes y ocasionando un aumento de la concentración de los mismos en la atmósfera.

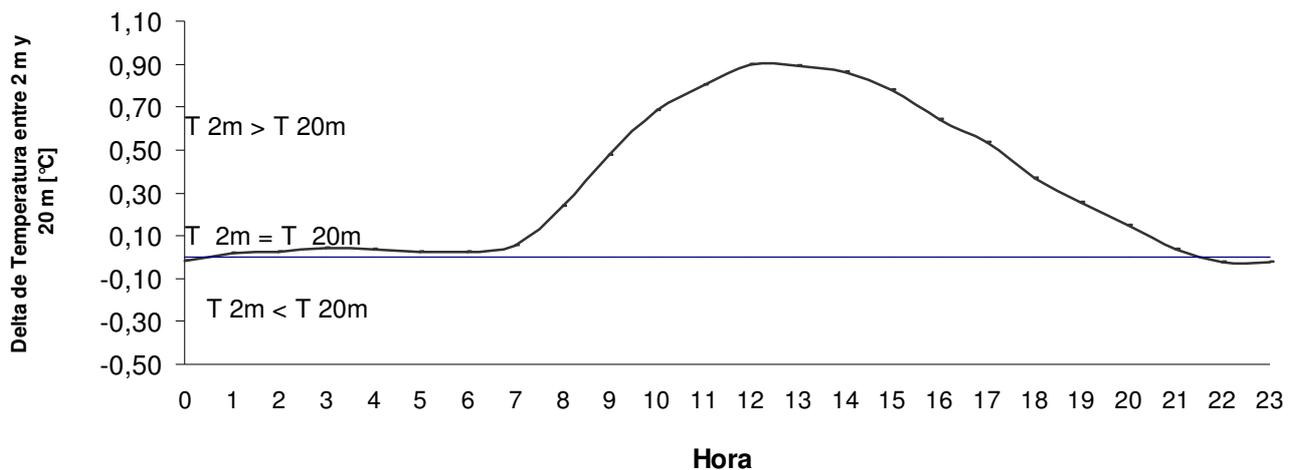


Figura 60. Diferencia de la temperatura a 20 y 2 metros de altura

En el año 2008 la estación No. 8 Escuela registró un menor número de horas de inversión térmica en comparación con el año anterior (2251 vs. 3456), alcanzando una máxima de 2.9 °C, lo cual demuestra que para el 2008 el fenómeno de la inversión térmica fue mucho menor que el registrado en el año inmediatamente anterior.

En la Tabla 37, se presenta el resumen de las inversiones por año registrada en la estación No. 8 Escuela de Ingeniería.

Tabla 37. Inversiones presentadas para la RMCAB

Año	No. Horas	Máxima Inversión Térmica °C	Promedio de las Inversiones Térmicas °C
1998	2881	3.4	0.6
1999	2565	3.8	0.5
2000	2541	7.5	0.8
2001	2025	2.5	0.6
2002	3120	3.0	0.7
2003	2756	3.1	0.6
2004	2755	2.7	0.5
2005	2839	4.7	0.5
2006	2627	2.7	0.5
2007	3456	8.8	0.7
2008	2251	2.9	0.5

2.4 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar que llega a la Tierra está expresada por la magnitud irradiancia, que mide la intensidad de la radiación solar que alcanza la superficie terrestre. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro. En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir cuatro tipos de radiación⁷:

- Radiación directa. Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.
- Radiación difusa. Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.
- Radiación reflejada: La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.
- Radiación global: es la suma de las tres radiaciones.

En la RMCAB se contó con cuatro puntos de monitoreo de radiación global ubicados en las estaciones indicadas en la Tabla 27, las cuales registraron datos entre las 5:00 y las 19:00 horas con el objeto de hallar los acumulados diarios, máximos horarios, máximos diarios y promedios de radiación solar, los cuales se presentan en la Figura 61.

Se observa que los valores registrados por la estación No. 16 Vitelma, son los menores en lo relacionado con el promedio diario y el máximo acumulado diario, en comparación con los registrados de las otras tres estaciones de la RMCAB.

La estación No. 8 Escuela presentó el máximo acumulado diario y el máximo horario el día 29 de febrero con 8406 W-h/m² y 1356 W-h/m², respectivamente. En cuanto a los registros de promedios diarios, el mayor se presentó en la estación No. 15 Usme el día miércoles 26 de marzo y fue de 705 W-h/m². En la Tabla 38, se muestra el resumen de los datos obtenidos en las cuatro estaciones mes a mes para el año 2008.

⁷ Definiciones http://www.solarpedia.es/index.php/Radiación_solar

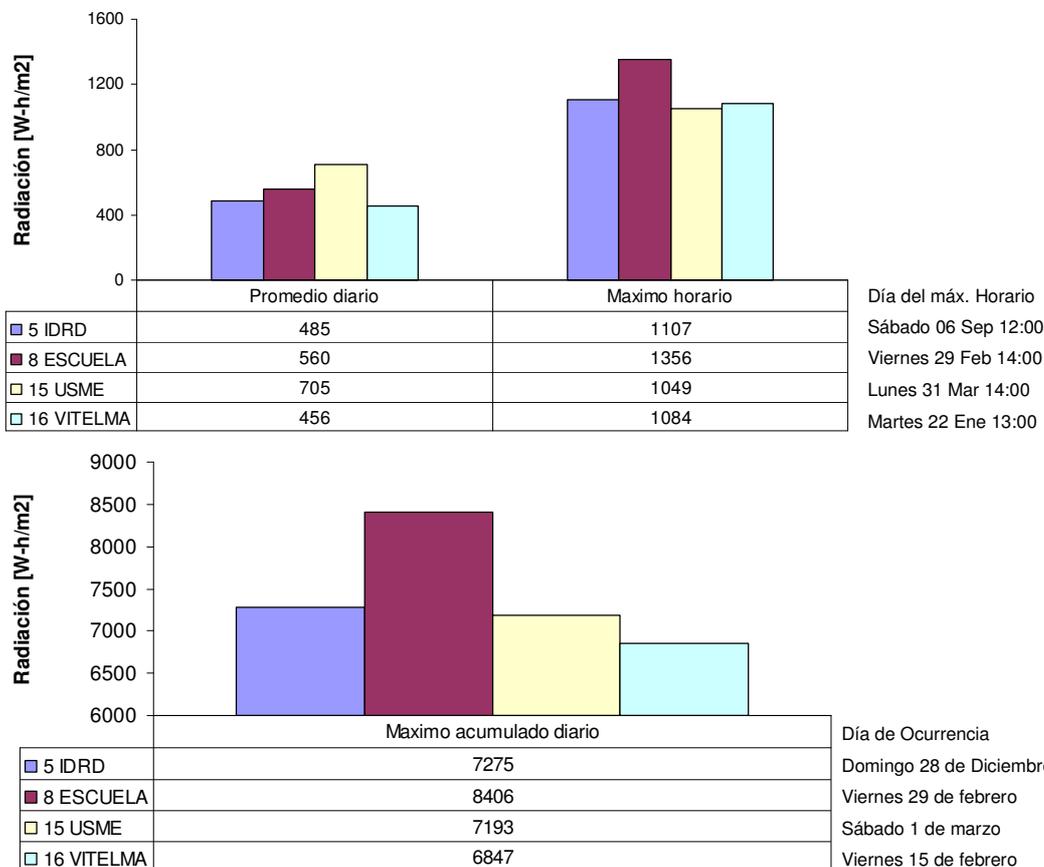


Figura 61. Radiación solar durante el año 2008.

Tabla 38. Promedios mensuales y máximos horarios de radiación solar año 2008

Mes	Promedio Mes				Máximos Horarios				Máximo Acumulado Diario			
	Prom IDR	Prom Escuela	Prom Usme	Prom Vitelma	Máx IDR	Máx Escuela	Máx Usme	Máx Vitelma	Acum IDR	Acum Escuela	Acum Usme	Acum Vitelma
Ene	302	351	304	264	572	875	993	1084	1209	7335	993	6273
Feb	305	357	312	250	1087	1356	1032	1005	7099	8406	1032	6847
Mar	296	315	317	229	1076	1355	1049	1018	6639	8057	1049	6213
Abr	246	271	250	200	1059	1117	974	1059	6170	7103	974	6138
May	221	247	223	208	873	1089	878	996	4704	5384	878	5699
Jun	239	304	233	231	1039	1114	909	938	5870	6707	909	5968
Jul	260	299	247	239	956	1209	1043	1007	5819	6830	1043	5456
Ago	251	301	247	229	1100	1196	1005	997	5740	6156	1005	5337
Sep	260	292	263	255	1107	1225	1027	1066	7019	8171	1027	5886
Oct	238	309	252	208	995	1225	967	1062	5669	6747	967	5992
Nov		275	253	186		1282	962	919		6515	962	4238
Dic	333	339	294	216	1061	1158	958	896	7275	7459	958	4855
Promedio	268	305	266	226	993	1183	983	1004	5747	7073	983	5742
Máximos	333	357	317	264	1107	1356	1049	1084	7275	8406	1049	6847

En la Figura 62 se puede visualizar que este parámetro meteorológico registró los mayores valores promedio mensuales en los meses de enero, febrero y diciembre; los demás meses se mantuvieron similares en las diferentes estaciones que miden este parámetro. Se destaca la estación No 8 Escuela con los mayores valores en todos los meses y la estación No. 16 Vitelma con las menores concentraciones de la RMCAB.

Para el periodo horario se puede observar que la mayor intensidad de radiación solar fue entre las 11:00 y las 14:00 horas para la estación No. 5 IDR D, entre las 10:00 y las 15:00 horas, en la No. 8 Escuela; en la No. 15 Usme entre las 12:00 y las 14:00 horas y para la No. 16 Vitelma está entre las 11:00 y las 13:00 horas, todas ellas superiores a 1000 W-h/m². La Tabla 39 indica los promedios horarios de radiación en W-h/m² junto con los máximos ocurridos cada hora.

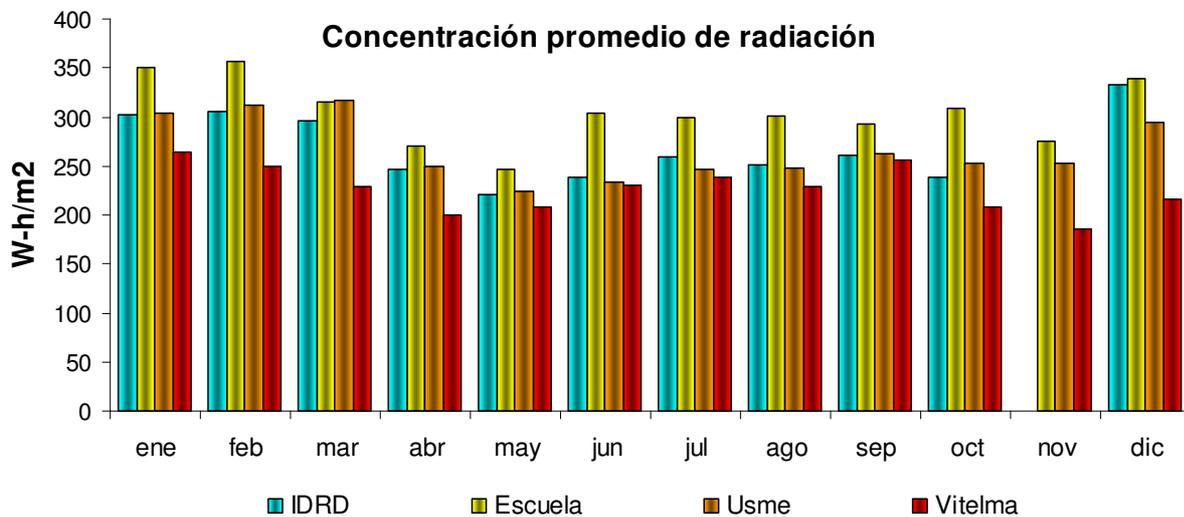


Figura 62. Promedios mensuales de Radiación solar para el año 2008

Tabla 39. Promedios y máximos horarios de radiación en 2008

Hora	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Prom IDR D W-h/m ²	1	2	55	199	355	473	514	526	518	457	377	270	156	42	1
Prom Escuela W-h/m ²	1	2	48	206	407	569	641	631	599	531	419	305	176	42	1
Prom Usme W-h/m ²	0	0	49	187	340	458	526	555	548	481	398	288	133	21	0
Prom Vitelma W-h/m ²	0	1	34	150	273	378	463	495	503	418	334	243	134	30	0
Máx IDR D W-h/m ²	42	44	138	472	646	898	1043	1107	1087	1075	877	667	402	152	16
Máx Escuela W-h/m ²	72	107	208	512	846	1086	1219	1330	1355	1356	1127	873	640	292	62
Máx Usme W-h/m ²	0	9	172	460	654	824	967	1032	1043	1049	831	676	339	71	1
Máx Vitelma W-h/m ²	0	9	110	385	635	839	1001	1062	1084	943	863	589	356	106	2

En la Figura 63 se observa la radiación máxima y media en cada hora. La radiación solar se incrementa de manera casi lineal desde las 6:00 hasta las 11:00, posteriormente empieza un rango

de datos máximos hasta las 14 horas, para empezar un rápido descenso que se termina cuando el sol se oculta después de las 18 horas.

Se determina que la radiación máxima presentada en la estación No. 8 Escuela fue la de mayor intensidad en comparación con la de las otras estaciones de la RMCAB. La No. 15 Usme registra los datos menores de las radiaciones máximas. Para los promedios horarios durante el día se observa que las 4 estaciones tienen un comportamiento similar entre ellas, encontrando los menores promedios horarios en la estación No. 16 Vitelma.

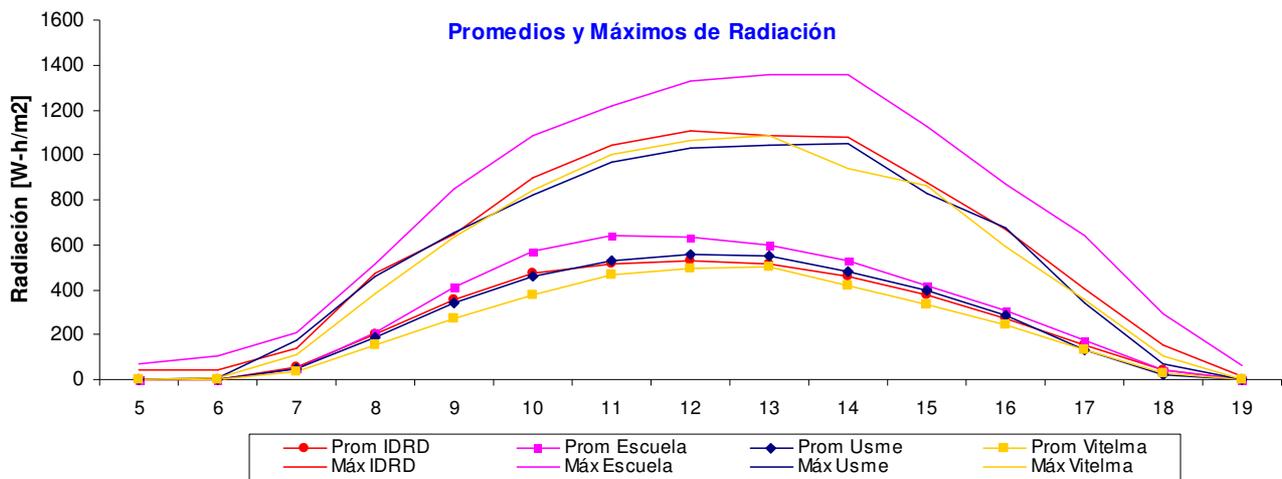


Figura 63. Máximos y promedios de radiación solar por hora para el año de 2008.

2.5 PRESION BAROMETRICA

El peso del aire de la atmósfera ejerce una presión sobre la superficie de la tierra. Esta presión es conocida como presión atmosférica. Generalmente, cuanto más aire hay sobre una zona más alta es la presión, esto significa que la presión atmosférica cambia con la altitud. Por ejemplo, la presión atmosférica es mayor a nivel del mar que en la cima de una montaña. Para compensar esta diferencia y facilitar la comparación entre localizaciones con diferentes altitudes, la presión atmosférica es normalmente ajustada a la equivalente al nivel del mar. Este ajuste es conocido como presión barométrica, es decir, la presión barométrica es la presión atmosférica local más una corrección por la altitud geopotencial local.

Para el presente año se registraron datos de presión barométrica en las estaciones indicadas en la Tabla 27. La Figura 64 muestra la presión barométrica máxima y promedio anual para cada una de las estaciones que monitoreo éste parámetro. El mayor valor fue tomado en Carrefour con 564.8 mmHg (753.0 hPa) y presentó el máximo de 567.2 mmHg (756.2 hPa) el cual se registró el jueves 11 Septiembre a las 10 horas. Los valores de las tres estaciones son similares entre ellas y tienen relación con la altitud a la cual se encuentra cada una de ellas.

En la Tabla 40 se presentan los máximos valores de presión barométrica registrados en cada hora y los promedios anuales, por hora, así como el número de datos para su obtención.

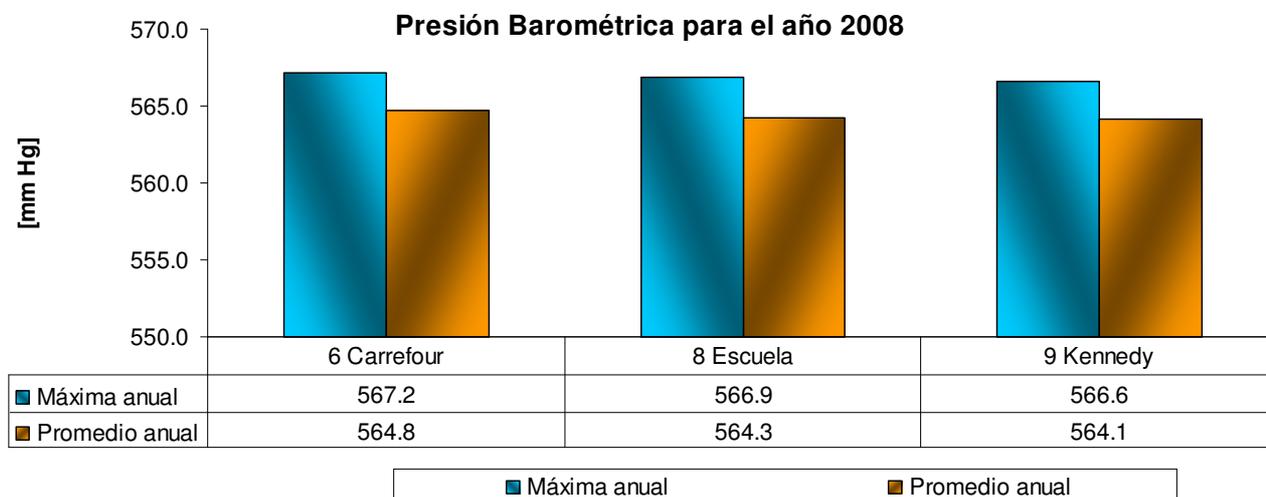


Figura 64. Presión Barométrica para el año 2008.

Tabla 40. Máximos horarios y promedios horarios de radiación durante el año de 2008

Hora	Estación No. 6 Carrefour				Estación No. 8 Escuela				Estación No. 9 Kennedy			
	Datos	Prom	Máx	Mín	Datos	Prom	Máx	Mín	Datos	Prom	Máx	Mín
0	163	565.5	567.0	563.7	212	565.0	566.7	563.0	193	564.8	566.6	562.9
1	164	565.1	566.5	563.4	212	564.6	566.2	562.7	192	564.5	566.1	562.7
2	164	564.8	566.0	563.0	212	564.3	565.7	562.3	192	564.1	565.5	562.3
3	164	564.5	565.8	562.6	212	564.0	565.6	562.0	192	563.8	565.3	562.0
4	164	564.4	565.7	562.4	212	563.9	565.4	561.9	192	563.8	565.2	561.9
5	164	564.5	565.9	562.7	212	564.0	565.6	562.3	192	563.9	565.4	562.2
6	164	564.8	566.2	563.0	212	564.3	566.0	562.7	192	564.1	565.8	562.5
7	163	565.1	566.6	563.6	210	564.7	566.4	563.0	192	564.5	566.2	562.8
8	162	565.5	566.9	564.1	212	565.1	566.7	563.3	191	564.9	566.5	563.1
9	161	565.8	567.0	564.4	212	565.3	566.9	563.5	191	565.1	566.6	563.4
10	162	565.8	567.2	564.3	211	565.3	566.8	563.5	191	565.1	566.6	563.4
11	163	565.6	566.9	563.9	211	565.0	566.6	563.2	189	564.9	566.2	563.1
12	162	565.1	566.4	563.2	211	564.6	566.1	562.6	192	564.5	565.8	562.5
13	163	564.6	565.9	562.6	211	564.1	565.7	561.9	193	564.0	565.4	561.9
14	164	564.0	565.6	562.0	212	563.5	565.4	561.5	196	563.4	565.1	561.3
15	160	563.5	565.4	561.6	211	563.0	565.1	561.1	198	563.0	564.8	561.1
16	162	563.3	565.1	561.6	213	562.8	564.8	561.1	197	562.6	564.5	548.1
17	164	563.4	565.1	561.6	213	562.9	564.9	561.1	196	562.7	564.6	558.4
18	163	563.7	565.4	562.0	213	563.2	565.2	561.5	195	563.0	564.9	561.5
19	163	564.1	565.7	562.5	213	563.7	565.4	562.1	194	563.5	565.1	562.0
20	162	564.7	565.9	563.1	212	564.2	565.7	562.5	192	564.0	565.4	562.5
21	162	565.2	566.4	563.8	212	564.7	566.1	563.0	193	564.5	565.9	562.9
22	164	565.5	566.9	564.0	212	565.0	566.5	563.2	193	564.9	566.2	563.1
23	164	565.6	566.9	563.9	213	565.1	566.7	563.2	193	565.0	566.4	563.0

2.6 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es la humedad que se calcula como el cociente entre la cantidad de vapor de agua que hay en el aire y la máxima cantidad de vapor de agua (saturación) que puede haber en el aire para un momento determinado, usualmente se expresa en porcentajes. La humedad por si sola se refiere a la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, sin embargo, la cantidad de vapor de agua que el aire puede contener varía según la temperatura y la presión, de esta manera cuando la humedad relativa tiene valores cercanos a 100%, pequeñas variaciones de presión o temperatura pueden hacer que el agua se condense y precipite.

Para el presente año, se tienen registros en las estaciones indicadas en la Tabla 27. Acorde a la información registrada, se puede determinar que el comportamiento de las estaciones No. 8 Escuela (norte de la ciudad), No. 15 Usme y No. 16 Vitelma (sur de la ciudad), presentan un valor promedio anual similar (80%), mientras que la No. 6 Carrefour registra el promedio anual mínimo (67.8%). En la Figura 65 se muestra lo anterior, así como los valores para cada una de ellas.

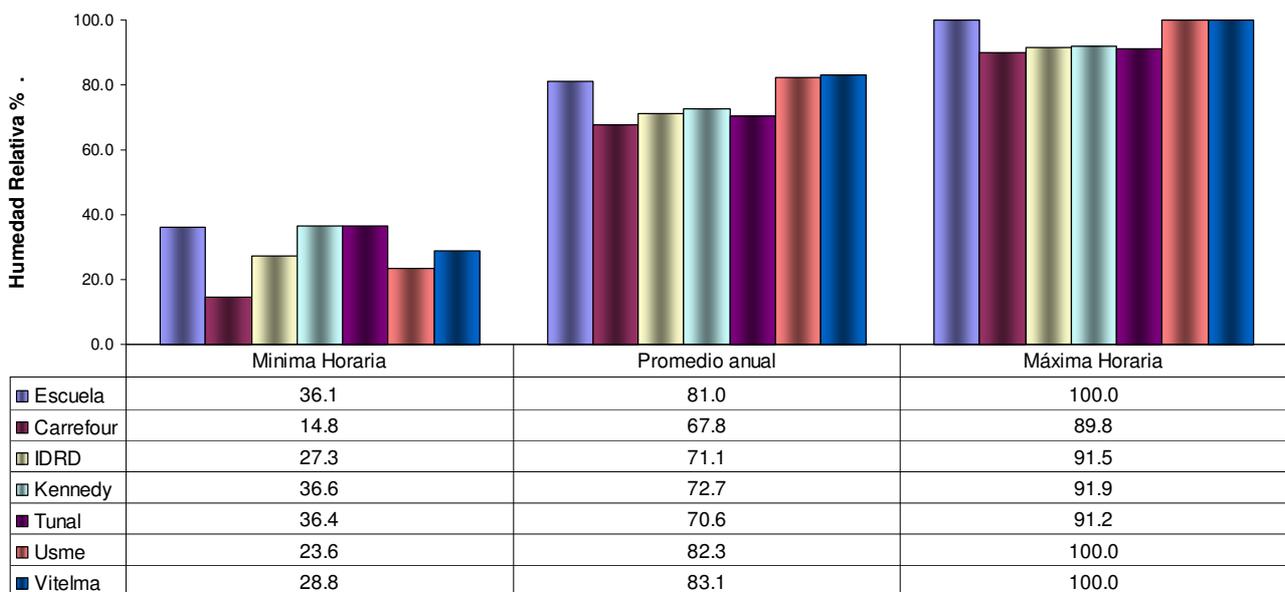


Figura 65. Comportamiento de la humedad relativa para el 2008

El comportamiento diario de la Humedad Relativa en las diferentes estaciones, muestra una reducción a partir de las 08:00 horas, hora en la cual se incrementa la temperatura superficial; luego, alrededor de las 17:00 horas comienza a aumentar progresivamente, justo cuando la temperatura superficial comienza a descender, alcanzando los mínimos porcentajes entre las 12 a las 14 horas, indicando como sucede en el promedio anual que las estaciones con mayor promedio horario son No. 8 Escuela, la No. 15 Usme y la No. 16 Vitelma, y las de menor son No. 5 IDRD y la No. 6 Carrefour, como lo muestra la Figura 66.

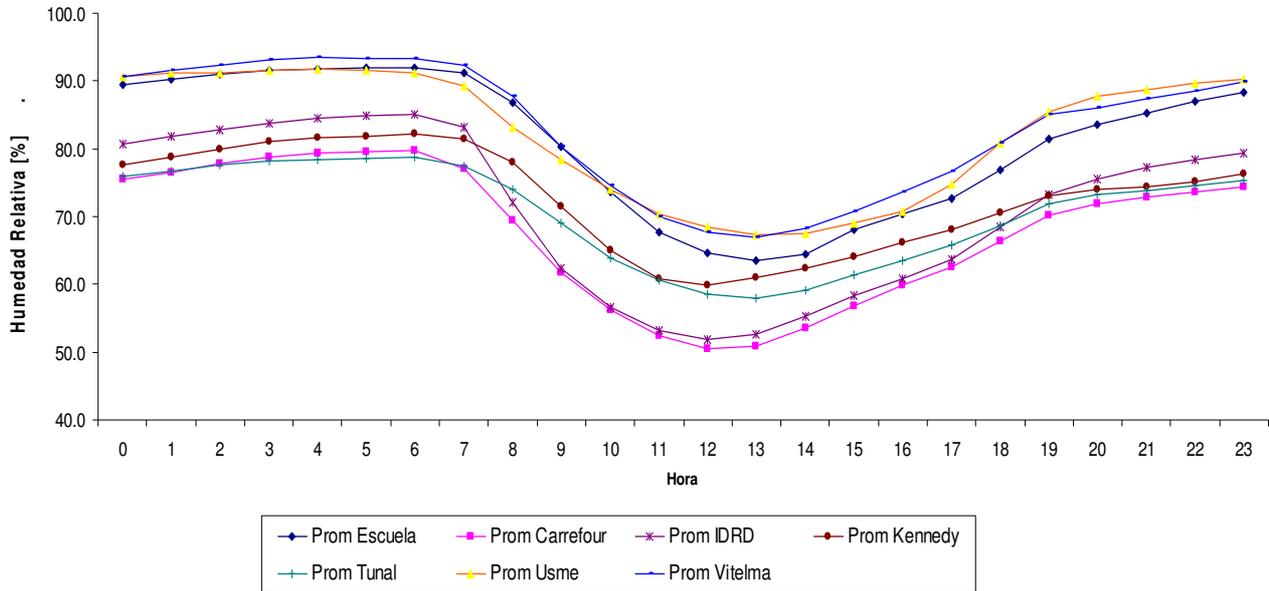


Figura 66. Comportamiento diario de la humedad relativa.

En la Tabla 41 se presentan los promedios mensuales en las diferentes estaciones y la Figura 67 se visualiza el comportamiento de ellos, para el año 2008, determinando que marzo, abril, noviembre y diciembre fueron los meses de mayor humedad en la ciudad.

Tabla 41. Promedios mensuales de Humedad Relativa para el año 2008

Mes	Escuela	Carrefour	IDRD	Kennedy	Tunal	USME	Vitelma
Enero		65.7				79.5	79.8
Febrero		66.0				80.7	80.8
Marzo	87.5	67.1	71.0			78.7	83.0
Abril	88.7	69.0	71.9			82.9	84.3
Mayo	87.8	69.7	72.1	68.8	70.8	85.3	85.1
Junio	78.8	67.3	70.6	73.2	71.9	86.9	84.3
Julio	77.4	66.0	68.2	70.1	69.2	83.9	84.3
Agosto	76.9	67.9	69.8	71.3	69.2	82.3	82.5
Septiembre	76.8	65.8	67.7	70.3	68.0	81.1	81.4
Octubre	76.4	68.4	71.5	73.3	67.0	80.3	84.1
Noviembre	81.1	72.8	75.8	76.8	74.8	84.1	89.2
Diciembre	77.7	69.1	72.3	73.9	70.9	80.4	84.5

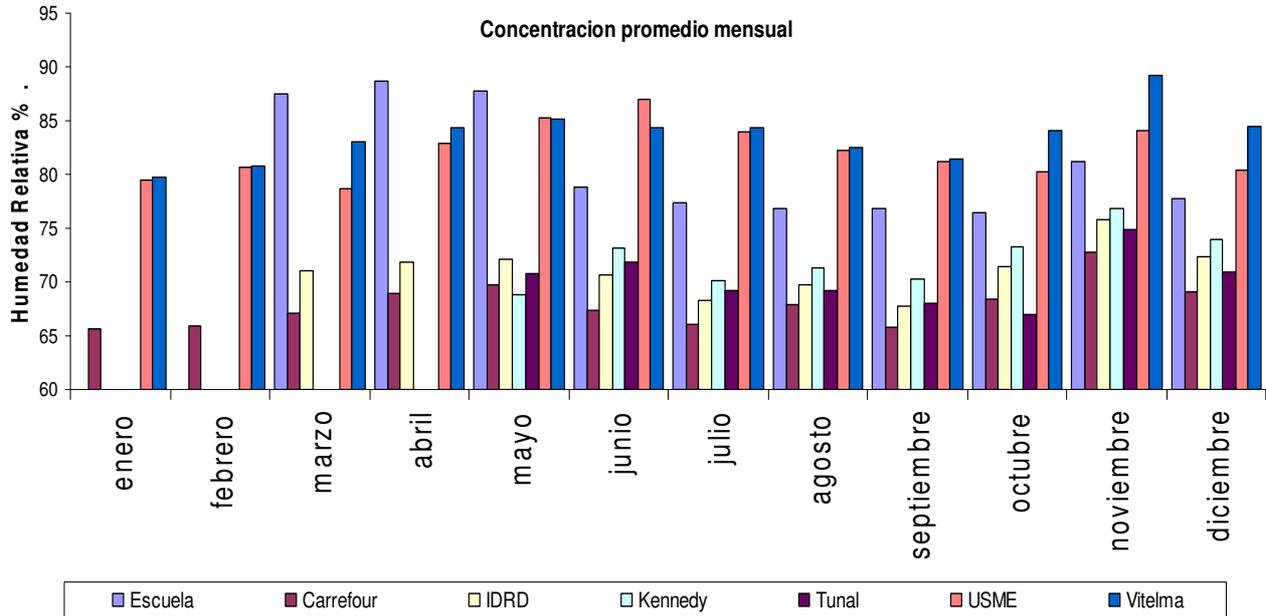


Figura 67. Comportamiento diario de la humedad relativa para el año 2008.

3. CONTAMINANTES Y SU RELACIÓN CON VIENTOS

3.1 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10

Las rosas de contaminación para PM10 ilustran la manera como se detecta el flujo de partículas menores a 10 micras según los vientos en cada estación. La concentración es expresada en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

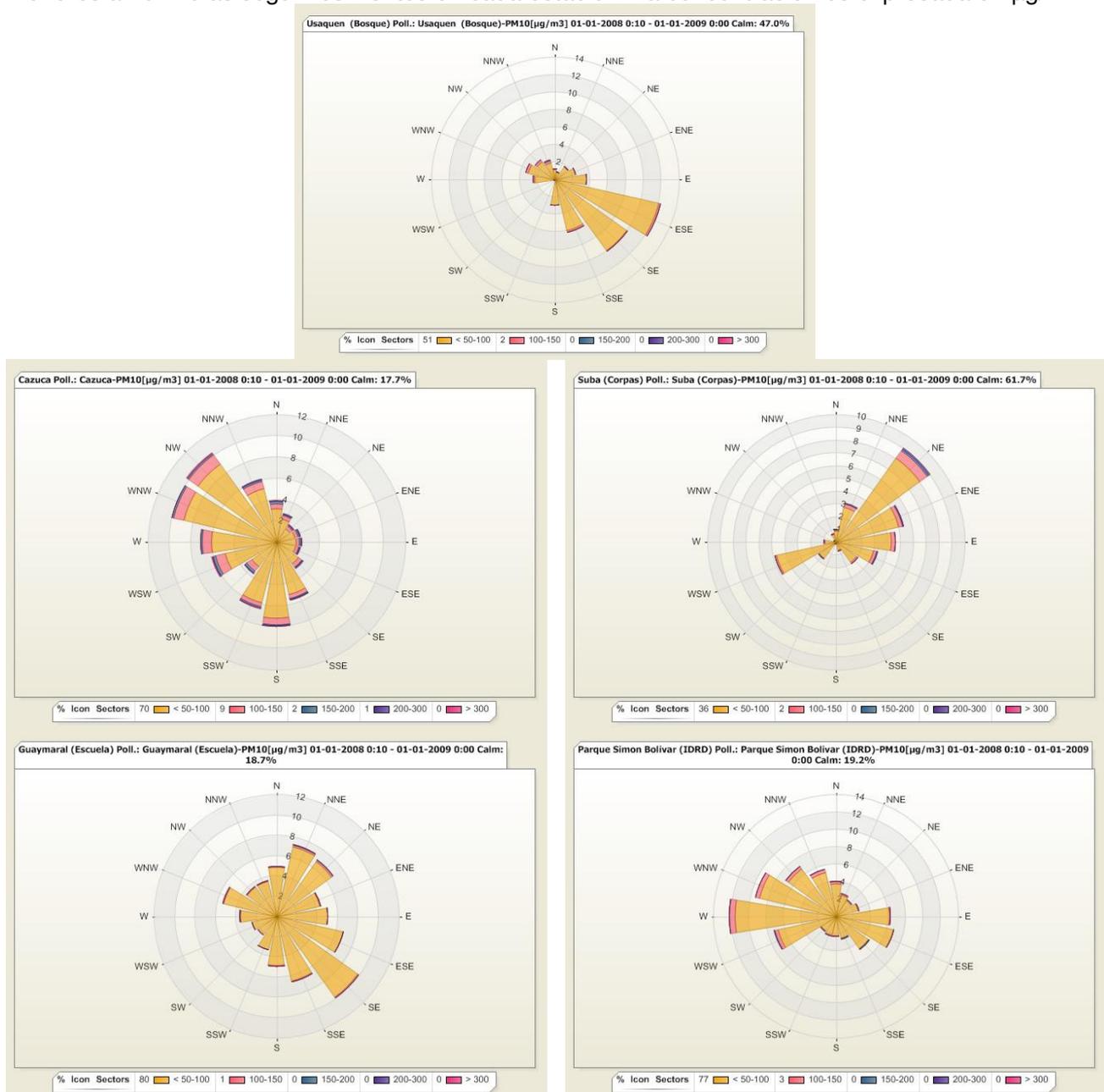


Figura 68. Rosas de Contaminación PM10, estaciones Bosque, Cazucá, Corpas, Escuela e IDRD.

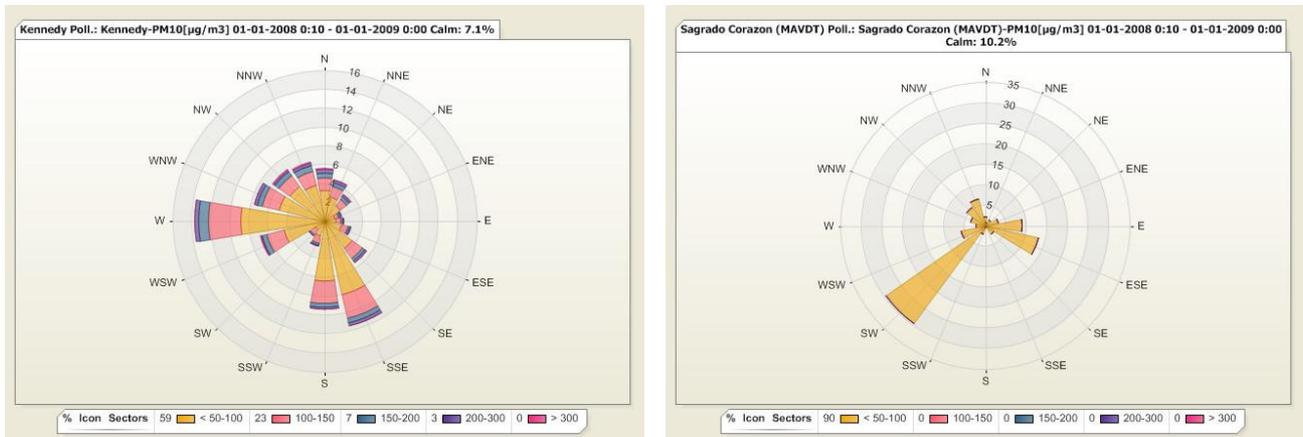


Figura 69. Rosas de Contaminación de PM10 para la estación Kennedy y MAVDT

3.2 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PST

La movilidad de las partículas suspendidas totales (PST) debido al viento se puede visualizar por medio de las rosas de contaminación, presentadas a continuación:

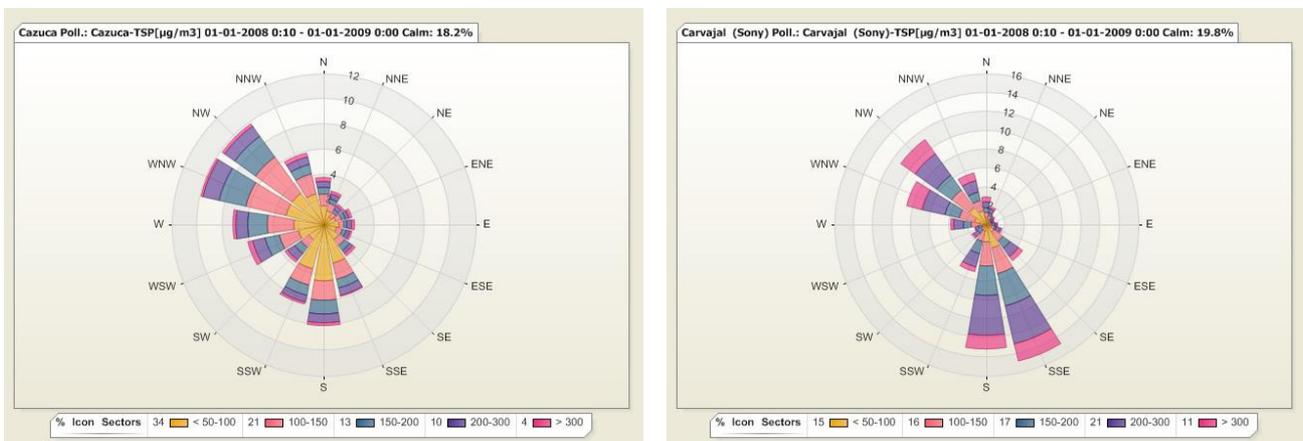


Figura 70. Rosas de Contaminación de PST para las estaciones Cazucá y Sony.

3.3 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE SO₂

Con los datos de las estaciones que monitorearon este contaminante durante el año 2008 se generaron las rosas de contaminación de SO₂ presentadas a continuación.



Secretaría Distrital de Ambiente Dirección de Control Ambiental Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

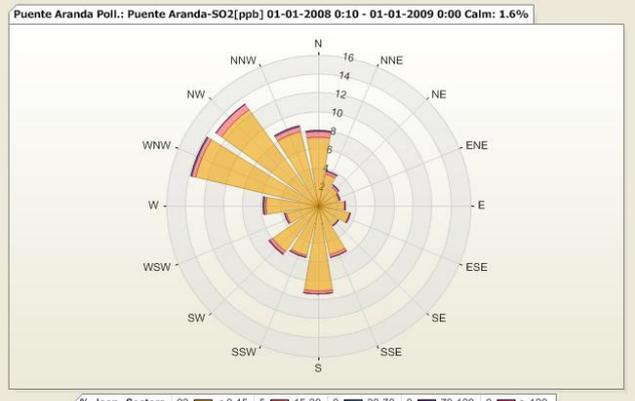
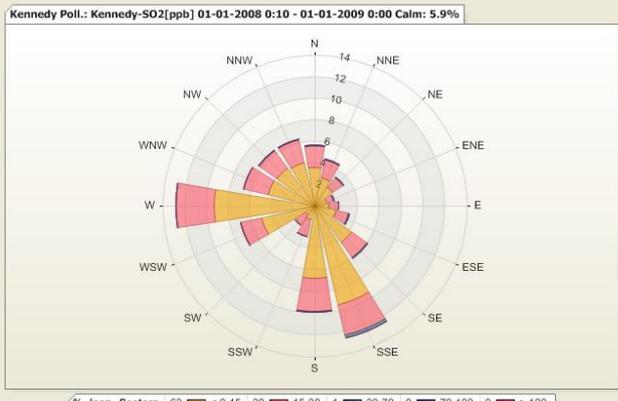
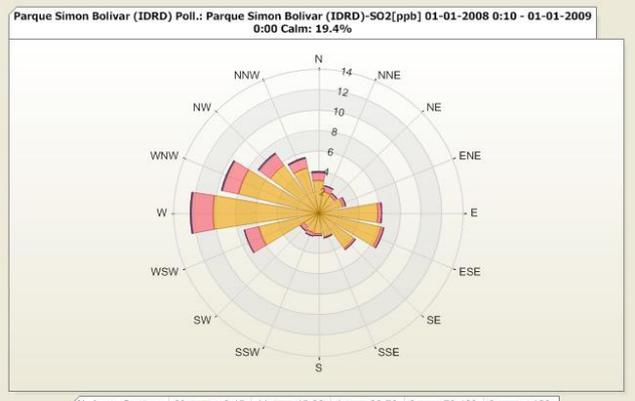
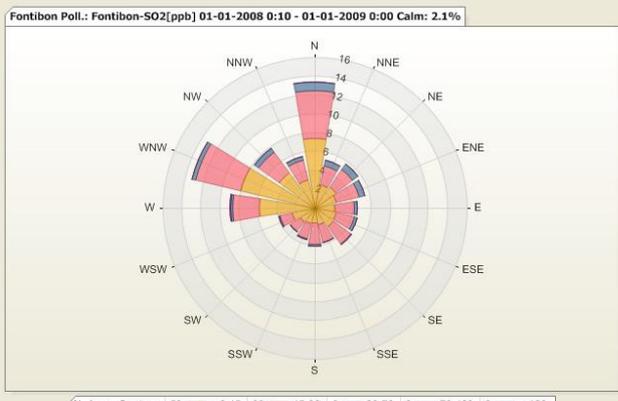
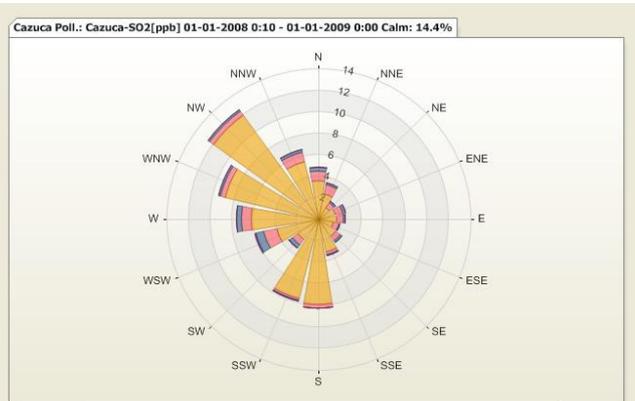
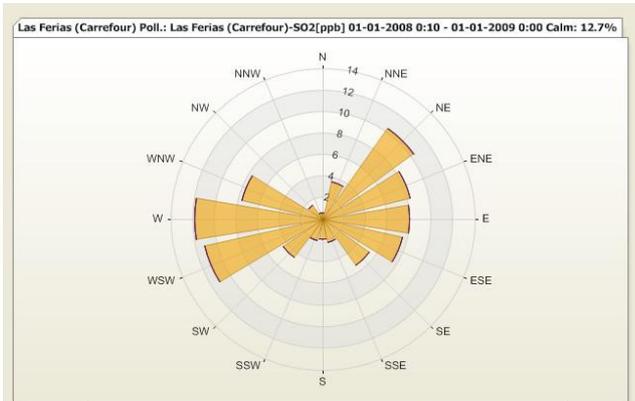


Figura 71. Rosa de Contaminación de SO₂ para las estaciones Carrefour, Cazuca, Fontibón, IDRD, Kennedy y Puente Aranda.

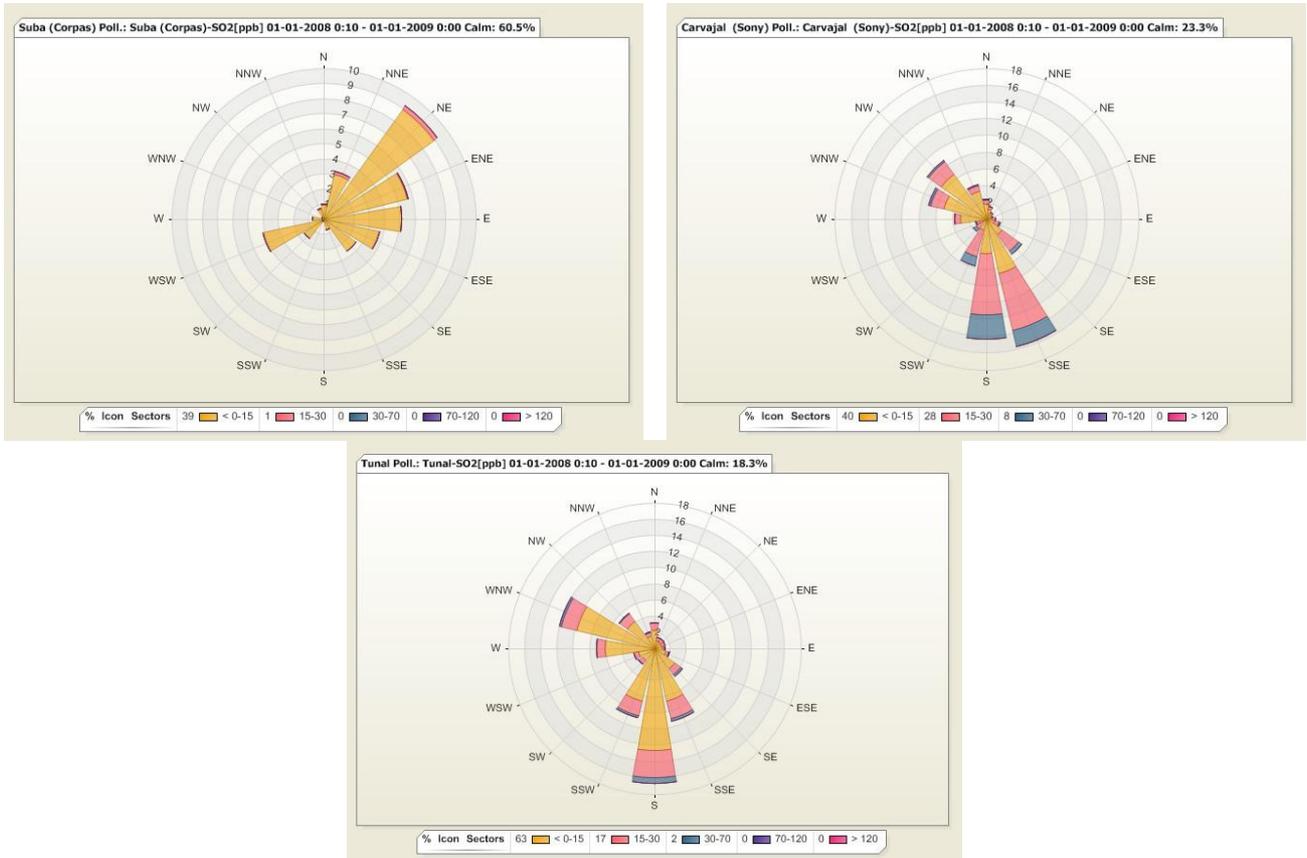


Figura 72. Rosa de Contaminación de SO₂ para las estaciones Corpas, Sony y Tunal

3.4 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE NO₂

Las rosas de contaminación de NO₂ de las estaciones No. 11 Corpas, No. 14 Fontibón y No. 5 IDRD se presentan a continuación:

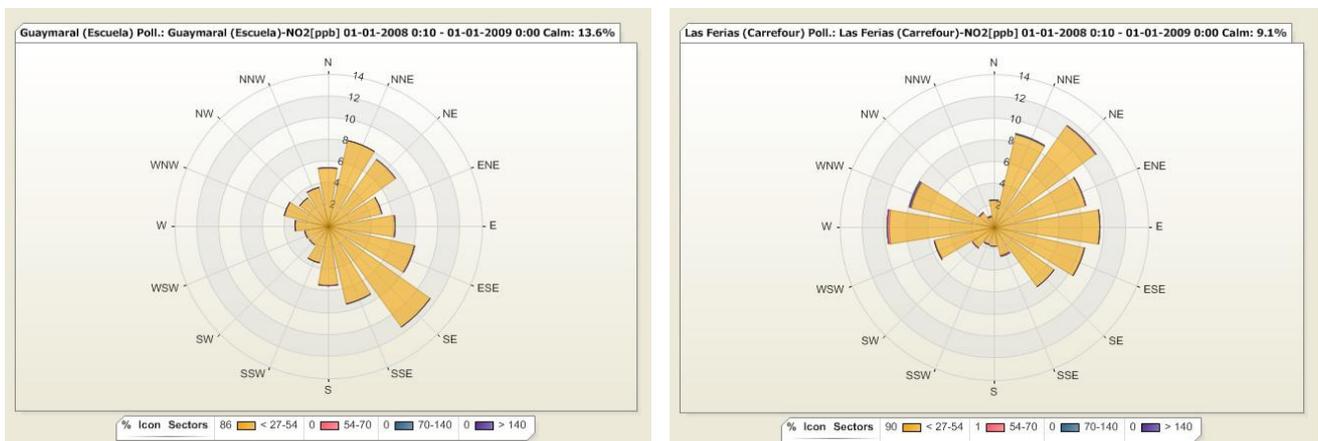


Figura 73. Rosa de Contaminación de NO₂ para las estaciones Escuela y Carrefour.



Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

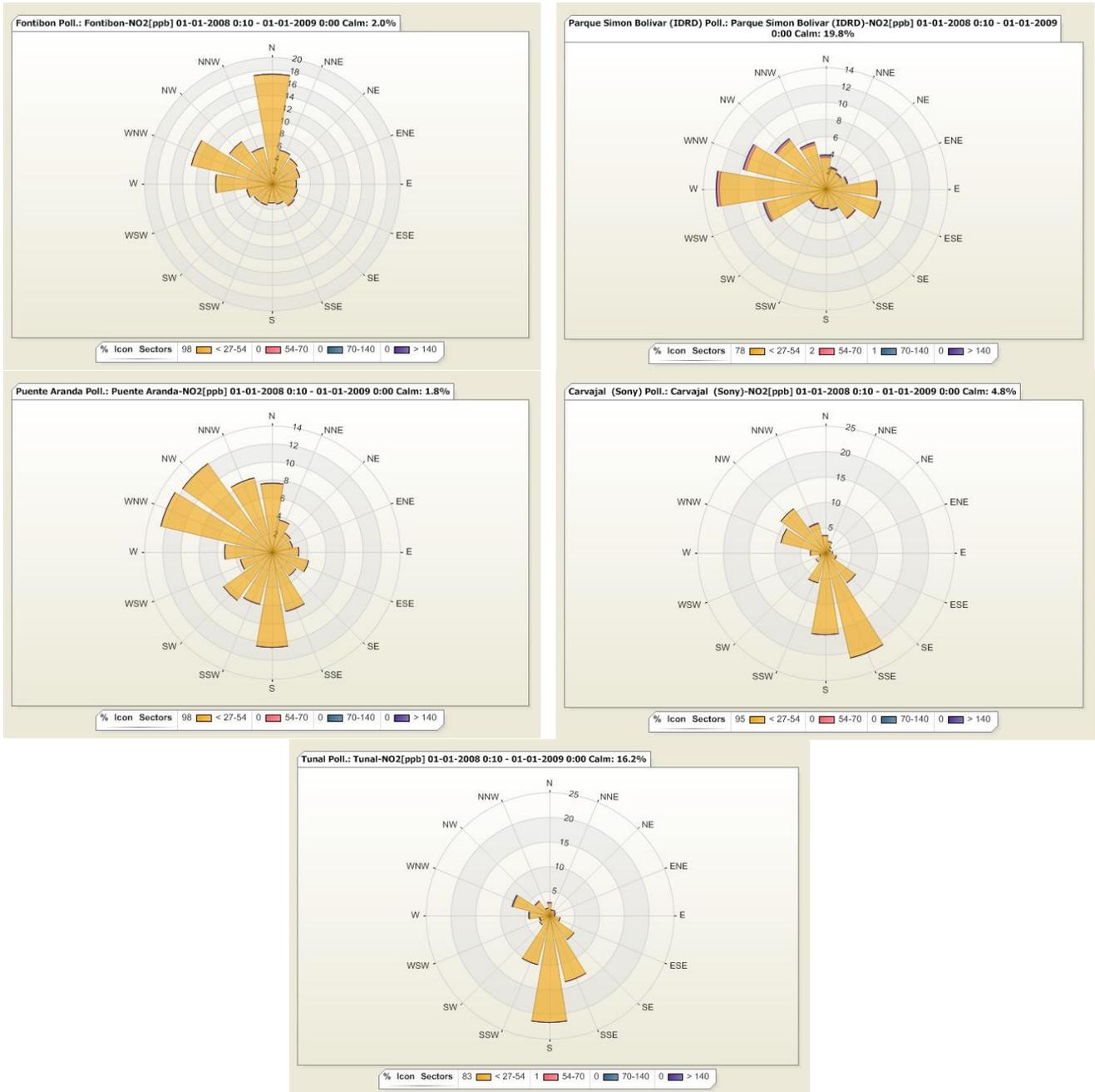


Figura 74. Rosa de Contaminación de NO₂ para las estaciones Fontibon, IDRD, Puente Aranda, Sony y Tunal.

3.5 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE CO

Los registros de CO de las estaciones No. 5 IDR D, No. 6 Carrefour, No. 14 Fontibón, No. 7 Cazucá, y No. 3 Sony permitieron calcular las rosas de contaminación presentadas en la Figura 79.



Figura 75. Rosa de Contaminación de CO para estaciones Carrefour, Fontibón, IDR D, y Puente Aranda.

3.6 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE O₃

Los registros de O₃ de las estaciones No. 5 IDR D, No. 3 Sony y No. 14 Fontibón, permitieron calcular las rosas de contaminación presentadas en la Figura 77.



Figura 76. Rosas de contaminación de O₃ para las estaciones Escuela, Corpas, Carrefour, Fontibón, IDRD, Puente Aranda.

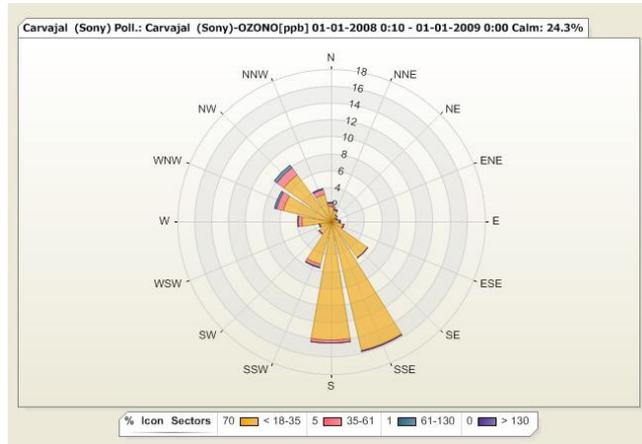


Figura 77. Rosa de contaminación de O₃ para la estación Sony.

GLOSARIO

Aire: Es el fluido que forma la atmósfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

Aire cero: Es el aire sometido a un proceso de depuración por procedimientos artificiales. Se utiliza para diluir mezclas de concentración conocida de gases de referencia durante el proceso de calibración o para ajustar el cero a los equipos de monitoreo, la purificación del aire se realiza para eliminar contaminantes que alteren las concentraciones de las mezclas o la respuesta al cero de los equipos.

Agentes contaminantes convencionales: Se entiende por agentes contaminantes convencionales los *contaminantes primarios* (Monóxido de carbono, material particulado, óxidos de azufre e hidrocarburos) y *contaminantes secundarios* (ozono, Dióxido de nitrógeno).

Analizador: Equipo instrumental necesario para realizar en análisis del aire ambiente mediante el uso de las propiedades físicas y químicas y que da señales de salida cíclicas o puntuales.

Anemómetro: Instrumento utilizado para medir la velocidad del viento. Los dos tipos principales de anemómetros son los rotativos de cubeta y los de hélice.

Aseguramiento de la Calidad (AC): Sistema integrado de actividades administrativas entre las cuales se incluye la planificación, la implementación, la evaluación, la información y el mejoramiento de la calidad para asegurar que un proceso, producto o servicio sea del tipo y calidad necesaria y esperada por el cliente. [EPA].

Auditoria: Evaluación sistemática e independiente para determinar si las actividades relacionadas con el programa de calidad y sus resultados cumplen con las medidas planeadas, si esas medidas son adecuadas de acuerdo con los objetivos y si son implementadas en forma efectiva. [EPA].

Bandera: Registro generado por un equipo automático de monitoreo que permite identificar el estado del dato reportado.

Barómetro: Instrumento para medir la presión atmosférica.

Bitácora: Libro en que se apuntan las actividades realizadas durante las visitas a las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire.

Calibración: Conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición o valores representados por una unidad de medida y los valores conocidos correspondientes a una medición.

Cilindro de gas patrón certificado: Es el recipiente que contiene un gas o mezcla de gases cuya composición ha sido medida y certificada por el fabricante.

Concentración de fondo: Fracción de la calidad del aire observado que no se puede relacionar directamente con las fuentes que se estudian.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Condiciones Normales para normas de calidad del aire y fuentes fijas: Las normas de emisión previstas en la presente Resolución están establecidas teniendo en cuenta las condiciones Normales a 298.15 K y 101.325 kPa.

Confiabilidad: Capacidad de un equipo o sistema de realizar su función de la manera prevista bajo condiciones indicadas.

Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Son fenómenos físicos o sustancias o elementos en estado sólido, líquido gaseoso, causantes de efectos adverso en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales o de una combinación de estas.

Control de Calidad (CC): Sistema de actividades técnicas que mide los atributos y rendimiento de un proceso, producto o servicio con estándares definidos para verificar que ellos cumplan los requisitos establecidos por el cliente. Las técnicas y actividades operacionales usadas para cumplir con los requisitos de calidad. Sistema de actividades y chequeos para asegurar que los sistemas de medición sean mantenidos dentro de los límites prescritos a fin de proporcionar una protección contra las condiciones fuera de control y asegurar que los resultados sean de calidad aceptable. [EPA].

Datalogger: Dispositivo que sirve para almacenar información digital temporalmente.

Diagrama de caja (Box-Plot): Gráfica usada en análisis estadístico que permite tener una idea visual de la distribución de los datos, determinar si hay simetría, ver el grado de variabilidad existente y finalmente detectar datos atípicos.

Ecuación para la conversión de unidades: Para hacer la conversión de unidades de concentración de partes por millón (ppm) a microgramos por metro cúbico (g/m³) se aplicará la siguiente ecuación: Se adoptan las convenciones siguientes para efecto de la aplicación de la ecuación establecida en la presente definición:

$$C[\mu\text{g}/\text{m}^3] = \frac{C[\text{ppm}] \times \text{PM}}{24.466} 10^3$$

C[μg/m³] = Concentración dada en peso de un contaminante por unidad de volumen de aire en microgramos por metro cúbico.

C[ppm] = Concentración por unidad de volumen de aire en partes por millón.

PM[kg/kmol] = Peso molecular del agente contaminante conocido en kilogramos por kmol.

24.466 = Volumen de una kmol en m³/kmol a temperatura de 298.15 K y presión de 101.325 kPa

Episodio de contaminación: Es toda situación donde un contaminante alcanza niveles de concentración elevados en poco tiempo, de manera que puede afectar severamente la salud humana.

Equipo Para Calibración: Es el instrumento o conjunto de dispositivos que son patrón de referencia sobre el que se compara la operación de un equipo de medición.

Estabilidad atmosférica: Característica de la atmósfera que impide el movimiento vertical del aire.

Estación de monitoreo: Es el conjunto de equipos de medición de contaminantes atmosféricos primarios y/o de referencia y de medición meteorológica manuales o automáticos situados en posición estratégica dentro del diseño de una red.

Estándar de calidad del aire: Valores de concentración de contaminantes que han sido aprobados como límites a cumplir en una zona determinada.

Gas de calibración: Término comúnmente usado para describir cualquier gas (estándar primario o secundario) utilizado para calibrar.

Generador de aire cero: Dispositivo utilizado para generar aire cero.

Índice. Expresión numérica, de carácter adimensional. Obtenida de la fusión de varias variables ambientales mediante criterios de ponderación específicamente definidos.

Material particulado: Término general aplicado a partículas sólidas de dimensiones y origen diferentes, que generalmente permanecen suspendidas en un gas durante algún tiempo.

Media aritmética: Es la sumatoria de todos los datos a promediar. Dividida por el número total de datos.

Media Móvil: Se calcula del mismo modo que la media aritmética para un periodo de n datos, y se va recalculando a medida que se agregan nuevos datos, partiendo del último dato y manteniendo siempre el número de datos correspondiente al periodo definido.

Método Equivalente: Es el procedimiento de medición y análisis señalado en la presente resolución, el cual puede producir resultados similares a los del método de referencia en la determinación de la concentración de una sustancia en el aire ambiente, y que es seleccionado para reemplazarlo.

Método de Referencia: Es el procedimiento de medición y análisis probado exhaustivamente, señalado en la presente resolución, que debe utilizarse para determinar la concentración de una sustancia contaminante en el aire ambiente y deberán realizarse bajo los estrictos parámetros técnicos.

Monitoreo: En el sentido más amplio de la palabra, medición repetida para seguir la evolución de un parámetro durante un período de tiempo.

Nivel Normal (Nivel I): Es aquel en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales, que no producen efectos nocivos, directos ni indirectos, en el medio ambiente o la salud humana.

Nivel de exposición: Concentración de un contaminante a la que está sometida la población en una zona determinada, en un momento determinado.

Nivel de Prevención (Nivel II): Es aquel que se presenta cuando las concentraciones de los contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes.

Nivel de Alerta (Nivel III): Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición, puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y en especial alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida en la población expuesta.

Nivel de emergencia (Nivel IV): Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos.

Norma de calidad del aire o nivel de inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias contaminantes o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Norma anual: Establece la concentración máxima anual permisible de un contaminante, definida como el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias cuando se trata de contaminantes en estado gaseoso, o el promedio geométrico de los valores de las muestras diarias cuando se refieran a partículas suspendidas totales - PST.

Norma diaria: Establece la concentración máxima diaria permisible de un contaminante, definida como el promedio aritmético de los valores de las muestras horarias, que podrá excederse solo una vez en un año.

Norma promedio horaria: Establece la concentración máxima permisible de un contaminante, de las mediciones realizadas en un periodo de tiempo establecido (media hora, una hora, tres horas, 6 horas y 8 horas).

Obstáculo: Elemento que interfiere con la correcta toma de una muestra de aire que será analizada por un analizador automático de calidad del aire o con la correcta medición de un parámetro meteorológico.

Operaciones de puesta en marcha y parada: Toda operación realizada al poner una actividad, un elemento del equipo o un dispositivo en servicio o fuera de servicio, o ponerlo o sacarlo de un estado de reposo.

Precisión: Grado de concordancia existente entre los resultados independientes de un ensayo, obtenidos en condiciones estipuladas.

Promedio Geométrico: Es la raíz enésima del producto de todos los datos a promediar, Para su cálculo utilícese la siguiente ecuación:

$$G = (X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot \dots \cdot Xn)^{1/n}$$

Donde:

G = Promedio geométrico

X1, X2, X3.Xn = Todos los datos a promediar.

Protocolo: Plan escrito y detallado que permite realizar las actividades relacionadas con la operación de la red de manera organizada y repetida.

Protocolo de comunicación: Se trata de un conjunto de reglas que hace que la transmisión entre dos máquinas sea posible, bajo criterios de calidad, eficiencia y confiabilidad. Los protocolos se pueden clasificar como: orientados a bit, cuando ellos solos proveen la información necesaria para establecer y mantener activa una conexión; y orientado a byte cuando su estructura tiene conjuntos bits de control, datos e información de protocolo.

Rango crítico: Véase Rango de tolerancia

Rango de tolerancia: Nivel de concentración máxima de un contaminante, al cual se puede exponer una población por un periodo de tiempo dado, sin tener consecuencias nocivas para su salud.

Red automática de monitoreo de calidad del aire: Es el conjunto de instrumentos automáticos fijos de medición, utilizados para medir los contaminantes en el aire en forma simultánea y sistemática, con el fin de verificar la calidad del aire en una zona específica.

Repetibilidad: Grado de concordancia entre los resultados de pruebas independientes realizadas en una misma muestra en un período corto de tiempo por el mismo analista, usando el mismo método y equipamiento. [EPA].

Representatividad: Grado en que los datos caracterizan en forma exacta y precisa a una población, a las variaciones de un parámetro en el punto de muestreo, a las condiciones de un proceso o a las condiciones ambientales. [EPA].

Sensor: Dispositivo que detecta una determinada acción externa como temperatura, presión, entre otras y la transmite adecuadamente.

Sustancia: Todo elemento químico y sus compuestos, según se presentan en estado natural o producido por la industria, ya sea en forma sólida, líquida o gaseosa.

Sustancias Peligrosas: Son aquellas que, aisladas o en combinación con otras, por sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas, pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovables o al medio ambiente.

Toma-muestras: Conducto por el cual se transporta el gas a ser evaluado desde el aire ambiente hasta el equipo de medición.

Unidades: Las unidades más utilizadas son:

- Nm^3/h : Metros cúbicos por hora en condiciones Normales.
- mg / Nm^3 : Miligramos por metro cúbico en condiciones Normales.
- mg/m^3 : Miligramos por metro cúbico.
- $\mu\text{g}/\text{m}^3$: Microgramos por metro cúbico.
- kg/h : Kilogramos por hora.
- g/h : Gramos por hora.
- ppm: Partes por millón.

Validación: Confirmación por medio de análisis y la provisión de evidencias objetivas de que se cumplen los requisitos particulares para el uso específico de un método. (Para calidad de aire, la validación incluye la revisión de cada aspecto del procedimiento de medición entre los cuales están la operación del método, Calibración de equipos y análisis de los datos).

ANEXO No. 1 LOCALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RMCAB

La RMCAB está conformada por quince estaciones automáticas que detectan en forma continua la concentración de los principales contaminantes en la ciudad y envían los datos a una central de datos en donde se evalúa la calidad de la información, se depura y se procesa. Posteriormente, se elaboran informes periódicos que incluyen el análisis de los datos y la verificación del cumplimiento de las normas de calidad del aire, para detectar las áreas o sectores que requieren atención prioritaria, en relación con los contaminantes que alcanzan concentraciones de interés. A continuación se presenta el mapa de localización de las estaciones que conforman la RMCAB, las características de las zonas de influencia de las estaciones y la relación de los sensores instalados en cada una de las mismas. Es importante resaltar que de éstas, la estación No. 2 MAVDT esta basada en tecnología OPSIS; además, existen dos estaciones que son: la No. 15 Usme y la No. 16 Vitelma, las cuales manejan únicamente las variables meteorológicas.

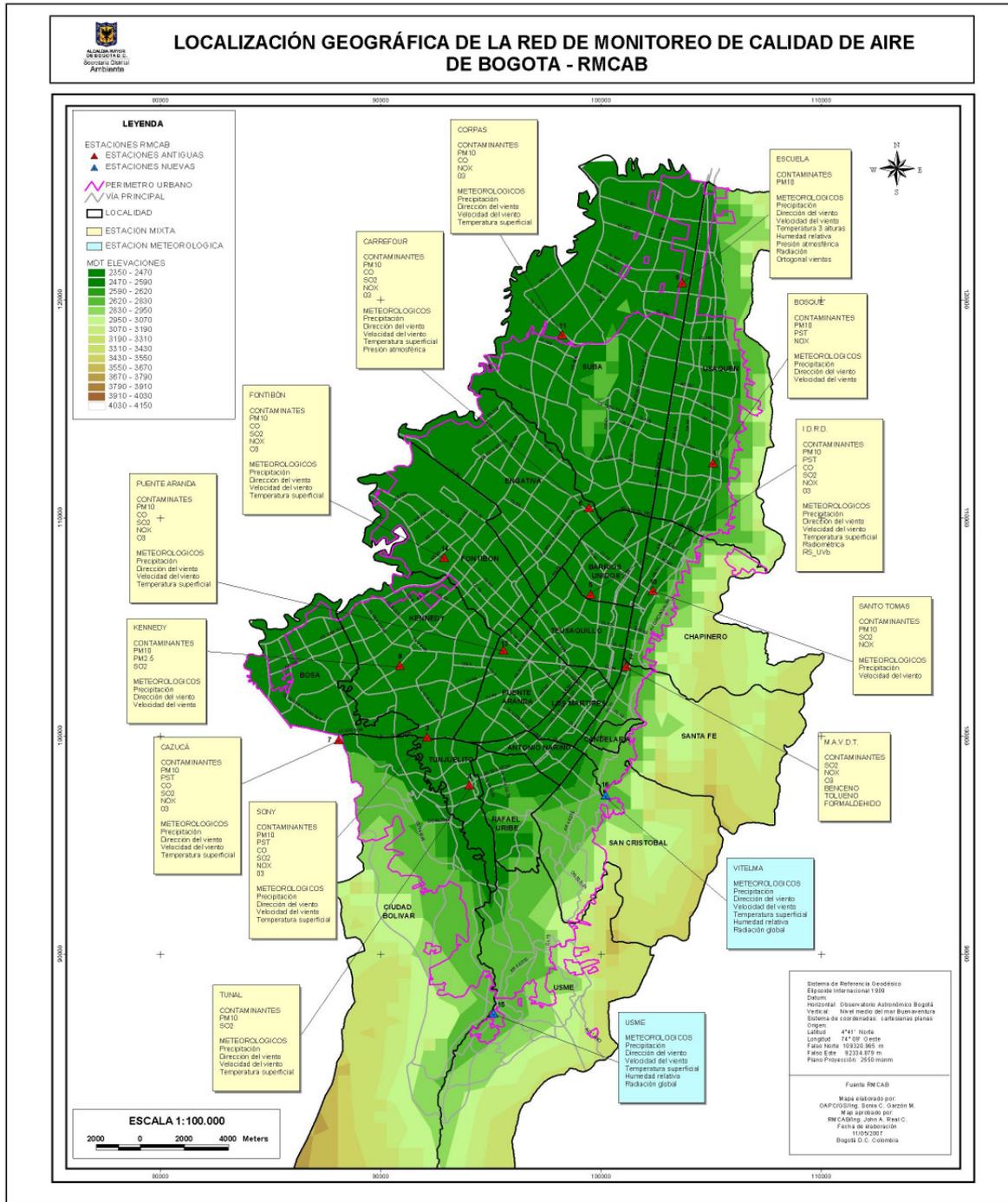


Figura 78 Ubicación geográfica de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá

Tabla 42 Características de los sectores donde se encuentran ubicadas las estaciones de monitoreo

ZONIFICACIÓN DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE		
SECTOR	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Norte	8. Escuela 1. Bosque	Zona residencial de baja densidad poblacional y alto tráfico vehicular
Noroccidente	11. Corpas 6. Carrefour 14. Fontibón	Alto tráfico vehicular y uso residencial y comercial
Centro	10. Sto. Tomás 5. IDRD 2. MAVDT	Alto tráfico vehicular y uso residencial, comercial e institucional
Centroccidente	13. Puente Aranda	Zona industrial con alto tráfico vehicular y uso residencial
Suroccidente	9. Kennedy 7. Cazucá	Zona industrial con alto tráfico vehicular y uso residencial
Sur	3. Sony 4. INEM Tunal 16. Vitelma 15. Usme	Alto tráfico vehicular, uso residencial. Comercial

Tabla 43 Estaciones y Equipos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá

ESTACION	No. 1 Bosque	No. 2 MAVDT	No. 3 Sony	No. 4 Tunal	No. 5 I.D.R. D.	No. 6 Carrefour	No. 7 Cazucá	No. 8 Escuela	No. 9 Kennedy	No. 10 Sto. Tomás	No. 11 Corpas	No. 13 Puente Aranda	No. 14 Fontibón	No. 15 Usme	No. 16 Vitelma	
Ubicación	Latitud	04°42'44.3 " .8"	04°37'39 " .8"	04°35'55.5 " "	04°34'34.7" " "	04°39'3 0,5"	04°41'37.0 " "	04°35'57.1 " "	04°47'13 0,0"	04°37' 29,9"	04°39'34.0" " "	04°45'54 .4"	04°38'04 .8"	04°40'23.1 " "	04°28,87 8'	04°34,53 6'
	Longitud	74°02'06.6 " "	74°04'14 .1"	74°09'07.5 " "	74°07'51.5" " "	74°05'2 .3"	74°05'09.5 " "	74°11'17.4 " "	74°02'52 .0"	74°09'40,7 " "	74°03'35.0" " "	74°05'48 .4"	74°07'15 .0"	74°08'42.2 " "	74°07,58 1'	74°04,40 2'
	Altitud (msnm)	2.574	2.597	2.541	2.584	2.577	2.563	2.546	2.575	2.569	2.600	2.569	2.581	2.576	2.759	2.789
	Localidad	Usaquén	Santa Fe	Kennedy	Tunjuelito	Barrios Unidos	Engativá	Ciudad Bolívar	Suba	Kennedy	Chapinero	Suba	Puente Aranda	Fontibón	Usme	San Cristóbal
	Dirección	Tv 9 No. 133-95	CL 37 No. 8- 40	Auto. Sur No. 61-40	Carrera 24 N° 49-86 sur	CL 63 No. 47-06	CL 81 No. 68-50	CL 14 No. 6-54 Entrada 1 Cazucá	Auto. Norte KM 13	Carrera 86 No 40- 55 sur	CR 9 No. 72-90	Clínica Corpas Av. Corpas KM. 13	CR 65 No. 10- 95	CR 95 No. 24-49	Carrete ra a Usme No. 16 - 71	Calle 9 Sur con 9 Este
Contaminantes	PM10	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	PST			X			X									
	CO			X		X	X				X		X			
	SO2		X	X	X	X	X		X	X		X	X			
	NOX		X			X	X					X	X	X		
	O3		X	X		X							X			
Meteorológicos	PRECIPITACIÓN	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	DIRECCIÓN DEL VIENTO	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	
	VELOCIDAD DEL VIENTO	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	
	TEMPERATURA SUPERFICIAL	X		X		X	X	X	X			X	X	X	X	
	TEMPERATURA 3 ALTURAS							X								
	HUMEDAD RELATIVA						X							X	X	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA						X		X							
	RADIACION ORTOGONAL VIENTOS					X			X						X	X

ANEXO No. 2 NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Las normas de calidad del aire que se adoptaron como nivel de referencia para la evaluación de las concentraciones de contaminantes en Bogotá, según la Resolución 601 del 4 de Abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), y los valores que se han determinado para el año 2006 son las siguientes:

Tabla 44 Normas de Calidad del Aire

CONTAMINANTE	PERÍODO	NORMA	UNIDAD DE MEDIDA	COMENTARIOS
PARTÍCULAS. PM ₁₀	Anual	70	µg/m ³	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días
	24 horas	150	µg/m ³	Concentración promedio horaria en 24 horas
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES. PST	Anual	100	µg/m ³	Promedio geométrico de las concentraciones medias diarias en 365 días
	24 horas	300	µg/m ³	Concentración promedio horaria en 24 horas
ÓXIDOS DE AZUFRE. SO ₂	Anual	31	ppb	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días
	24 horas	96	ppb	Concentración promedio horaria en 24 horas
	3 horas	287	ppb	Concentración promedio horaria en 3 horas
ÓXIDOS DE NITRÓGENO. NO ₂	Anual	53	ppb	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días
	24 horas	80	ppb	Concentración promedio horaria en 24 horas
	1 hora	106	ppb	Concentración promedio horaria
MONÓXIDO DE CARBONO. CO	8 horas	8.8	ppm	Concentración promedio horaria en 8 horas
	1 hora	35	ppm	Concentración promedio horaria
OXIDANTES FOTOQUÍMICOS. O ₃	1 hora	61	ppb	Concentración promedio horaria
	8 horas	41	ppb	Concentración promedio en 8 horas
PARTÍCULAS PM _{2.5}	Anual	15	µg/m ³	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días (valor guía)
	24 horas	65	µg/m ³	Concentración promedio horaria en 24 horas (valor guía)

ANEXO No. 3 ROSAS DE VIENTO

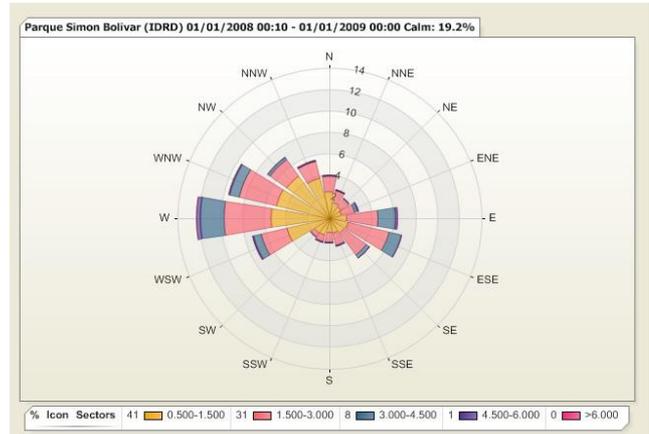
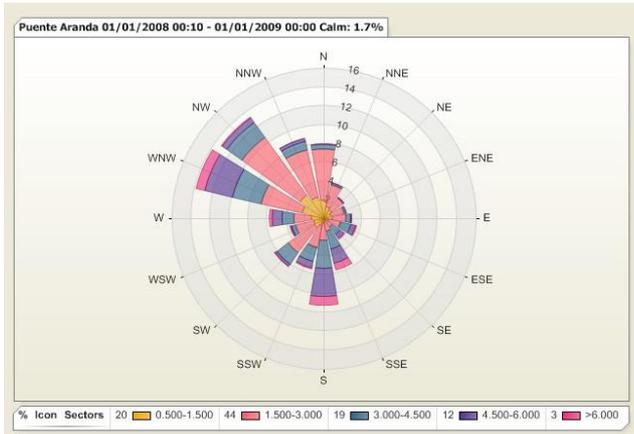


Figura 79 Rosa de Vientos para las estaciones No. 13 Puente Aranda y No. 5 IDRD

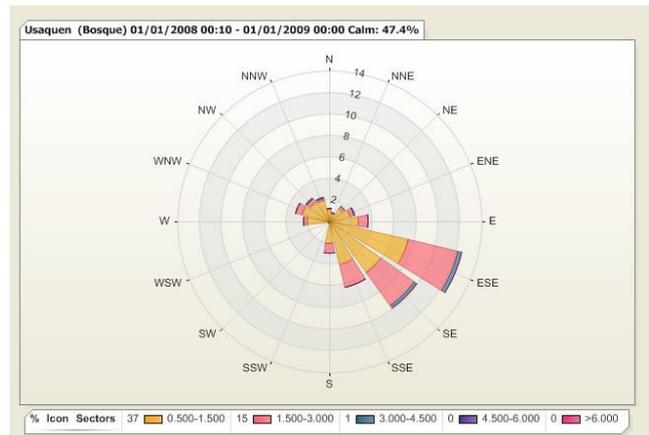
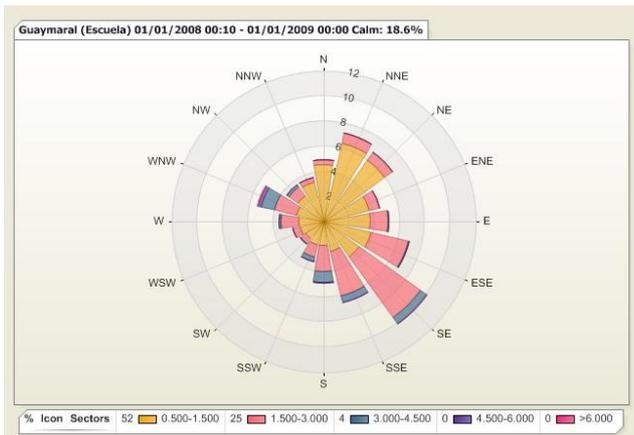


Figura 80 Rosa de Vientos para las estaciones No. 8 Escuela y No. 1 Bosque

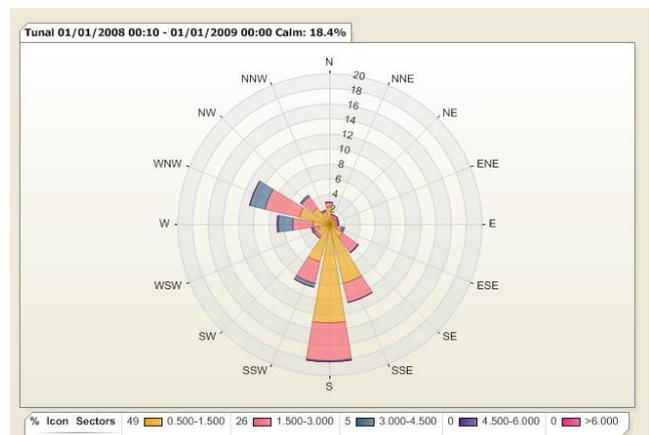
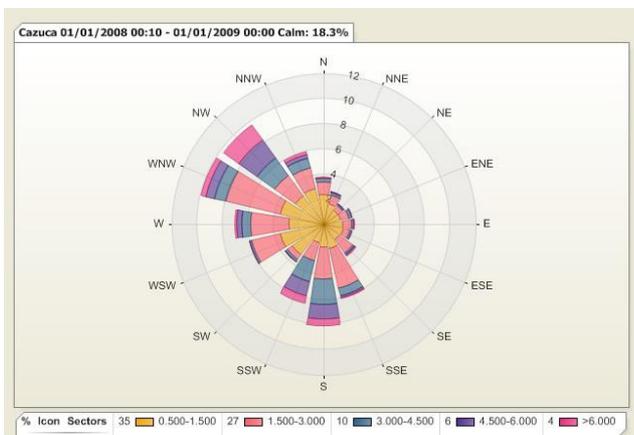


Figura 81 Rosa de Vientos para las estaciones No. 7 Cazucá y No. 4 Tunal

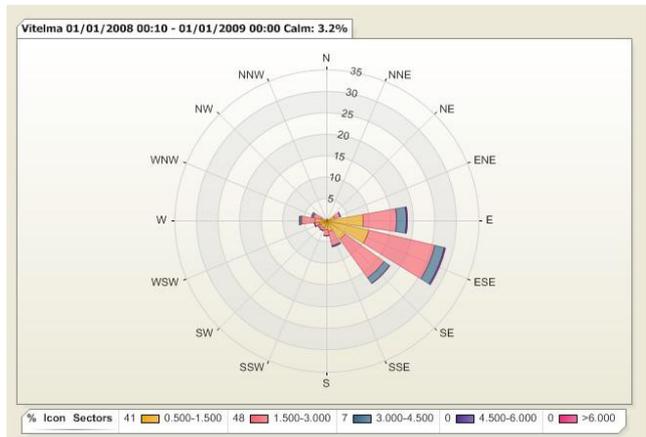
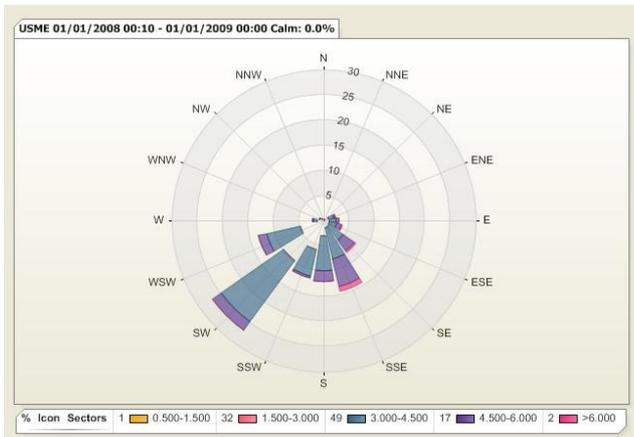


Figura 82 Rosa de Vientos para las estaciones No. 15 Usme y No. 16 Vitelma

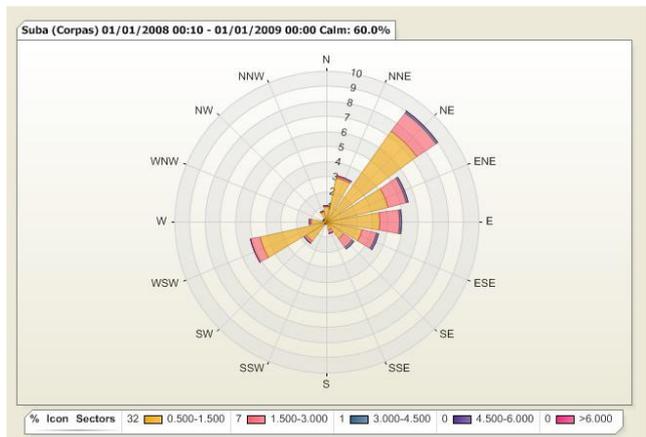
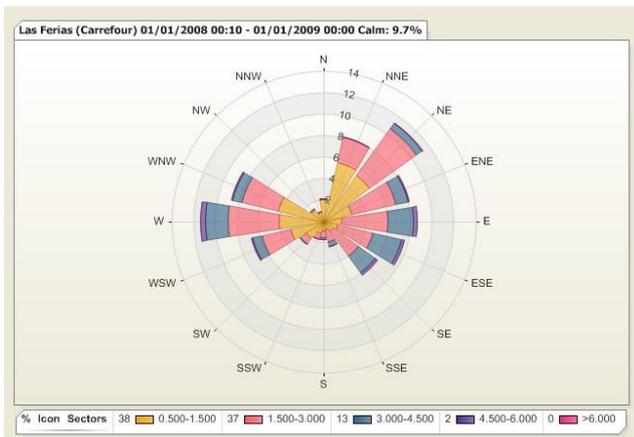


Figura 83 Rosa de Vientos para las estaciones No. 6 Carrefour y No. 11 Corpas

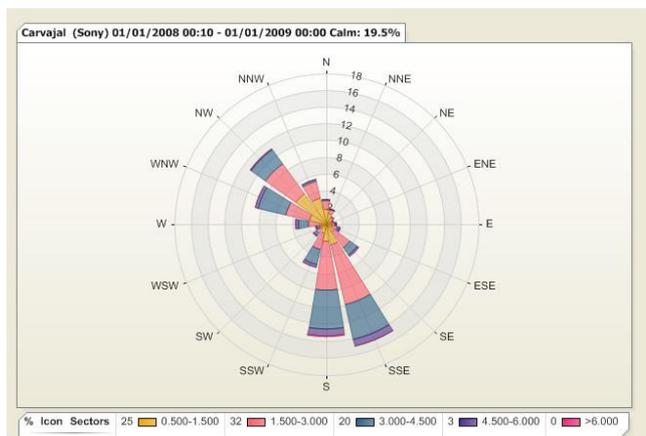
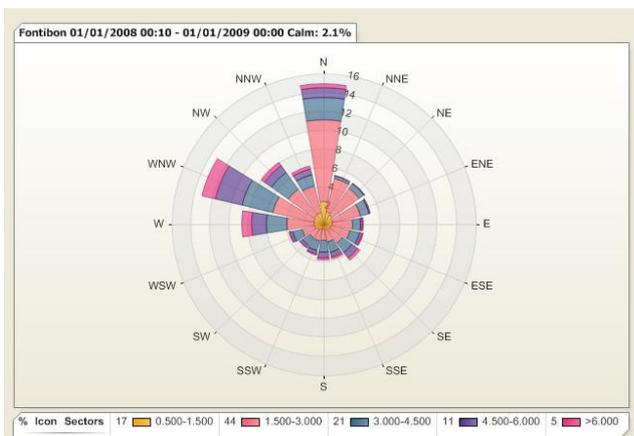


Figura 84 Rosa de Vientos para las estaciones No. 14 Fontibón y No. 3 Sony

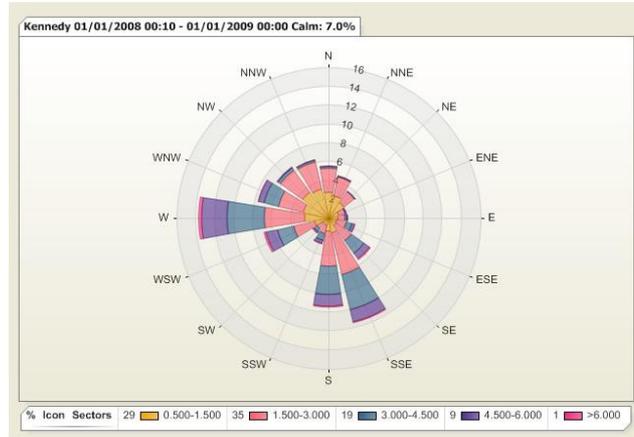


Figura 85 Rosa de Vientos para la estación No. 9 Kennedy

ANEXO No. 4 ESCALAS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Tabla 45 Escala de precipitación

Denominación	Precipitación Diaria [mm]	Precipitación Mensual [mm]
Escasa	0 – 5	0 - 20
Ligera	6 – 10	21 - 40
Moderada	11 – 20	41 - 80
Fuerte	21 – 50	81 - 200
Muy Fuerte	51 – 70	201 - 280
Intensa	> 70	>281

Tabla 46 Escala de velocidad del viento – Beaufort

Denominación	Velocidad del Viento [m/s]
Calma	0 - 0.5
Ventolina	0.6 - 1.7
Suave	1.8 - 3.3
Leve	3.4 - 5.2
Moderado	5.3 - 7.4
Regular	7.5 - 9.8
Fuerte	9.9 - 10.4
Muy Fuerte	10.5 - 15.2
Temporal	15.3 - 18.2
Temporal Fuerte	18.3 - 21.5
Temporal Muy Fuerte	21.6 - 25.1
Tempestad	25.2 - 29
Huracán	>29