



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital
Ambiente

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

AÑO 2007

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

Bogotá, 2007





ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.
Secretaría Distrital
Ambiente

Samuel Moreno Rojas
Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Juan Antonio Nieto Escalante
Secretaria Distrital de Ambiente

Samir Jose Abisambra Vesga
Subsecretaria Distrital de Ambiente

Orlando Velandia Sepúlveda
Directora de Evaluacion, Control y Seguimiento Ambiental

Edgar Fernando Erazo Camacho
Jefe de Oficina de Control de Emisiones y Calidad del Aire

Fernando Molano Nieto
Coordinador de la RMCAB

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

Henry Ospino Dávila
Darío Alejandro Gomez
Grupo de Operación de la RMCAB

Secretaría Distrital de Ambiente
-SDA.-

© Junio de 2008, Colombia
Informe Anual de la Red de Calidad De Aire
de Bogotá D.C. Año 2007.

Impreso en Colombia – Printed in Colombia

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

INFORME ANUAL

2007

INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

2007

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	5
1. CALIDAD DEL AIRE	6
1.1 MATERIAL PARTICULADO	7
1.1.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10	7
1.1.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM2.5	18
1.1.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PST	21
1.2 GASES CONTAMINANTES	25
1.2.1 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SO ₂	25
1.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NO ₂	32
1.2.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO	37
1.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE O ₃	42
1.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS	46
2. METEOROLOGÍA	59
2.1 PRECIPITACIÓN	60
2.2 VIENTOS	66
2.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL	72
2.4 RADIACIÓN SOLAR	76
2.5 HUMEDAD RELATIVA	81
3. CONTAMINANTES Y SU RELACIÓN CON VIENTOS	84
3.1 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10	84
3.2 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PST	86
3.3 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂	87
3.4 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE NO ₂	89
3.5 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE CO	91
3.6 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE O ₃	92
GLOSARIO	94
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	J

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESTACIONES DE LA RMCAB Y CONTAMINANTES MONITOREADOS EN CADA UNA DE ELLAS.....	6
TABLA 2. PERIODOS DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS 24 HORAS DE PM10 DURANTE EL 2007.....	9
TABLA 3. CONCENTRACIONES DE PM10 PROMEDIOS ANUALES A 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO.	16
TABLA 4. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE SO ₂ PARA 3 HORAS DURANTE EL AÑO 2007.....	26
TABLA 5. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE SO ₂ PARA 24 HORAS DURANTE EL AÑO 2007.....	27
TABLA 6. CONCENTRACIONES PROMEDIO ANUALES DE SO ₂ CALCULADAS EL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO.....	31
TABLA 7. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS MÁXIMOS PROMEDIOS HORARIOS DE NO ₂ DURANTE EL AÑO 2007.	32
TABLA 8. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE NO ₂ PARA 24 HORAS DURANTE EL AÑO 2007.	33
TABLA 9. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS HORARIOS DE CO DURANTE EL AÑO 2007.....	38
TABLA 10. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS MÁXIMOS PROMEDIOS 8 HORAS DE CO DURANTE EL AÑO 2007.....	38
TABLA 11. DÍA Y HORA DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS HORARIOS DE O ₃ DURANTE EL AÑO 2007.	42
TABLA 12. PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE O ₃ PARA 8 HORAS DURANTE EL AÑO 2007.....	43
TABLA 13. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS PARA PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10).....	48
TABLA 14. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10).....	49
TABLA 15. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	50
TABLA 16. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	50
TABLA 17. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE SO ₂ PARA 3 HORAS.....	51
TABLA 18. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE SO ₂ PARA 24 HORAS	52
TABLA 19. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS ANUALES DE SO ₂	53
TABLA 20. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE NO ₂	54
TABLA 21. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE NO ₂ PARA 24 HORAS	54
TABLA 22. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE NO ₂ ANUALES	55
TABLA 23. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE CO	56
TABLA 24. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE CO PARA 8 HORAS.....	57
TABLA 25. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE O ₃	58
TABLA 26. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE O ₃ PARA 8 HORAS	58
TABLA 27. ESTACIONES DE LA RMCAB Y VARIABLES CLIMATOLÓGICAS MONITOREADAS EN CADA UNA DE ELLAS.	59
TABLA 28. ACUMULADOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES DE LA RMCAB	62
TABLA 29. DÍAS DE LLUVIA Y PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA POR ESTACIÓN DE 1998 A 2007.....	63
TABLA 30. MÁXIMOS DIARIOS DE PRECIPITACIONES Y DÍA EN QUE OCURRIERON DURANTE EL AÑO 2007.....	64
TABLA 31. ACUMULADOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN POR ESTACIÓN PARA EL AÑO 2007	64
TABLA 32. VELOCIDAD MÁXIMA Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO POR ESTACIÓN EN EL AÑO 2007	69
TABLA 33. TEMPERATURAS PRESENTADAS EN EL AÑO 2007	73
TABLA 34. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES POR ESTACIÓN.....	75
TABLA 35. PROMEDIOS MENSUALES Y MÁXIMOS HORARIOS DE RADIACIÓN SOLAR AÑO 2007	78
TABLA 36. PROMEDIOS Y MÁXIMOS HORARIOS DE RADIACIÓN EN 2007.....	79
TABLA 37. PROMEDIOS Y MÁXIMOS HORARIOS DE LA RADIACIÓN EN LA ESTACIÓN NO. 5 IDR D	81
TABLA 38. DATOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA	82
TABLA 39. CARACTERÍSTICAS DE LOS SECTORES DONDE SE ENCUENTRAN UBICADAS LAS ESTACIONES DE MONITOREO	C
TABLA 40. ESTACIONES Y EQUIPOS DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ	D
TABLA 41. NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE	E
TABLA 42. ESCALA DE PRECIPITACIÓN.....	J
TABLA 43. ESCALA DE VELOCIDAD DEL VIENTO – BEAUFORT.....	J

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PM10 DURANTE EL AÑO 2007.....	2
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN LA CIUDAD DURANTE EL AÑO 2007	3
FIGURA 3. FLUJO DE VIENTOS PROMEDIO DURANTE LA MAÑANA Y LA TARDE EN EL 2007.....	3
FIGURA 4. CONCENTRACIONES DE PM10 PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.	8
FIGURA 5. INTERPOLACIÓN DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS 24 HORAS DE PM10 DURANTE EL AÑO 2007.....	10
FIGURA 6. INTERPOLACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS PROMEDIOS 24 HORAS DE PM10 DURANTE EL AÑO 2007.	11
FIGURA 7. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PM10 POR ESTACIÓN.	12
FIGURA 8. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PM10 POR MES.	13
FIGURA 9. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PM10 POR DÍA DE LA SEMANA.	13
FIGURA 10. CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE LAS ESTACIONES QUE EXCEDIERON LA NORMA EN EL 2007	14
FIGURA 11. CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE LAS ESTACIONES QUE NO EXCEDIERON LA NORMA EN EL 2007.	15
FIGURA 12. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE PM10 POR ESTACIÓN DURANTE EL 2007.	16
FIGURA 13. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL PROMEDIO ANUAL DE PM10 EN LAS ESTACIONES QUE COMÚNMENTE SUPERAN LA NORMA ANUAL.....	17
FIGURA 14. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL PROMEDIO ANUAL DE PM10 EN LAS ESTACIONES QUE COMÚNMENTE NO SUPERAN LA NORMA ANUAL.....	17
FIGURA 15. TENDENCIA HISTÓRICA DEL PM10 EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.....	18
FIGURA 16. CONCENTRACIONES DE PM2.5 PARA 24 HORAS DURANTE EL 2007.	19
FIGURA 17. CONCENTRACIONES DE PM2.5 MES A MES DURANTE EL AÑO 2007.....	20
FIGURA 18. CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE PM2.5.....	20
FIGURA 19. CONCENTRACIONES DE PST PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.	21
FIGURA 20. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PST POR ESTACIÓN.	22
FIGURA 21. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PST POR MES DEL AÑO.....	22
FIGURA 22. TENDENCIA DE LOS PROMEDIOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE PST POR DÍA DE LA SEMANA.	23
FIGURA 23. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL A LO LARGO DEL AÑO EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES.	24
FIGURA 24. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE PST POR ESTACIÓN DURANTE EL 2007.	24
FIGURA 25. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SO ₂ PARA 3 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.	27
FIGURA 26. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SO ₂ PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.....	28
FIGURA 27. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE LA RMCAB POR ESTACIÓN	28
FIGURA 28. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE LA RMCAB POR MES DEL AÑO.....	29
FIGURA 29. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ DE LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	29
FIGURA 30. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE SO ₂ POR ESTACIÓN DURANTE ABRIL.	30
FIGURA 31. TENDENCIA HISTÓRICA DEL SO ₂ EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.....	31
FIGURA 32. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE NO ₂ PARA 1 HORA POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.	32
FIGURA 33. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE NO ₂ PARA 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.	33
FIGURA 34. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN LA RMCAB POR ESTACIÓN.....	34
FIGURA 35. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN LA RMCAB POR MES DEL AÑO	35
FIGURA 36. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	35
FIGURA 37. MÁXIMA CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE NO ₂ POR ESTACIÓN DURANTE ABRIL 2007.....	36
FIGURA 38. TENDENCIA HISTÓRICA DE NO ₂ EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.	37
FIGURA 39. CONCENTRACIONES MÁXIMAS HORARIAS DE CO DURANTE EL AÑO 2007.	38
FIGURA 40. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE CO PARA 8 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.....	39
FIGURA 41. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN LA RMCAB POR ESTACIÓN	40
FIGURA 42. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN LA RMCAB POR MES DEL AÑO.....	40
FIGURA 43. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	41

FIGURA 44. TENDENCIA HISTÓRICA DE CO EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.	41
FIGURA 45. CONCENTRACIÓN MÁXIMA HORARIA DE O ₃ POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.	42
FIGURA 46. CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE O ₃ PARA 8 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL AÑO 2007.....	43
FIGURA 47. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE O ₃ EN LA RMCAB POR ESTACIÓN	44
FIGURA 48. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE O ₃ EN LA RMCAB POR MES DEL AÑO.....	45
FIGURA 49. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE O ₃ EN LA RMCAB POR DÍA DE LA SEMANA	45
FIGURA 50. TENDENCIA HISTÓRICA DE O ₃ EN TODA LA RMCAB A TRAVÉS DE PROMEDIOS DIARIOS.....	46
FIGURA 51. PROMEDIOS DE LA RMCAB PARA LOS AÑOS 1998 AL 2007	60
FIGURA 52. PROMEDIOS DE LA RMCAB DE ESTACIONES CON 9 AÑOS ENTRE LOS AÑOS 1998 AL 2007	61
FIGURA 53. ACUMULADOS DE PRECIPITACIÓN DE LOS AÑOS 2000 A 2007	61
FIGURA 54. PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL POR ESTACIÓN – PRIMER SEMESTRE DE 2007.....	65
FIGURA 55. PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL POR ESTACIÓN – SEGUNDO SEMESTRE DE 2007.....	66
FIGURA 56. MAPA DE PRECIPITACIÓN PARA EL AÑO 2007.....	67
FIGURA 57. COMPORTAMIENTO TÍPICO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO POR ESTACIÓN, SEGÚN LA MEDIA HORARIA	68
FIGURA 58. VIENTOS PREDOMINANTES EN BOGOTÁ DURANTE EL AÑO 2007 ENTRE LAS 6:00 Y LAS 11:00.	70
FIGURA 59. VIENTOS PREDOMINANTES EN BOGOTÁ DURANTE EL AÑO 2007 ENTRE LAS 12:00 Y LAS 18:00.	71
FIGURA 60. PROMEDIOS HORARIOS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL	74
FIGURA 61. TEMPERATURA MEDIA REGISTRADA EN LA RMCAB VS. TEMPERATURA MEDIA MULTIANUAL DEL IDEAM	75
FIGURA 62. DIFERENCIA DE LA TEMPERATURA A 20 METROS CON RESPECTO A LA TEMPERATURA A 2 M DE ALTURA	76
FIGURA 63. RADIACIÓN SOLAR DURANTE EL AÑO 2007.	77
FIGURA 64. PROMEDIOS MENSUALES DE RADIACIÓN SOLAR PARA EL AÑO 2007.....	79
FIGURA 65. MÁXIMOS Y PROMEDIOS DE RADIACIÓN SOLAR POR HORA PARA EL AÑO DE 2007.....	80
FIGURA 66. PROMEDIOS LA RADIACIÓN POR HORA LA ESTACIÓN NO. 5 IDRD.	80
FIGURA 67. COMPORTAMIENTO HORARIO DE LA HUMEDAD RELATIVA	82
FIGURA 68. RELACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA MENSUAL PARA EL AÑO 2007	83
FIGURA 69. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10 ESTACIONES CORPAS, CARREFOUR, FONTIBÓN Y SANTO TOMÁS.	84
FIGURA 70. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10 PARA LAS ESTACIONES BOSQUE Y ESCUELA	85
FIGURA 71. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10 PARA LAS ESTACIONES IDRD, PUENTE ARANDA.	85
FIGURA 72. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PM10 PARA LA ESTACIÓN CAZUCÁ, KENNEDY, SONY Y TUNAL	86
FIGURA 73. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE PST PARA LAS ESTACIONES CAZUCÁ Y SONY	87
FIGURA 74. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂ PARA LAS ESTACIONES SONY Y TUNAL	87
FIGURA 75. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂ PARA LAS ESTACIONES IDRD, FONTIBÓN, PUENTE ARANDA Y. KENNEDY	88
FIGURA 76. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE SO ₂ PARA LAS ESTACIONES CARREFOUR Y CAZUCÁ.....	89
FIGURA 77. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE NO ₂ PARA LAS ESTACIONES CORPAS Y FONTIBÓN.	89
FIGURA 78. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE NO ₂ PARA LAS ESTACIONES CARREFOUR, PUENTE ARANDA Y IDRD.	90
FIGURA 79. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE CO PARA ESTACIONES IDRD, CARREFOUR, FONTIBÓN Y CAZUCÁ.	91
FIGURA 80. ROSA DE CONTAMINACIÓN DE CO PARA ESTACIONES CORPAS Y SONY.	92
FIGURA 81. ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE O ₃ PARA LAS ESTACIONES IDRD, FONTIBÓN Y SONY.	93
FIGURA 82 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ	B
FIGURA 83 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 13 PUENTE ARANDA Y NO. 5 IDRD	F
FIGURA 84 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 8 ESCUELA Y NO. 1 BOSQUE.....	F
FIGURA 85 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 7 CAZUCÁ Y NO. 4 TUNAL.....	G
FIGURA 86 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 15 USME Y NO. 16 VITELMA	G
FIGURA 87 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 6 CARREFOUR Y NO. 11 CORPAS	H
FIGURA 88 ROSA DE VIENTOS PARA LAS ESTACIONES NO. 14 FONTIBÓN Y NO. 3 SONY	H
FIGURA 89 ROSA DE VIENTOS PARA LA ESTACIÓN NO. 9 KENNEDY.....	I

RESUMEN

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 dados por la Resolución 601 del 4 de Abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y la resolución 1208 del 05 de Septiembre de 2003 expedida por el DAMA hoy Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). 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 su concentración en el aire supera 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 solamente 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 ostentan riesgo para la salud de la población.

Para el análisis del comportamiento de PM10, monitoreado en 12 estaciones, se contó con 86821 datos de medias móviles de 24 horas, de los cuales el 2.3% supera la norma. Estaciones como Corpas (Sector Noroccidental), Puente Aranda (Sector Centroccidente), Tunal (Sector Sur) y Kennedy (Sector Sur) son las que presentan mayor cantidad de datos de concentración por encima de la norma. En cuanto al promedio anual de la concentración de PM10, éste superó la norma en el 60% de las estaciones, ubicadas principalmente en las localidades del norte y occidente de la ciudad, como se puede apreciar en la Figura 11.

Por otro lado, el PST contó con dos analizadores ubicados en las estaciones No. 7 Cazucá (Sector Suroccidente) y No. 3 Sony (Sector Sur), que permitieron deducir que en todos los meses del año (resaltando marzo y abril) se excedió el promedio anual establecido por la norma; en Cazucá se excede el límite máximo establecido en la resolución 601/06 hasta un 77% y en Sony un 73%. Para los promedios de 24 horas, sólo el 2% del total de registros obtenidos excedió la norma y el 40% de éstos estuvo por debajo de 150µg/m³ (la mitad del valor de la norma). Para el contaminante PM2.5, se tiene que sólo el 2% de los promedios de medias móviles de 24 horas hallados superaron el valor establecido por la EPA. Sin embargo, su promedio anual fue de 36 µg/m³, 2.4 veces más que el valor de referencia de la EPA (15 µg/m³).

En cuanto a los gases contaminantes, cabe resaltar que el SO₂ nunca excedió los límites permisibles ni para los promedios horarios, 24 horas, ni anuales. Las estaciones 7 Cazucá y 3 Sony, que pertenecen al sector suroccidental, exhiben los mayores promedios. El monitoreo del NO₂ permitió establecer el comportamiento de éste contaminante en la ciudad, encontrándose sólo una excedencia a la norma horaria el martes 30 de octubre en la estación 6 Carrefour, con un promedio máximo de 110 ppb sobre 106 ppb de la norma. Los promedios de 24 horas y anuales no superaron la norma en ninguna oportunidad. Por otro lado, la concentración de CO reportada para promedios

horarios no superó la norma, mientras que la de 8 horas tuvo 4 registros por encima de 8.8 ppm que es el valor de la norma. Ésta excedencia se presentó en la estación 5 IDR que se ubica en la zona centro. Finalmente, se encuentra reportado el O₃, que presenta concentraciones que superan los límites máximos establecidos en la norma, tanto para su promedio horario como para el promedio de 8 horas, en las cuatro estaciones donde se monitorea éste contaminante. Cabe resaltar que los periodos de ocurrencia de las excedencias de O₃ recaen en el mes de febrero.

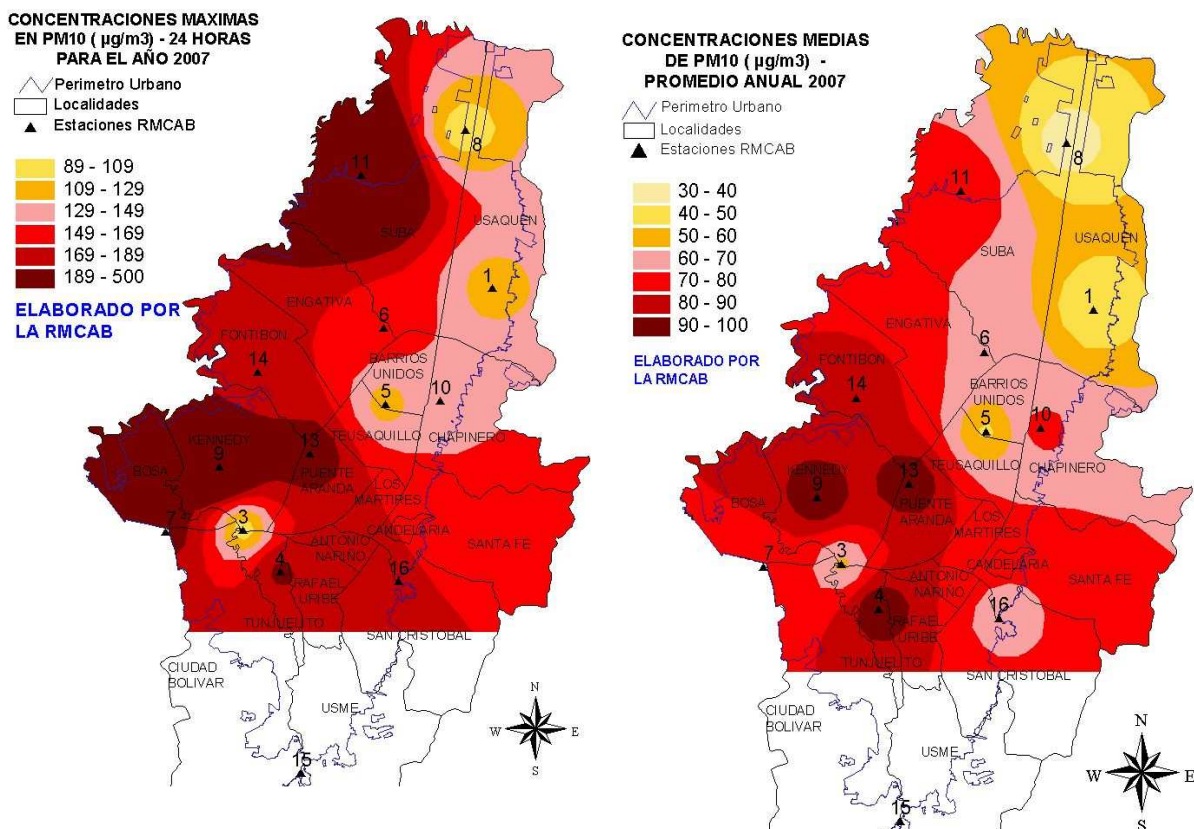


Figura 1. Distribución de la concentración de PM10 durante el año 2007.

Considerando el estudio de las variaciones de las condiciones atmosféricas en la ciudad de Bogotá durante el año 2007, la RMCAB monitoreó algunas variables climáticas como la precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura superficial, radiación solar y humedad relativa. Para el año 2007 la precipitación en la ciudad se registró en catorce (14) estaciones de la RMCAB que cuentan con pluviómetros. Se debe resaltar que las precipitaciones de este año se vieron afectadas en los primeros meses por el Fenómeno del niño y en los últimos por el Fenómeno de la Niña, lo que determinó que éstas fueran menores al año anterior pero superiores a los años 2003, 2004 y 2005. En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de la precipitación acumulada para el año 2007. Se pueden establecer tres zonas en la ciudad, identificadas por las diferencias en sus acumulados. La primera de ellas corresponde a los cerros orientales y el sector central de la ciudad, la siguiente se presenta hacia el occidente de la anterior, rodeándola y la última zona se ubica en el occidente y sur

de la ciudad. Las menores intensidades se encontraron en las cercanías de las estaciones No. 7 Cazucá y No. 11 Corpas.

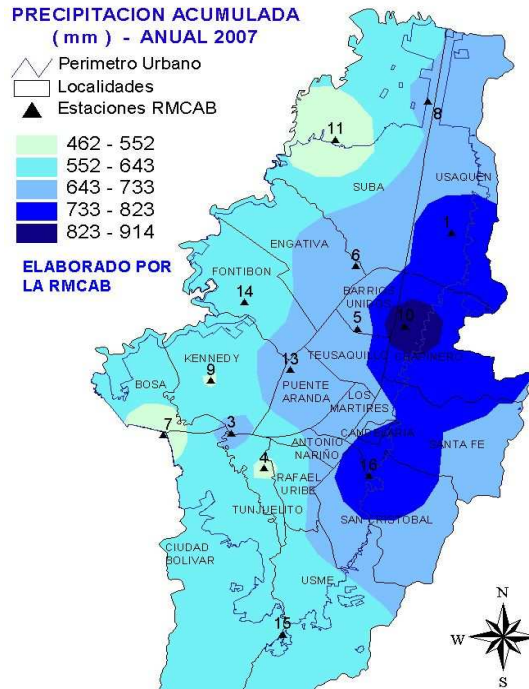


Figura 2. Distribución de las lluvias en la ciudad durante el año 2007

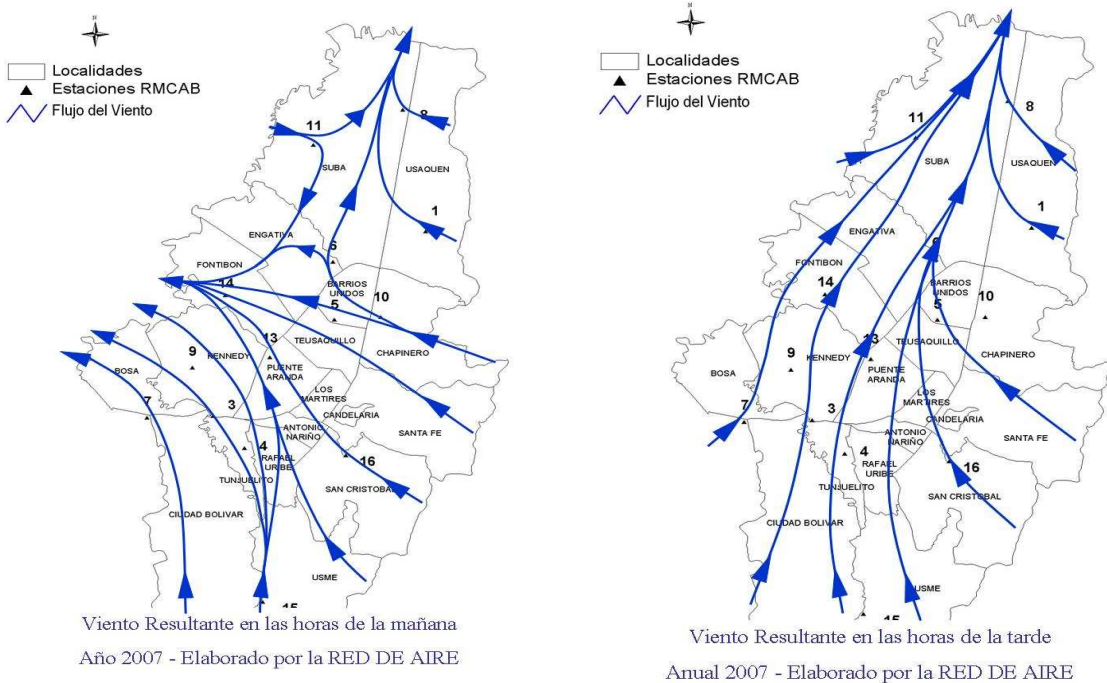


Figura 3. Flujo de vientos promedio durante la mañana y la tarde en el 2007.

Durante el año 2007 en la ciudad de Bogotá el comportamiento de los vientos se caracterizó por ser de calmas en las mañanas y suaves leves en las tardes. 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.

En cuanto a la temperatura superficial, la radiación solar y la humedad relativa, la RMCAB determinó que los meses de enero, marzo y abril fueron los más calurosos del año en contraposición a los meses de julio, agosto y diciembre. Las mayores concentraciones promedio de radiación corresponden a los meses de enero y febrero y adicionalmente se observa un mayor porcentaje de humedad relativa en los meses de junio, agosto y diciembre.

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 transporte de los mismos en la atmósfera. Los datos recolectados en distintos sitios de la ciudad se reciben en una estación central y se someten a un proceso de validación y posterior análisis con el fin de evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad de aire en Bogotá dados por la Resolución 601 del 4 de abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y la Resolución 1208 del 05 de Septiembre de 2003 expedida por el DAMA hoy Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).

La RMCAB contó con 15 estaciones de monitoreo durante el año 2007, ubicadas en sitios estratégico de la ciudad, en las cuales se registran concentraciones de material particulado (PM10, PST, PM2.5), de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) y se miden parámetros meteorológicos como las precipitaciones, vientos, temperatura, radiación solar y humedad relativa.

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 y la humedad relativa, lo que permite establecer las condiciones climáticas que influyeron en la dispersión de los contaminantes. El tercer capítulo, 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 de las cuales 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. Para esto, la RMCAB durante el año 2007 contó con 15 estaciones ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorean las concentraciones de material particulado (PM10, PM2.5, PST) y de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) 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						
No. 2 MAVDT	Santa Fe	Centro				X	X		X
No. 3 Sony	Kennedy	Sur	X	X		X		X	X
No. 4 Tunal	Tunjuelito	Sur	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	
No. 7 Cazucá	Ciudad Bolívar	Suroccidente	X	X		X		X	
No. 8 Escuela	Suba	Norte	X						
No. 9 Kennedy	Kennedy	Suroccidente	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		
No. 14 Fontibón	Fontibón	Noroccidente	X			X	X	X	X
No. 15 Usme	Usme	Sur							
No. 16 Vitelma	San Cristóbal	Sur							

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 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 producto de la combustión no controlada. 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**), compuestas por PM10 y partículas mayores a 10 micras.

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 un 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. A continuación se reportan los datos tomados y se hace un análisis de los mismos.

Máximos en 24 Horas

El comportamiento de la concentración de PM10 durante el año 2007 se pudo estudiar mediante la recolección de 86821 datos de medias móviles de 24 horas, correspondientes a un 84% de

representatividad temporal¹. Sin embargo, esta representatividad se vio afectada por la correspondiente a la estación No 11 Corpas que fue del 45% por fallas en los equipos. Las demás estaciones tuvieron una representatividad superior al 75%, destacándose la No. 13 Punte Aranda con un 97%.

Por otro lado, cabe resaltar que el 30% de los datos están comprendidos entre el 50% y el 75% del valor de la norma y que sólo el 8% superaron el 75% de ésta. Un 60% corresponde a concentraciones por debajo del 50%, es decir, inferiores a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Además, acorde a la Figura 4, el 58% de las estaciones presentó datos fuera de la norma pero éstos sólo corresponden al 2.3% del total recolectado. La estación que presentó un mayor número de mediciones que superaron la norma fue la No. 11 Corpas con 369 equivalentes al 9%. En seguida se encuentra la estación No 13 Punte Aranda con 656 datos que corresponden al 8%; luego está la estación No. 4 Tunal con el 6% (390 mediciones), la estación No. 9 Kennedy presentó 387 desviaciones equivalentes al 5% y por último están las estaciones No. 14 Fontibón y No. 7 Cazucá con un 1% de sus datos desviados.

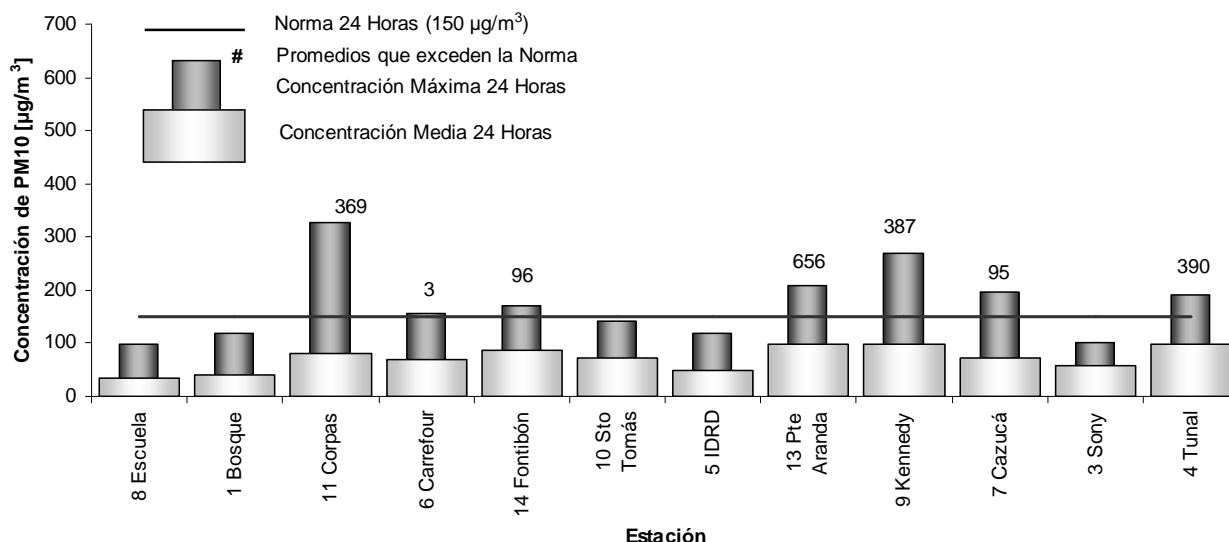


Figura 4. Concentraciones de PM10 para 24 horas por estación durante el año 2007.

Considerando la información presentada en la Tabla 2 de máximas concentraciones para promedios 24 horas registradas por estación en la RMCAB durante el año 2007, es preciso resaltar que durante el período comprendido entre el 4 y el 10 de febrero, nueve de las doce estaciones presentaron su máxima concentración. Posiblemente este fenómeno tenga relación con la oleada de incendios ocurridos en la ciudad durante el período estudiado. Sobresale la estación No. 11 Corpas con un promedio máximo de $326 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el día Domingo 04 de Febrero de 2007 a las 20 horas. En la Figura 4 también se puede apreciar la concentración máxima de PM10 calculada con medias móviles de 24 horas, la concentración media para 24 horas y el valor de la norma 24 horas.

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 2007

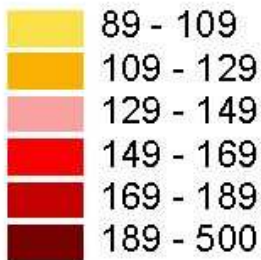
Número y nombre de la estación	Promedio máximo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Fecha de ocurrencia del máximo promedio 24 h
11 Corpas	326	Domingo 04 de Febrero de 2007, 20:00
9 Kennedy	268	Viernes 09 de Febrero de 2007, 01:00
13 Puente Aranda	207	Sábado 10 de Febrero de 2007, 02:00
7 Cazucá	196	Jueves 08 de Febrero de 2007, 01:00
4 Tunal	192	Sábado 10 de Febrero de 2007, 12:00
14 Fontibón	171	Martes 06 de Febrero de 2007, 05:00
6 Carrefour	155	Jueves 19 de Julio de 2007, 08:00
10 Sto Tomás	141	Martes 13 de Marzo de 2007, 16:00
5 IDR D	120	Martes 13 de Marzo de 2007, 16:00
1 Bosque	118	Lunes 05 de Febrero de 2007, 20:00
3 Sony	100	Jueves 08 de Febrero de 2007, 22:00
8 Escuela	97	Martes 06 de Febrero de 2007, 00:00

El comportamiento de este contaminante sobre la ciudad de Bogotá puede visualizarse en la Figura 5, dónde se muestra un mapa resultado de la interpolación de los valores máximos de promedios 24 horas presentados en el año 2007 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 estación No.15 Usme y la No.16 Vitelma no tienen analizadores de contaminantes 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 observan las zonas con las mayores concentraciones de PM10. Éstas están ubicadas principalmente en las localidades de Kennedy, Puente Aranda y Fontibón, declaradas como área fuente tipo 1, y en otras localidades como Tunjuelito, Rafael Uribe, Antonio Nariño y una parte de Suba.

**CONCENTRACIONES MAXIMAS
 EN PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 HORAS
 PARA EL AÑO 2007**

-  Perimetro Urbano
-  Localidades
-  Estaciones RMCAB



**ELABORADO POR
 LA RMCAB**

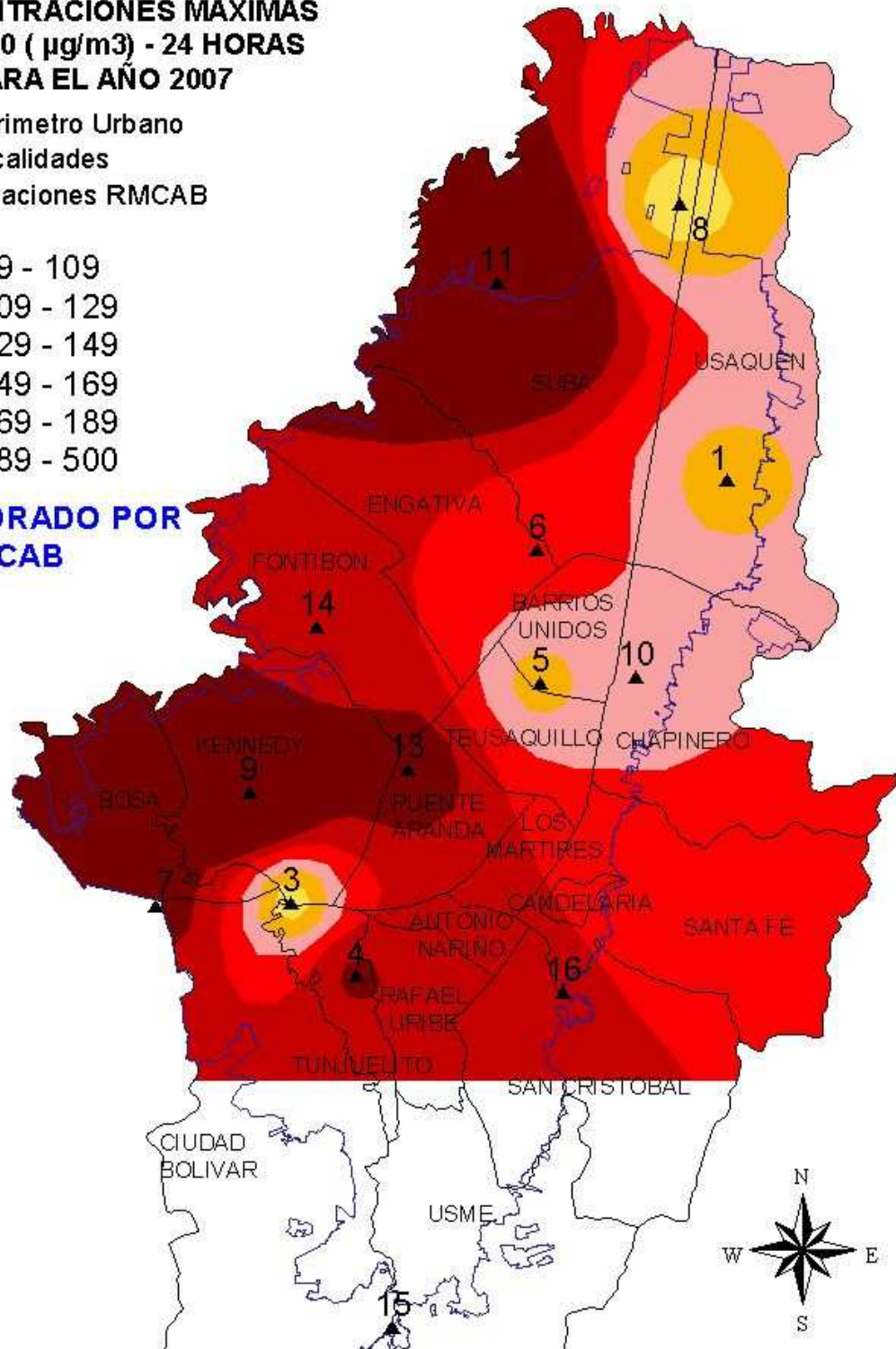



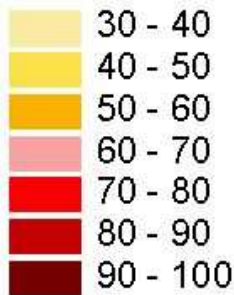


Figura 5. Interpolación de los promedios máximos 24 horas de PM10 durante el año 2007.

CONCENTRACIONES MEDIAS DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - PROMEDIO ANUAL 2007

-  Perimetro Urbano
-  Localidades
-  Estaciones RMCAB



ELABORADO POR LA RMCAB

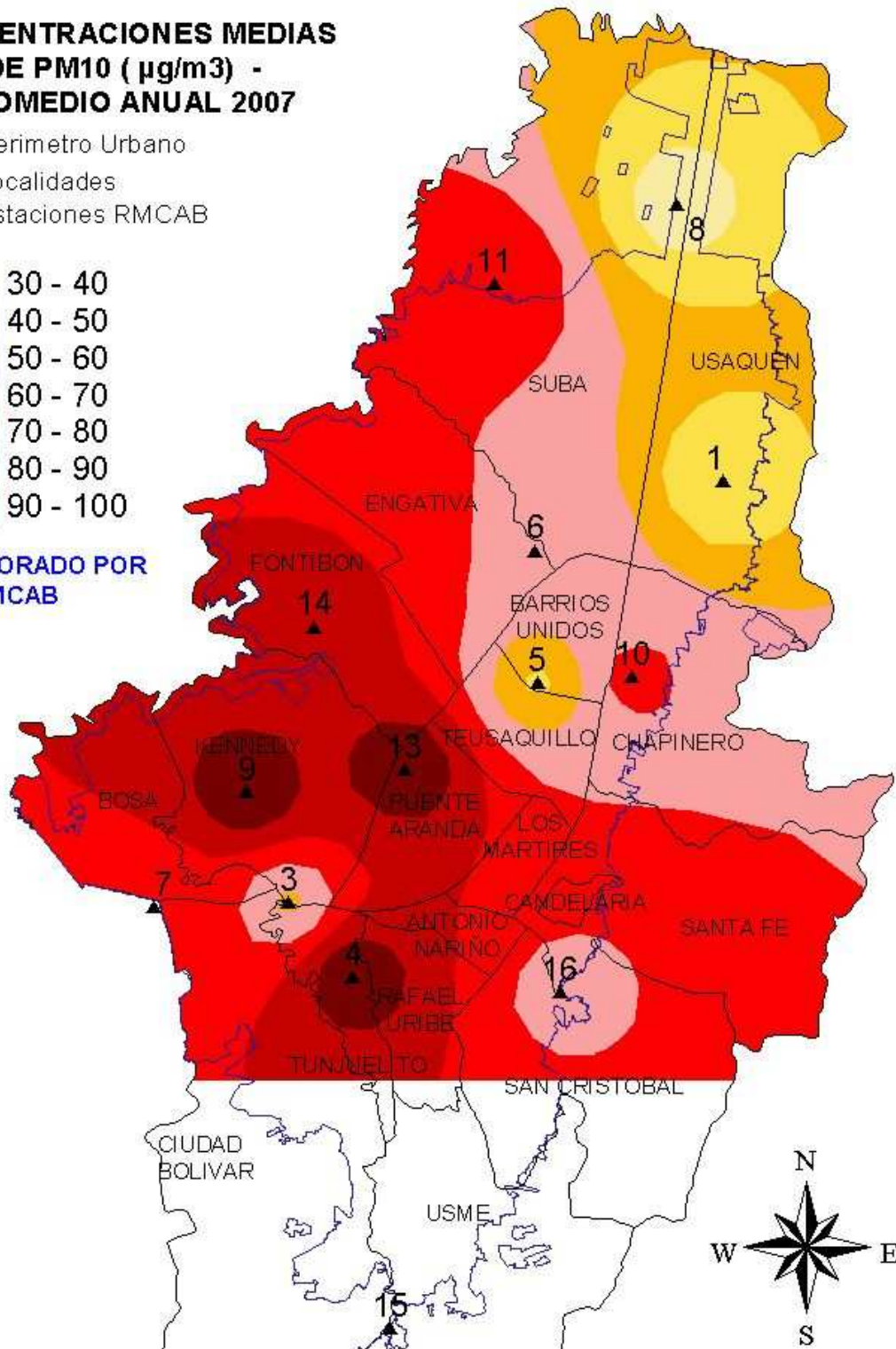


Figura 6. Interpolación de las medias de los promedios 24 horas de PM10 durante el año 2007.

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 4, 5 y 6 se utiliza esta herramienta para resumir el comportamiento de los promedios diarios de PM10 del 2007 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, No. 10 Santo Tomás, No. 7 Cazucá y No. 4 Tunal presentan una mayor dispersión para el año 2007 en comparación con los datos multianuales. Sin embargo, la estación Tunal presenta una mediana inferior en el 2007 a la multianual y las demás estaciones anteriormente citadas no presentan datos atípicos. Las estaciones No 11 Corpas y No 8 Escuela presentan varios datos atípicos aunque ésta última se destaca por presentar la menor dispersión y los valores de concentración más bajos durante el 2007. Las demás estaciones presentan dispersiones y medianas por debajo de los valores multianuales.

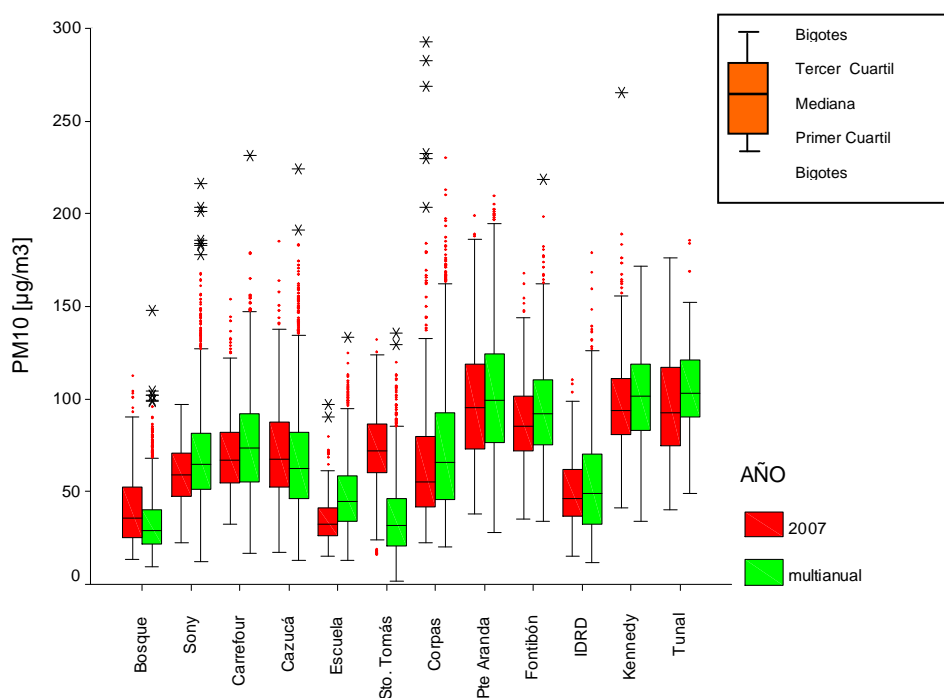


Figura 7. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por estación.

De acuerdo con la Figura 8, los meses de febrero y marzo del año 2007 registran las mayores dispersiones del año. Estos meses junto con mayo, julio, agosto y octubre tienen sus medianas por encima de los valores multianuales pero, a excepción de febrero, todos los meses del año presentan una menor dispersión en el 2007.

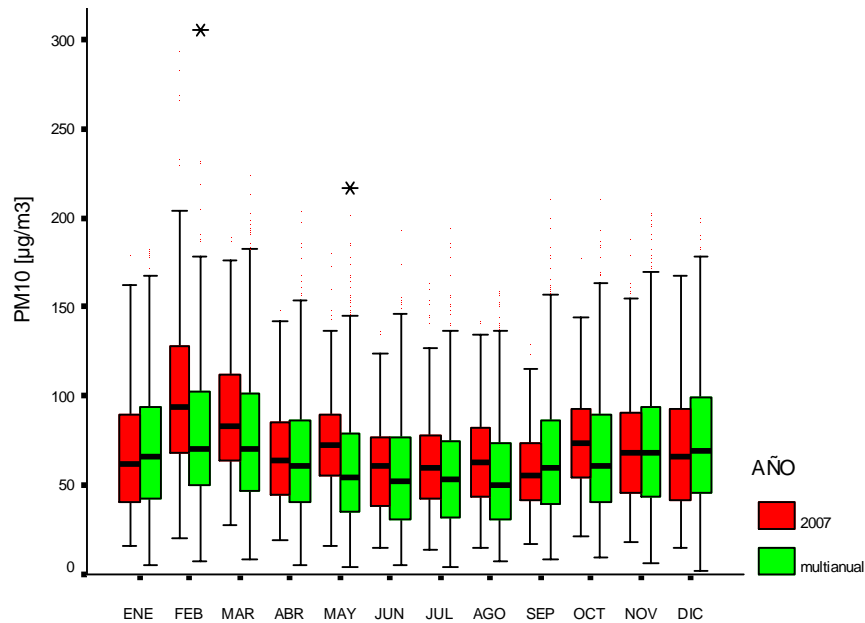


Figura 8. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por mes.

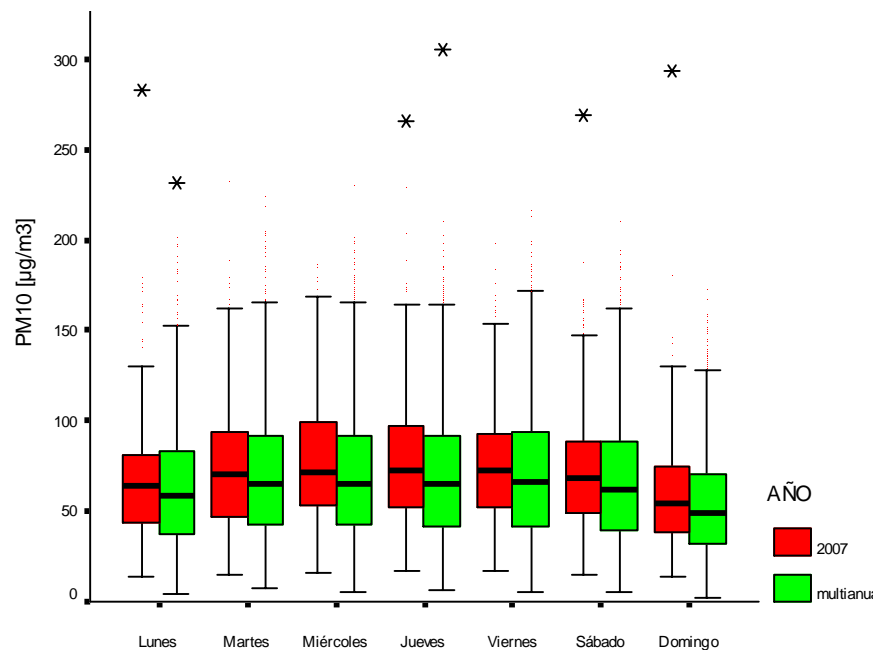


Figura 9. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 por día de la semana.

Estudiando la tendencia día a día de los promedios diarios (Figura 9), la dispersión de los datos en el año 2007, es mayor que la multianual el día miércoles, así como las medianas de todos los días supera la multianual. Por otro lado, como es de esperarse, el día domingo presenta los menores valores junto con el lunes.

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 2007 se calcula como el promedio de los datos diarios entre el 2 de enero de 2006 y el 1 de enero de 2007, y el promedio anual calculado el 31 de diciembre de 2007 se toma como el promedio de los datos diarios entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2007.

En la Figura 10 se presentan las estaciones en las cuales la concentración de PM10 (promedio anual) superó la norma para todos los meses del año 2007, a excepción de la estación No 7 Cazucá, la cual reportó promedios anuales por debajo de la norma sólo los primeros tres meses. Las estaciones No 7 Cazucá, No 14 Fontibón y No 13 Puente Aranda exhiben un comportamiento ascendente durante todo el año, pero la concentración aumenta sólo 6, 5 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Lo contrario ocurre con la No 4 Tunal y No 11 Corpas, cuyo comportamiento es descendente luego del primer trimestre del año; Tunal desciende cerca de 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre mayo y noviembre y Corpas 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre marzo y diciembre. La estación de No 9 Kennedy presentó un comportamiento estable si se considera que en enero la concentración de PM10 fue de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en diciembre de 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por otro lado, la estación No 4 Tunal presentó las mayores concentraciones que excedieron la norma con 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor máximo, el cual supera en un 56% lo estipulado en la Resolución 601 del 2006. La No 9 Kennedy supera la norma en 50%, la No 13 Puente Aranda un 44%, No 14 Fontibón 29%, No 11 Corpas un 24% y No 7 Cazucá sólo un 4%.

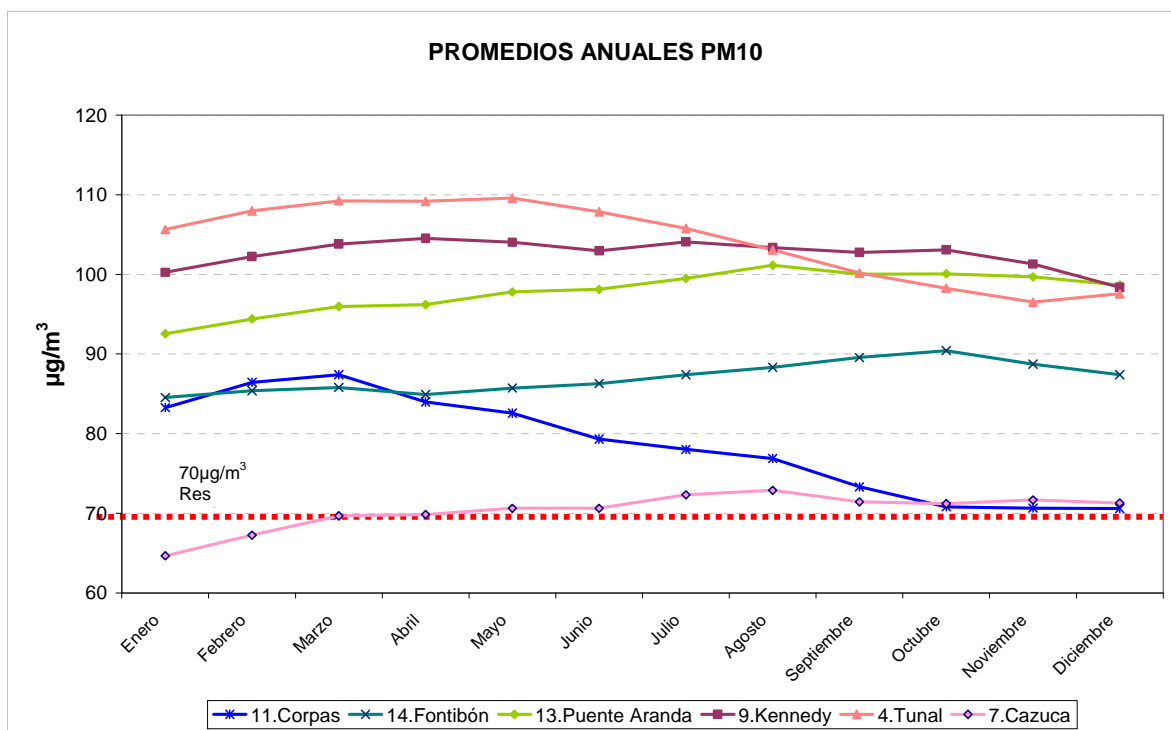


Figura 10. Concentración promedio anual de las estaciones que excedieron la norma en el 2007

Las estaciones en las cuales el promedio anual de las concentraciones de PM10 estuvo por debajo de la norma en casi todos los meses del año 2007 se presentan en la Figura 11. Es de resaltar el comportamiento de la estación No 3 Sony cuyas concentraciones descendieron 17% entre el mes de enero, único mes en que excedió la norma en un (1.4%), y el mes de septiembre, donde alcanzó un valor de 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y se mantuvo estable hasta final del año. Por el contrario, las demás estaciones exhibieron comportamientos ascendentes, en especial la estación No 10 Santo Tomás cuyas concentraciones variaron un 64% pasando de 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de enero a 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en diciembre. La estación de No 6 Carrefour aumentó un 22%, excediendo la norma en $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de diciembre; la estación No 5 IDR D experimentó un aumento entre enero y agosto de cerca del 22% y una posterior disminución entre septiembre y diciembre. Para las estaciones de No 8 Escuela y No 1 Bosque, si bien el comportamiento es ascendente, sólo aumentan su concentración 13% y 11% respectivamente.

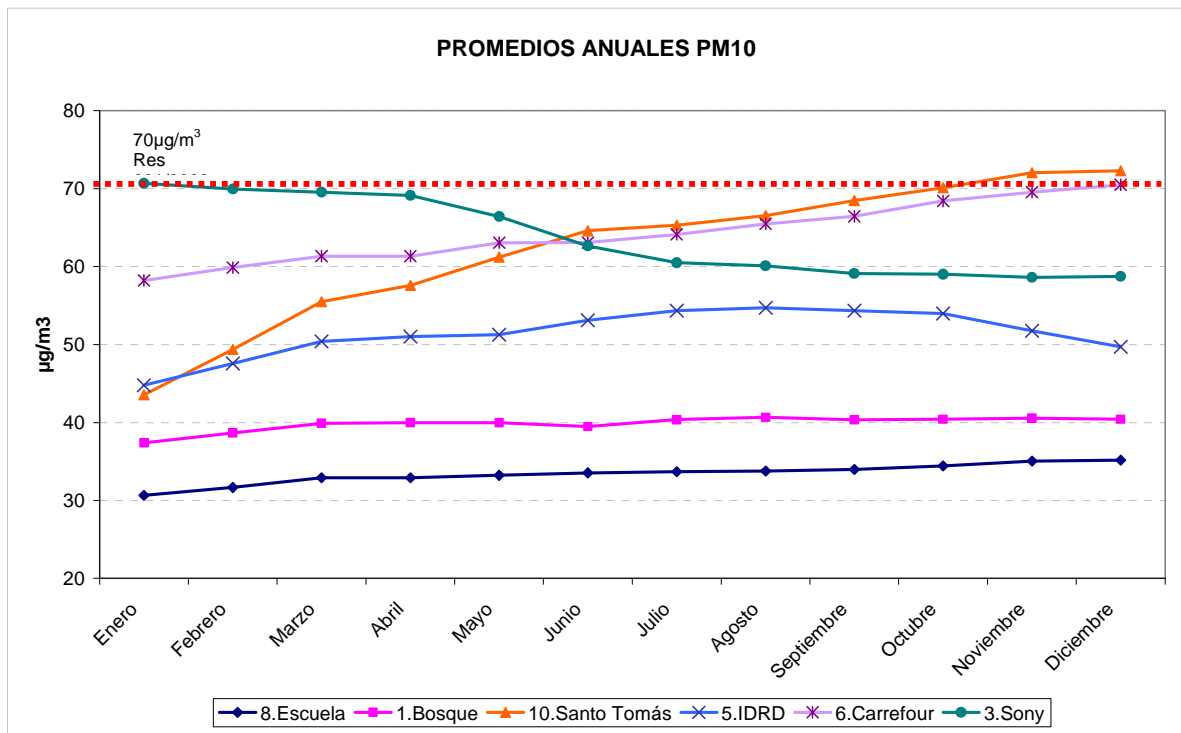


Figura 11. Concentración promedio anual de las estaciones que no excedieron la norma en el 2007.

Las máximas concentraciones anuales de PM10 encontradas en las estaciones de la RMCAB en el año 2007 se presentan en la Figura 12. Pese a que la estación No 4 Tunal presentó la máxima concentración, su representatividad temporal tan sólo fue de 73%. Dentro de las estaciones con una representatividad temporal mayor al 75% se encuentran la No 9 Kennedy, No 13 Puente Aranda y No 14 Fontibón con los mayores promedios anuales. Sólo las estaciones No 1 Escuela, No 8 Bosque y No 5 IDR D mantienen sus máximos valores por debajo de las normas. Las demás estaciones presentan sus máximos valores fuera de las normas nacional y distrital. El consolidado de los promedios anuales para el 2007 se presenta en la Tabla 14.

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental
Oficina de Control de Emisiones y Calidad del Aire
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

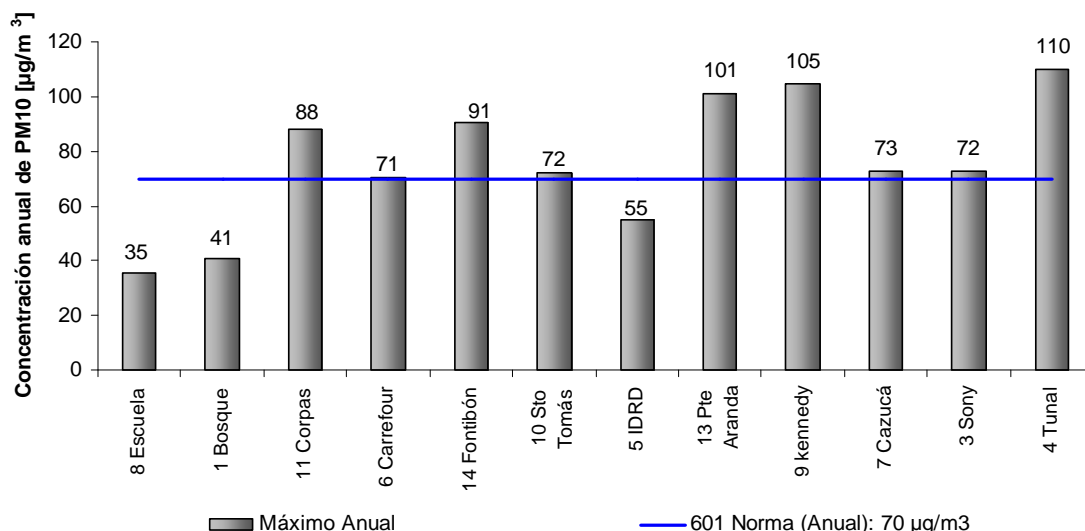


Figura 12. Máxima concentración promedio anual de PM10 por estación durante el 2007.

En la Tabla 3 se presentan los valores de las concentraciones promedio anuales entre 1998 y el 2007, para cada una de las estaciones, calculadas el 31 de Diciembre de cada año, y en las Figura 13 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 las estaciones No. 9 Kennedy y No. 4 Tunal que comenzaron a reportar valores promedio anuales durante el 2006; los cortes en las figuras corresponden a periodos de tiempo donde, por problemas operacionales, no se pudo calcular el promedio anual; también se muestran el valor dado por la Resolución 601 de 2006 del MAVDT como norma para promedios anuales y el valor dado por la Resolución 1208 de 2003 del DAMA como norma para los años 2003, 2004 y 2005, el cual cambió para el año 2006 como ya se mostró en la figura anterior.

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

SECTOR	No.	NOMBRE	Concentración en [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Norte	8	Escuela				43	50	54	54	55	30	35
	1	Bosque	33	31	31	29	24				38	40
Noroccidente	11	Corpas	54	40	47	81	97	91	80	90	83	71
	6	Carrefour				78	97		85	79	60	71
	14	Fontibón			93	91	96	97	94	101	85	87
Centro	10	Sto. Tomás	32	34	35	37	39	33	33	29	44	72
	5	IDRD								58	42	50
Centroccidente	13	Pte Aranda			103	93	98	102	107	113	93	99
Suroccidente	9	Kennedy									100	98
	7	Cazucá	86	69	69	62	62	54	57	69	64	71
Sur	3	Sony	80	77	63	86	61	53	49	69	73	59
	4	Tunal									107	98

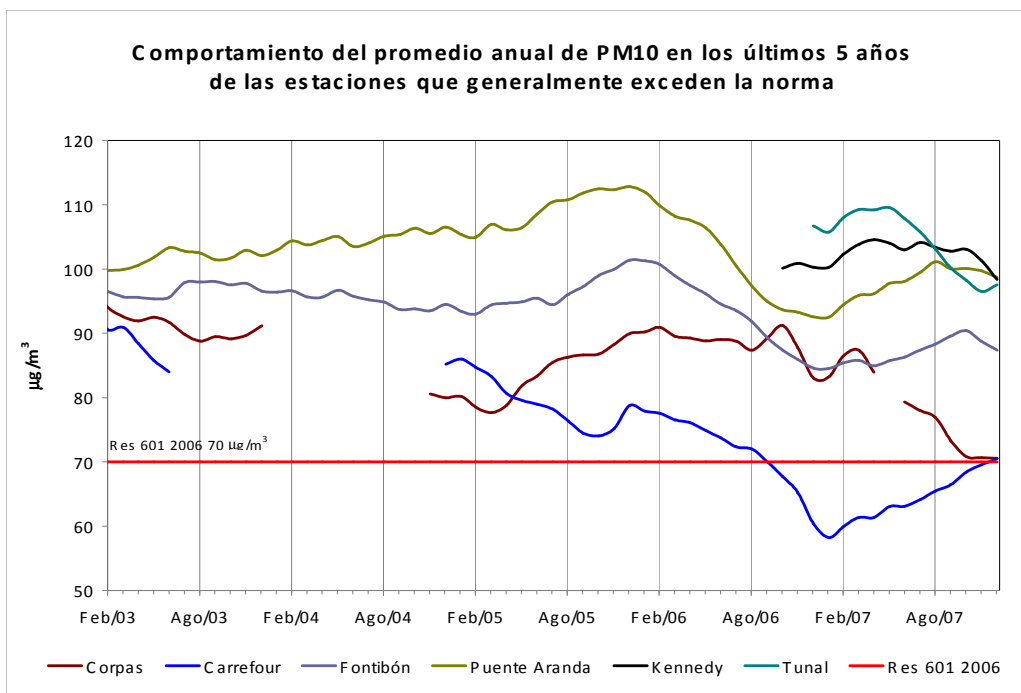


Figura 13. Comportamiento histórico del promedio anual de PM10 en las estaciones que comúnmente superan la norma anual.

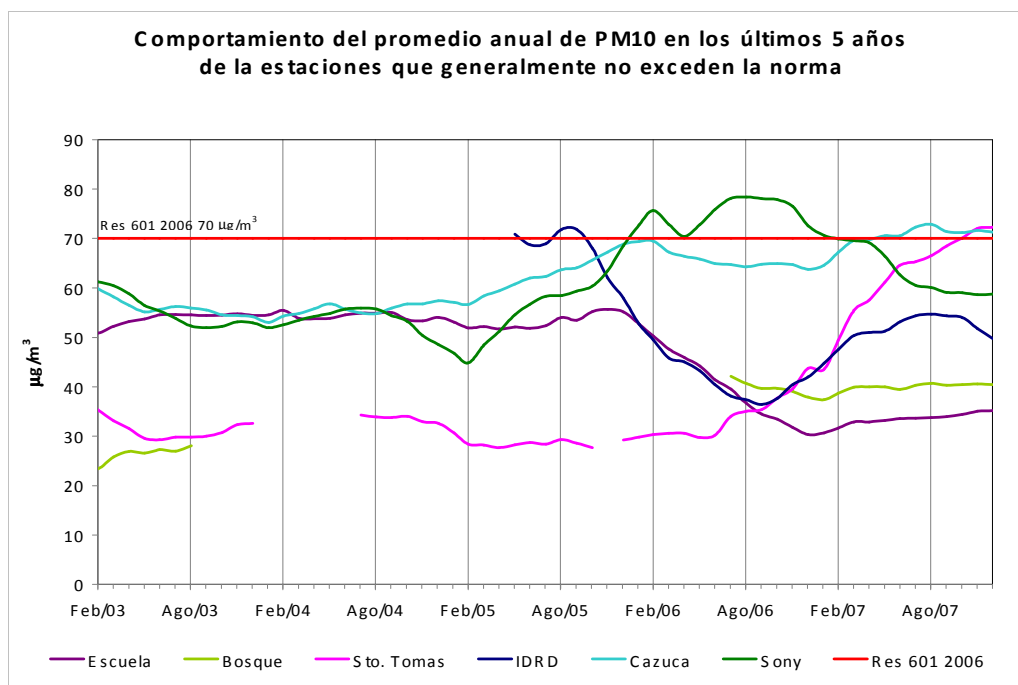


Figura 14. Comportamiento histórico del promedio anual de PM10 en las estaciones que comúnmente no superan la norma anual.

En la Figura 13 se aprecia que la estación No. 6 Carrefour alcanzó una disminución a finales del 2006, hasta estar por debajo de la norma pero durante el año 2007 sufrió un incremento considerable del promedio anual hasta finalizar cerca de la norma. En la estación No. 11 Corpas hubo una disminución a finales del año 2007 hasta alcanzar el valor de la norma. En la Figura 14 se observa que la estación No 3 Sony presentó un incremento a comienzo del 2006 hasta sobrepasar el valor de la norma. A finales del 2007 las estaciones No 7 Cazucá y No 10 Santo Tomás también excedieron la norma.

La Figura 15 muestra la tendencia de las concentraciones diarias de PM10 en toda la RMCAB, desde sus inicios, donde puede observarse la mayor dispersión en el año 2005 y la menor en el 2000. En el año 2007, si bien hubo una menor dispersión de los datos, su mediana estuvo ligeramente por encima del año 2006 y presentó valores atípicos. Por otro lado, es claro que el 75% de los datos de cada uno de los años, se mantiene en concentraciones por debajo de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo, ha habido un aumento paulatino año a año, por lo cual podría esperarse un incremento con la misma tendencia en los próximos años.

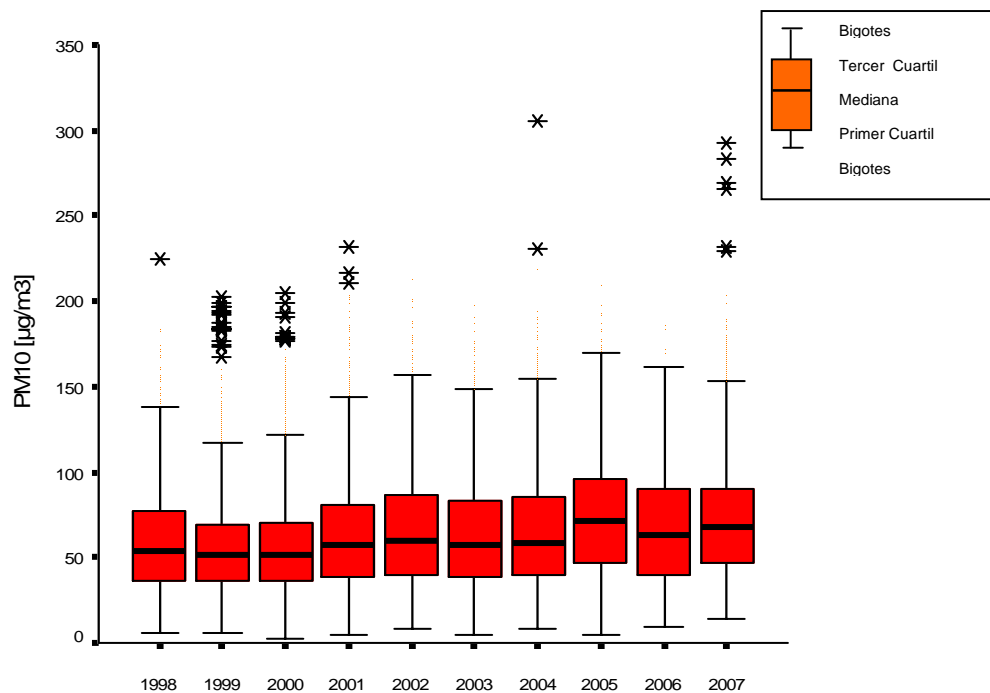


Figura 15. Tendencia histórica del PM10 en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

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

De éste monitoreo se obtuvieron 7109 medias móviles de 24 horas de concentración de PM_{2.5}, que corresponde a un 81% de representatividad temporal para el año 2007. De los promedios hallados, menos del 2% de los datos superaron el valor establecido por la EPA y más del 50% de éstos valores estuvieron por debajo del 50% de éste estándar (por debajo de 32.5 µg/m³). El 38% de las mediciones estuvo entre el 50% y el 75% y los datos restantes (el 11%) entre el 75% y el 99.9%.

Por otro lado, la máxima concentración para 24 horas registrada por la RMCAB durante el periodo de tiempo reportado fue de 124 µg/m³ y se presentó el Jueves 8 de Febrero a las 22:00 horas, fecha en la cual también se presentaron en algunas estaciones las máximas concentraciones de PM₁₀ y que corresponde a uno de los periodos de incendios registrados en la ciudad en el transcurso del año pasado. En la Figura 16 se muestra la concentración máxima para promedios 24 horas de PM_{2.5}, la concentración media para 24 horas que está por debajo del valor quía dado por la resolución 601 de 2006 y el número de veces que se superó éste.

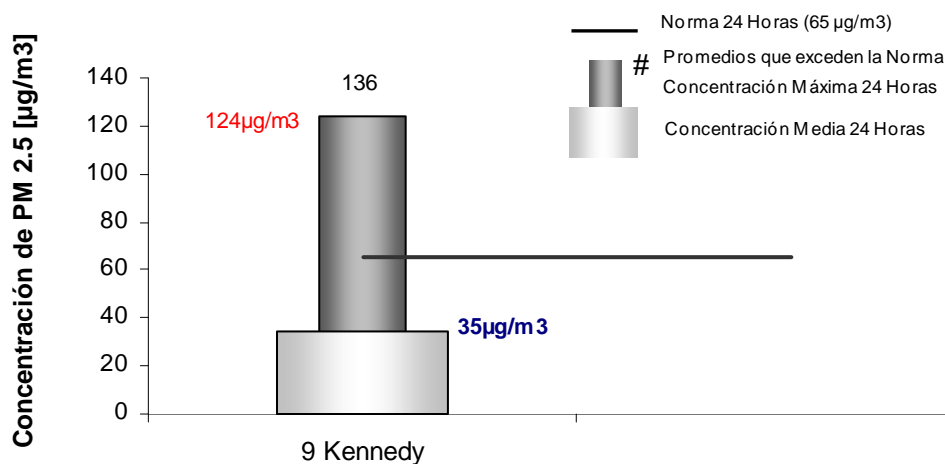


Figura 16. Concentraciones de PM_{2.5} para 24 horas durante el 2007.

Promedio Anual de PM_{2.5}

A partir del mes de julio de 2007 se pudo obtener datos de promedios anuales para PM_{2.5}. El comportamiento mensual de su concentración se visualiza en la figura 17, en la cual se observa un aumento entre agosto y octubre y una disminución entre octubre y diciembre, registrándose en éste último mes el valor más bajo. Sin embargo no podemos decir que las variaciones son grandes pues tan sólo son del 5% considerando el valor más bajo y el más alto.

En la Figura 18 es claro que la concentración promedio anual de PM_{2.5} excede en más del 100% el valor guía, por lo cual éste contaminante podría convertirse en un problema para la ciudad.

PORMEDIOS ANUALES PM 2.5

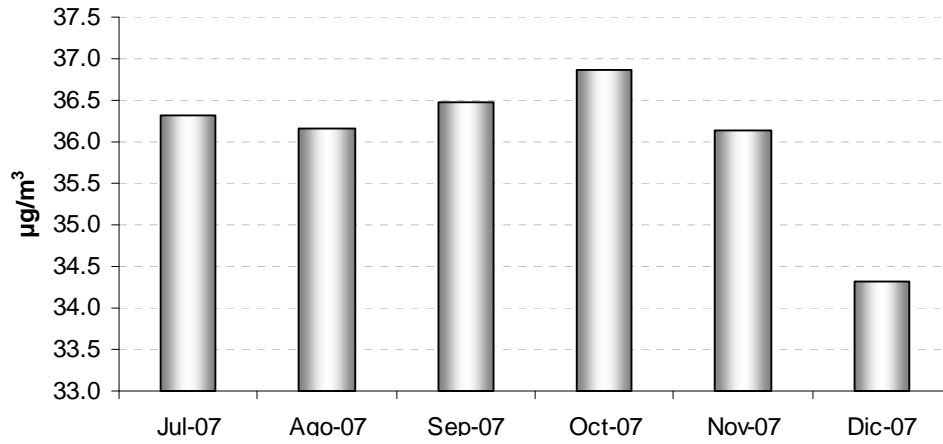


Figura 17. Concentraciones de PM2.5 mes a mes durante el año 2007.

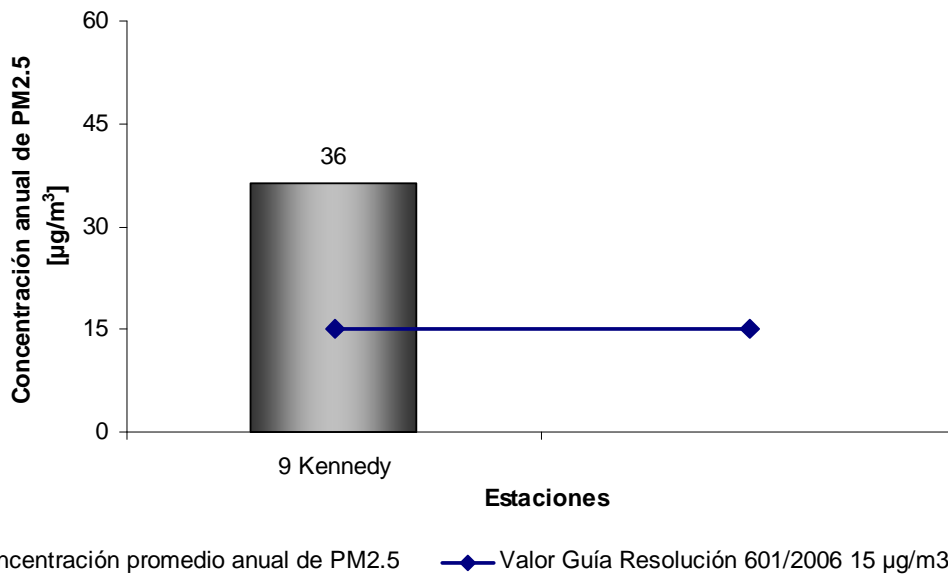


Figura 18. Concentración promedio anual de PM2.5

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

Es preciso resaltar de ante mano que el porcentaje de la representatividad temporal para el año 2007 fue mayor al correspondiente al año precedente. Para la estación Cazucá pasó de 20% a 93% y para Sony de 50% a 89%, indicando que las fallas en los equipos y demás problemas presentados durante el 2006 fueron solucionados en gran medida. En la estación No. 7 Cazucá se recolectaron 8169 promedios de 24 horas de los cuales 263 excedieron la norma ($300\mu\text{g}/\text{m}^3$), el 40% está entre el 50% y el 75% de la norma, el 17% por encima de 75% y el resto está por debajo del 50%. Para la No 3 Sony existen 7777 promedios y tan sólo uno (1) excedió la norma en $3\mu\text{g}/\text{m}^3$. El 51 % de éstos valores estuvo entre el 50% y el 75% de la norma y el 37% por debajo del 50%. Resumiendo, sólo el 2% del total de promedios de 24 horas recolectados para PST excedió la norma y el 40% de éstos estuvo por debajo de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (la mitad del valor de la norma).

En la figura 19 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 $441\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para Sony de $303\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocurriendo el día Jueves 8 de Febrero a la 01:00 hora y el Jueves 19 de Julio a las 13:00 horas, respectivamente.

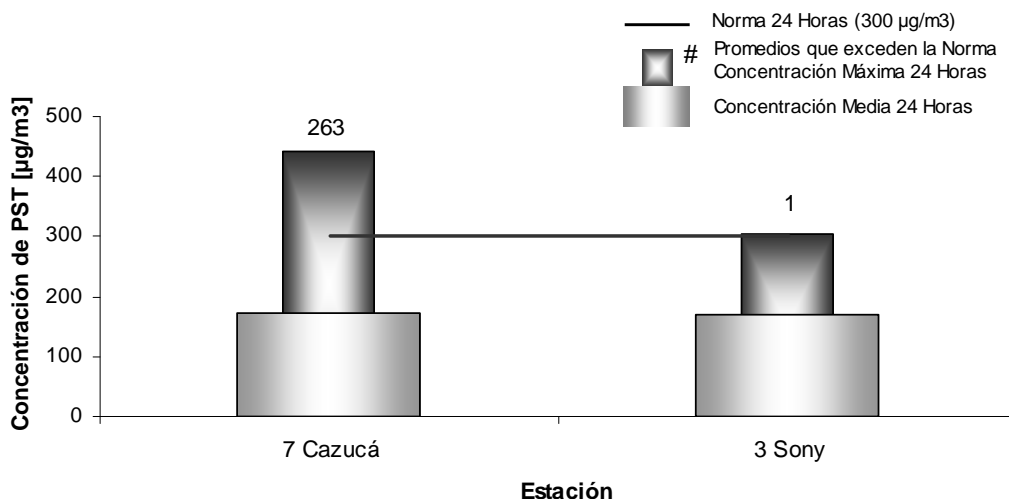


Figura 19. Concentraciones de PST para 24 horas por estación durante el año 2007.

En las siguientes figuras se resume el comportamiento de los promedios diarios de PST del 2007 comparados con los promedios diarios multianuales por estación, por mes del año y por día de la semana. El comportamiento de PST en la estación Sony (Figura 20) es similar en el año 2007 al multianual; su dispersión es menor pero los valores de la mediana y el tercer cuartil se mantienen. Para la estación de Cazucá, la longitud de la caja disminuye, es decir, la dispersión es menor entre el primer y tercer cuartil, aunque la mediana es un poco superior.

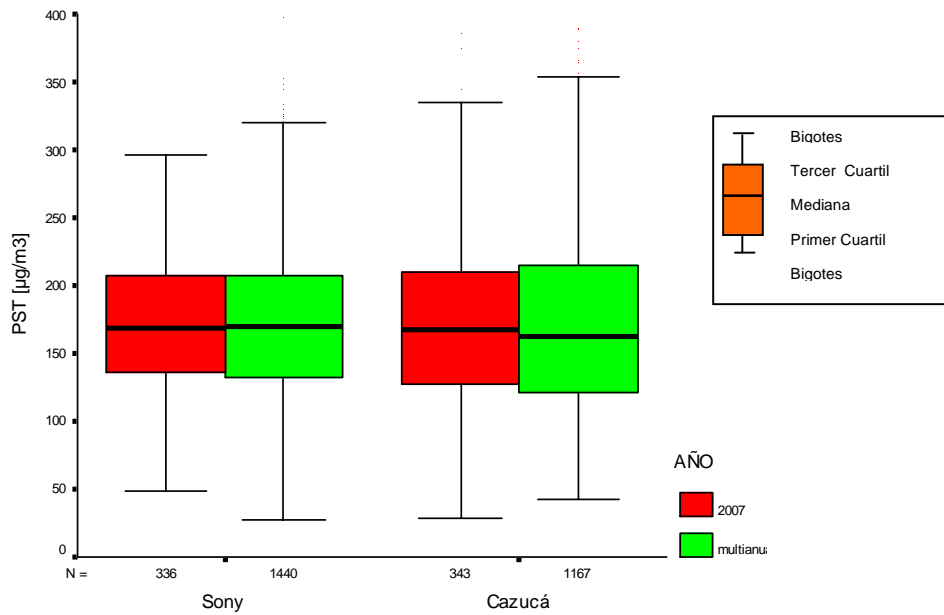


Figura 20. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PST por estación.

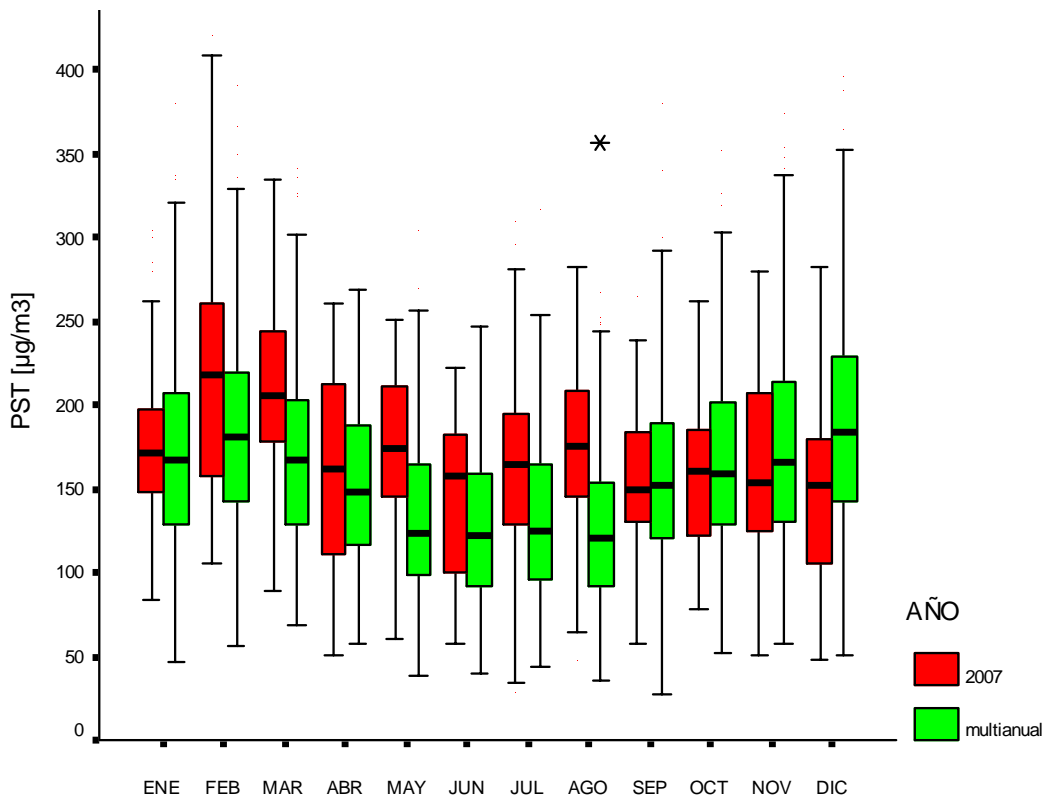


Figura 21. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PST por mes del año.

En la Figura 21, la tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PM10 mes a mes muestran que para el año 2007, el comportamiento de éste contaminante varía con respecto al comportamiento multianual notoriamente. Siete de los doce meses presentan datos por encima de los multianuales y las dispersiones de algunos de ellos son mayores. Se resalta sin embargo, las dispersiones de enero, septiembre y octubre que son menores a las multianuales. El mes de Febrero es el que presenta la mayor dispersión, encontrándose que su concentración extrema está por encima de $400\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los últimos dos meses del año presentan valores de mediana inferiores en el 2007.

Finalmente, en la Figura 22 se muestra la tendencia acorde a los días de la semana, en dónde el día domingo es el que presenta la mediana más pequeña, menor dispersión y menores valores de concentración, seguido del día lunes. Por el contrario, del martes al viernes la dispersión aumenta así como las concentraciones en que se encuentran comprendidos los datos y los valores límites superiores. Comparando con las cajas multianuales, se presenta una dispersión menor en el año 2007 para todos los días.

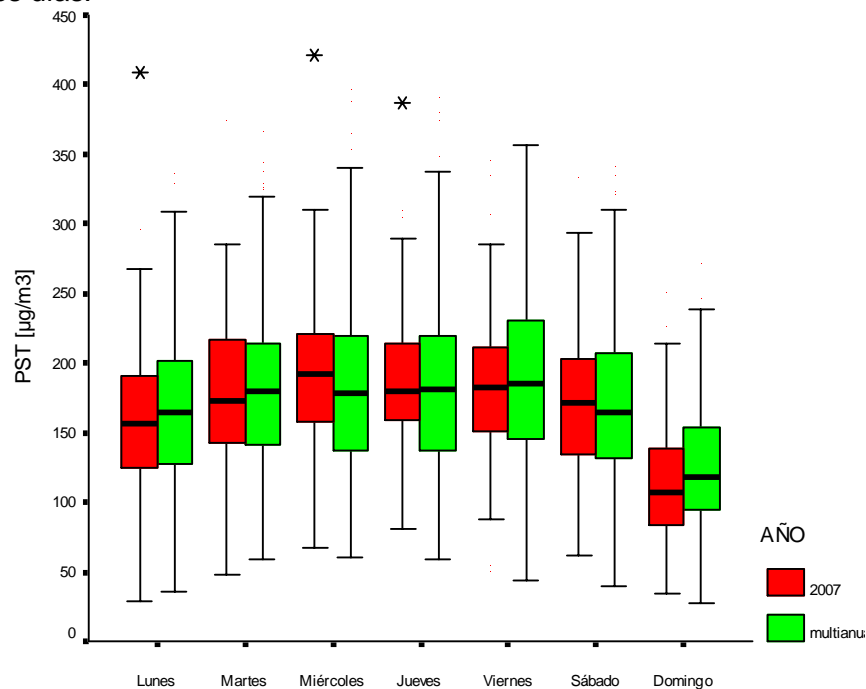


Figura 22. Tendencia de los promedios diarios de concentraciones de PST por día de la semana.

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 23 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. En el mes de marzo la estación de Cazucá presenta un aumento significativo de la concentración de PST pero a partir de éste mes disminuye progresivamente su valor hasta fin de año; en Sony también se presenta una disminución entre enero y diciembre pero es de resaltar que en todos los meses se excedió el promedio anual establecido por la norma; el mes más crítico fue marzo seguido de abril.

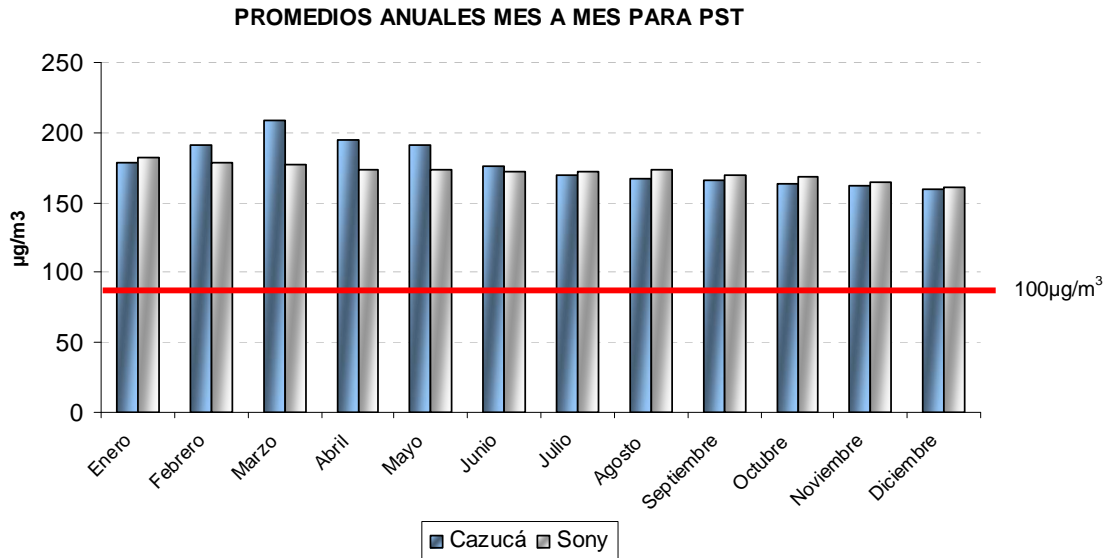


Figura 23. Comportamiento de la concentración promedio anual a lo largo del año en cada una de las estaciones.

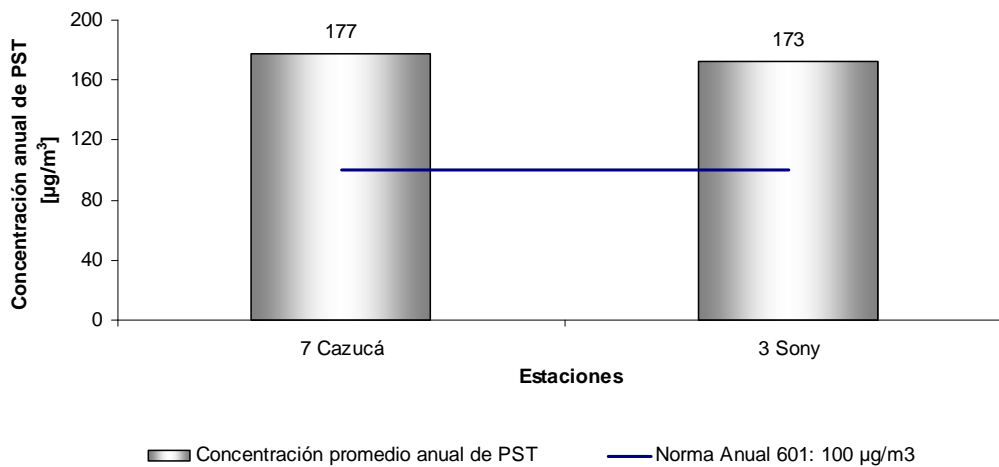


Figura 24. Máxima concentración promedio anual de PST por estación durante el 2007.

Como resumen del comportamiento de la concentración de PST, de acuerdo con los promedios anuales, se presenta la Figura 24, la cual se aprecia claramente el incumplimiento de la resolución 601 de 2006 que establece el límite máximo permisible en 100 µg/m³. En Cazucá se excede la resolución 601/06 un 77% y en Sony un 73%.

1.2 GASES CONTAMINANTES

La RMCAB, además de medir el material particulado durante el año 2007, 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. 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 2007 se obtuvieron setenta y siete mil setecientos diecisiete (77717) datos de concentraciones promedio horarias en 3 horas, que representan el 81% de los promedios posibles en el año. La resolución 601/06 establece un valor de 287 ppb de SO₂ como límite máximo permisible, el cual no fue excedido en ninguna oportunidad.

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, fechas que no concuerdan con los periodos de incendios ocurridos en la ciudad, como sí ocurrió con el material particulado, puesto que el SO₂, como se dijo anteriormente, proviene principalmente de la combustión de carbón y derivados del petróleo. Por otro lado, en la Figura 25 se hace una representación gráfica de los datos presentados en la Tabla 4.

Tabla 4. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de SO₂ para 3 horas durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 3 h
6 Carrefour	Noroccidente	42	Sábado 2 Junio 2007, 02:00
14 Fontibón	Noroccidente	41	Lunes 26 Febrero 2007, 01:00
10 Santo Tomas	Centro	20	Miércoles 12 Diciembre 2007, 10:00
5 IDR	Centro	83	Miércoles 28 Febrero 2007, 03:00
2 MAVDT	Centro	16	Jueves 09 Agosto 2007, 04:00
13. Puente Aranda	Centroccidente	54	Lunes 31 Diciembre 2007, 19:00
9 Kennedy	Suroccidente	41	Sábado 20 Octubre 2007, 07:00
7 Cazucá	Suroccidente	36	Lunes 13 Agosto 2007, 16:00
3 Sony	Suroccidente	44	Miércoles 28 Febrero 2007, 18:00
4 Tunal	Sur	21	Martes 14 Agosto 2007, 23:00

En la Figura 25, se visualizan claramente las concentraciones máximas y medias de cada una de las estaciones. Sobresale la estación 2 MAVDT cuyos valores máximo y medio son los más bajos de la red. La estación 7 Cazucá presenta la concentración media más alta y la estación 5 IDR la mayor concentración registrada para los promedios de 3 horas. El sector sur es el más afectado por este contaminante. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, éstos valores son muy inferiores a los límites establecidos por la norma.

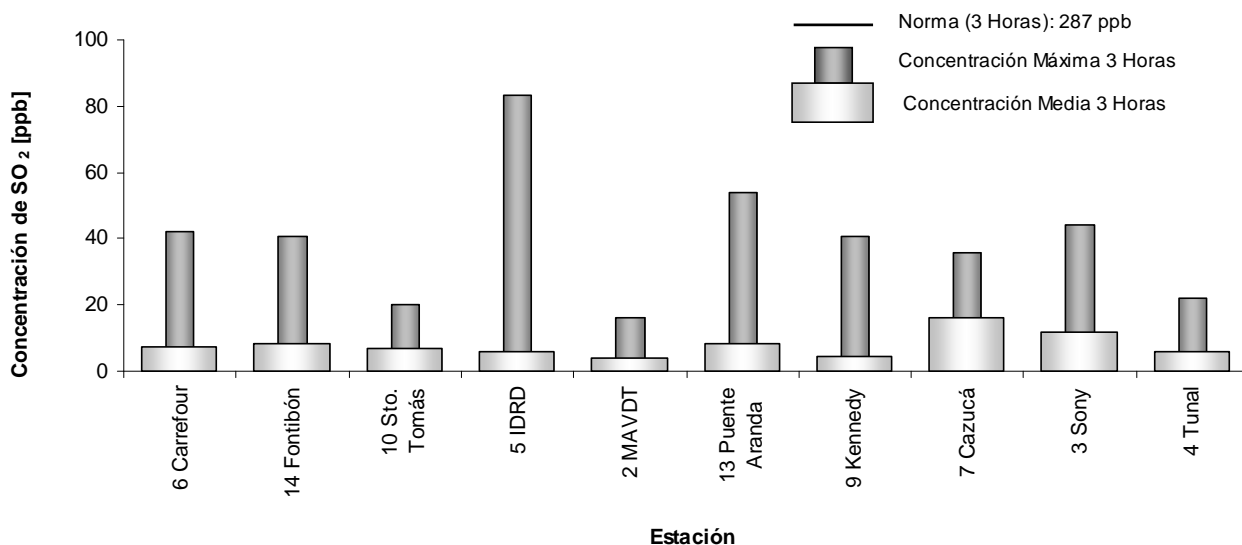


Figura 25. Concentración máxima de SO₂ para 3 horas por estación durante el año 2007.

Máximos en 24 horas

Para el estudio de la concentración promedio horaria en 24 horas de SO₂, se contó con setenta y seis mil setecientos cuarenta y uno (76741) promedios, cuya representatividad temporal es del 80%. La única estación que no alcanzó una representatividad mayor al 75% fue Sony con un 69%. Todos los promedios obtenidos estuvieron por debajo del nivel máximo permisible establecido en la resolución 601/2006 (96ppb). Los mayores promedios de cada una de las estaciones se reportan en la Tabla 5, junto con la fecha de ocurrencia del evento, que a diferencia del material particulado, éstas no tienen relación con los periodos de incendios de la ciudad.

La Figura 26 representa de manera gráfica las concentraciones máximas y medias de SO₂ en cada una de las estaciones que miden éste contaminante. Como se expuso anteriormente, en todas las estaciones se registraron valores por debajo de la norma (menos del 30% de límite máximo) encontrándose que las estaciones del sector sur de la ciudad son las de niveles más altos de SO₂.

Tabla 5. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de SO₂ para 24 horas durante el año 2007

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 24 h
6 Carrefour	Noroccidente	19	Sábado 02 Junio 2007, 07:00
14 Fontibón	Noroccidente	14	Miércoles 13 Junio 2007, 22:00
10 St. Tomas	Centro	14	Jueves 29 Noviembre 2007, 05:00
5 IDRD	Centro	19	Miércoles 28 Febrero 2007, 14:00
2 MAVDT	Centro	8	Sábado 02 Junio 2007, 10:00
13. Pte, Aranda	Centroccidente	22	Martes 01 Enero 2007, 00:00
9 Kennedy	Suroccidente	21	Domingo 21 Octubre 2007, 01:00
7 Cazucá	Suroccidente	29	Miércoles 17 Enero 2007, 22:00
3 Sony	Suroccidente	28	Jueves 01 Marzo 2007, 09:00
4 Tunal	Sur	17	Miércoles 15 Agosto 2007, 12:00

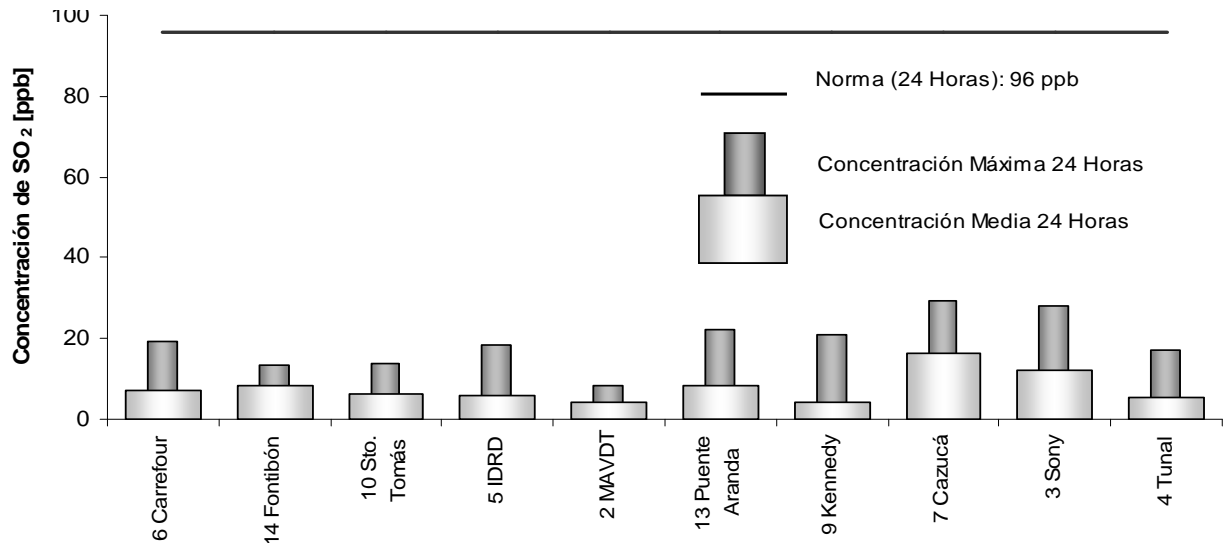


Figura 26. Concentración máxima de SO₂ para 24 horas por estación durante el año 2007.

En las Figura 27, Figura 28 y Figura 29 se presentan las tendencias de los valores diarios para SO₂, del año 2007 comparado con la tendencia histórica o multianual en la RMCAB. En la primera figura se observa que los datos tomados durante este año tuvieron una dispersión menor a la multianual en casi todas las estaciones. Se excluye Kennedy que tuvo una dispersión ligeramente mayor a la multianual y presentó valores áticos junto con la estación de Puente Aranda. Para las tendencias mensuales (Figura 28) y semanales (Figura 29) se sigue el mismo comportamiento de menor dispersión en el 2007.

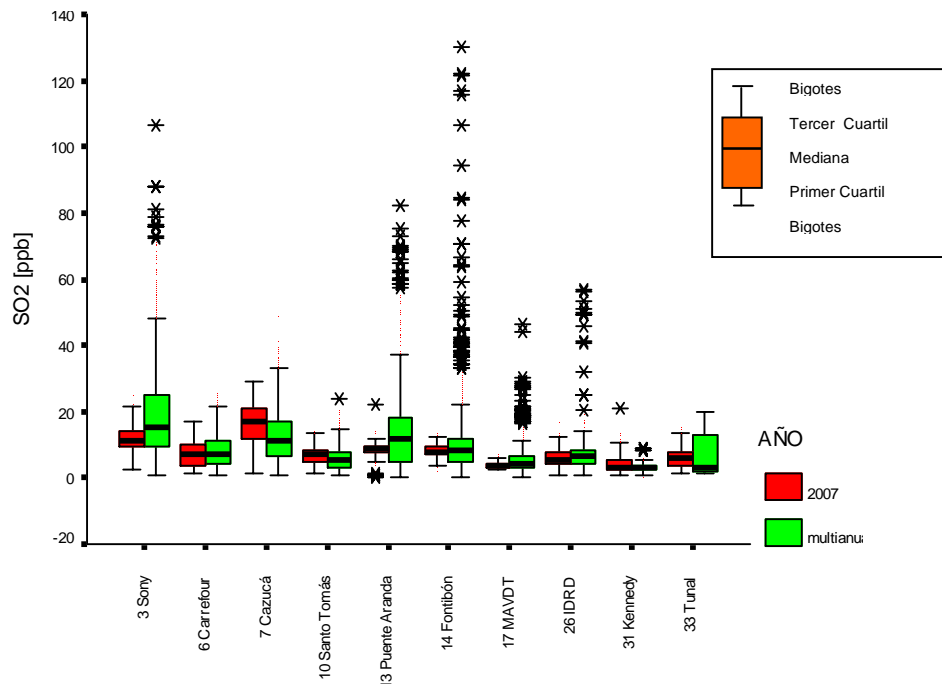


Figura 27. Tendencia de las concentraciones de SO₂ de la RMCAB por estación

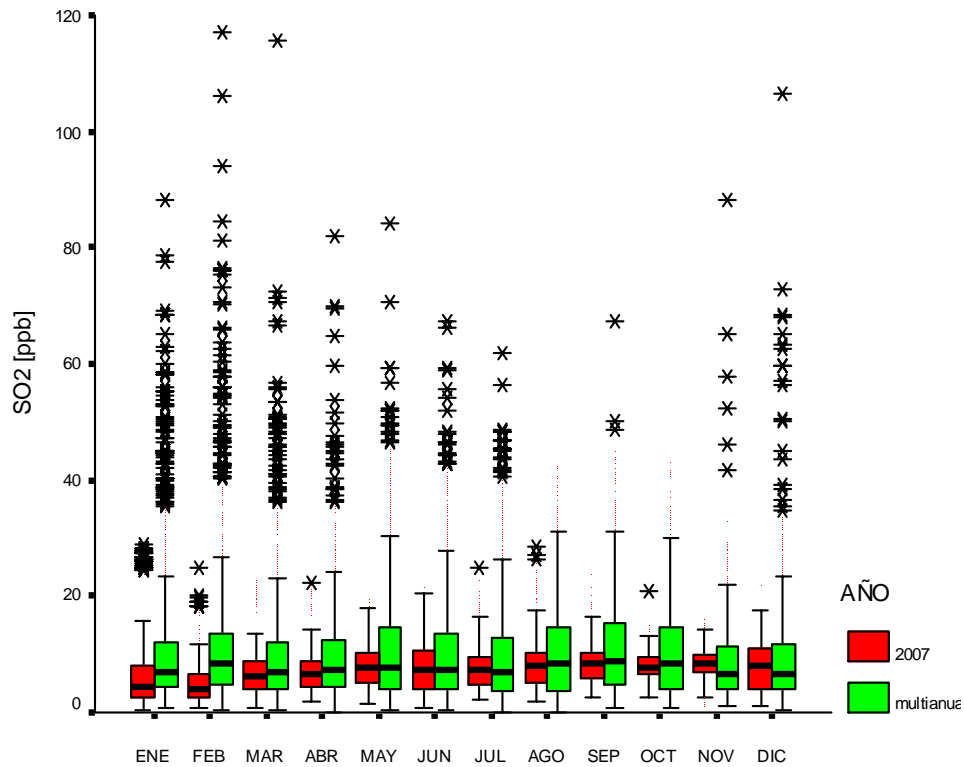


Figura 28. Tendencia de las concentraciones de SO₂ de la RMCAB por mes del año

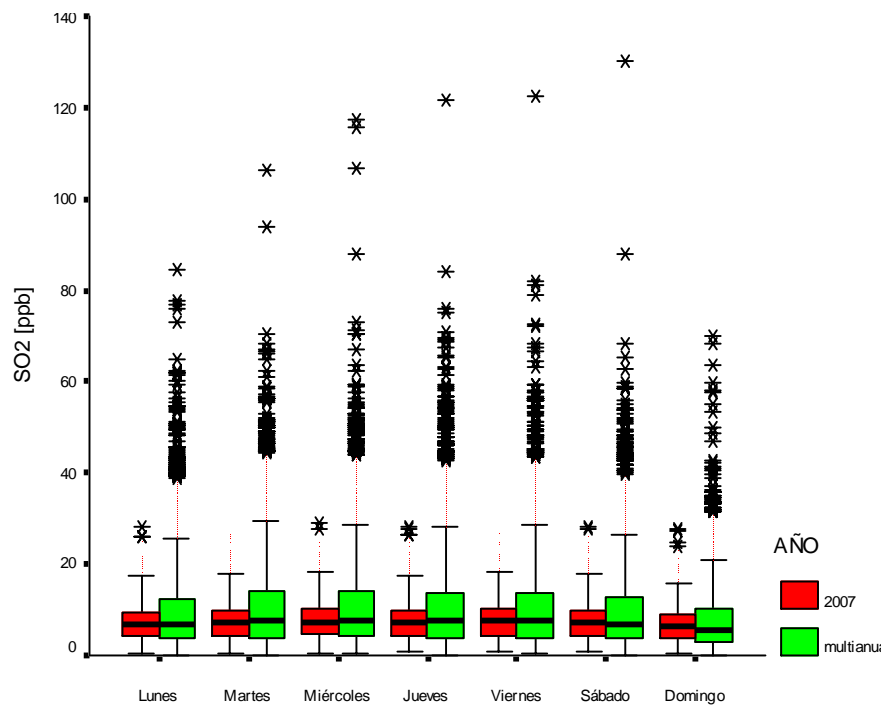


Figura 29. Tendencia de las concentraciones de SO₂ de la RMCAB por día de la semana

Máximos anuales

Durante el año 2007 se obtuvieron tres mil seiscientos cincuenta 3650 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 77%, suficiente para realizar un análisis del comportamiento de SO₂ de acuerdo con las concentraciones anuales.

En la Figura 30 se muestran los máximos promedios anuales del 2007 para cada una de las estaciones, destacándose la 2 MAVDT y la 9 Kennedy con valores de tan solo el 13% de la norma. Por el contrario, las estaciones 7 Cazucá y 3 Sony, que pertenecen al sector suroccidental, exhiben los mayores promedios. Como se ha mencionado anteriormente, éste sector es el más afectado por la presencia de este contaminante.

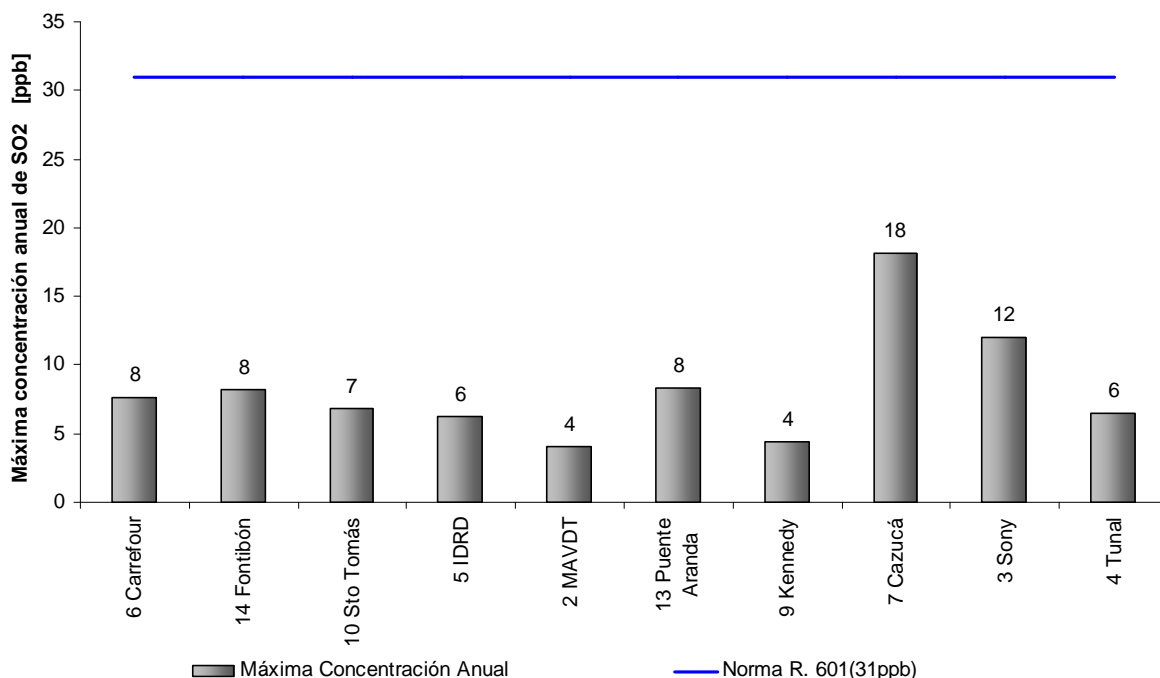


Figura 30. Máxima concentración promedio anual de SO₂ por estación durante Abril.

En la Tabla 6 se presentan los valores de las concentraciones promedio anuales de los años 1998 hasta 2007, correspondientes a las estaciones que miden SO₂, calculadas el 31 de Diciembre de cada año.

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

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

En la Figura 31 se muestra la tendencia de los promedios diarios de concentración de SO₂ en la RMCAB a lo largo de los 9 años que ha funcionado, encontrando que siempre el valor de la mediana se ubica por debajo de los 15 ppb. Sin embargo, para el año 2007 la mediana aumentó en relación con el año 2006, aunque la tendencia general a reportado valores bastante inferiores a las normas.

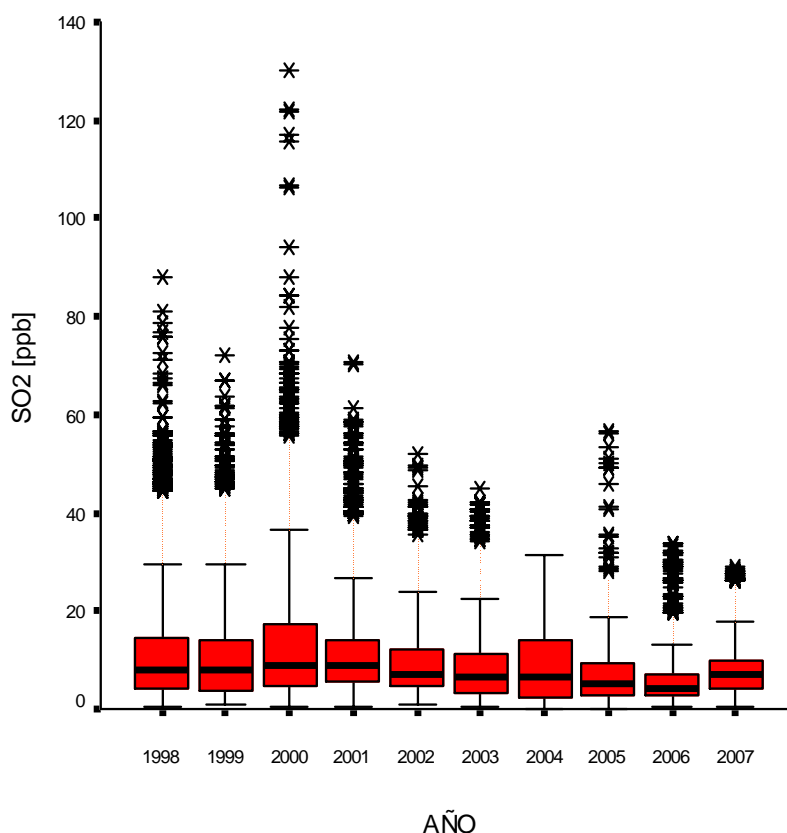


Figura 31. Tendencia histórica del SO₂ en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.2.2 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NO₂

En el año 2007 se calcularon promedios horarios, de 24 horas y anuales de concentración de NO₂ para las estaciones configuradas en la Tabla 1.

Máximos en 1 hora

En este año se obtuvieron 42850 datos de promedios horarios, con una representatividad del 70%, afectada por la representatividad de la estación 9 Kennedy (9%), la cual empezó a reportar valores a partir del 28 de Noviembre de 2007. Las estaciones de Fontibón, IDRDR, MAVDT y Puente Aranda tuvieron una representatividad del 80%, 80%, 93% y 94% respectivamente. La única estación que reportó valores superiores a la norma (106 ppb Res. 601 2006) fue la No 6 Carrefour, como se observa en la Figura 32. Además, en esta gráfica se pueden apreciar los valores de concentración máxima horaria presentada en cada una de las estaciones, así como la estación de Puente Aranda que presentó la concentración media horaria más alta en el 2007. Los días en que ocurrieron los máximos promedios horarios en cada estación se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Día y hora de ocurrencia de los máximos promedios horarios de NO₂ durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppb]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 1 h
11 Corpas	Noroccidente	41	Jueves 23 de Agosto, 09:00
6. Carrefour		110	Martes 30 de Octubre, 09:00
14 Fontibón		79	Sábado 03 de Noviembre, 07:00
5 IDRDR	Centro	76	Viernes 07 de Diciembre, 10:00
2 MADVT		89	Jueves 08 de Febrero, 14:00
13 Puente Aranda		97	Sábado 03 Febrero, 10:00

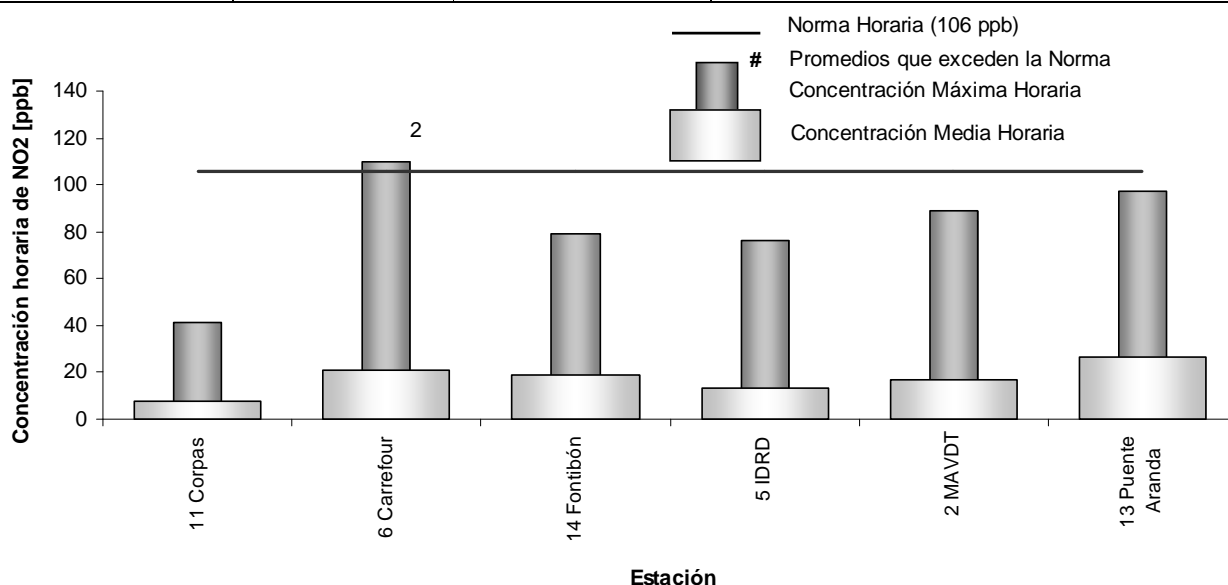


Figura 32. Concentración máxima de NO₂ para 1 hora por estación durante el año 2007.

Máximos en 24 horas

Para el año 2007 se pudieron calcular 41930 datos de promedios 24 horas de NO₂, que corresponden a una representatividad del 68%. En éstos promedios también se tuvo en cuenta los obtenidos por la estación 9 Kennedy que empezó a reportar valores a partir del 28 de Noviembre de 2007. De estos promedios, ninguno superó la norma establecida para NO₂ en medias móviles de 24 horas (80 ppb) como se observa en la Figura 33; además se observa que las estaciones 13 Puente Aranda y 6 Carrefour presentan las mayores concentraciones medias del año. Ésta última estación presentó la concentración máxima alcanzada en éste periodo de tiempo, y para las demás estaciones tan sólo se presentan valores máximos del 50% de la norma. En la Tabla 8 se reportan éstos promedios 24h por estación y el día en que ocurrieron.

Tabla 8. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de NO₂ para 24 horas durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 24 h
11 Corpas	Noroccidente	19	Jueves 15 Noviembre, 04:00
6 Carrefour		62	Sábado 03 Noviembre, 22:00
14 Fontibón		33	Sábado 03 Febrero, 09:00
5. IDRD	Centro	41	Miércoles 19 Diciembre, 09:00
2. MAVDT		38	Sábado 10 Febrero, 01:00
13. Puente Aranda		42	Viernes 16 Marzo, 04:00

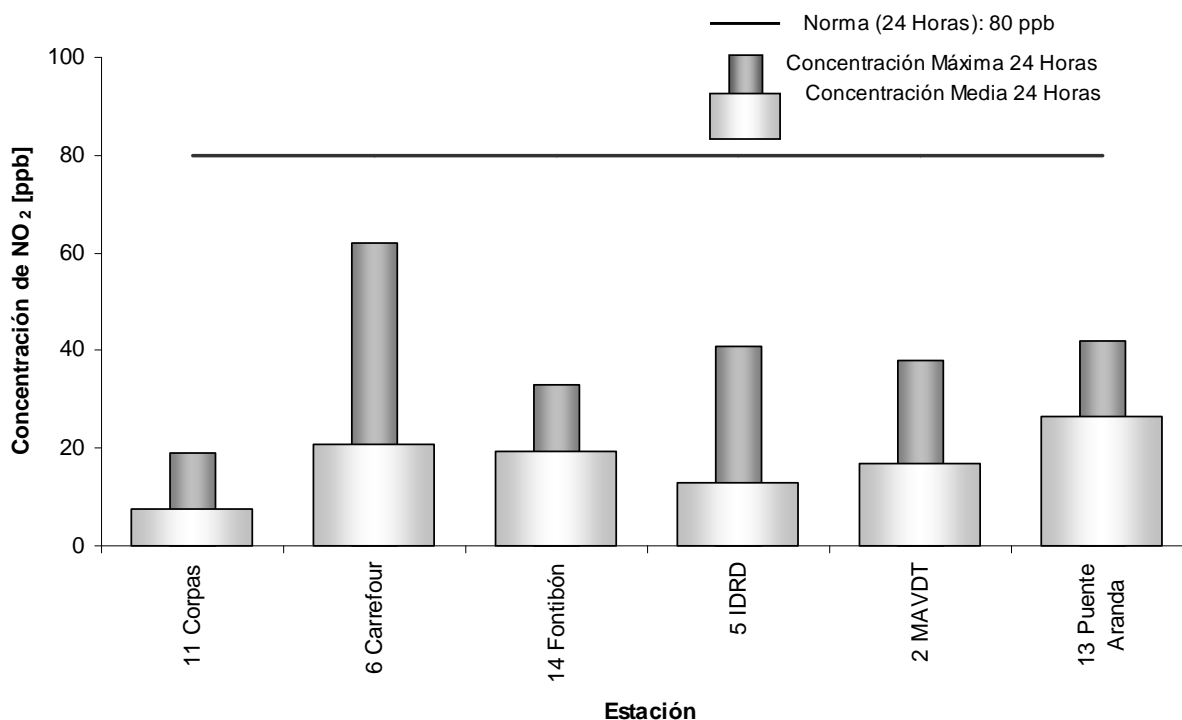


Figura 33. Concentración máxima de NO₂ para 24 horas por estación durante el año 2007.

En las figuras 31, 32 y 33 se presentan las tendencias de los valores diarios para NO₂, en el año 2007 comparadas con la tendencia multianual. En la primera figura, la estación No 6 Carrefour presenta una dispersión mayor en el 2007, así como valores de concentración diaria superiores. Las dispersiones para las otras estaciones fueron menores en el 2007 aunque las estaciones de No 13 Puente Aranda y No 10 Fontibón presentaron sus medianas por encima de los valores multianuales. La estación de Kennedy no tiene comparativo multianual pues hasta finales del año 2007 empezó a monitorear este contaminante, como se mencionó anteriormente. En cuanto a la Figura 35, todos los meses del año 2007, a excepción de junio, presentan la mediana por encima de la del periodo multianual. Además, el tercer cuartil alcanzó valores de concentración por encima de 20ppb en siete meses del año, frente a tres del multianual y tan sólo en enero y junio éste cuartil disminuyó los valores de concentración en el año 2007. Por otro lado, se observa un comportamiento bimodal durante el año, en el que se destacan los meses de febrero y noviembre como los de mayores valores de concentración. En la Figura 36, analizando las tendencias de concentraciones por día de la semana, se observa una dispersión mayor en el año 2007 con respecto a la multianual. Además, los límites superiores presentan valores mayores así como el 75% de los datos.

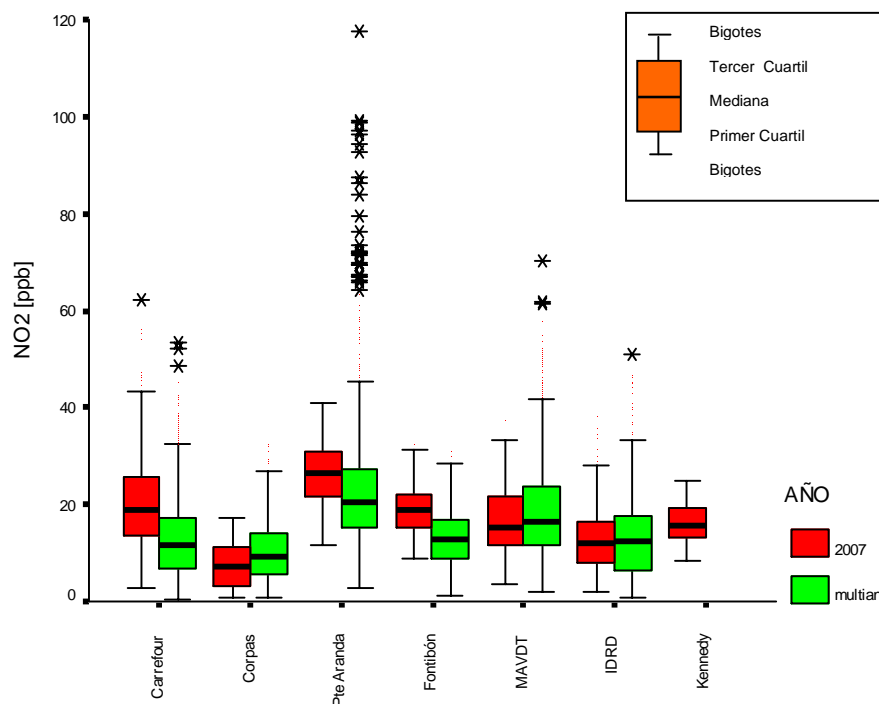


Figura 34. Tendencia de las concentraciones de NO₂ en la RMCAB por estación

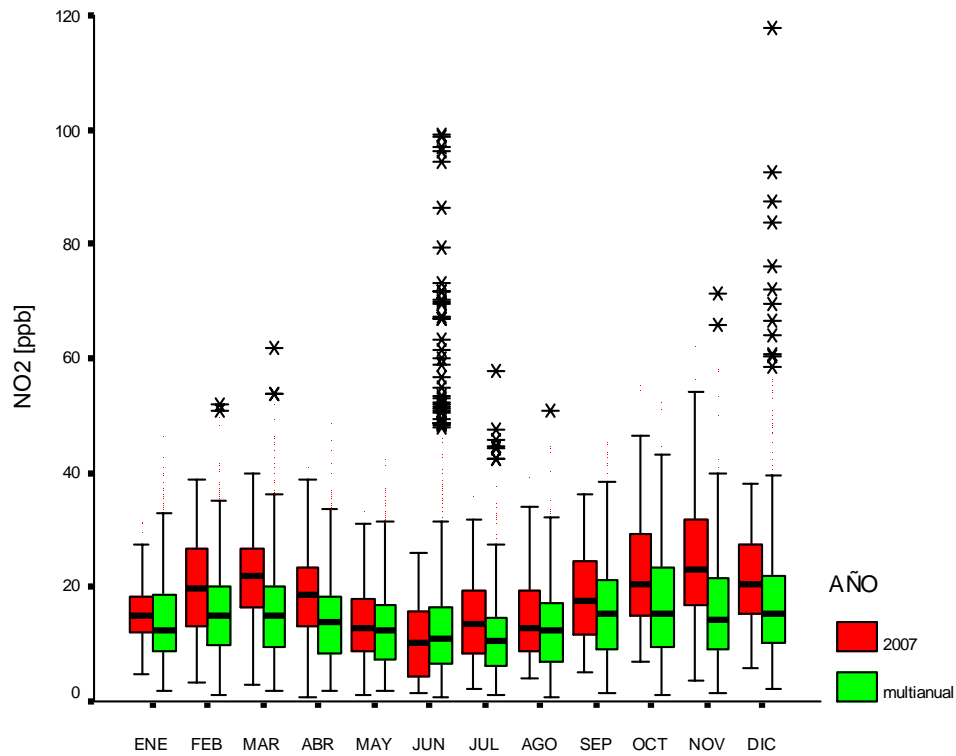


Figura 35. Tendencia de las concentraciones de NO₂ en la RMCAB por mes del año

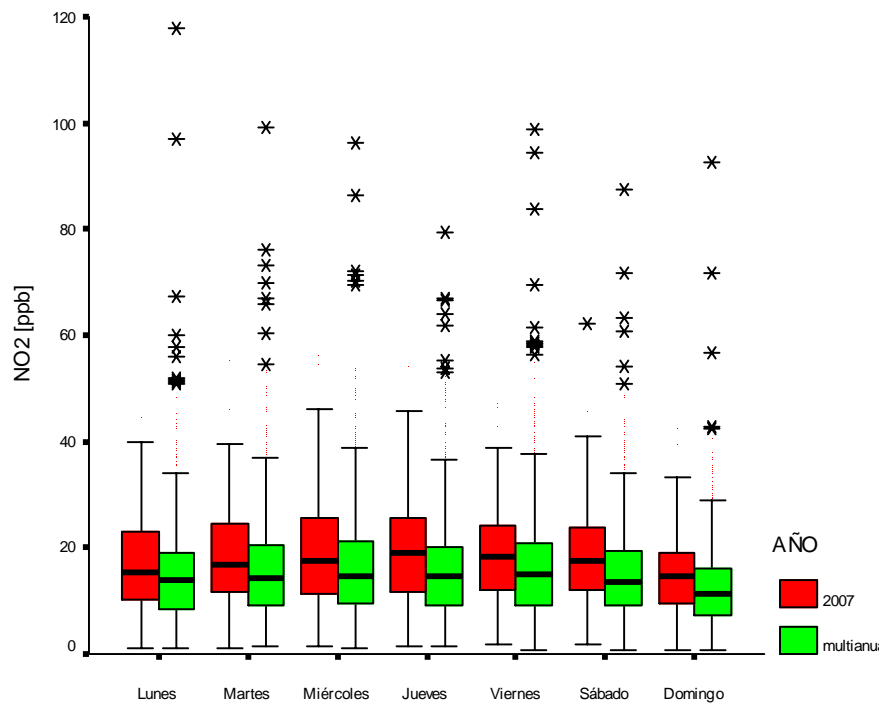


Figura 36. Tendencia de las concentraciones de NO₂ en la RMCAB por día de la semana

Promedio Anual de NO₂

Para el 2007 se calcularon 2109 datos de promedios anuales de NO₂ que corresponden al 70% de los datos que se podrían tomar en las 6 estaciones. Sólo las estaciones No. 5 IDR D y No. 2 MAVDT presentaron porcentajes de representatividad superiores al 75%. En la Figura 37 se observa que ninguno de los máximos promedios anuales de las estaciones superó la norma (53 ppb Res 601 2006) y la mayoría estuvo por debajo del 50%.

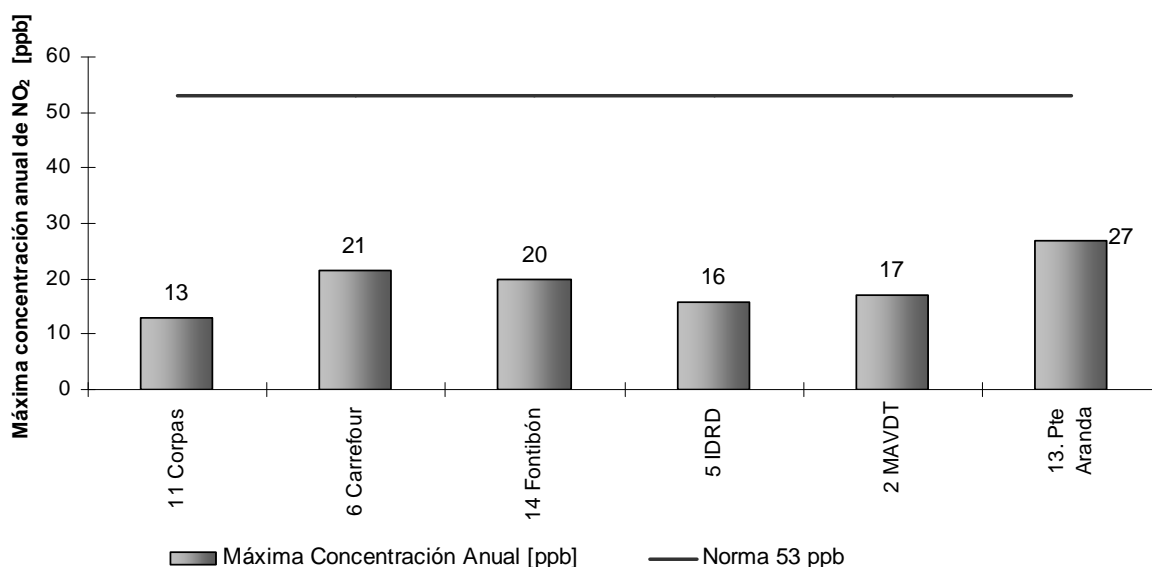


Figura 37. Máxima concentración promedio anual de NO₂ por estación durante Abril 2007.

Por otro lado, en la Figura 38 se aprecia la tendencia de los promedios diarios desde 1998 hasta 2007. Éste último año presenta una mayor dispersión comparada con el año inmediatamente precedente, pero similar al año 2005; además, la tendencia entre los años 1998 a 2001 fue similar a ésta. En los años 2003 y 2004 se obtuvo una menor dispersión y también menores valores de mediana, así como límites superiores cercanos a 20 ppb. En el año 2007 el límite máximo pasó las 40 ppb, pero estuvo por debajo del valor máximo del año 2005. En resumen, la tendencia de los promedios diarios año a año, presenta tres periodos; el primero de 1998 a 2001 caracterizado por un comportamiento estable en el que la mediana se mantiene y la dispersión varía poco. El siguiente entre el 2002 y el 2004 en el que hay una disminución en la concentración diaria y una menor dispersión y, el final desde el 2005 hasta el año 2007, en el que no se sigue un patrón, pues el 2005 se caracteriza por una alta dispersión y un valor de la mediana mayor a los años anteriores pero en el 2006 se reduce notoriamente la dispersión y la mediana baja, terminando el periodo en el 2007, de nuevo aumentando la dispersión y subiendo la mediana.

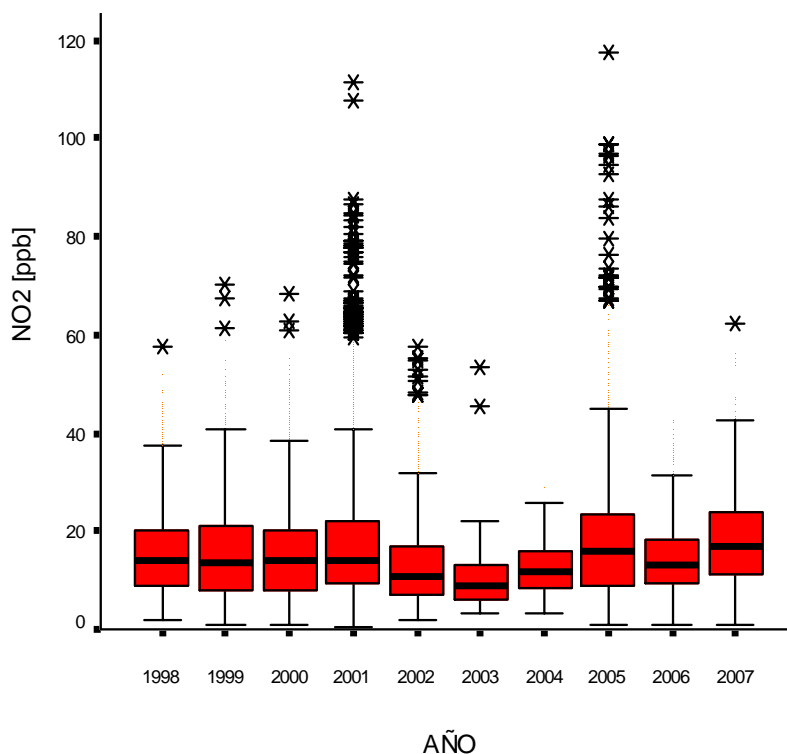


Figura 38. Tendencia histórica de NO₂ en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.2.3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO

En el año 2007 fueron reportaron datos de promedios horarios y 8 horas de CO por las estaciones No. 11 Corpas, No. 6 Carrefour, No 14 Fontibón, No. 5 IDR, No. 7 Cazucá y No. 3 Sony, como se observa en la Tabla 1. La estación No. 9 Kennedy sólo reportó valores a partir del 28 de noviembre, por lo cual no se tuvo en cuenta para analizar el comportamiento de éste contaminante.

Máximos en 1 hora

Se obtuvieron 38490 datos de promedios horarios de CO, lo que equivale a sólo el 63% de representatividad. Ninguno superó lo establecido en la legislación nacional (35 ppm Res. 601 2006), puesto que todos los promedios se registraron por debajo del 50% de la norma. Esto se evidencia en la Figura 39 dónde además se observa que las estaciones de Cazucá y Sony presentaron valores de concentraciones medias horarias superiores a las demás estaciones. Además, éstas obtuvieron las máximas concentraciones horarias junto con la estación IDR. En la Tabla 9 se presenta el día y hora en que ocurrieron los máximos promedios horarios por estación.

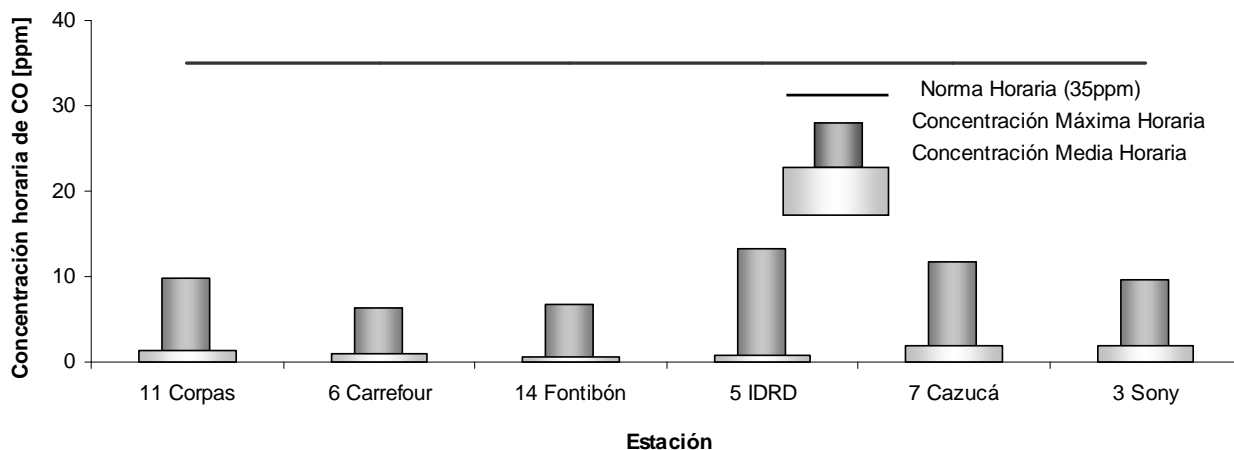


Figura 39. Concentraciones máximas horarias de CO durante el año 2007.

Tabla 9. Día y hora de ocurrencia de los promedios máximos horarios de CO durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppm]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 1 hora
11 Corpas	Noroccidente	9.8	Viernes 23 Febrero, 04:00
6 Carrefour		6.3	Sábado 03 Noviembre, 19:00
14 Fontibón		6.7	Lunes 22 Enero, 05:00
5 IDRD	Centro	13.2	Sábado 03 Noviembre, 20:00
7 Cazucá	Suroccidente	11.8	Jueves 11 Enero, 19:00
3 Sony		9.7	Jueves 09 Agosto, 05:00

Máximos en 8 horas

Para el año 2007 se calcularon 38490 promedios 8 horas de CO, equivalentes al 63% de todos los datos que se podrían calcular si no se presentaran fallas en la recolección de la información. Durante este año sólo se presentaron cuatro datos que excedieron la norma (8,8 ppm Res 601 2006) en la estación IDRD. Las estaciones No. 7 Cazucá y No. 3 Sony presentaron las mayores concentraciones medias 8 horas y la 14 Fontibón obtuvo la más baja. La Tabla 10 presenta el periodo en que ocurrieron los máximos datos de este parámetro y en la Figura 40 se visualiza la información aquí descrita.

Tabla 10. Día y hora de ocurrencia de los máximos promedios 8 horas de CO durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppm]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 8 horas
11 Corpas	Noroccidente	5.6	Viernes 23 Febrero, 08:00
6 Carrefour		4.3	Sábado 03 Noviembre, 22:00
14 Fontibón		2.8	Sábado 03 Noviembre, 22:00
5 IDRD	Centro	10.2	Sábado 03 Noviembre, 23:00
7 Cazucá	Suroccidente	7.8	Jueves 11 Enero, 23:00
3 Sony	Sur	6.5	Martes 21 Agosto, 08:00

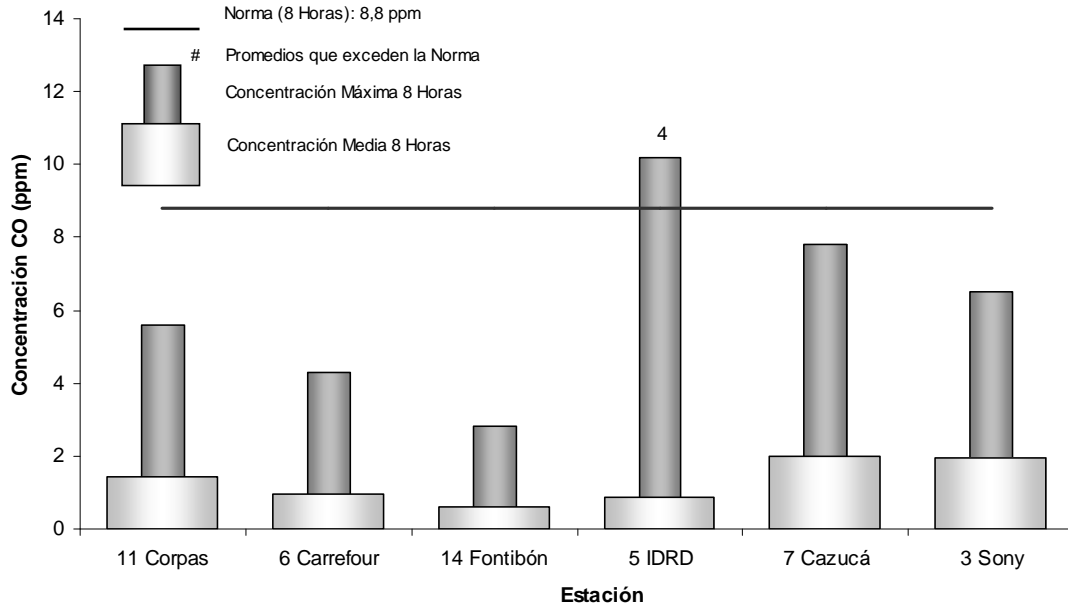


Figura 40. Concentración máxima de CO para 8 horas por estación durante el año 2007.

Por otra parte, las Figura 41, 42 y 43 presentan la tendencia de las concentraciones de CO del año 2007 comparadas con la tendencia histórica o multianual en la RMCAB. La primera figura muestra que la dispersión de los datos disminuye en el año 2007, en especial la correspondiente a la estación No 14 Fontibón, cuyo límite superior estuvo por debajo de la mediana del periodo multianual. Para la estación No 5 IDR hay un ligero aumento de la dispersión y la mediana presenta un valor mayor. En la estación No 11 Corpas, si bien hay menor dispersión, la mediana del año 2007 está por encima de la presentada en el periodo multianual y finalmente la estación No 9 Kennedy, que no tiene comparativo multianual, presenta valores de concentración mayores a las demás estaciones pero una dispersión pequeña. En cuanto a la Figura 42, las dispersiones disminuyeron para todos los meses del año 2007 en relación con las multianuales, en especial en el mes de abril y los meses de agosto a noviembre. Además, la mediana se desplazó notoriamente. El mes de septiembre presentó varios valores atípicos así como el mes de agosto. La Figura 43 sigue la misma tendencia de disminución de la dispersión, encontrándose que el 75% de los datos estuvo por debajo de la mediana multianual.

Con relación a la tendencia anual (Figura 44), puede notarse una menor dispersión en los años 2006 y 2007, aunque éstos dos años presentan mayor número de valores atípicos que los otros años. Además los años 1998 y 1999 y entre 2003 y 2005 se presentaron las mayores dispersiones del periodo representado. Sin embargo, los dos últimos años nos permiten entrever que la tendencia es a la disminución de la dispersión de los datos y la concentración del CO.

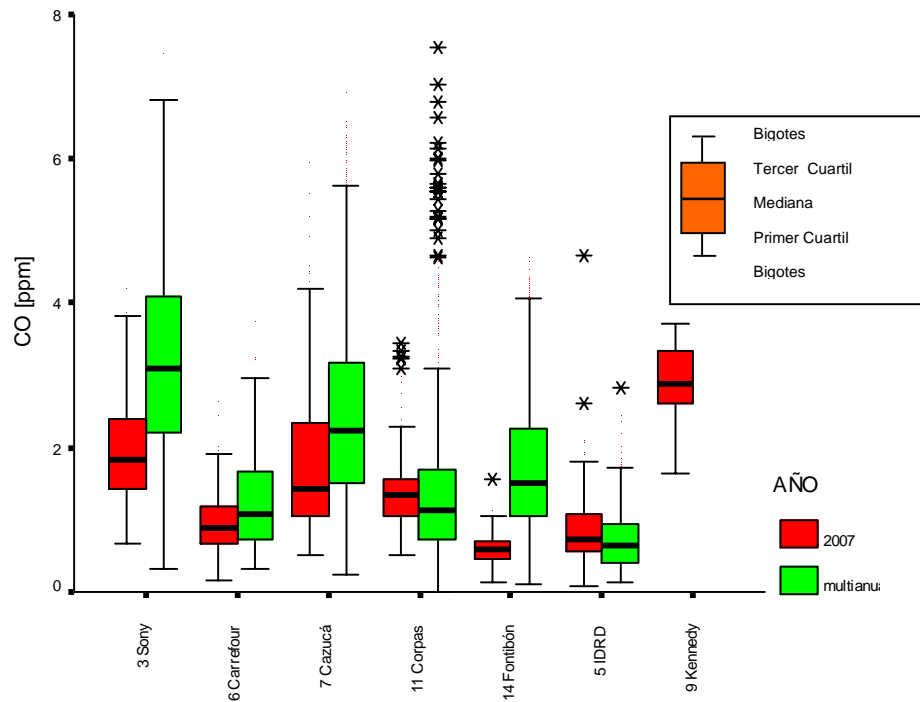


Figura 41. Tendencia de las concentraciones de CO en la RMCAB por estación

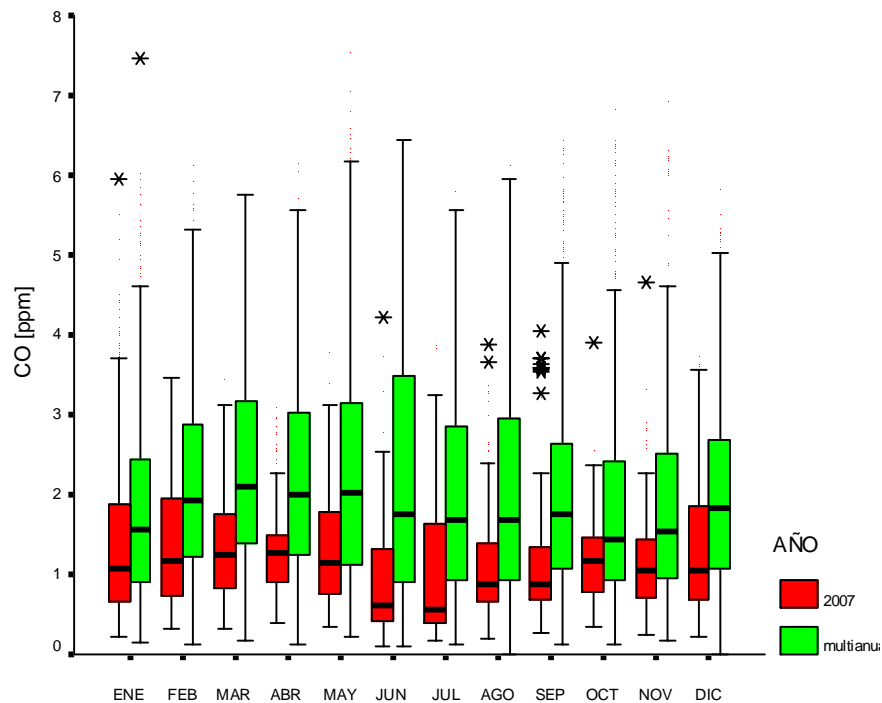


Figura 42. Tendencia de las concentraciones de CO en la RMCAB por mes del año

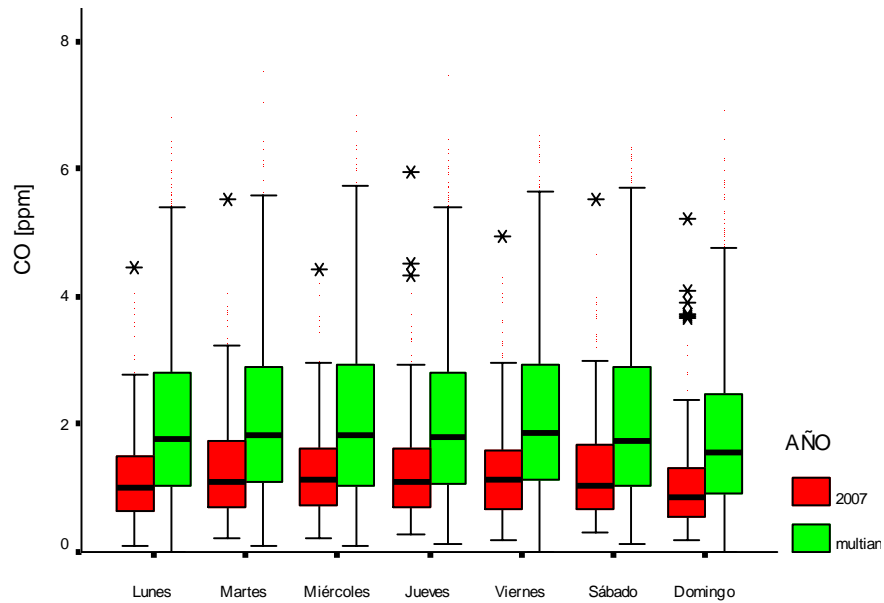


Figura 43. Tendencia de las concentraciones de CO en la RMCAB por día de la semana

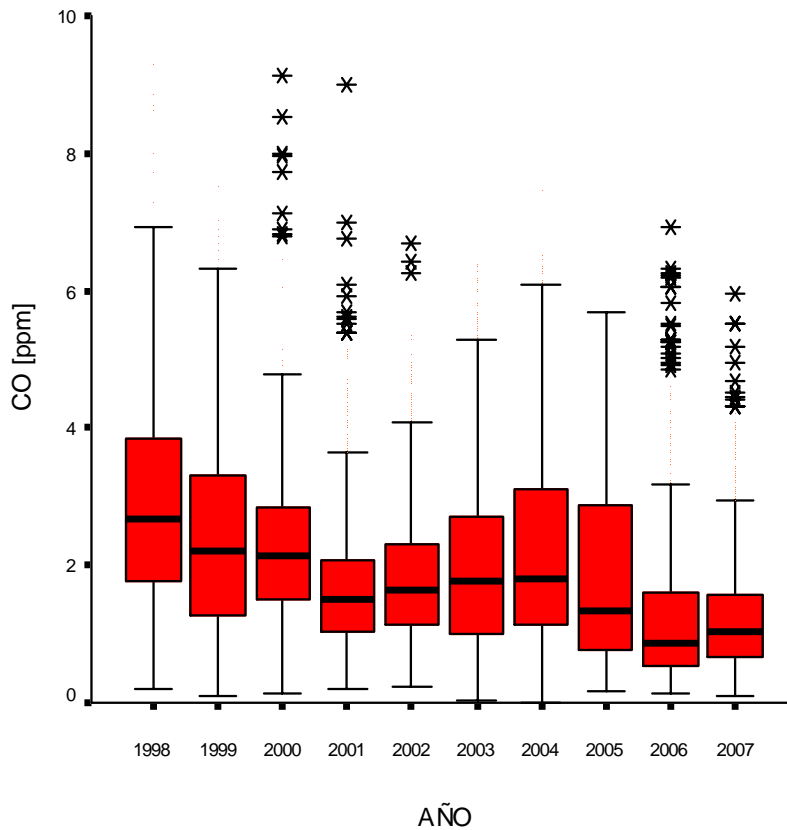


Figura 44. Tendencia histórica de CO en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

1.2.4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE O₃

La RMCAB contó con 4 equipos para monitorear Ozono (O₃) durante el 2007, ubicados según información de la Tabla 1. Con la información de las estaciones se calcularon los datos de promedios de 1 hora y 8 horas, los cuales fueron comparados con la respectiva norma.

Máximos en 1 hora

Durante el año 2007 se calcularon 30290 promedios de 1 hora de O₃, los cuales tienen una representatividad del 86%. Todas las estaciones presentaron promedios máximos por encima de la norma pero éstos tan solo corresponden a 0.6% del total. Además, su concentración media horaria siempre estuvo por debajo del límite máximo permisible establecido en la Resolución 601 de 2006 (61ppb) como se aprecia en la Figura 45. En la Tabla 11 se presenta el día y hora en que ocurrieron los máximos promedios horarios por estación; se resalta que éstos se presentaron en el mes de Febrero.

Tabla 11. Día y hora de ocurrencia de los promedios máximos horarios de O₃ durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppb]	Día y hora de ocurrencia del promedio máximo para 1 h
14 Fontibón	Noroccidente	101	Jueves 22 Febrero 2007, 13:00
5 IDRD	Centro	148	Jueves 22 Febrero 2007, 13:00
2 MAVDT		71	Jueves 22 Febrero 2007, 17:00
3 Sony	Sur	118	Lunes 05 Febrero 2007, 12:00

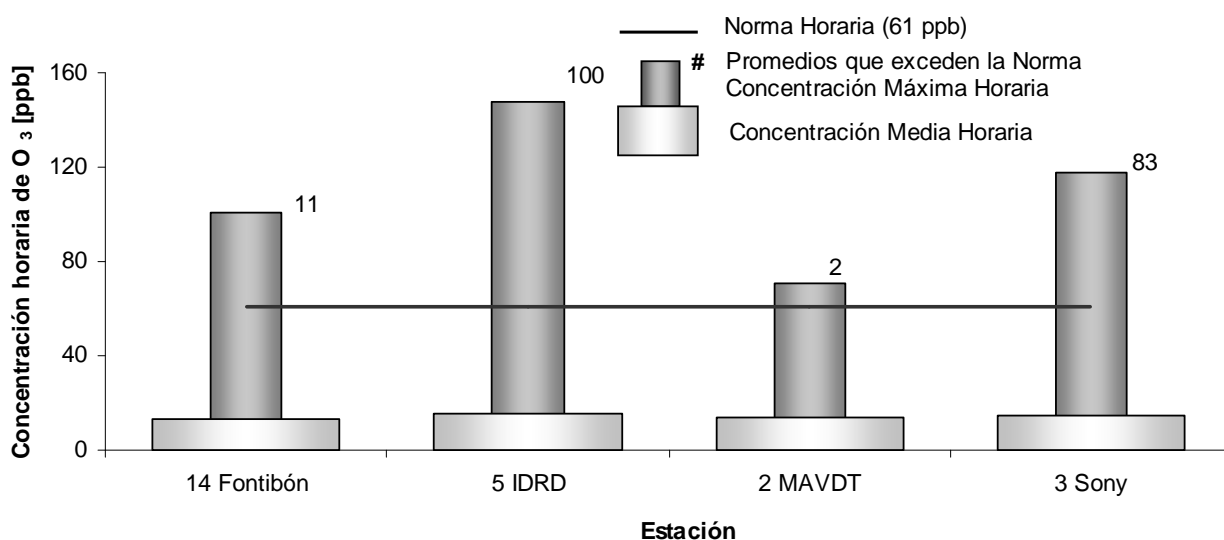


Figura 45. Concentración máxima horaria de O₃ por estación durante el año 2007.

Máximos en 8 horas

Para reportar la concentración de O_3 para un tiempo de exposición de 8 horas se tienen 30109 promedios que equivalen al 86% del número máximo de datos que podrían calcularse en las 4 estaciones durante un año; para este parámetro tan sólo se tuvo un porcentaje de excedencia del 1.5, que corresponde a los datos de todas las estaciones que presentaron concentraciones máximas que superaron la norma (41 ppb Res. 601 2006). Éstas excedencias y la fecha en que ocurrieron se presentan en la Tabla 12; cabe resaltar que todos los periodos de ocurrencia recaen en el mes de febrero.

En la Figura 46 se muestran las concentraciones máximas y medias de O_3 para 8 horas, de cada una de las estaciones. Comparando con la norma (41 ppb), los valores máximos, presentados en la Tabla 12, siempre la exceden resaltando la estación IDRD con 85 ppb; además ésta última presenta la media más alta.

Tabla 12. Periodo de ocurrencia de los promedios máximos de O_3 para 8 horas durante el año 2007.

Número y nombre de la Estación	Sector	Promedio máximo [ppb]	Periodo de ocurrencia del máximo promedio 8 h
14 Fontibón	Noroccidente	63	Jueves 22 Febrero 2007, 17:00
5 IDRD	Centro	85	Jueves 22 Febrero 2007, 17:00
2. MAVDT		42	Martes 06 Febrero 2007, 21:00
3. Sony	Sur	71	Lunes 05 Febrero 2007, 17:00

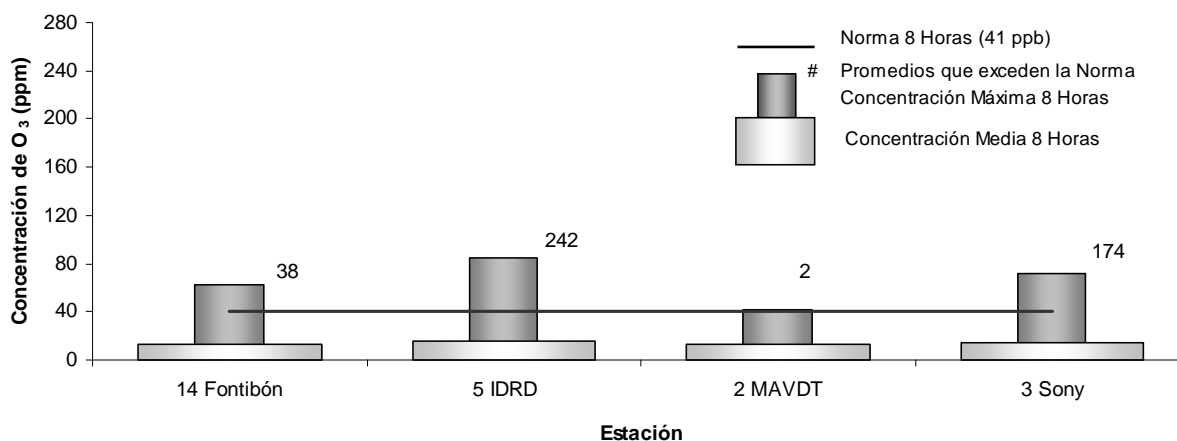


Figura 46. Concentración máxima de O_3 para 8 horas por estación durante el año 2007

La tendencia de las concentraciones de O_3 del año 2007 comparadas con la tendencia multianual, se presenta en las Figuras 44, 45 y 46. Analizando inicialmente la Figura 47, se encuentra que la estación No 5 IDRD presenta una mayor dispersión de sus datos y su mediana por encima de la multianual. La dispersión de los datos en la estación No 3 Sony se desplazó en la escala de concentración hacia arriba, pero se mantuvo el comportamiento estadístico. Por otro lado, en la Figura 48 se observa una disminución de la dispersión en todos los meses del año 2007, a excepción del mes de agosto en el que la dispersión aumentó un poco. En el mes de febrero las concentraciones aumentaron su valor notoriamente; las medianas durante el 2007, en su gran

mayoría, estuvieron en valores por encima de las multianuales. En cuanto a la Figura 49, éste contaminante presenta una dispersión similar de lunes a domingo, aunque menor en el 2007. El día domingo se destaca por exhibir valores de concentración más altos que los multianuales en el tercer cuartil.

La Figura 50 muestra la tendencia histórica de éste contaminante a lo largo de los años que ha trabajado la RMCAB, dónde se puede apreciar una mayor dispersión en el año 2007 con respecto al año 2006. El año 2003 exhibe un comportamiento particular, pues su primer cuartil se encuentra por debajo de los primeros cuartiles de los demás años. Además las concentraciones de éste contaminante están muy por debajo de la tendencia general de la gráfica, debido posiblemente a un número reducido de datos, que registraron bajas concentraciones.

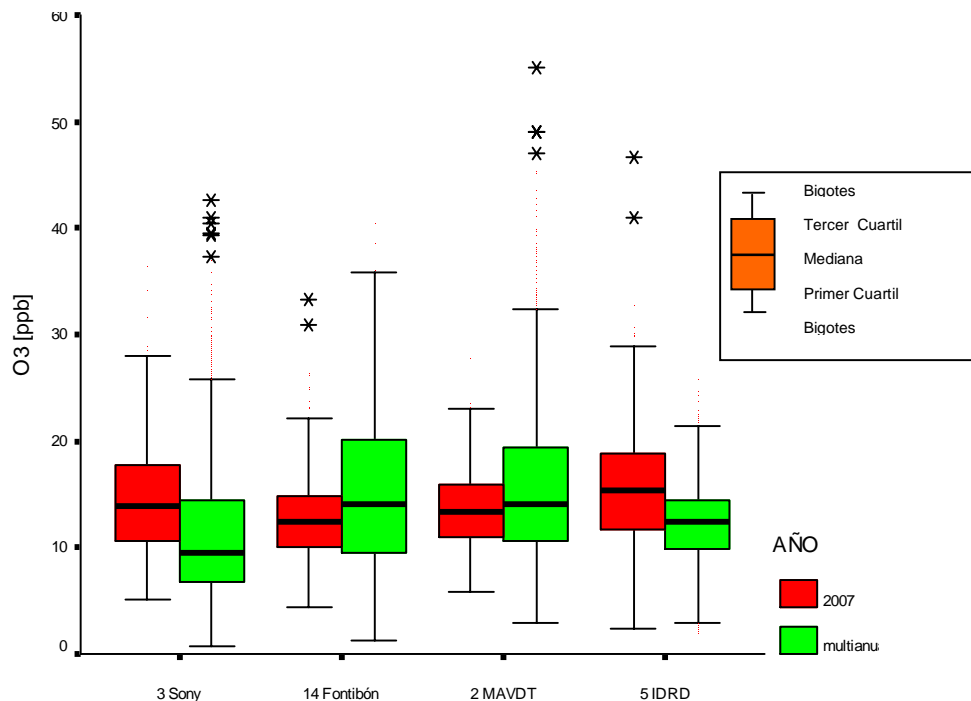


Figura 47. Tendencia de las concentraciones diarias de O₃ en la RMCAB por estación

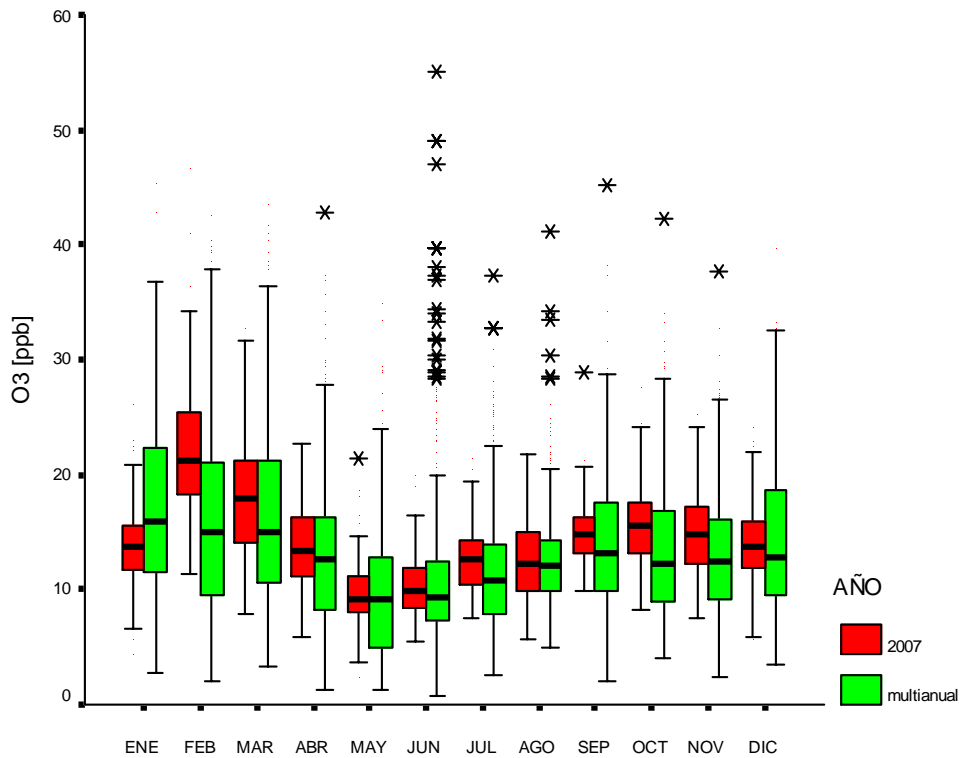


Figura 48. Tendencia de las concentraciones diarias de O₃ en la RMCAB por mes del año

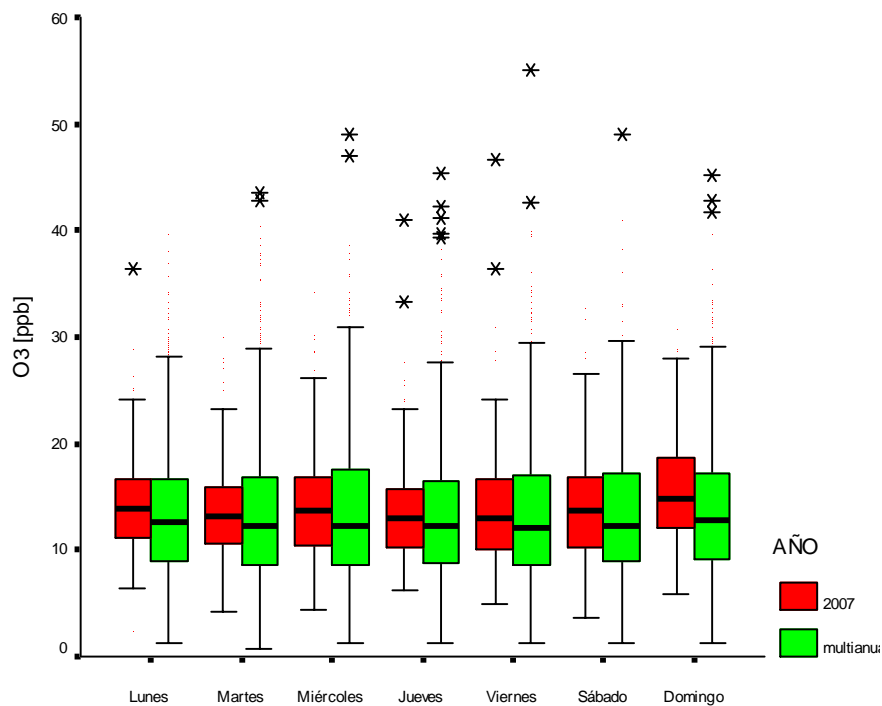


Figura 49. Tendencia de las concentraciones diarias de O₃ en la RMCAB por día de la semana

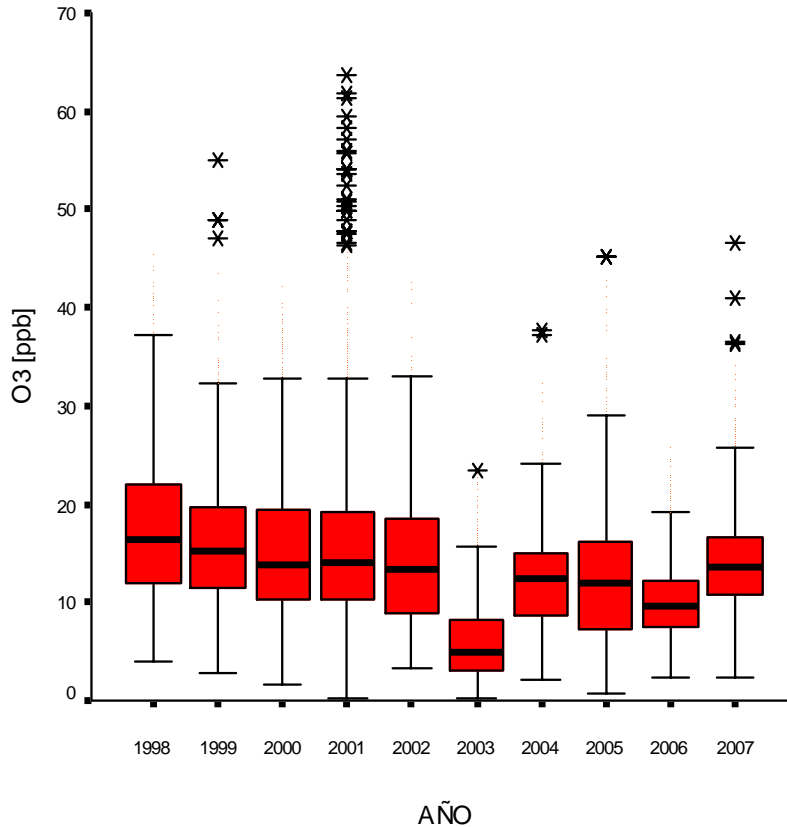


Figura 50. Tendencia histórica de O₃ en toda la RMCAB a través de promedios diarios.

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	6710	77%	0	0%	87	0	97	0.65	35
	1 Bosque	7400	84%	0	0%	369	11	118	0.79	40
	Subtotal	14110	81%	0	0%	456	11			
Noroccidente	11 Corpas	3962	45%	369	9%	625	348	326	2.17	80
	6 Carrefour	7817	89%	3	0%	2164	416	155	1.03	70
	14 Fontibón	8042	92%	96	1%	4482	956	171	1.14	87
	Subtotal	19821	75%	468	4%	7271	1720			
Centro	10 Sto Tomás	8055	92%	0	0%	3198	361	141	0.94	72
	5 IDR D	6725	77%	0	0%	611	15	120	0.80	49
	Subtotal	14780	84%	0	0%	3809	376			
Centroccidente	13 Pte Aranda	8527	97%	656	8%	3411	1988	207	1.38	99
	Subtotal	8527	97%	656	8%	3411	1988			
Suroccidente	9 Kennedy	7185	82%	387	5%	4203	1297	268	1.79	99
	7 Cazucá	7730	88%	95	1%	2506	444	196	1.31	72
	Subtotal	14915	85%	482	3%	6709	1741			
Sur	3 Sony	7953	91%	0	0%	1198	0	100	0.67	59
	4 Tunal	6715	77%	390	6%	3045	1586	192	1.28	98
	Subtotal	14668	84%	390	3%	4243	1586			
TOTALES		86821	84%	1996	2.3%	25899	7422			72

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	365	82%	0	0%	19	0	35	0.5	283	315
	1 Bosque	365	86%	0	0%	365	0	41	0.6	300	326
	Subtotal	730	84%	0	0%	384	0				
Noroccidente	11 Corpas	365	62%	365	100%	0	0	88	1.3	215	240
	6 Carrefour	365	88%	16	4%	0	349	71	1.0	304	339
	14 Fontibón	365	90%	365	100%	0	0	91	1.3	317	337
	Subtotal	1095	80%	746	68%	0	349				
Centro	10 Sto Tomás	365	88%	63	17%	75	227	72	1.0	292	351
	5 IDR D	365	86%	0	0%	211	154	55	0.8	294	332
	Subtotal	730	87%	63	9%	286	381				
Centroccidente	13 Pte Aranda	365	97%	365	100%	0	0	101	1.4	350	360
	Subtotal	365	97%	365	100%	0	0				
Suroccidente	9 Kennedy	365	80%	365	100%	0	0	105	1.5	275	308
	7 Cazucá	365	89%	221	61%	0	144	73	1.0	319	332
	Subtotal	730	85%	586	80%	0	144				
Sur	3 Sony	365	86%	61	17%	0	304	72	1.0	290	340
	4 Tunal	365	73%	365	100%	0	0	110	1.6	232	300
	Subtotal	730	80%	426	58%	0	304				
TOTALES		4380	84%	2186	50%	670	1178				

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
Sur	7 Cazucá	8169	93%	263	3%	3227	1383	441	1.47	172
Suroccidente	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
Sur	7 Cazucá	365	57%	365	100%	0	0	177	1.8	75	343
Suroccidente	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
Centro	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 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 IDRDT	6756	77%	0	0%	0	0	19	0.19	6
	2 MAVDT	8154	93%	0	0%	0	0	8	0.09	4
Suroccidente	13 Pte Aranda	8567	98%	0	0%	0	0	22	0.23	8
	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/Normal	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
	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 2007. 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			
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	
No. 9 Kennedy	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 denominan las formas de agua en estado líquido o sólido que caen directamente sobre la superficie terrestre. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve.

Para el año 2007 la precipitación en la ciudad se registró en catorce (14) estaciones de la RMCAB que cuentan con pluviómetros. Los datos recolectados en cada una de ellas permitieron establecer el comportamiento de éste parámetro en la ciudad. Cabe aclarar que se presentaron inconvenientes con los equipos de las estaciones, por lo cuál no existen registros para algunos meses. En la estación No. 6 Carrefour, los meses de abril y mayo no reportaron datos, en la No. 14 Fontibón el mes de junio no tiene mediciones de precipitación y en las estaciones No. 4 Tunal y la No. 5 IDRD el mes de abril carece de datos.

Se puede observar en la Figura 51 que para el presente año la precipitación en la ciudad disminuyó en comparación con el año inmediatamente anterior y es también menor a la de los años 1998 hasta 2000 y el 2002; sin embargo, fue superior al 2001 y 2003 hasta el 2005. Por otro lado, si se agrupan las estaciones que tienen mas de 9 años, se origina la Figura 52 en la cual se aprecia que este comportamiento se mantiene. Cabe resaltar que para el inicio del año 2007, en el territorio Colombiano, se presentó el Fenómeno del Niño, el cual tuvo característica de moderado y que en los últimos meses del año ocurrió el Fenómeno de la Niña, que influyó en el acumulado del año.

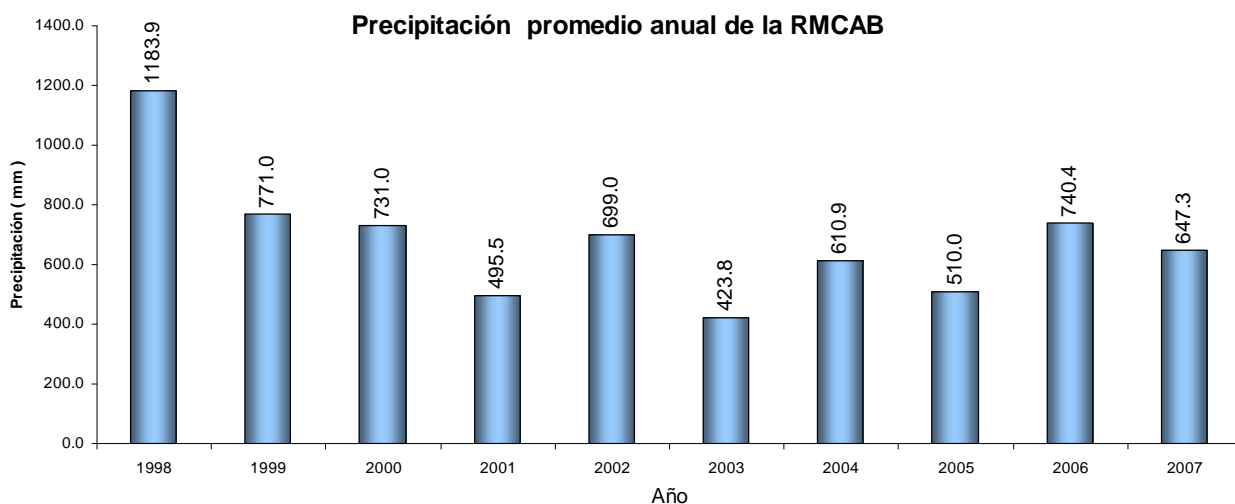


Figura 51. Promedios de la RMCAB para los años 1998 al 2007

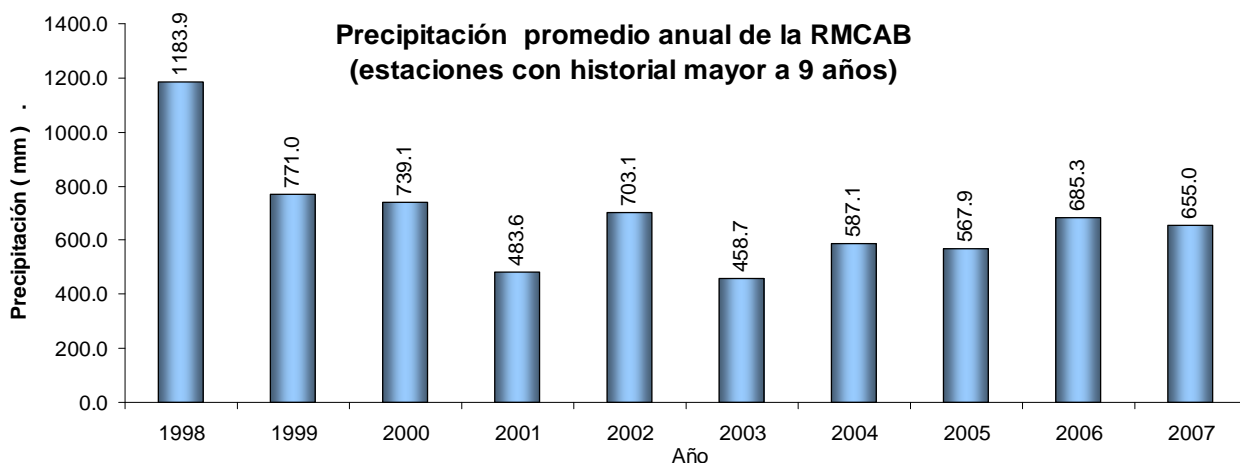


Figura 52. Promedios de la RMCAB de estaciones con 9 años entre los años 1998 al 2007

En la Figura 52 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 de presentan las menores precipitaciones. También se puede observar que solamente las estaciones No. 8 Escuela, No. 13 Punte Aranda y la No. 14 Fontibón, muestran un aumento de las precipitaciones para el año 2007 en comparación al año 2006.

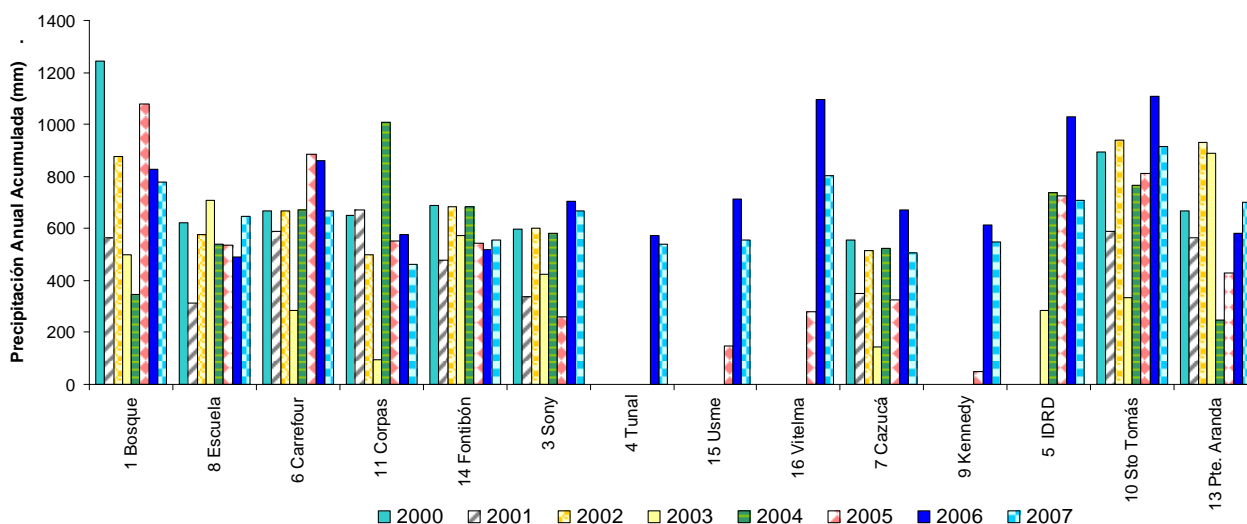


Figura 53. Acumulados de Precipitación de los años 2000 a 2007

Cabe resaltar que las estaciones No. 4 Tunal, No. 9 Kennedy, No. 15 Usme y No. 16 Vitelma, comenzaron a reportar valores de precipitación a mediados del 2005 por lo cual no están sujetas al análisis multianual.

En la Tabla 28, se presentan 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 2007 con respecto al histórico y el índice de precipitación de aquellas que permiten calcularlo.

De acuerdo a éste, la intensidad de las lluvias sobre la ciudad presentó porcentajes que van desde 67 hasta 121%; la precipitación en las estaciones del sector norte de la ciudad No. 1 Bosque, No. 8 Escuela y No. 11 Corpas muestran los menores índices y significan que se presentaron lluvias ligeramente por debajo de lo normal (periodo seco); para las estaciones No. 5 IDRD, No. 6 Carrefour, No. 7 Cazucá, No. 10 Santo Tomás y No. 14 Fontibón, las lluvias fueron normales para el periodo; las demás estaciones que presentan este índice, No. 3 Sony y No. 13 Puente Aranda registraron lluvias ligeramente por encima de lo normal (periodo lluvioso), determinando microclimas en la ciudad.

Por otro lado, en la Tabla 28 se puede observar el número de días de lluvia por estación durante los años comprendidos entre 1998 y 2007 y además, la precipitación diaria acumulada máxima presentada en cada uno de estos años. En la estación No. 10 Santo Tomás, se presentó el valor máximo diario para el año 2007, el cual fue de 55.7 mm que se considera como lluvia Muy Fuerte y se registró el jueves 18 de octubre; en seguida, esté la estación No. 5 IDRD con 54.1 mm considerada también como lluvia Muy Fuerte, el día lunes 17 de diciembre. El menor valor máximo diario de la Red fue de 19.5 mm, registrado en la estación No. 4 Tunal el día miércoles 28 de noviembre y que es considerado como lluvia moderada.

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

Zona	Número y nombre de la Estación	Precipitación Anual Acumulada										Índice de Precipitación [%] ²
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Norte	1 Bosque	1307,3	1181,3	1241,9	564,1	878,0	499,0	346,5	1077,4	825,7	779,2	88,5
	8 Escuela	1917,1	1035,7	620,1	310,9	576,2	708,7	538,5	536,2	490,2	647,2	86,5
Noroccidente	6 Carrefour			665,7	590,4	665,9	284,2	673,1	884,5	860,6	668,6	101,2
	11 Corpas	1208,8	911,6	648,9	671,9	497,4	95,3	1006,8	551,0	577,6	460,9	67,2
	14 Fontibón		268,3	686,4	478,2	681,8	573,8	683,0	544,0	519,2	557,9	100,6
Sur	3 Sony	733,6	752,6	595,6	337,0	600,1	424,4	579,0	261,3	703,0	668,7	120,7
	4 Tunal									571,5	537,5	
	15 Usme								148,7	711,7	556,4	
	16 Vitelma								278,3	1095,1	804,2	
Suroccidente	7 Cazucá	645,9	403,4	554,5	350,8	516,1	143,1	523,8	325,1	672,9	505,8	110,1
	9 Kennedy								48,6	613,2	547,5	
Centro	5 IDRD						283,4	738,7	725,5	1028,0	707,0	101,9
	10 Sto Tomás	1290,6	1225,7	891,9	586,9	940,8	331,5	764,6	813,1	1105,7	913,0	103,4
Centroccidente	13 Pte. Aranda		383,8	667,8	563,6	929,7	891,3	247,6	430,1	581,6	700,1	119,3

² El índice de precipitación se interpreta de la siguiente manera:

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

Tabla 29. Días de lluvia y precipitación máxima diaria por estación de 1998 a 2007

Zona	Número y nombre de la Estación	Días de Lluvia									
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Norte	1 Bosque	177	187	193	131	168	147	104	178	163	174
	8 Escuela	196	178	160	99	181	188	166	163	182	213
Noroccidente	6 Carrefour			163	139	135	61	153	193	168	151
	11 Corpas	221	223	205	182	155	27	205	152	170	178
	14 Fontibón		48	172	131	136	143	149	140	120	147
Sur	3 Sony	163	190	197	121	157	134	165	103	163	166
	4 Tunal		75	120	138	150	215	129	211	215	200
	15 Usme								55	201	183
	16 Vitelma								54	225	200
Suroccidente	7 Cazucá	157	132	207	127	138	51	156	133	150	156
	9 Kennedy								22	161	149
Centro	5 IDRD						58	188	194	199	173
	10 Sto Tomás	177	195	176	153	169	71	175	142	187	186
Centroccidente	13 Pte. Aranda									126	152
Zona	Número y nombre de la Estación	Precipitación Máxima Diaria									
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Norte	1 Bosque	60,3	53,2	71,1	29,0	40,1	35,1	37,1	119,6	50,4	34,9
	8 Escuela	116,6	59,4	35,0	36,8	26,1	36,1	30,9	23,6	24,7	33,4
Noroccidente	6 Carrefour			60,8	24,6	30,9	25,4	26,9	38,0	32,9	42,8
	11 Corpas	46,4	44,4	25,8	175,0	59,1	20,8	173,2	31,9	29,9	19,8
	14 Fontibón		35,8	30,6	63,9	29,0	26,8	42,4	29,6	84,4	38,9
Sur	3 Sony	44,8	35,3	36,6	19,8	28,1	24,9	30,6	22,0	33,5	31,1
	4 Tunal									36,1	19,5
	15 Usme								8,4	27,1	29,5
	16 Vitelma								27,7	50,0	36,3
Suroccidente	7 Cazucá	40,8	25,2	23,2	28,5	28,4	21,7	24,8	16,7	31,8	30,6
	9 Kennedy								11,4	25,4	31,7
Centro	5 IDRD						23,6	29,0	43,8	42,0	54,1
	10 Sto Tomás	56,8	54,2	54,1	26,7	30,7	32,5	49,1	45,7	55,9	55,7
Centroccidente	13 Pte. Aranda		27,2	42,4	56,4	56,6	29,4	15,0	12,0	27,0	41,2

En la tabla 30 se registran los días en donde se presentaron los máximos diarios de precipitación en las diferentes estaciones de la RM CAB.

Tabla 30. Máximos diarios de precipitaciones y día en que ocurrieron durante el año 2007

Sector	Estación	Máximo Acumulado Diario	
		[mm]	Día
Norte	8 Escuela	33,4	Domingo 14 Octubre
	1 Bosque	34,9	Jueves 11 Octubre
Noroccidente	11 Corpas	19,8	Miércoles 07 Noviembre
	6 Carrefour	42,8	Jueves 18 Octubre
	14 Fontibón	38,9	Jueves 18 Octubre
Central	10 Sto Tomás	55,7	Jueves 18 Octubre
	5 IDRD	54,1	Lunes 17 Diciembre
Centro-Occidente	13 Pte. Aranda	41,2	Lunes 17 Diciembre
Sur-occidente	9 Kennedy	31,7	Lunes 21 Mayo
	7 Cazucá	30,6	Jueves 18 Octubre
Sur	3 Sony	31,1	Martes 18 Diciembre
	4 Tunal	19,5	Miércoles 28 Noviembre
	16 Vitelma	36,3	Sábado 03 Noviembre
	15 Usme	29,5	Viernes 30 Noviembre

En la Tabla 31 se detalla la precipitación acumulada en cada mes, por estación, el promedio mensual de la precipitación acumulada según las mediciones de la RMCAB y el promedio multianual según la estación del Aeropuerto El Dorado del IDEAM.

Tabla 31. Acumulados mensuales de precipitación por Estación para el año 2007

Zona	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Norte	1 Bosque	23,2	7,6	58,5	102,1	53,4	46,6	18,2	22,7	4,8	181,4	83,0	177,7
	8 Escuela	17,8	13,2	3,9	69,0	46,7	36,1	16,5	41,0	7,8	181,2	98,2	115,9
Noroccidente	6 Carrefour	3,1	15,7	54,2			36,2	30,0	40,2	8,6	212,7	147,0	120,9
	11 Corpas	15,9	16,4	43,9	65,2	40,5	47,1	23,5	27,5	16,3	43,5	56,6	64,5
	14 Fontibón	1,6	5,4	18,8	66,8	45,3	0,0	47,4	40,9	15,4	162,9	90,6	62,8
Sur	3 Sony	15,8	12,8	36,3	118,9	60,1	58,1	33,1	47,8	7,1	100,7	84,7	93,3
	4 Tunal	14,0	5,8	35,2		46,6	46,2	40,6	59,0	8,4	128,7	85,3	67,7
	15 Usme	4,5	20,1	6,0	57,9	33,1	84,4	31,1	73,3	21,3	79,0	64,5	81,3
	16 Vitelma	25,5	17,4	23,3	60,1	45,3	72,0	48,8	56,1	13,3	169,7	148,5	124,2
Suroccidente	7 Cazucá	3,9	8,3	28,0	67,7	34,5	55,1	36,6	40,5	7,2	118,1	52,7	53,1
	9 Kennedy	2,4	26,1	12,3	17,8	73,5	53,5	36,7	48,7	7,3	106,7	72,4	90,1
Centro	5 IDRD	11,6	34,1	31,9		28,5	53,4	48,3	46,9	7,1	215,5	91,3	138,4
	10 Sto Tomás	12,6	21,4	48,8	138,2	75,8	41,9	39,8	42,8	8,7	224,9	103,2	155,0
Centroccidente	13 Pte. Aranda	6,0	22,0	31,6	90,4	34,8	39,1	28,9	33,3	9,4	115,8	146,0	142,7
Promedio Mensual RMCAB		11,3	16,2	30,9	77,6	47,5	47,8	34,2	44,4	10,2	145,8	94,6	106,3
Promedio Multianual IDEAM		28,9	43,5	67,0	100,7	91,9	54,7	42,7	45,2	70,1	101,3	88,5	53,7

La distribución anual de la precipitación en Bogotá, presentó un comportamiento bimodal; el primer periodo de precipitaciones fuertes se presentó en los meses de marzo hasta mayo, y el segundo en

los meses de octubre hasta diciembre, mientras que los mínimos se presentaron en enero-febrero y entre julio-septiembre, similar a lo que muestran los promedios mensuales multianuales, según los registros históricos correspondientes a los años 1972 a 2004 de la estación del Aeropuerto El Dorado de propiedad del IDEAM³. Para la RMCAB los meses de octubre y diciembre muestran las mayores precipitaciones acumuladas, 145,8 y 106,3 mm respectivamente, consideradas como lluvias fuertes; también se puede observar que los meses de septiembre y enero registraron los menores valores de precipitación del año, considerados de lluvia escasa, y que son inferiores al 50% del Promedio Multianual del IDEAM de los meses respectivos.

En la Figura 54 se presenta el acumulado mensual de precipitación de cada estación durante el primer semestre de 2007 para cada una de las estaciones de la RMCAB. Se visualiza que en los meses de marzo hasta junio las precipitaciones fueron mayores que a los otros dos meses del semestre, a excepción de la estación No. 15 Usme (sector sur) que presenta un valor máximo en junio. En la Figura 59 se muestran los acumulados mensuales del segundo semestre para cada estación. Este periodo se caracterizó por mayores precipitaciones durante los meses de octubre hasta diciembre, mientras que en septiembre las precipitaciones fueron las menores de todo el año.

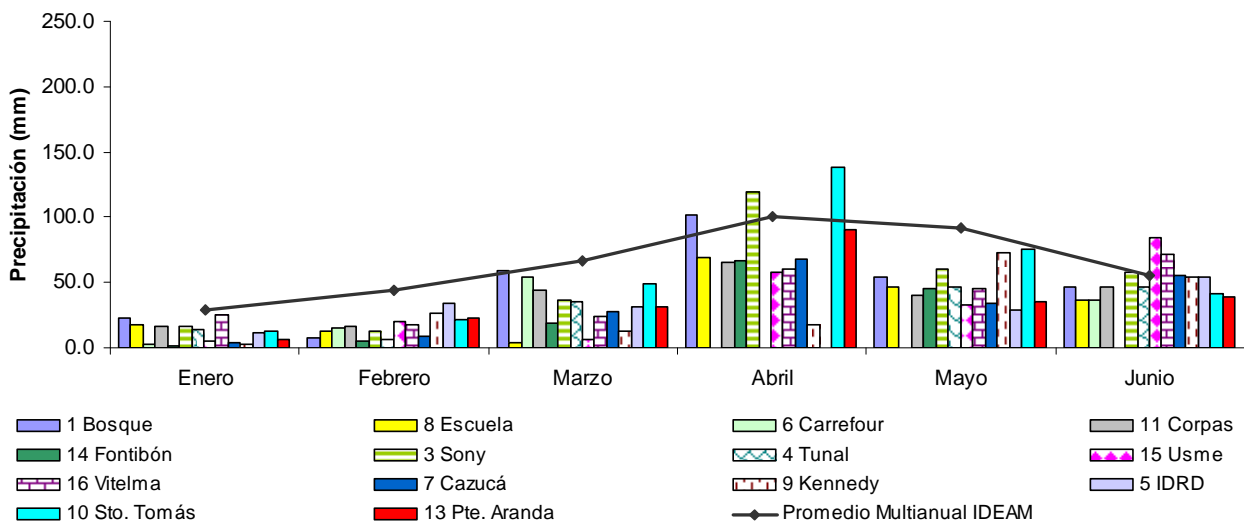


Figura 54. Precipitación Acumulada Mensual por Estación – Primer Semestre de 2007

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

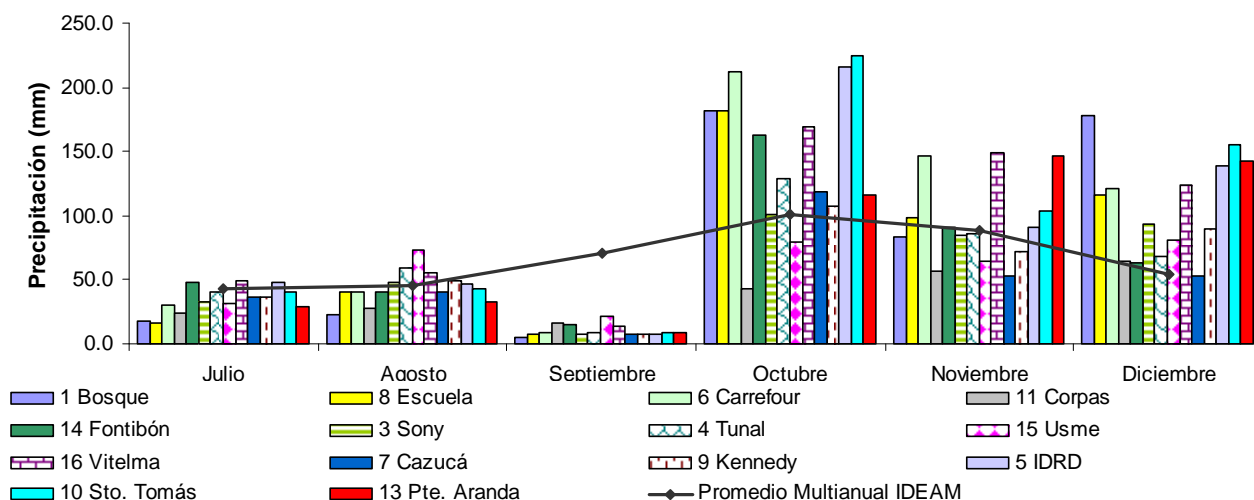





Figura 55. Precipitación Acumulada Mensual por Estación – Segundo Semestre de 2007






La Figura 56 muestra el mapa de distribución de la precipitación acumulada para el año 2007. La estación No. 6 Carrefour registró diez (10) meses de información; mientras que la No. 4 Tunal, la No. 5 IDRD y la No. 14 Fontibón presentaron once (11) meses para su acumulado anual. Se pueden establecer tres zonas en la ciudad, identificadas por las diferencias en sus acumulados; la primera de ellas corresponde a los cerros orientales y el sector central de la ciudad donde las lluvias fueron más intensas. Esto fue determinado por los registros de las estaciones No. 10 Santo Tomás, No. 16 Vitelma y la No. 1 Bosque, que mostraron intensidades entre los 733 y 914 mm; otra zona de lluvias se presenta hacia el occidente de la anterior, rodeándola y exhibiendo acumulados un poco menores (entre 643 y 733 mm). La siguiente zona se observa en el occidente y sur de la ciudad con valores entre 462 y 643 mm, mostrando que las menores intensidades se encontraron en las cercanías de las zonas de las estaciones No. 7 Cazucá y No. 11 Corpas. Se debe resaltar que las precipitaciones de este año se vieron afectadas en los primeros meses por el Fenómeno del niño y en los últimos por el Fenómeno de la Niña, lo que determinó que fuera menor al año anterior pero superior a los años 2003, 2004 y 2005, como se dijo anteriormente.

2.2 VIENTOS

En la ciudad de Bogotá, para el año 2007 el comportamiento de los vientos se caracterizó por ser de calmas en las mañanas y suaves leves en las tardes; proceso que conserva la tendencia de los años anteriores. Sin embargo, la estación No. 6 Carrefour presentó un comportamiento atípico debido a que en horas de la tarde la velocidad promedio registró un valor de 0.03 m/s, menor a las velocidades en las horas de la mañana.

PRECIPITACION ACUMULADA (mm) - ANUAL 2007

-  Perimetro Urbano
-  Localidades
-  Estaciones RMCAB

	462 - 552
	552 - 643
	643 - 733
	733 - 823
	823 - 914

ELABORADO POR
LA RMCAB

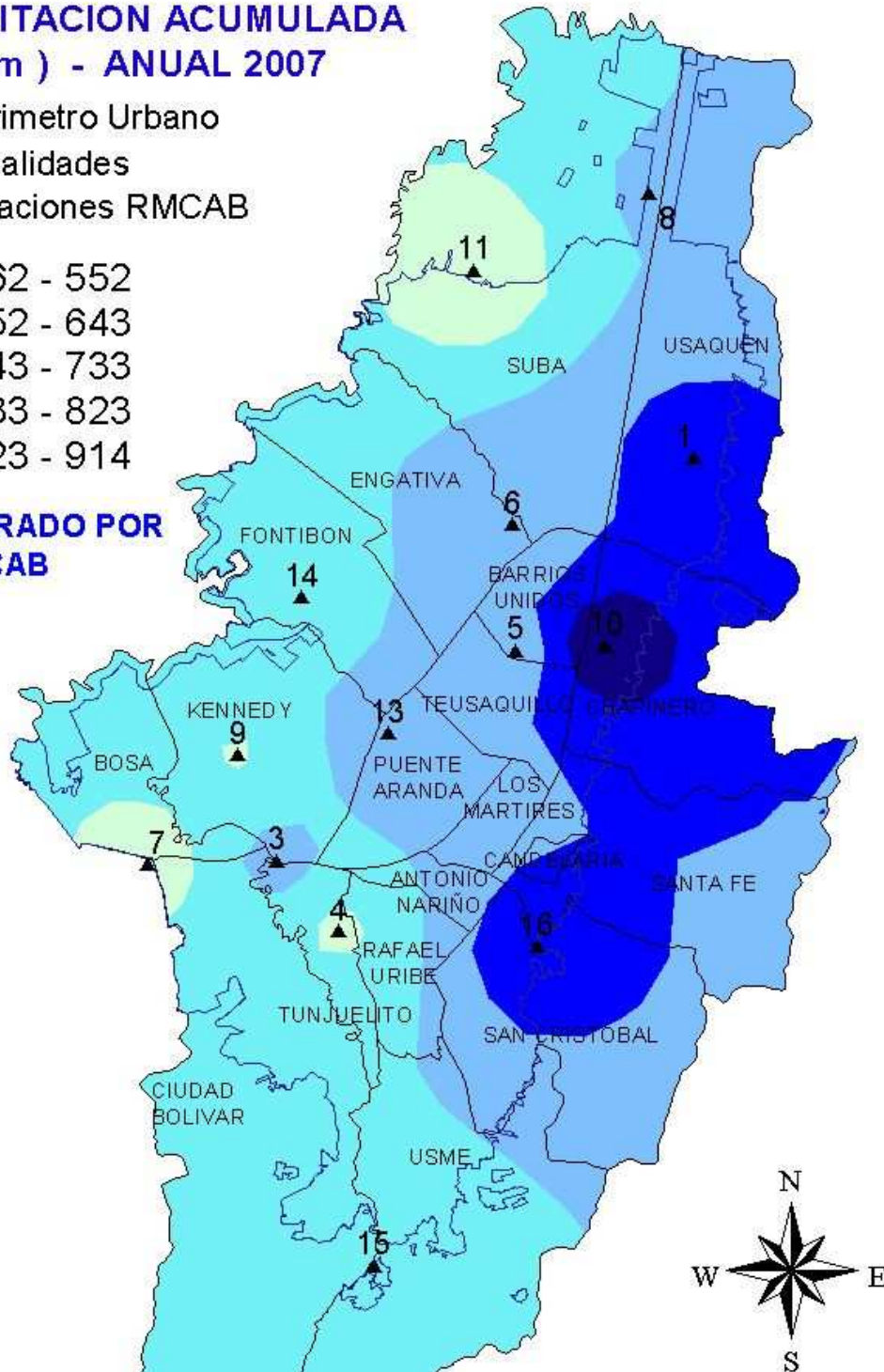


Figura 56. Mapa de precipitación para el año 2007.

Como se muestra en la Figura 57, para un día normal, en las horas de la mañana los vientos son de calma y ventolina hasta pasadas las 7 horas, cuando comienzan a aumentar; entre las 13:00 y las 17:00 horas se alcanzan las mayores intensidades de viento llegando a vientos suaves a leves, dependiendo de la estación, posteriormente empieza un descenso de sus velocidades volviendo en horas de la noche a ventolina y calma nuevamente.

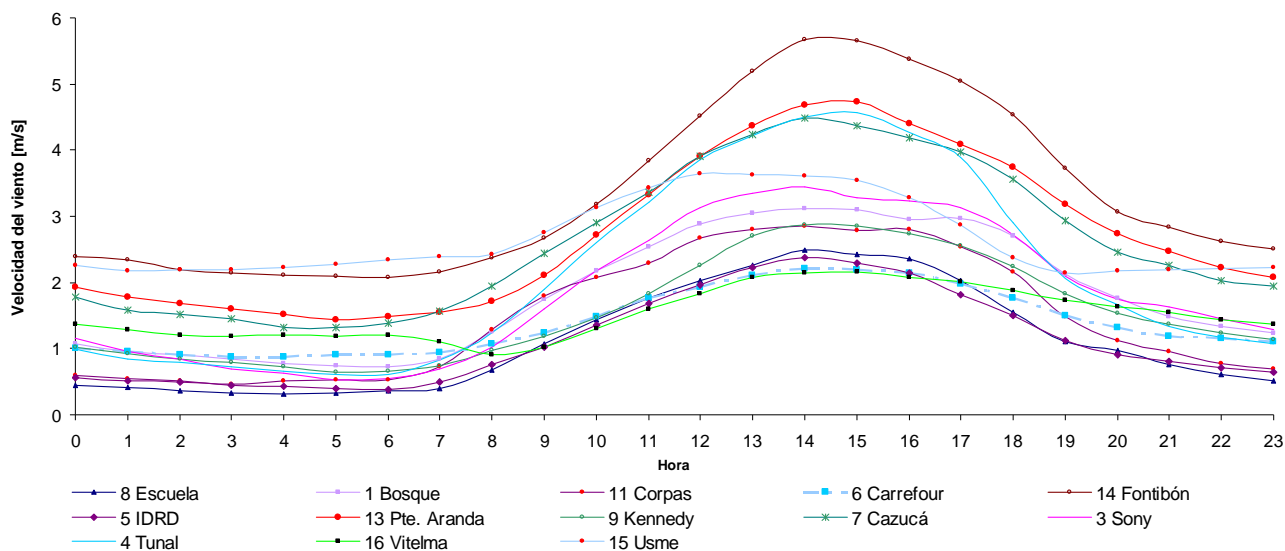


Figura 57. Comportamiento típico de la velocidad del viento por estación, según la media horaria

De las trece (13) estaciones que tienen este sensor, las estaciones No. 4 Tunal, No. 7 Cazucá, No. 13 Pte. Aranda y No. 14 Fontibón conformaron el grupo que registra las velocidades promedio horarias de viento más altas, sobresaliendo los valores entre las 12:00 y las 17:00 horas de 4 y 6 m/s, denominados vientos moderados.

Las estaciones No. 5 IDRD, No. 6 Carrefour, No. 8 Escuela y No. 16 Vitelma registraron las velocidades promedio horarias más bajas en comparación con las demás estaciones de la RMCAB en niveles de calmas y ventolinas; las demás estaciones de la RMCAB presentaron un comportamiento de intensidades intermedias similares entre ellas, y la estación No. 15 Usme muestra una diferencia, entre su máximo y mínimo, menor en comparación a las demás estaciones de la RMCAB.

Durante el año 2007 se registró una máxima horaria de velocidad del viento de 19.0 m/s el domingo 1 de julio a las 14:00, el cual se considera como Temporal Fuerte, según la escala de Beaufort⁴, este dato se presentó en la estación No. 1 Bosque, con un flujo del nornoroeste en dirección al sursureste; la segunda velocidad máxima se presentó en la estación No. 11 Corpas con 16.3 m/s considerado como Temporal, viento del oeste en dirección este, el cual sucedió el martes 22 de mayo a las 16:00 y las demás velocidades máximas horarias se registraron entre leve y temporal. El menor máximo horario se registró el domingo 3 de junio a las 17 horas en la estación No.6 Carrefour con 4.2 m/s y dirección de oeste a este.

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

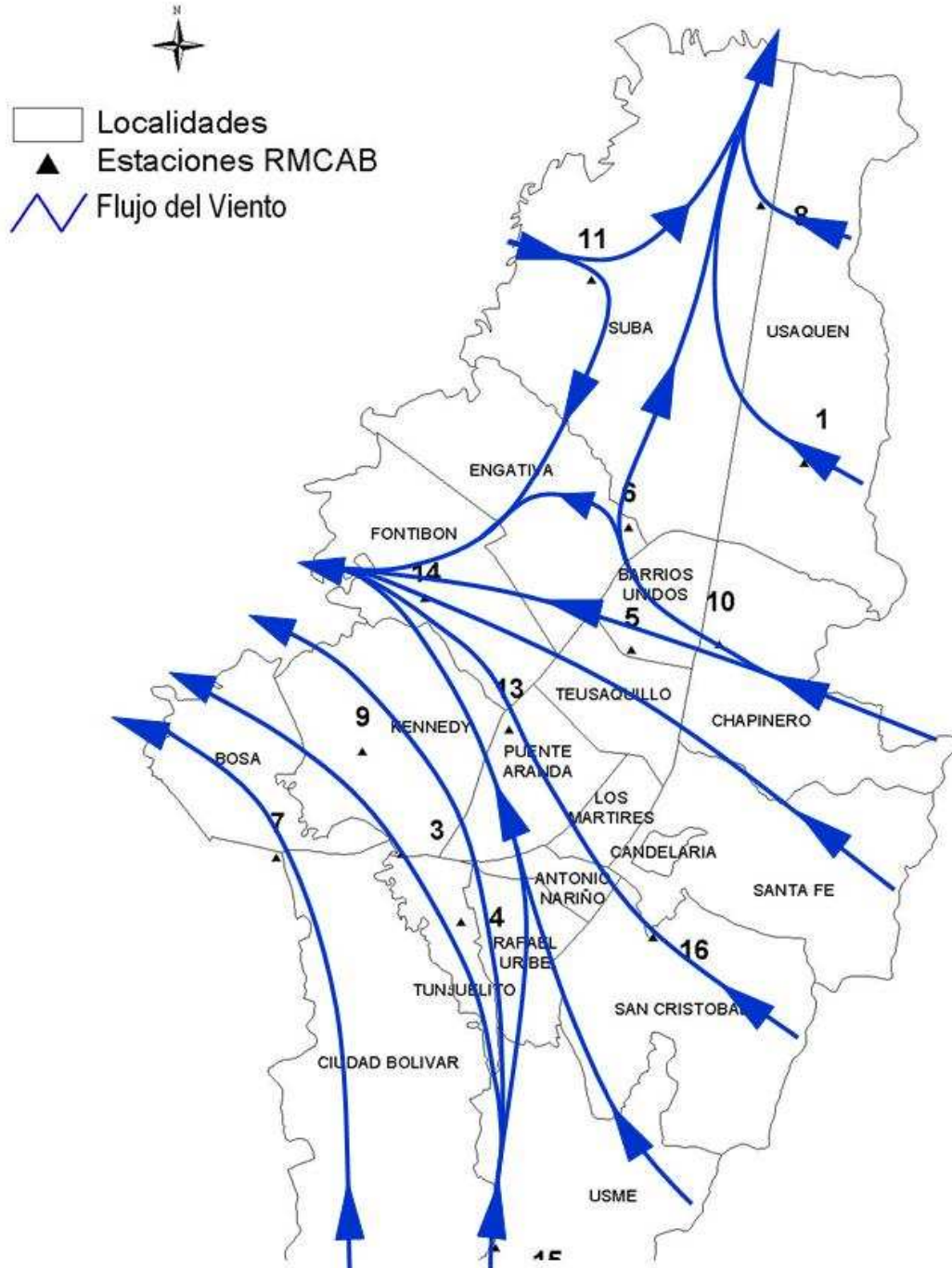
El resumen de la intensidad media de los vientos así como sus máximos se presenta en la Tabla 32. Las máximas concentraciones horarias se presentaron en los meses de enero, febrero y junio, comportamiento atípico si se considera que la época esperada de fuertes vientos es agosto.

Tabla 32. Velocidad Máxima y Velocidad Media del Viento por Estación en el año 2007

Sector	Estación	Predominancia		Velocidad Máxima		
		Velocidad Media [m/s]	Dirección Predominante [Grados]	[m/s]	Dirección [grados]	Fecha/hora
Norte	8 Escuela	0,5	142	9,9	206	Viernes 23 Febrero, 12:00
	1 Bosque	1,2	123	19,0	150	Domingo 01 Julio, 14:00
Noroccidente	11 Corpas	0,8	262	16,3	264	Martes 22 Mayo, 16:00
	6 Carrefour	0,2	150	4,2	278	Domingo 03 Junio, 17:00
	14 Fontibón	0,3	198	11,4	192	Viernes 15 Junio, 14:00
Centro	5 IDRD	0,2	131	15,2	83	Miércoles 03 Enero, 13:00
Centroccidente	13 Pte Aranda	0,7	218	8,6	177	Viernes 15 Junio, 14:00
Suroccidente	9 Kennedy	0,6	166	13,0	216	Lunes 19 Febrero, 13:00
	7 Cazucá	1,0	224	13,3	295	Sábado 15 Diciembre, 15:00
Sur	3 Sony	1,1	171	9,7	172	Sábado 13 Enero, 12:00
	4 Tunal	1,2	183	15,1	185	Miércoles 25 Abril, 14:00
	16 Vitelma	1,2	128	5,9	98	Sábado 03 Marzo, 20:00
	15 Usme	2,1	185	6,8	142	Viernes 12 Enero, 13:00

El Anexo 3 presenta las rosas de vientos de las estaciones junto con 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. Así mismo, se muestra por rangos el porcentaje de vientos que se encuentra en cada una de ellas, junto con el número de datos utilizados para la generación de cada rosa de vientos. Estos cálculos se han realizado utilizando la información de vientos que registran las estaciones de monitoreo cada diez minutos.

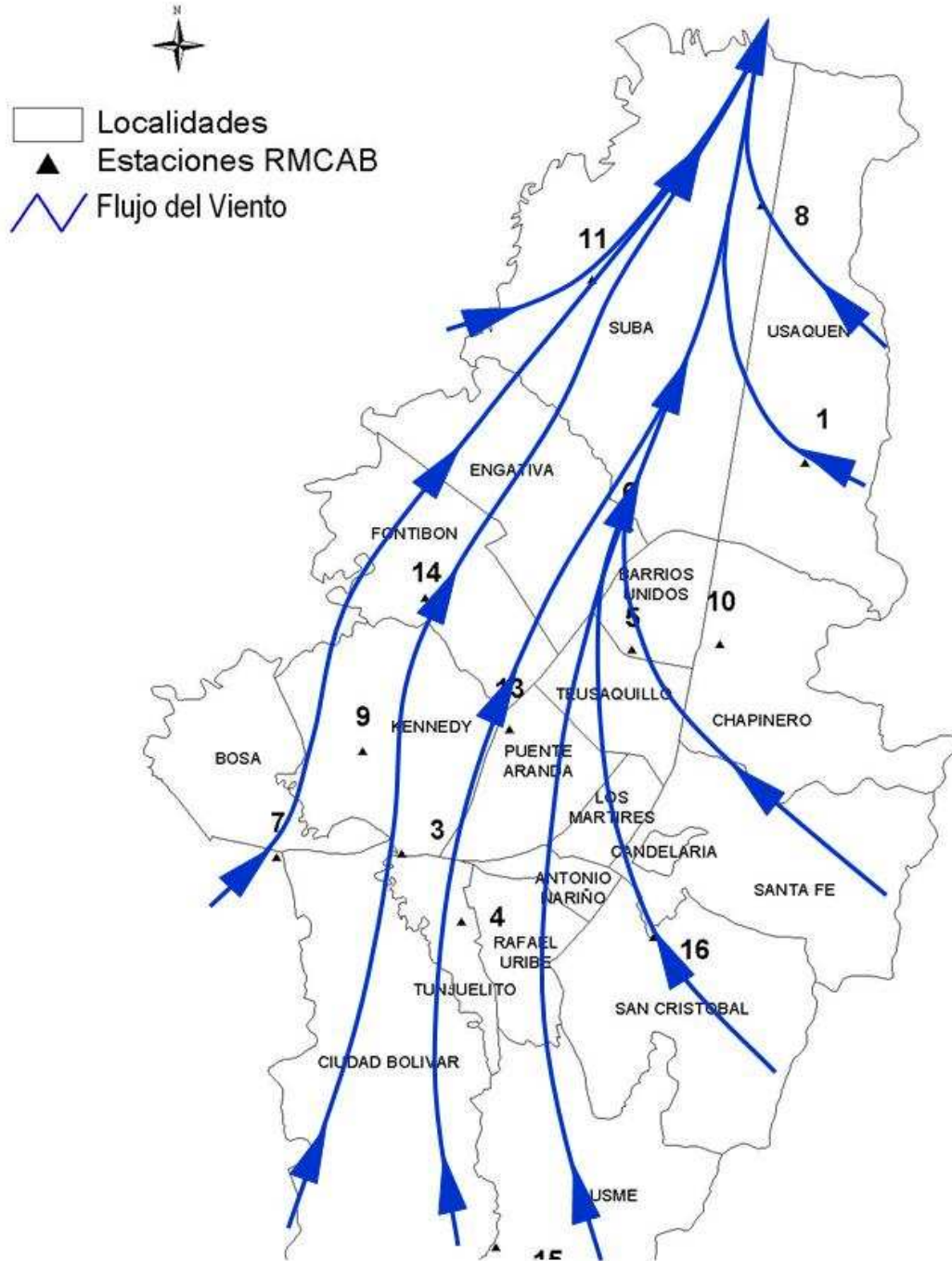
A continuación se presentan los mapas en los cuales se grafica el flujo de los vientos que se deriva del producto vectorial entre las velocidades y direcciones. En la Figura 58 se presentan los vientos resultantes para el periodo comprendido entre las 6 y las 11 horas y en la Figura 59 los vientos resultantes 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.



Viento Resultante en las horas de la mañana

Año 2007 - Elaborado por la RED DE AIRE

Figura 58. Vientos predominantes en Bogotá durante el año 2007 entre las 6:00 y las 11:00.



Viento Resultante en las horas de la tarde

Anual 2007 - Elaborado por la RED DE AIRE

Figura 59. Vientos predominantes en Bogotá durante el año 2007 entre las 12:00 y las 18:00.

Para el año 2007 en la ciudad de Bogotá durante las horas de la mañana, entre las 6:00 a 11:00 horas, se observaron tres flujos de vientos, el primero en el sur de la ciudad con vientos de dirección suroriente y oriente dirigiéndose hacia el suroccidente de la ciudad, hacia las localidades de Bosa, Kennedy y Fontibón; el segundo se observa al nororiente de la ciudad, el cual tiene dirección de oriente a occidente, que en las localidades de Barrios Unidos y Suba se dirige finalmente hacia el norte de la ciudad. El tercer flujo está en las cercanías de la estación Corpas el cual se dirige de occidente a oriente y por efecto de los cerros de Suba se divide en dos, uno que va al norte uniéndose con el anterior y otro que se dirige hacia el sur uniéndose con el primer flujo; es de resaltar que la confluencia o unión de estos dos últimos flujos genera, en el sector de las localidades de Suba y Engativá, un movimiento semicircular del viento por efecto de los cerros de Suba y también posiblemente a un sistema de baja presión que se presentó en la zona de la estación de Carrefour.

En el mapa de los vientos predominantes en las horas de la tarde (Figura 59) podemos observar que estos van de sur a norte en toda la extensión de la ciudad; los vientos que vienen de los cerros orientales, del sur y del occidente se van uniendo hacia el sector central y occidental de la ciudad para luego seguir en dirección del norte, dividiéndose en dos al encontrarse con los cerros de Suba, pero finalmente se unen en el norte de la ciudad, al traspasar esta barrera.

También se observa que en las horas de la tarde se registraron intensidades mayores a las presentadas en las horas de la mañana, alcanzando una diferencia promedio máxima de 1.5 m/s en comparación con la respectiva velocidad de la mañana en la misma estación de la RMCAB.

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 2007 se contó con doce (12) estaciones de la RMCAB dotadas con sensores de temperatura, identificadas en la Tabla 27. Es de aclarar que en las estaciones No. 1 Bosque y No. 9 Kennedy este sensor se instaló a finales del año por lo cual existen pocos datos; las estaciones No. 6 Carrefour y No. 5 IDR D muestran porcentajes bajos de generación de datos, 44 y 62% respectivamente, pero se dejan para el análisis.

Las temperaturas mínimas y máximas, así como los promedios anuales y el porcentaje de datos obtenido por cada estación se presentan en la Tabla 33. El promedio anual máximo de temperatura superficial para el año 2007 se registró en la estación No. 13 Puente Aranda con un valor de 14.6 °C mientras que el menor fue tomado en la No. 3 Sony; para la RMCAB se determina un promedio anual de 13.0 °C, el cual es menor al que se registró en el IDEAM⁵, que es de 13.5 °C.

Observando los valores máximos horarios se puede determinar que el mayor se registró en la estación No. 5 IDR D con 26.4 °C, presentándose el jueves 4 de enero al medio día, mientras que la menor de las máximas temperaturas se generó en estación No. 16 Vitelma el sábado 3 de febrero a las 15 horas y fue de 21.6 °C, mostrando una diferencia entre ellas cercana a 5 °C, lo cual determina que así como con las precipitaciones se pueden definir microclimas con la temperatura también. Se observa que seis estaciones registraron sus máximas horarias en el mes de febrero, y dos más en

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

enero; las otras fechas reportadas corresponden a las estaciones de bajo porcentaje de datos, ya sea por mal funcionamiento o por la instalación tardía del sensor.

Tabla 33. Temperaturas presentadas en el año 2007

Sector	Estación	Altura del Sensor [m]	Temperatura Máxima		Temperatura Mínima		Prom. Anual	% Anual
			° C	Fecha	° C	Fecha		
Norte	1 Bosque	10,0	23,0	Lunes 05 Noviembre, 09:00	6,0	Martes 20 Noviembre, 04:00	12,1	39%
	8 Escuela	2,0	24,8	Sábado 03 Febrero, 14:00	-1,4	Sábado 03 Febrero, 07:00	13,7	94%
Noroccidente	11 Corpas	2,0	23,8	Miércoles 24 Enero, 15:00	-4,6	Domingo 04 Febrero, 07:00	13,2	77%
	6 Carrefour	10,0	25,7	Lunes 05 Noviembre, 12:00	3,3	Martes 20 Noviembre, 06:00	14,1	44%
	14 Fontibón	20,0	22,8	Jueves 01 Febrero, 15:00	4,7	Domingo 04 Febrero, 07:00	13,9	81%
Centro	5 IDRD	2,0	26,4	Jueves 04 Enero, 12:00	-0,1	Martes 20 Noviembre, 03:00	14,0	62%
Centroccidente	13 Pte. Aranda	26,1	22,8	Jueves 01 Febrero, 15:00	6,0	Domingo 04 Febrero, 07:00	14,6	100%
Suroccidental	7 Cazucá	2,0	22,2	Jueves 01 Febrero, 14:00	-0,4	Domingo 04 Febrero, 07:00	11,7	89%
	9 Kennedy	2,0	25,0	Viernes 21 Septiembre, 15:00	0,8	Sábado 22 Septiembre, 06:00	13,1	27%
Suroccidente	3 Sony	2,0	22,9	Viernes 26 Octubre, 12:00	1,2	Lunes 05 Febrero, 06:00	11,2	95%
	16 Vitelma	2,0	21,6	Sábado 03 Febrero, 15:00	0,7	Lunes 05 Febrero, 07:00	11,7	96%
	15 Usme	2,0	22,7	Jueves 01 Febrero, 14:00	0,5	Lunes 05 Febrero, 06:00	12,4	95%

En cuanto a los datos horarios mínimos, se determina que en cuatro (4) estaciones se presentaron valores inferiores a 0 °C o heladas⁶; el menor de ellos fue de -4.6 °C registrado el día domingo 4 de febrero a las 7 horas en la estación No. 11 Corpas; las otras estaciones en donde se observa este fenómeno son la No. 8 Escuela, la No. 7 Cazucá y la No. 5 IDRD. Además, ocho de las doce estaciones de la RMCAB registraron sus temperaturas mínimas en los días 3 al 5 de febrero, y tres más el día martes 20 de noviembre entre las 3:00 y las 5:00 de la mañana. La estación 9 Kennedy es la única que presenta su temperatura mínima el mes de septiembre a las 6:00 horas. Los mayores valores de las mínimas temperaturas horarias se registraron en la estaciones No. 1 Bosque y en la No. 13 Puente Aranda con 6.0 °C.

El comportamiento promedio horario de la temperatura en un día típico se describe en la Figura 60, en donde se observa un período de disminución leve de la temperatura entre las 5 y las 7 de la mañana, un posterior aumento significativo entre las 7:00 y las 12:00, hora a partir de la cual se alcanza los máximos valores hasta las 14:00 horas. Posteriormente desciende hasta alcanzar temperaturas similares a las de la hora 00:00.

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

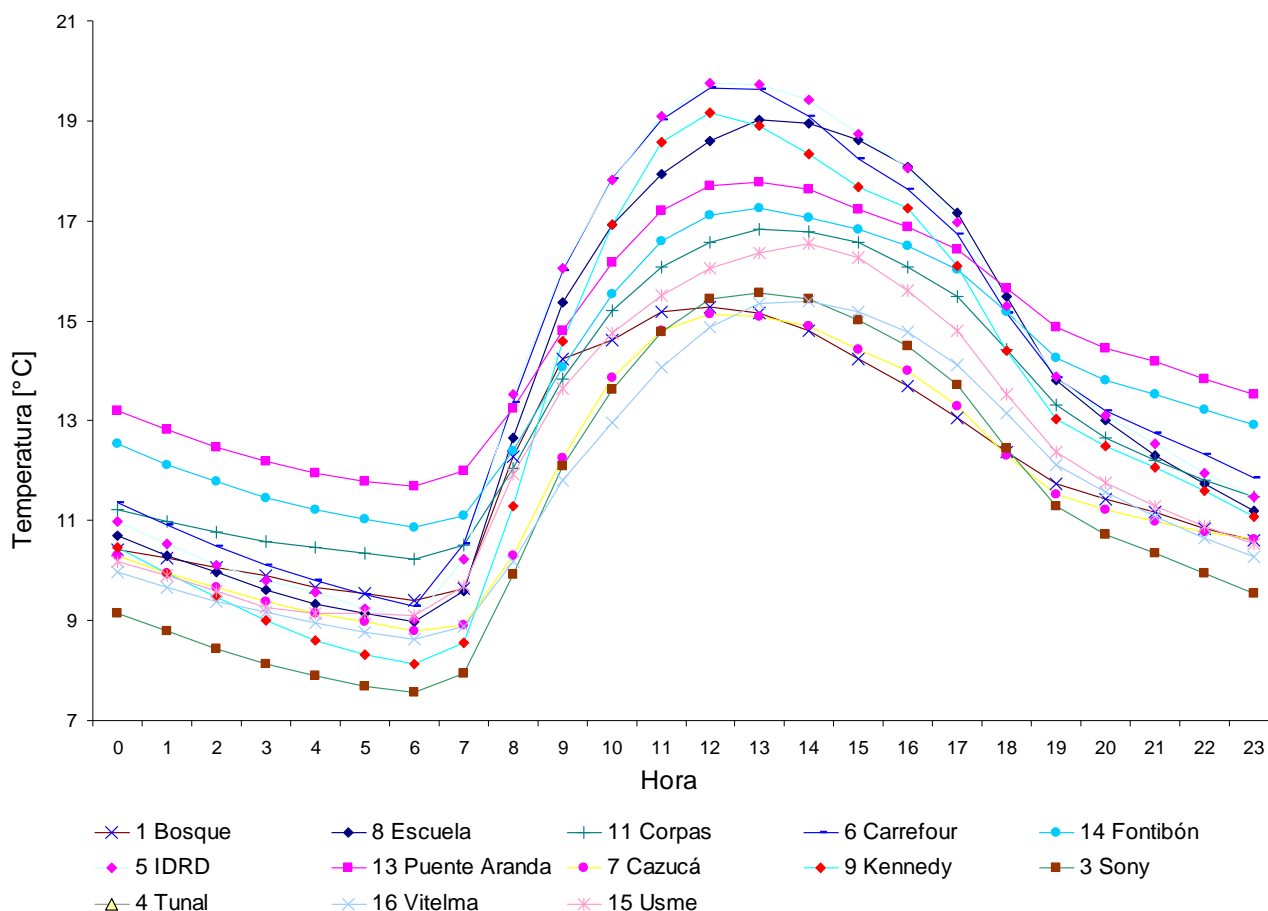


Figura 60. Promedios horarios de Temperatura Superficial

Las máximas temperaturas alcanzadas en el día se registraron en las estaciones No. 5 IDR, No. 6 Carrefour, No. 8 Escuela y No. 9 Kennedy, mientras que las estaciones del sector sur de la ciudad como No. 3 Sony, No. 7 Cazucá y No. 16 Vitelma registraron los promedios de temperatura más bajos.

Al observar la temperatura media mensual (Figura 61) que registra la RMCAB se identifica una diferencia de 0.43 °C por encima del reportado por la estación ubicada en el aeropuerto El Dorado de propiedad del IDEAM⁷ para el mes de enero. En los demás meses los promedios de la RMCAB fueron menores a los que se tienen como histórico de la estación El Dorado, encontrando una diferencia mayor a 1 °C en los meses de julio y diciembre. Por otro lado, los meses de enero, marzo y abril fueron los más calurosos del año y los más fríos fueron julio, agosto y diciembre.

⁷ Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM. Registros de 1972 a 2003.

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental
Oficina de Control de Emisiones y Calidad del Aire
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

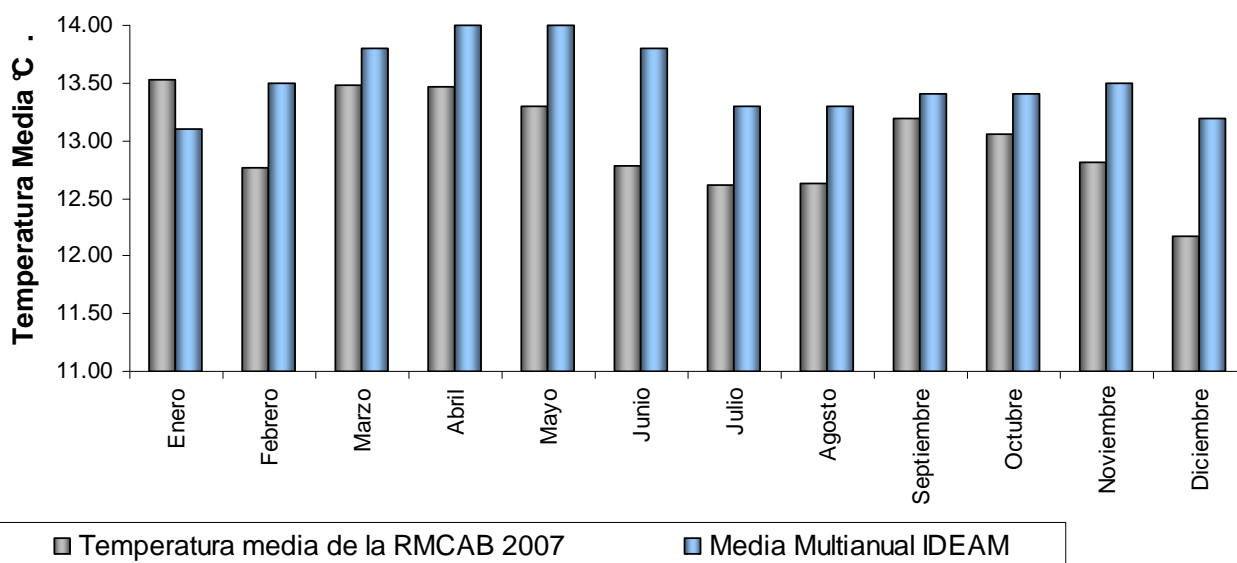


Figura 61. Temperatura media registrada en la RMCAB vs. Temperatura media multianual del IDEAM

El promedio de la temperatura superficial por meses tomada en cada estación durante el 2007 se presenta en la Tabla 34 junto con la media multianual del IDEAM.

Tabla 34. Temperaturas medias mensuales por Estación

ESTACIONES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual
Bosque								12,7	13,0	13,4	12,9	11,1	12,6
Sony	12,1	11,9	11,7	12,1	11,7	10,6	10,7	10,7	11,3	11,6	10,8	9,7	11,2
Carrefour							15,0	14,7	15,4	14,9	13,4	11,8	14,2
Cazucá	12,1	10,7	11,0	11,2		14,9	12,4	12,1	12,5	10,9	10,8	10,3	11,7
Escuela	13,9	13,0	13,8	14,5	14,2	13,4	13,4	13,4	13,6	13,7	13,8	13,4	13,7
Corpas	13,9	11,2	13,4	13,8	13,5	13,3	13,3	13,2	13,3	13,4	13,1	13,2	13,2
Puente Aranda	15,1	14,5	14,9	15,0	15,0	14,2	14,3	14,0	14,5	14,4	14,6	14,2	14,6
Fontibón	14,6	13,9	14,3	14,4	14,3	13,7	13,8	13,3	14,0	13,8	13,9	13,4	14,0
IDRD	15,4	16,4	17,0	18,3	12,7			13,1	13,9	12,2	12,3	12,0	14,3
Usme	12,4	12,1	12,9	13,3	12,5	11,1	11,3	11,1	12,6	13,9	13,5	13,3	12,5
Vitelma	12,5	11,7	12,3	12,6	12,2	11,3	11,3	11,0	11,5	11,5	11,6	11,3	11,7
Kennedy									12,9	12,9	13,6	13,1	13,1
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	13,6	12,8	13,5	13,9	13,3	12,8	12,8	12,7	13,2	13,1	12,9	12,2	13,1

En cuanto al comportamiento horario de la temperatura, se observa que entre las 19:00 y las 7:00 horas (durante la noche y parte de la mañana), se presenta un fenómeno de inversión térmica, como se muestra en la Figura 62. Esto significa que en este período 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.

Para el año 2007 se generaron mayor número de horas de inversión térmica en la estación No. 8 Escuela en comparación con el año anterior (3456 vs. 2628), alcanzando diferencias hasta de 8.8 °C. En el mes de febrero se registraron 3 días continuos de inversión térmica.

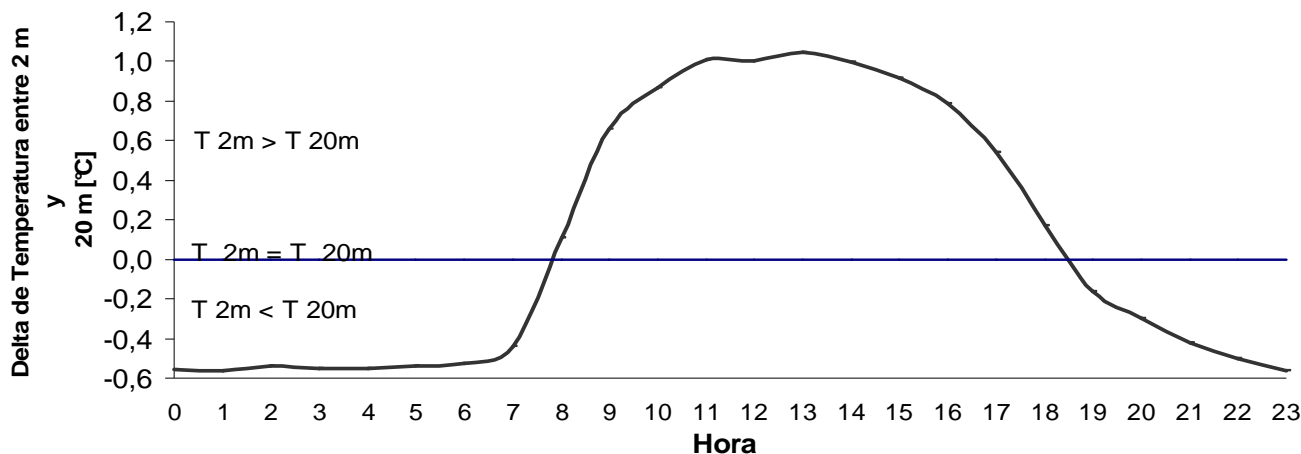


Figura 62. Diferencia de la temperatura a 20 metros con respecto a la temperatura a 2 m de altura

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 radiación⁸:

- 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,

⁸ Definiciones http://www.solarpedia.es/index.php/Radiación_solar

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 No. 5 IDR D, No. 8 Escuela, No. 15 Usme y No. 16 Vitelma, que 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 63.

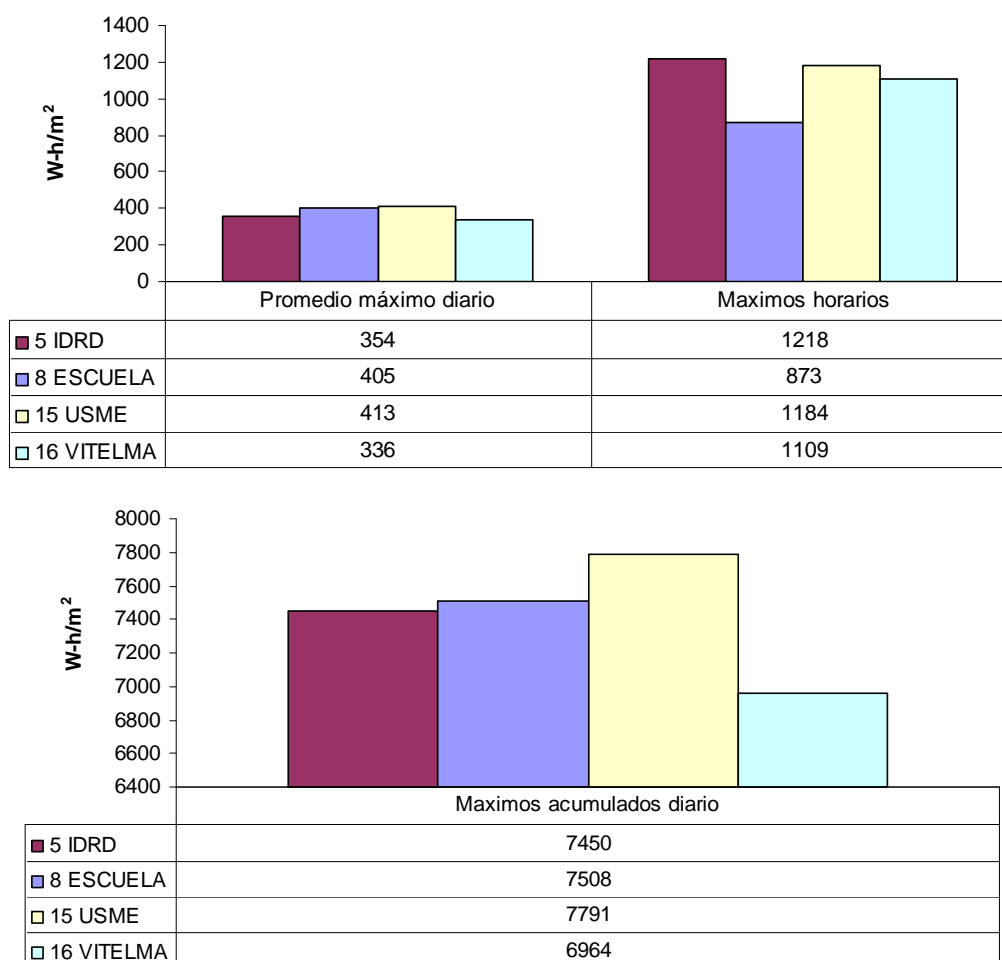


Figura 63. Radiación solar durante el año 2007.

Se observa que los valores registrados por la estación No. 16 Vitelma, son menores en lo relacionado con el promedio máximo diario y máximo acumulado diario en comparación con los registrados en las otras tres estaciones; para la estación No. 8 Escuela se puede observar que para el máximo horario registró un valor menor a las otras estaciones.

En cuanto a los registros máximos horarios, el mayor se presentó en la estación IDRD el día domingo 29 de julio al medio día y fue de 1218 W-h/m². En la Tabla 35, se muestra el resumen de los datos obtenidos en las cuatro estaciones mes a mes, de los promedios diarios, acumulados diarios y máximos horarios de la radiación solar en el año 2007.

Tabla 35. Promedios mensuales y máximos horarios de radiación solar año 2007

mes	Promedio Diarios				Máximos Horarios				Acumulados Diarios			
	Prom IDRD	Prom Escuela	Prom Usme	Prom Vitelma	Máx IDRD	Máx Escuela	Máx Usme	Máx Vitelma	Acum IDRD	Acum Escuela	Acum Usme	Acum Vitelma
ene	226	330	344	323	778	765	1071	1099	4871	6542	7319	6622
feb	354	405	413	336	1127	870	1111	991	7416	7508	7791	6869
mar	226	301	278	250	1134	863	1136	1028	7154	6646	7091	6196
abr	225	327	297	227	970	869	1070	1109	3915	6890	7252	4721
may	183	321	274	221	745	861	1070	908	3955	6278	6420	5088
jun	259	321	227	221	936	859	1043	883	5651	6258	5770	5164
jul	301	352	283	237	1218	869	1007	1025	7450	7051	6423	6592
ago	274	323	274	236	1106	863	1119	998	5923	6556	5533	5764
sep	187	348	321	275	535	865	1089	1030	3372	6864	7262	6642
oct	230	299	321	231	869	873	1184	1079	5191	6166	7758	6964
nov	276	340	300	230	1151	858	1019	1014	6486	7091	7191	6638
dic		286	281	211		864	967	1010		6255	6816	5594
Promedio	249	329	301	250	961	857	1074	1015	5580	6675	6885	6071
Máximos	354	405	413	336	1218	873	1184	1109	7450	7508	7791	6964

En la Figura 64 se puede visualizar que este parámetro meteorológico registró las mayores concentraciones promedio mensuales en los meses de enero y febrero; los demás meses se mantuvieron similares en las diferentes estaciones que miden este parámetro, destacándose la estación No 8 Escuela con los mayores valores en casi todos los meses. Se puede observar también que, en mayo y septiembre, en la estación No. 5 IDRD se presentaron las mínimas concentraciones de la RMCAB.

Para el periodo horario se puede observar que la mayor intensidad de radiación solar fue entre las 10:00 y las 15:00 horas para la estación No. 5 IDRD, entre las 9:00 y las 16:00 horas, en la No. 8 Escuela; en la No. 15 Usme entre las 10:00 y las 15:00 horas y para la No. 16 Vitelma está entre las 10:00 y las 15:00 horas, todas ellas superiores a 800 W-h/m². La Tabla 36 indica los promedios horarios de radiación en W-h/m² junto con los máximos ocurridos cada hora.

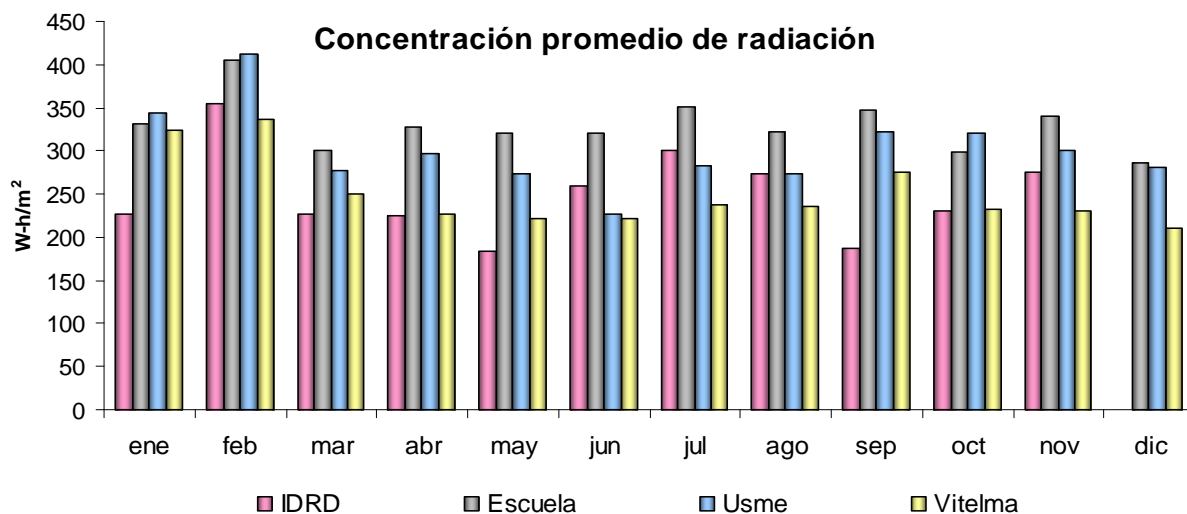


Figura 64. Promedios mensuales de Radiación solar para el año 2007

Tabla 36. Promedios y máximos horarios de radiación en 2007

Hora	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Prom IDRD W-h/m ²	4	6	59	203	340	472	501	520	502	462	369	270	143	37	4
Prom Escuela W-h/m ²	1	3	60	260	492	585	607	606	599	560	485	392	227	61	2
Prom Usme W-h/m ²	0	1	54	202	371	511	585	609	580	548	452	325	168	35	0
Prom Vitelma W-h/m ²	3	4	37	153	266	384	496	543	540	465	388	272	150	41	4
Máx IDRD W-h/m ²	26	39	208	563	698	883	1090	1218	1134	1029	869	683	409	135	23
Máx Escuela W-h/m ²	55	59	197	662	849	869	869	868	873	870	870	848	612	236	74
Máx Usme W-h/m ²	3	12	223	476	797	950	1136	1184	1111	1037	938	664	396	118	9
Máx Vitelma W-h/m ²	21	21	92	390	674	853	973	1109	1099	1037	881	607	390	142	21

En la Figura 65 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 10:00, posteriormente empieza un rango de datos máximos hasta las 12 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 las estaciones No. 15 Usme y la No. 5 IDRD fue la de mayor intensidad en comparación con la de las otras estaciones de la RMCAB. La No. 8 Escuela registra los datos menores y un comportamiento casi lineal desde las 9 hasta 17 horas del día. Para los promedios se observa que las 4 estaciones tienen un comportamiento similar entre ellas, encontrando los menores promedios horarios en las estaciones No. 16 Vitelma y en la No. 5 IDRD; los máximos promedios horarios están en la No. 15 Usme y en la No. 8 Escuela.

La estación No. 5 IDRD tiene instalados sensores de radiación global, radiación difusa y radiación directa. Su comportamiento promedio horario entre las 5:00 y 19:00 horas de dichos sensores se muestra en la Figura 65 y la Figura 66 indica los promedios horarios de radiación en W-h/m² junto con los máximos ocurridos cada hora en esta misma estación.

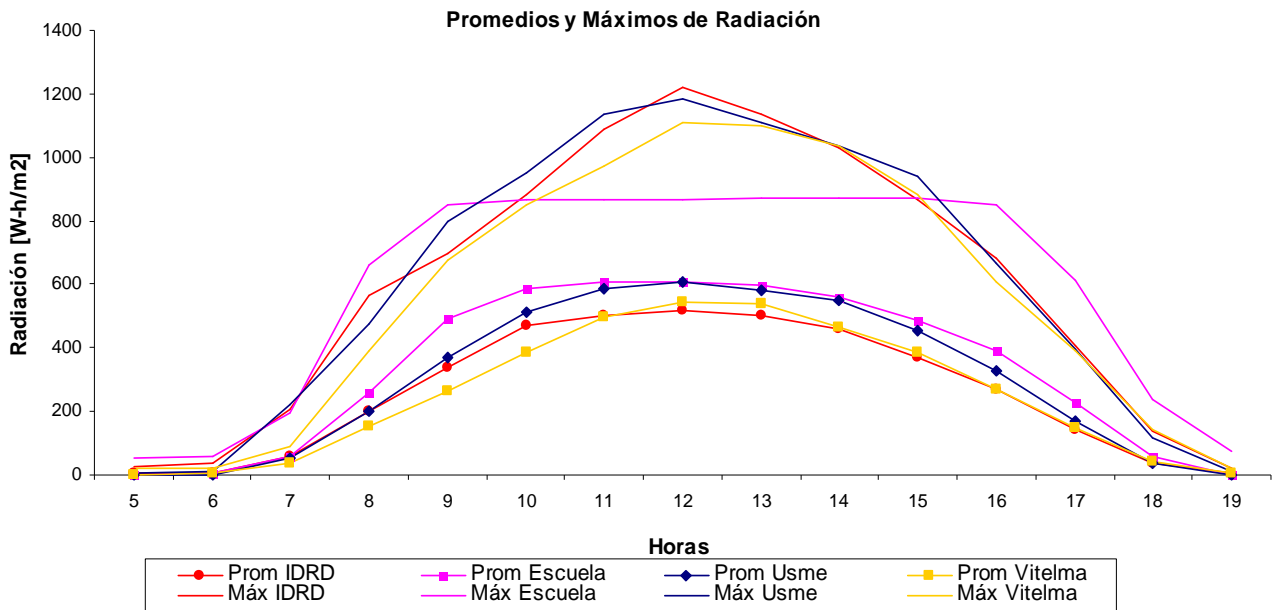


Figura 65. Máximos y promedios de radiación solar por hora para el año de 2007.

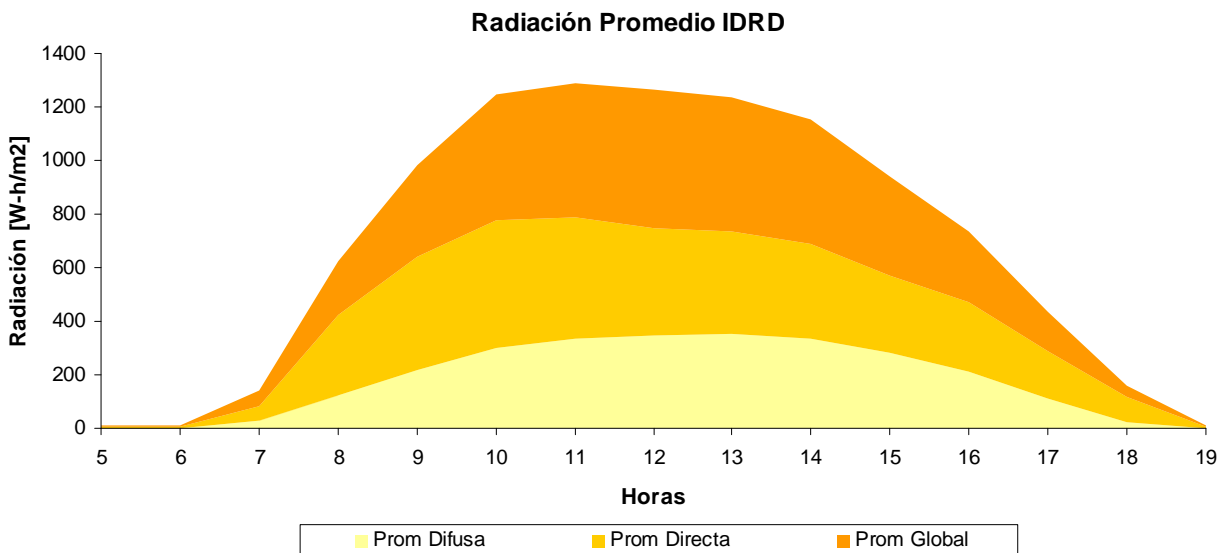


Figura 66. Promedios la radiación por hora la estación No. 5 IDRD.

Tabla 37. Promedios y máximos horarios de la radiación en la estación No. 5 IDR

Hora	Promedio Difusa	Máxima Difusa	Promedio Directa	Máxima Directa	Promedio Global	Máxima Global
5	1,3	7,1	5,3	18,1	3,7	26,4
6	2,4	12,2	5,1	15,1	6,0	38,8
7	30,1	174,0	51,8	349,0	58,7	207,9
8	120,8	402,3	301,7	835,6	202,8	563,4
9	216,1	639,4	427,7	965,0	340,0	697,6
10	298,7	779,7	476,7	1016,1	471,7	883,2
11	336,0	971,3	449,6	1041,0	501,0	1090,1
12	346,1	837,8	401,8	1057,9	519,7	1218,0
13	352,1	1093,6	381,2	1006,7	501,7	1133,7
14	333,1	982,9	355,9	981,1	461,9	1028,8
15	284,1	755,5	288,5	1004,9	369,2	868,6
16	212,4	501,7	255,3	815,2	270,4	683,2
17	113,0	365,3	177,7	700,6	142,6	409,4
18	25,9	86,2	94,0	342,3	37,1	135,2
19	1,4	7,4	4,3	14,6	4,2	23,4

2.5 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 al 100%, pequeñas variaciones de presión o temperatura pueden hacer que el agua se condense y precipite.

Acorde a la información registrada, se puede determinar que el comportamiento de las estaciones No. 15 Usme y la No. 16 Vitelma, ambas al sur de la ciudad, es similar, mientras que la No. 6 Carrefour registra su mínima horaria mayor a las anteriores pero en lo relacionado con la anual máxima horaria exhibió un comportamiento menor.

En la Figura 67 se muestra lo anterior, así como los valores para cada una de ellas. Se puede observar el promedio de la Humedad Relativa en las tres estaciones, donde generalmente a partir de las 08:00 horas empieza una reducción del porcentaje de humedad relativa, 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. En general, las horas con menor humedad relativa están entre las 08:00 y las 18:00 y las horas con mayor humedad relativa se encuentran entre las 19:00 y 07:00 horas. La estación No. 8 Escuela presenta un nivel menor de humedad en comparación con las otras dos estaciones, mientras que la No. 16 Vitelma presenta los máximos valores promedios de las tres estaciones, este mismo comportamiento se presenta con los datos promedios anuales. Los promedios horarios y los porcentajes máximo y mínimo de humedad relativa también se aprecian en la Figura 67.

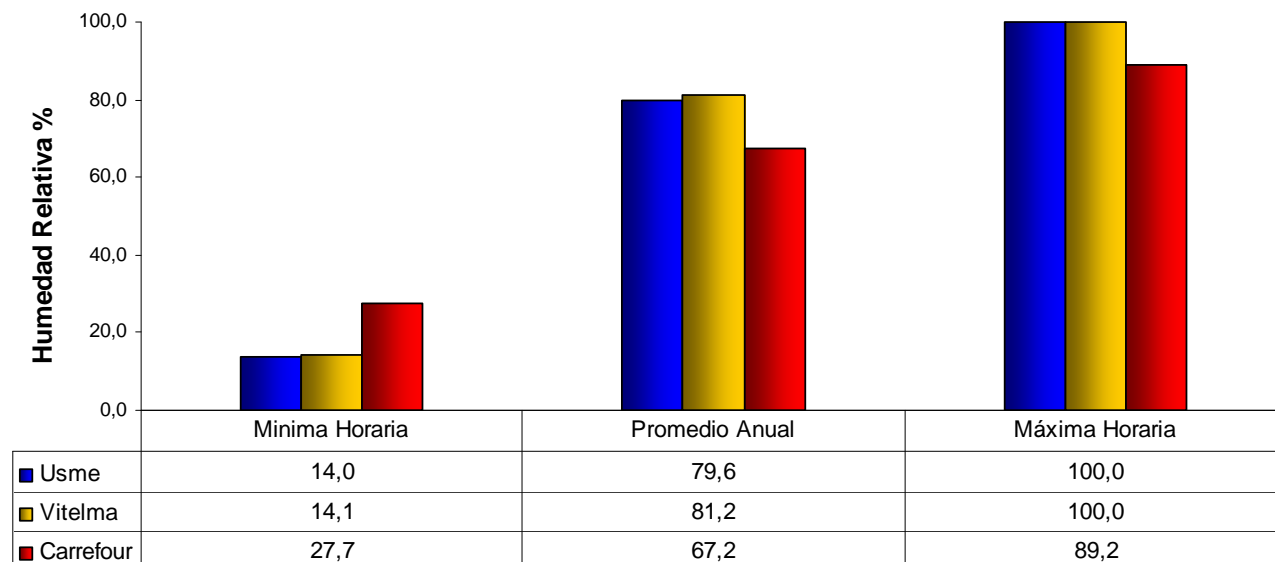


Figura 67. Comportamiento horario de la humedad relativa

Tabla 38. Datos mensuales de humedad relativa

Mes	Promedio Mensual Usme	Máxima horaria Usme	Mínima horaria Usme	Promedio Mensual Vitelma	Máxima horaria Vitelma	Mínima horaria Vitelma	Promedio Mensual Carrefour	Máxima horaria Carrefour	Mínima horaria Carrefour
Ene	75,1	97,4	34,2	75,7	99,4	41,8			
Feb	64,2	98,2	14,0	70,1	99,3	14,1			
Mar	76,2	98,1	32,3	77,7	100,0	41,2			
Abr	79,1	98,2	42,4	82,2	99,6	41,9			
May	81,1	98,2	48,3	84,0	99,6	50,0			
Jun	85,9	98,2	56,1	84,7	99,6	55,7			
Jul	80,7	98,2	40,9	80,1	99,6	40,6	63,7	88,5	33,8
Ago	84,2	98,2	51,3	83,8	99,6	48,5	65,8	87,2	33,1
Sep	80,6	97,2	49,7	78,2	99,6	49,3	62,1	85,4	36,0
Oct	81,2	99,2	46,0	84,6	99,6	43,3	70,5	89,2	34,5
Nov	82,4	100,0	47,7	84,6	99,6	46,5	68,7	89,2	27,7
Dic	83,5	100,0	45,5	86,2	99,6	37,6	69,9	88,7	32,5

En la Figura 68 se muestra el comportamiento que tuvo la Humedad Relativa mensual para el año 2007, en donde se puede observar que la estación No. 6 Carrefour registra los menores valores en comparación con las otras dos estaciones de la RMCAB; adicionalmente se observa en abril, mayo y junio y posteriormente octubre, noviembre y diciembre los porcentajes mayores de Humedad relativa.

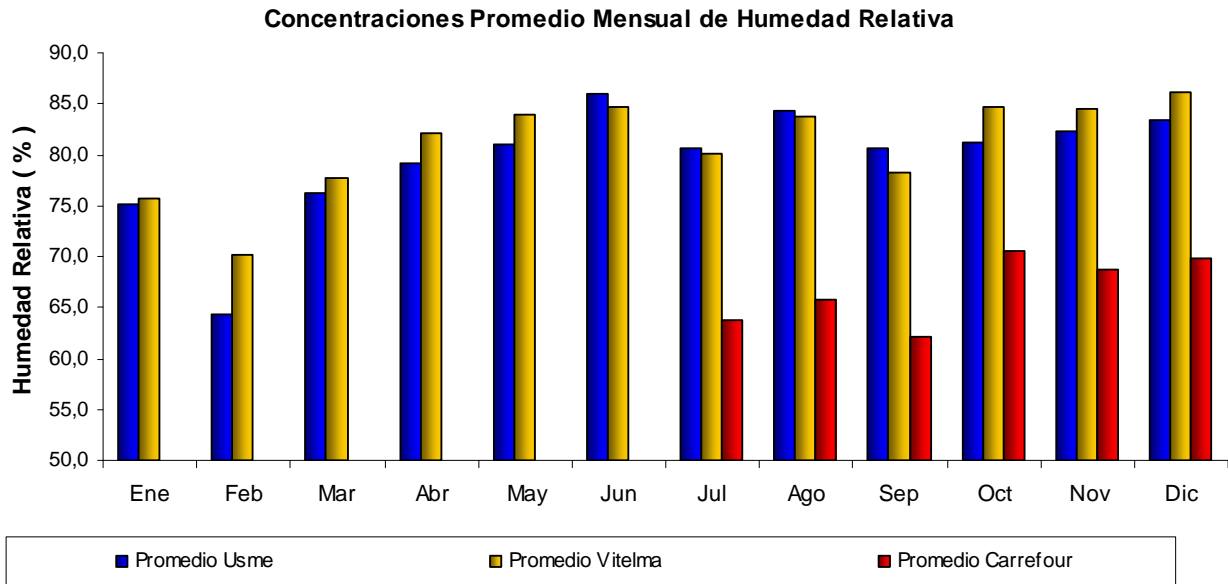


Figura 68. Relación de la Humedad Relativa mensual para el año 2007

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. En el centro de cada rosa está el porcentaje de partículas cuya concentración es menor a la indicada en el centro, para este caso, expresada en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Desde la Figura 69 hasta la Figura 72 se presentan las rosas de contaminación de PM10 de las estaciones que tomaron mediciones de PM10 y vientos simultáneamente.

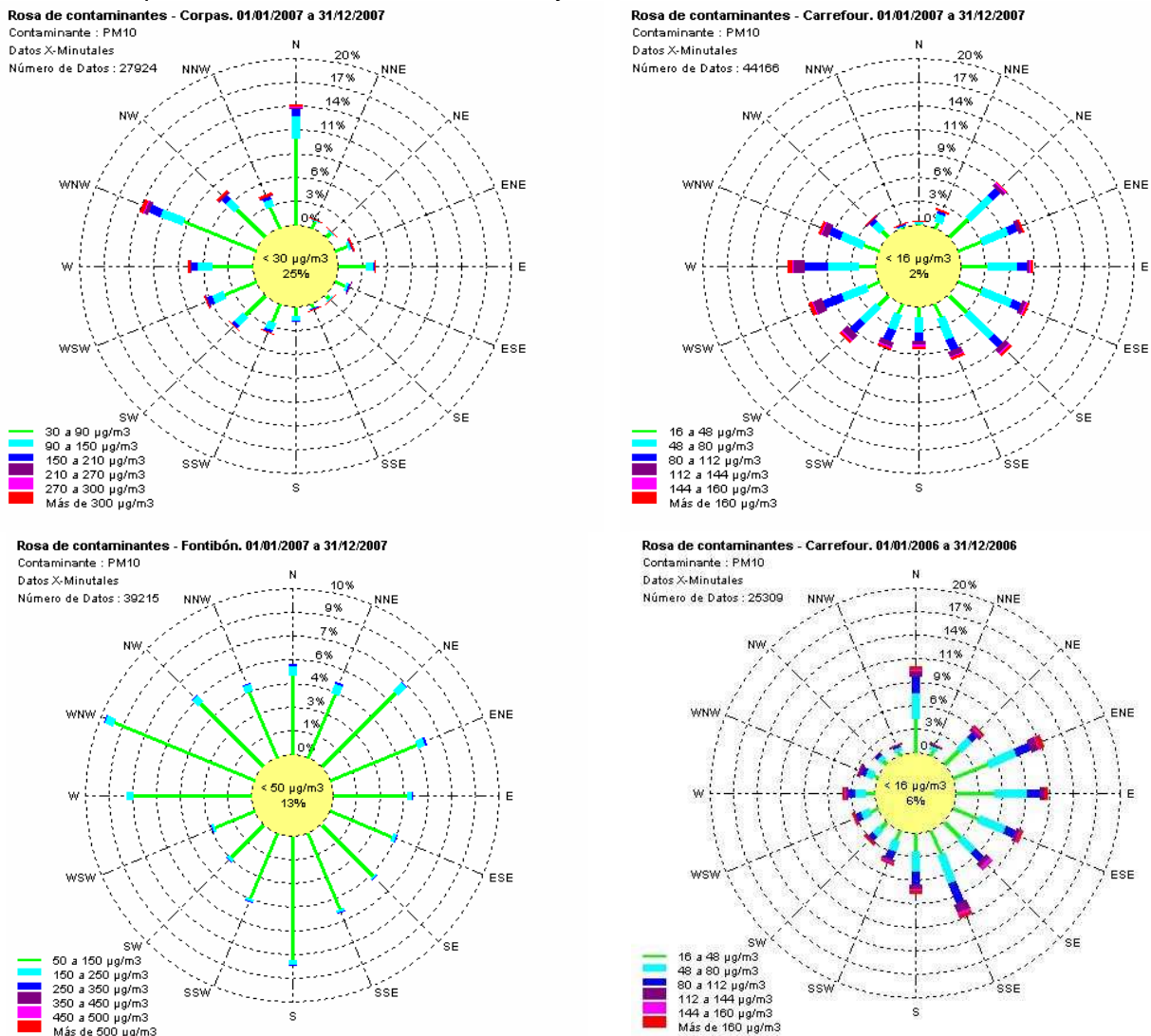
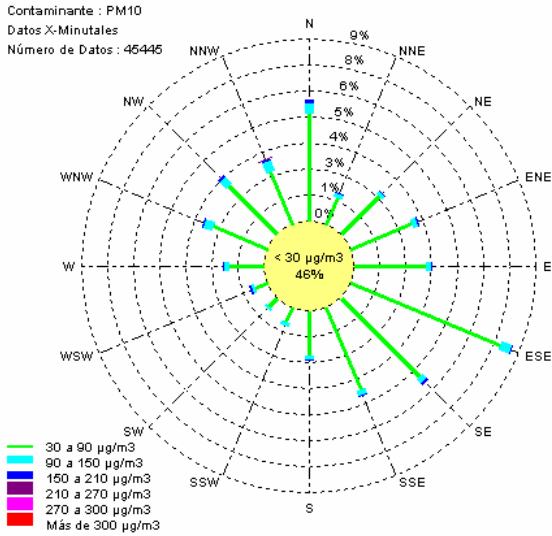


Figura 69. Rosas de Contaminación de PM10 estaciones Corpas, Carrefour, Fontibón y Santo Tomás.

Rosa de contaminantes - Bosque. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Escuela. 01/01/2007 a 31/12/2007

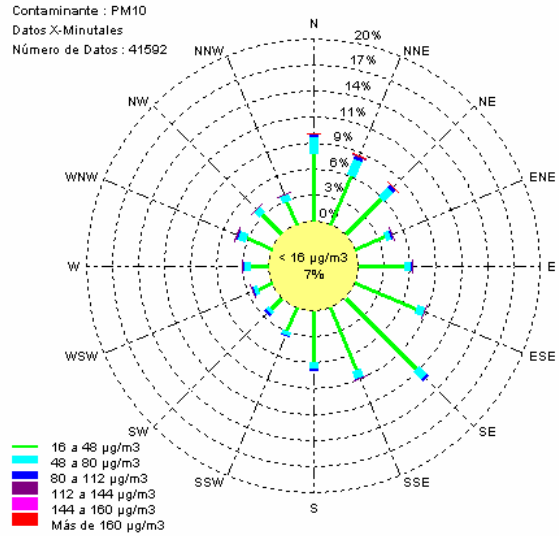
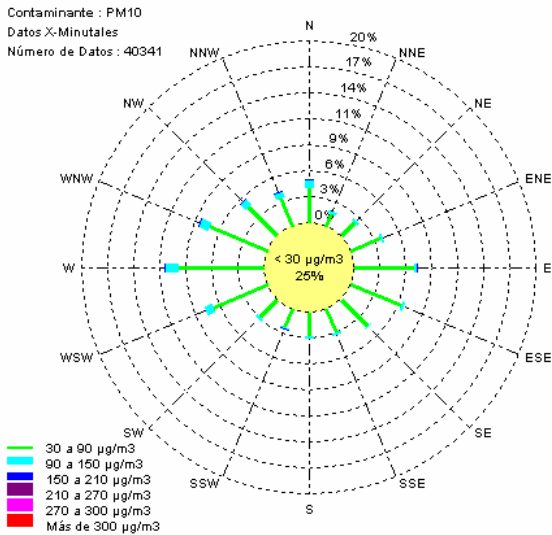


Figura 70. Rosas de Contaminación de PM10 para las estaciones Bosque y Escuela

Rosa de contaminantes - IDRD. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Puente Aranda. 01/01/2007 a 31/12/2007

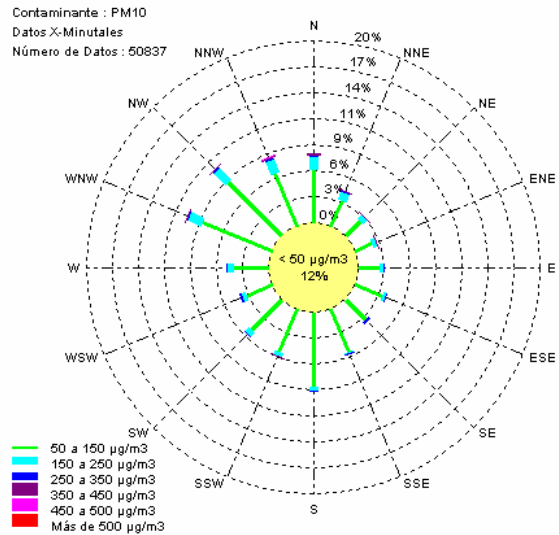
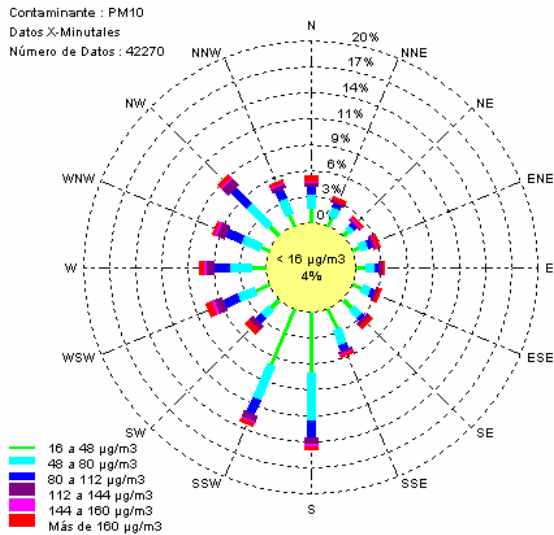
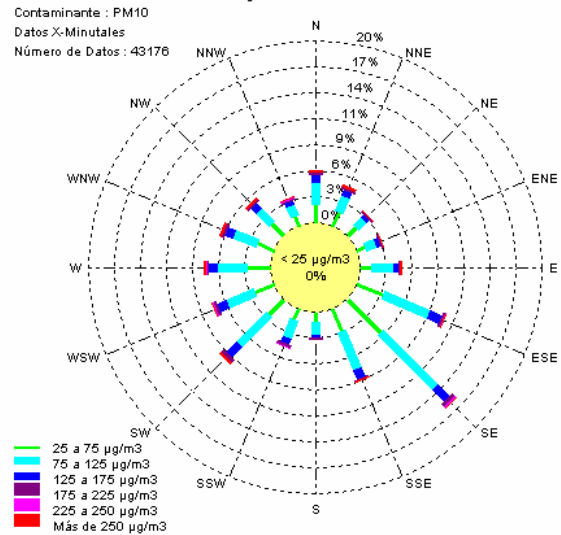


Figura 71. Rosas de Contaminación de PM10 para las estaciones IDRD, Puente Aranda.

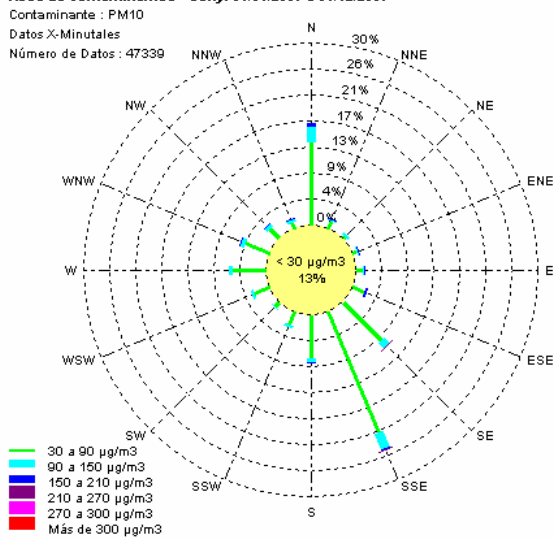
Rosa de contaminantes - Cazuca. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Kennedy. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Sony. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Tunal. 01/01/2007 a 31/12/2007

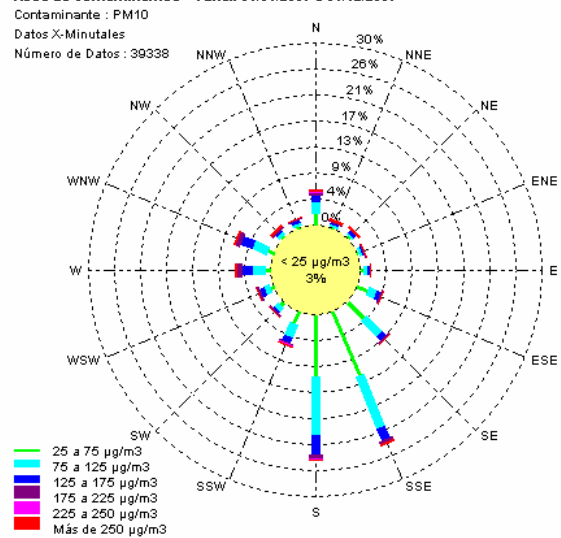
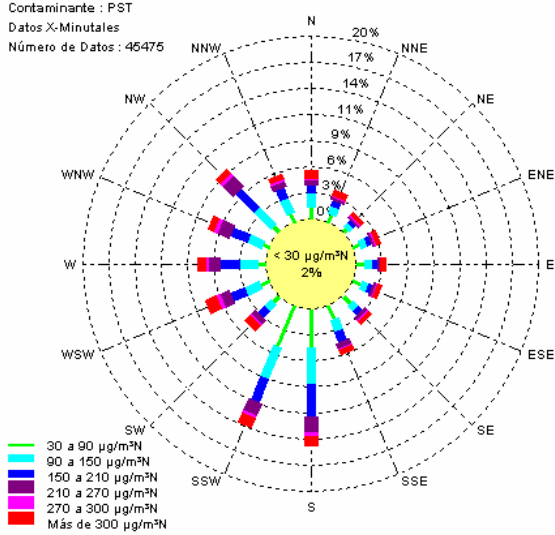


Figura 72. Rosas de Contaminación de PM10 para la estación Cazucá, Kennedy, Sony y Tunal

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:

Rosa de contaminantes - Cazuca. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Sony. 01/01/2007 a 31/12/2007

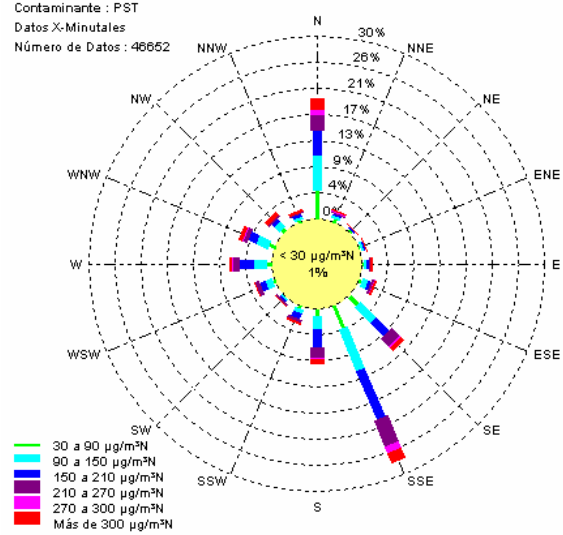
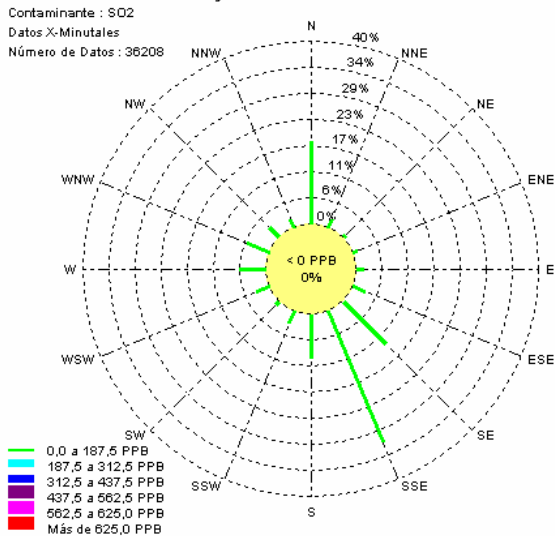


Figura 73. Rosas de Contaminación de PST para las estaciones Cazucá y Sony

3.3 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE SO₂

Con los datos de las estaciones No. 3 Sony, No. 4 Tunal, No. 9 Kennedy, No. 5 IDRD, No. 13 Puente Aranda, No. 14 Fontibón se generaron las rosas de contaminación de SO₂ presentadas a continuación.

Rosa de contaminantes - Sony. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Tunal. 01/01/2007 a 31/12/2007

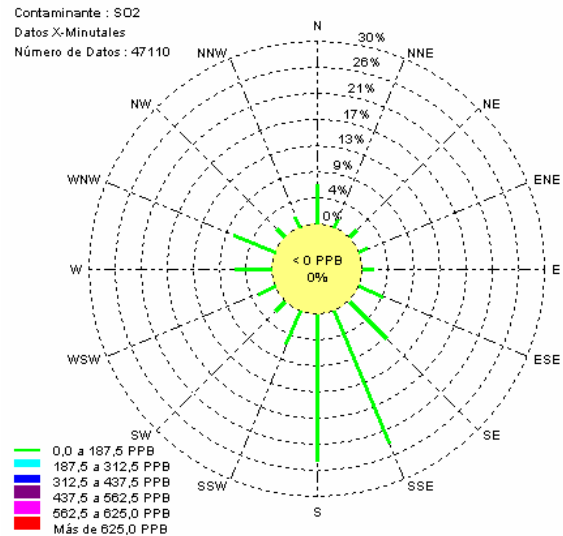
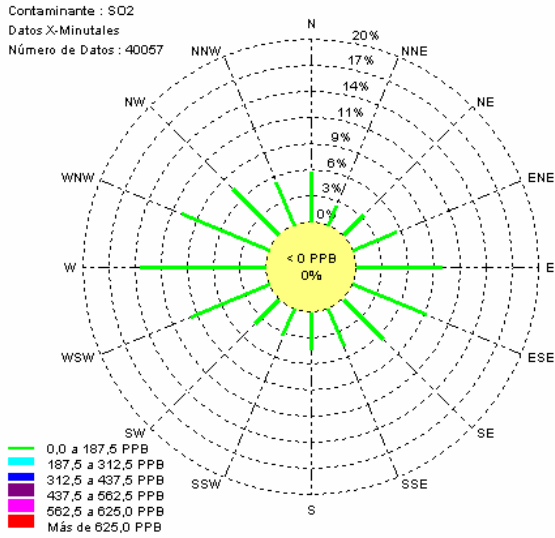
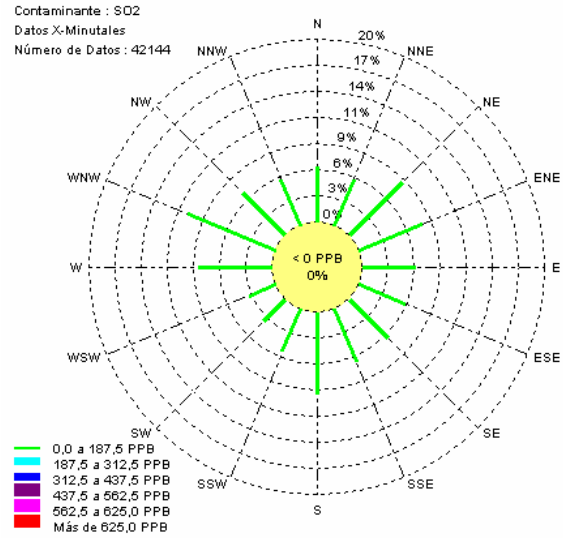


Figura 74. Rosas de Contaminación de SO₂ para las estaciones Sony y Tunal

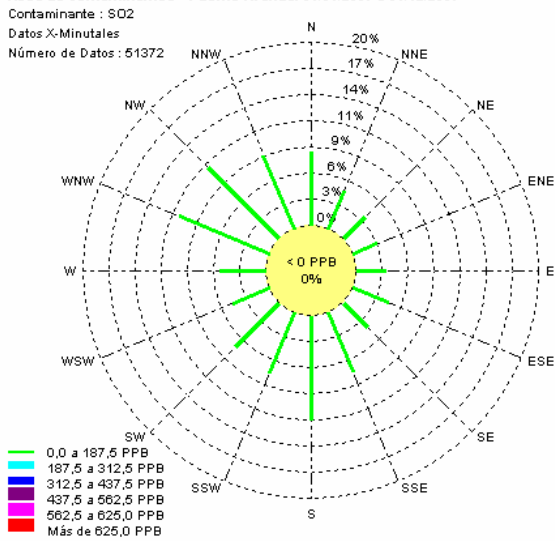
Rosa de contaminantes - IDR. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Fontibón. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Puente Aranda. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Kennedy. 01/01/2007 a 31/12/2007

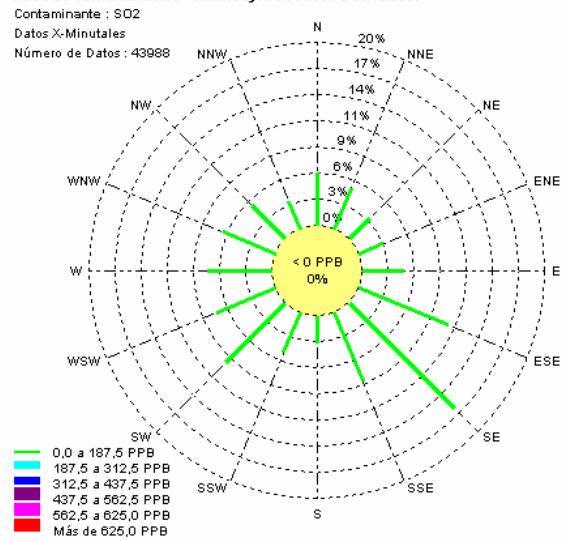
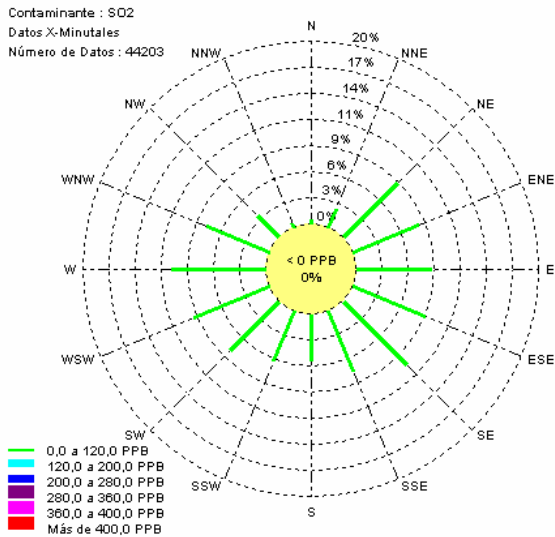


Figura 75. Rosa de Contaminación de SO₂ para las estaciones IDR, Fontibón, Puente Aranda y Kennedy

Rosa de contaminantes - Carrefour. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Cazuca. 01/01/2007 a 31/12/2007

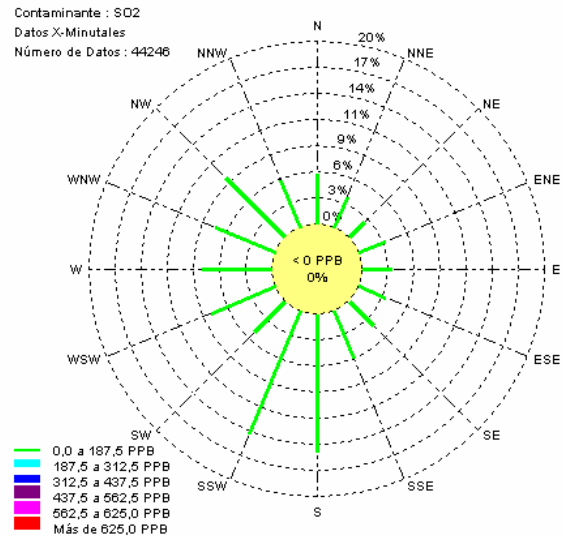
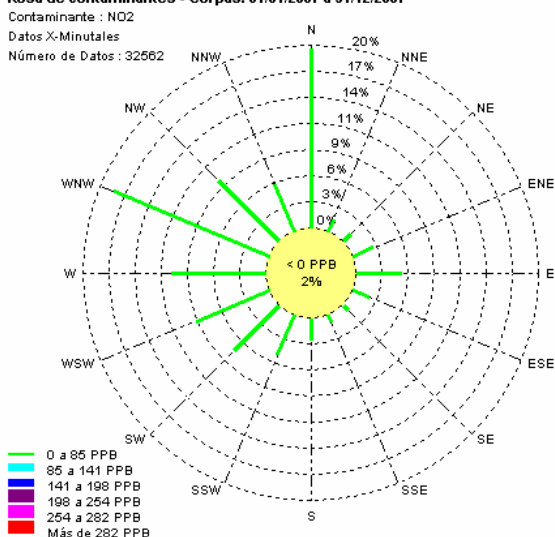


Figura 76. Rosa de Contaminación de SO₂ para las estaciones Carrefour y Cazucá

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 IDR D se presentan a continuación:

Rosa de contaminantes - Corpas. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Fontibón. 01/01/2007 a 31/12/2007

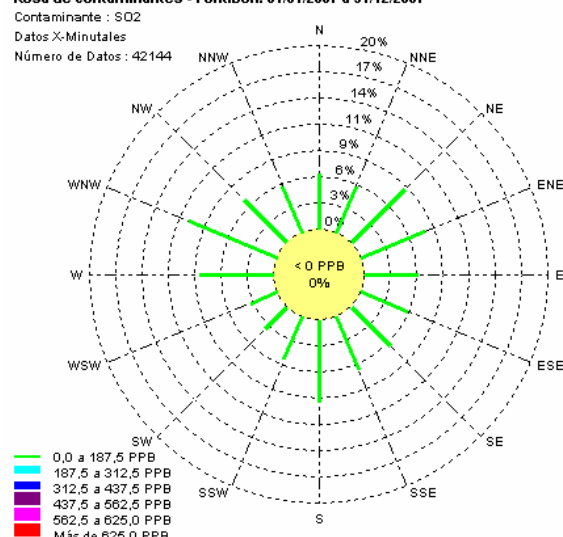
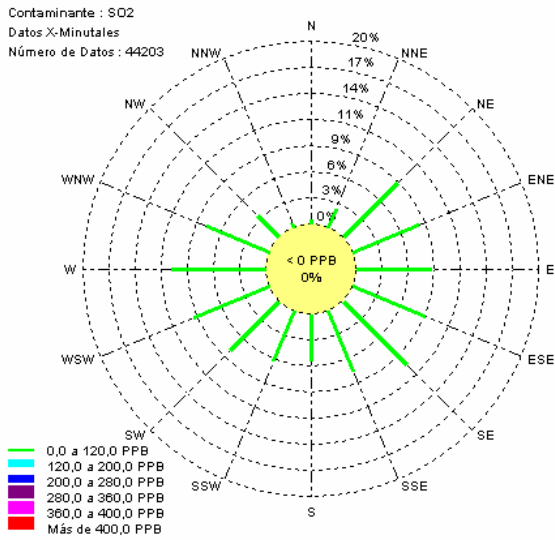
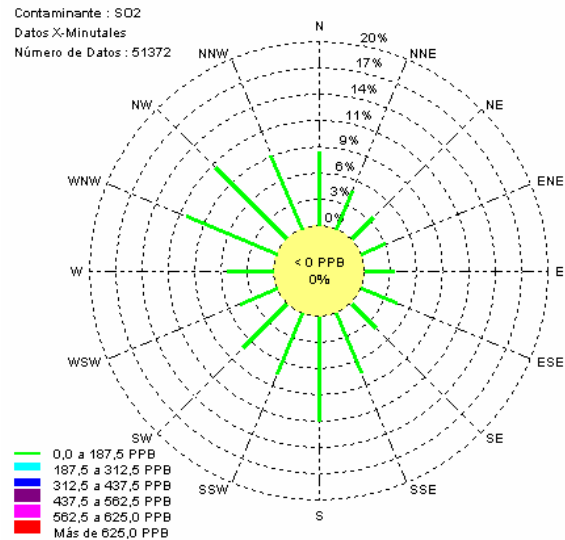


Figura 77. Rosa de Contaminación de NO₂ para las estaciones Corpas y Fontibón.

Rosa de contaminantes - Carrefour. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Puente Aranda. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - IDRD. 01/01/2007 a 31/12/2007

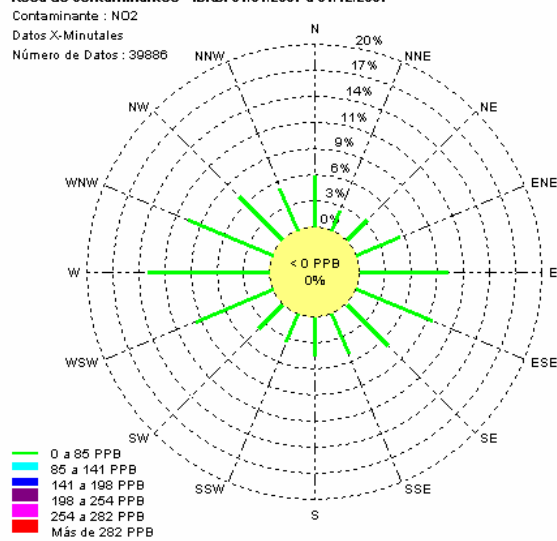
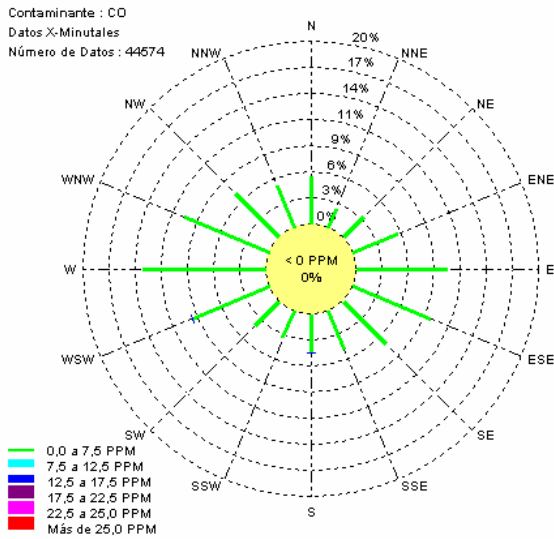


Figura 78. Rosa de Contaminación de NO₂ para las estaciones Carrefour, Puente Aranda y IDRD.

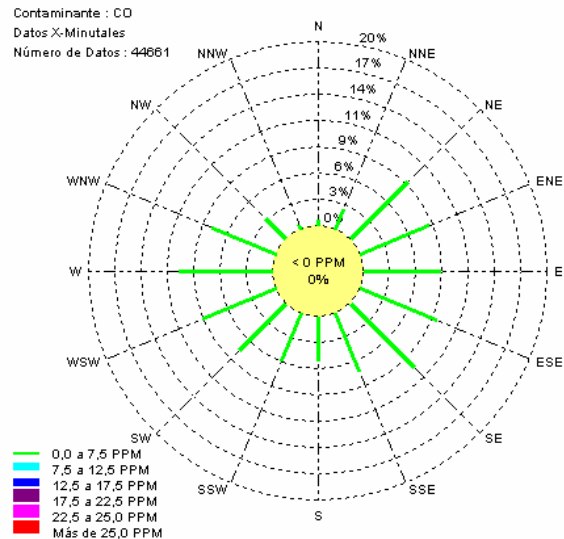
3.5 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE CO

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.

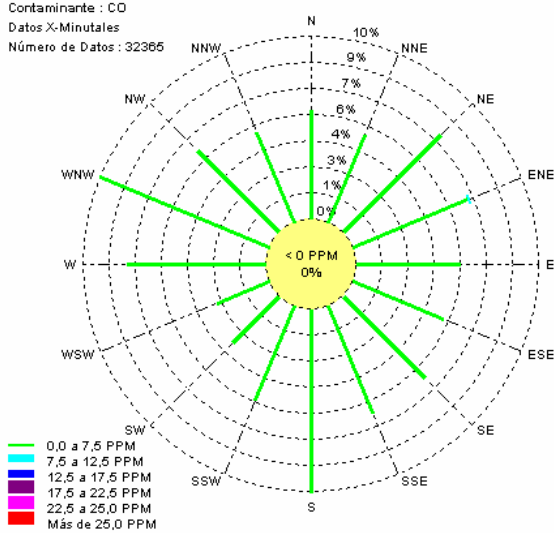
Rosa de contaminantes - IDR D. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Carrefour. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Fontibón. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Cazuca. 01/01/2007 a 31/12/2007

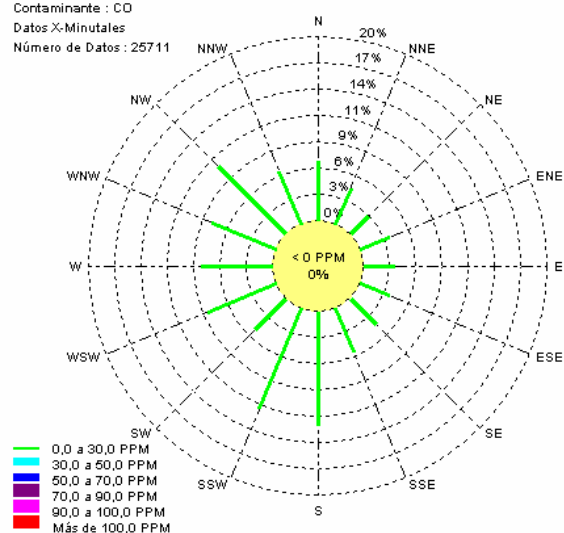
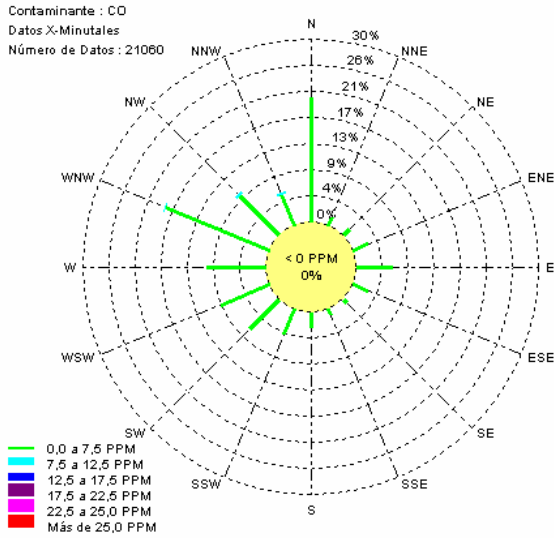


Figura 79. Rosa de Contaminación de CO para estaciones IDR D, Carrefour, Fontibón y Cazucá.

Rosa de contaminantes - Corpas. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Sony. 01/01/2007 a 31/12/2007

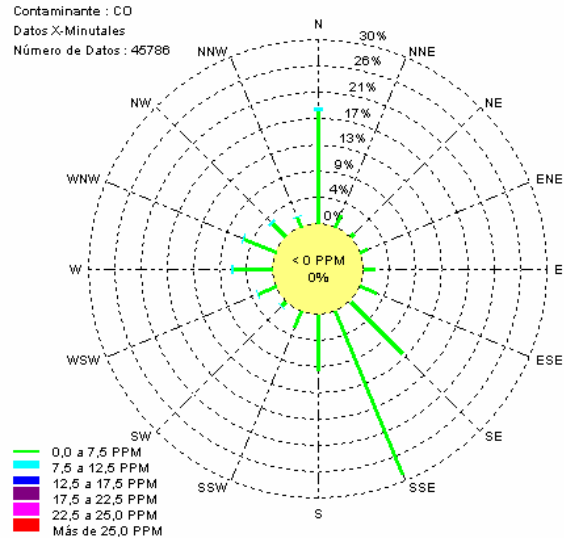
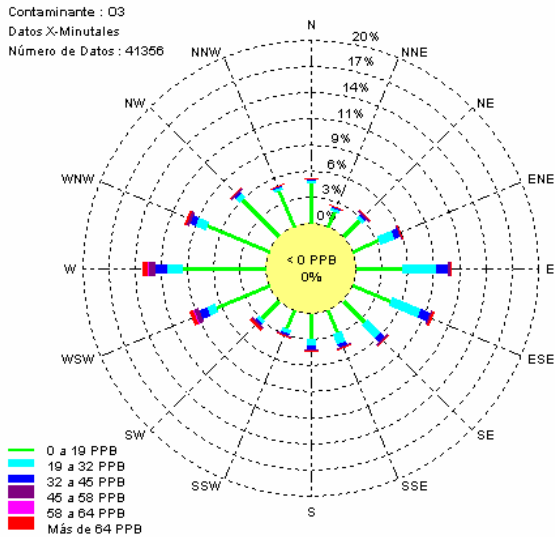


Figura 80. Rosa de Contaminación de CO para estaciones Corpas y Sony.

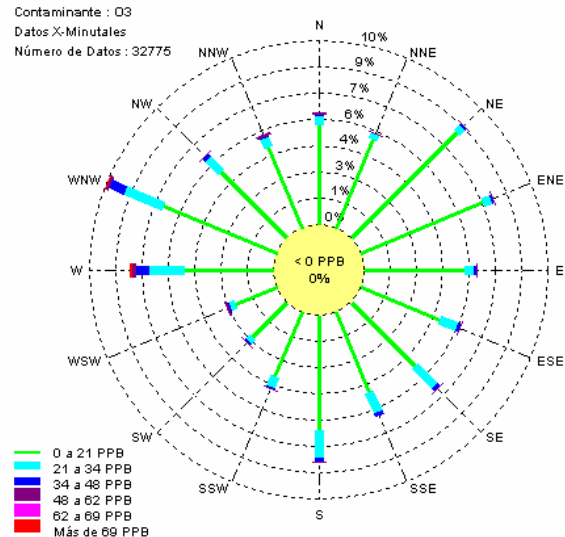
3.6 ROSAS DE CONTAMINACIÓN DE O₃

Los registros de O₃ de las estaciones No. 5 IDR, No. 3 Sony y No. 14 Fontibón, permitieron calcular las rosas de contaminación presentadas en la Figura 81.

Rosa de contaminantes - IDR. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de contaminantes - Fontibón. 01/01/2007 a 31/12/2007



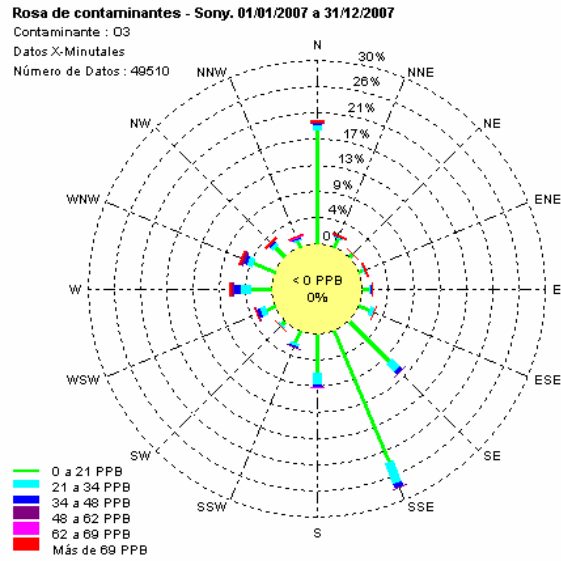


Figura 81. Rosas de contaminación de O₃ para las estaciones IDRD, Fontibón y Sony.

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:

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

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.

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental
Oficina de Control de Emisiones y Calidad del Aire
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

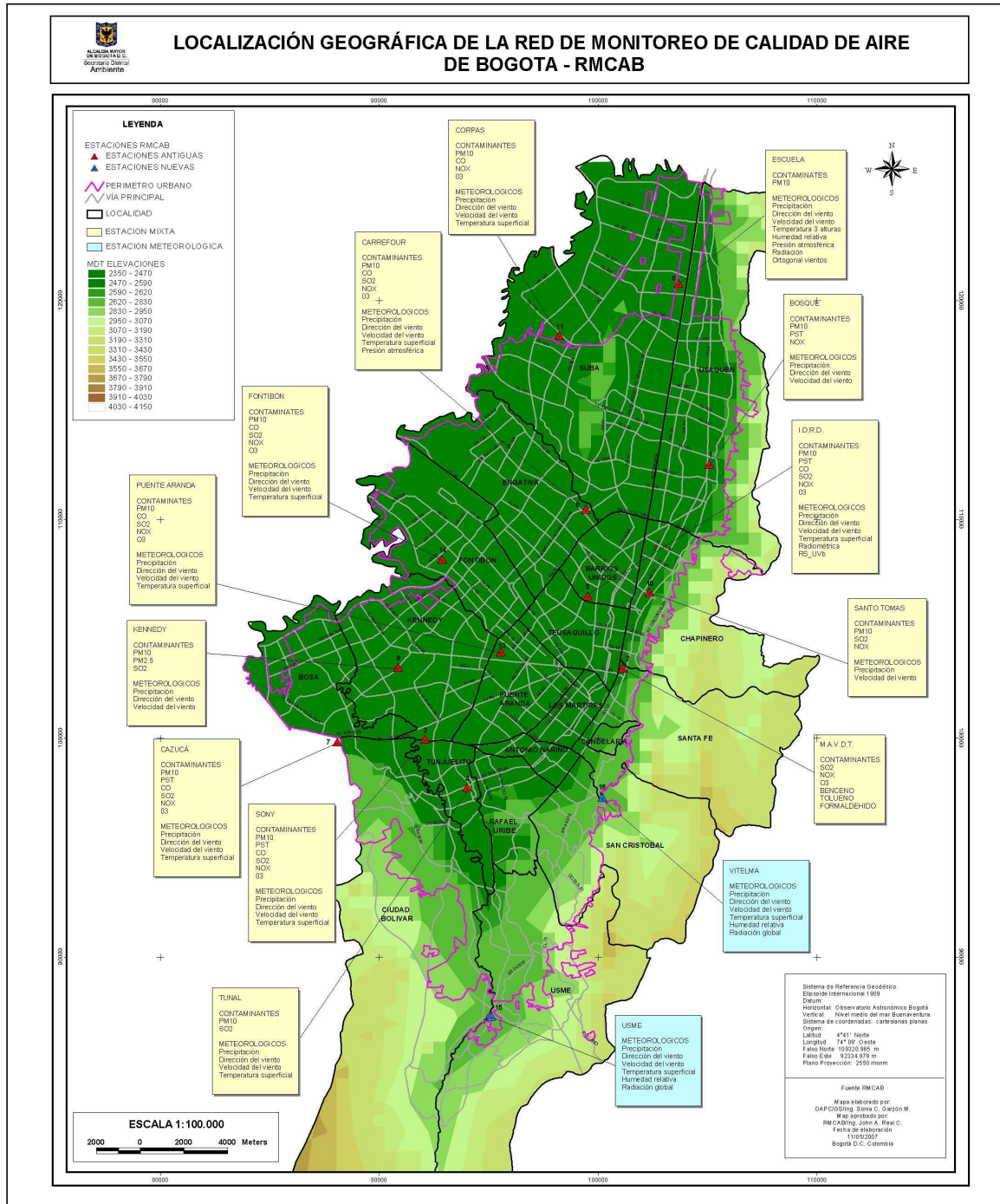


Figura 82 Ubicación geográfica de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá

Tabla 39 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

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental
Oficina de Control de Emisiones y Calidad del Aire
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

Tabla 40 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 "	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"	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		X			
	SO2		X	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	X	
	VELOCIDAD DEL VIENTO	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
	TEMPERATURA SUPERFICIAL	X		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 41 Normas de Calidad del Aire

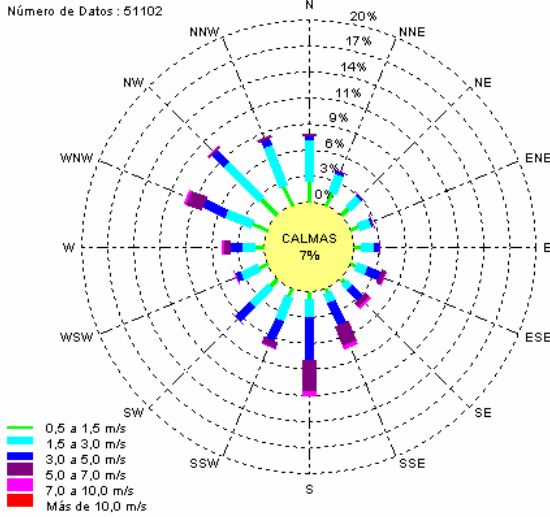
CONTAMINANTE	PERÍODO	NORMA	UNIDAD DE MEDIDA	COMENTARIOS
PARTÍCULAS. PM ₁₀	Anual	70	µg/m ³	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días
	24 horas	150	µg/m ³	Concentración promedio horaria en 24 horas
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES. PST	Anual	100	µg/m ³	Promedio geométrico de las 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	65	µg/m ³	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días (valor guía)
	24 horas	15	µg/m ³	Concentración promedio horaria en 24 horas (valor guía)

ANEXO No. 3 ROSAS DE VIENTO

Rosa de vientos - Puente Aranda. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 51102



Rosa de vientos - IDR. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 44544

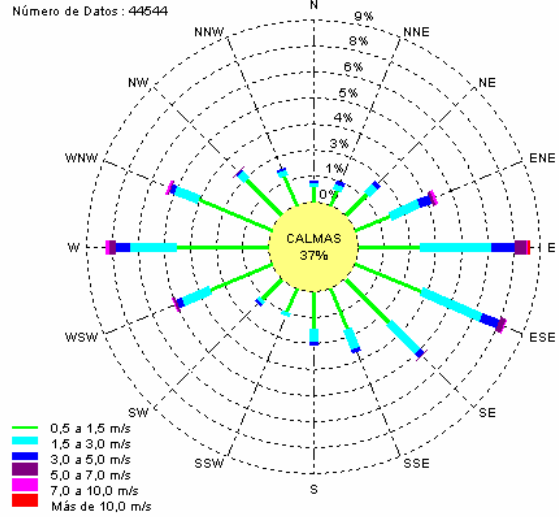
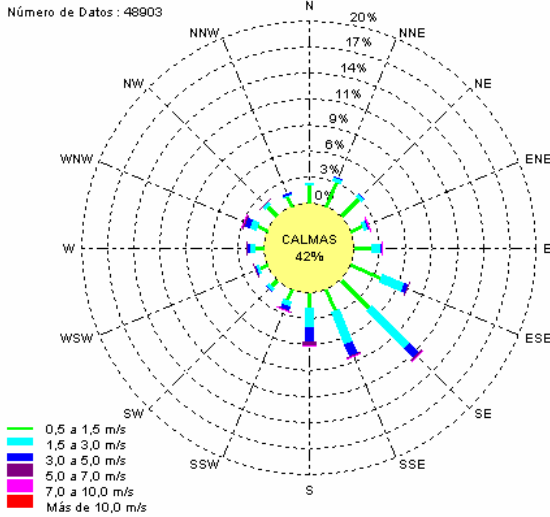


Figura 83 Rosa de Vientos para las estaciones No. 13 Puente Aranda y No. 5 IDR

Rosa de vientos - Escuela. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 48903



Rosa de vientos - Bosque. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 47934

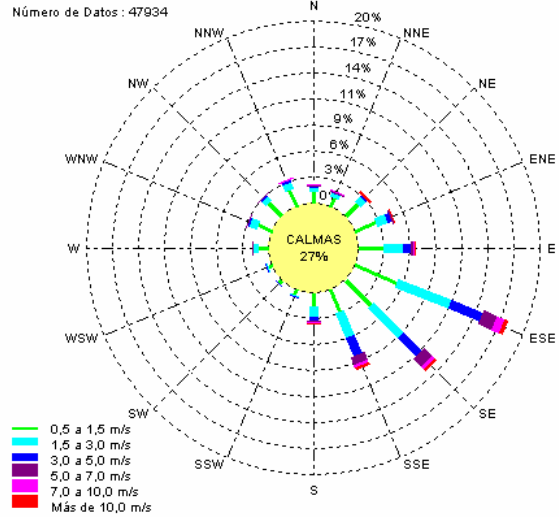
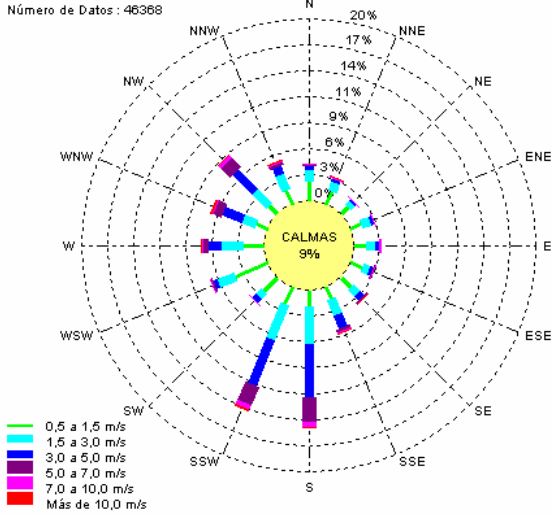


Figura 84 Rosa de Vientos para las estaciones No. 8 Escuela y No. 1 Bosque

Rosa de vientos - Cazuca. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 46388



Rosa de vientos - Tunal. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 47812

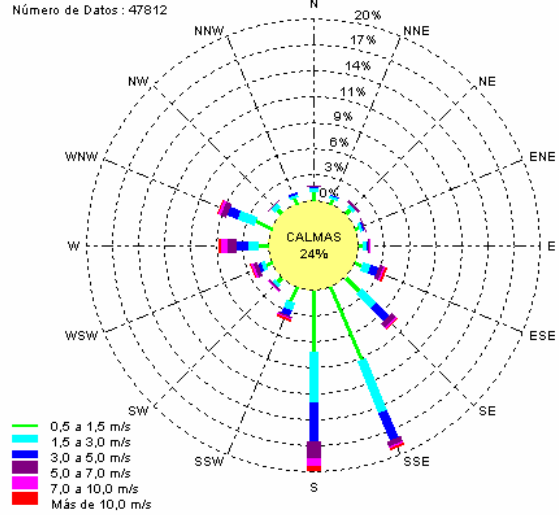
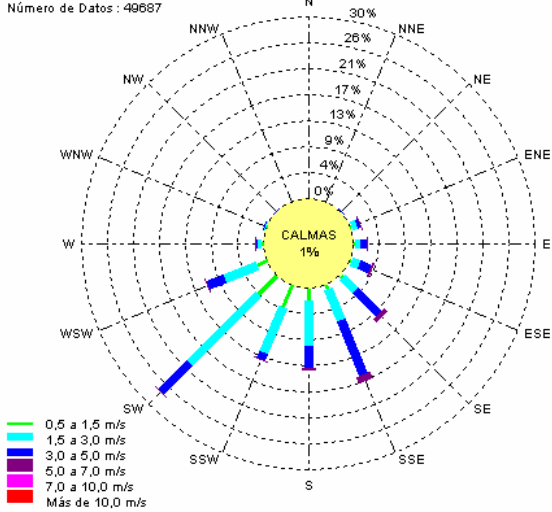


Figura 85 Rosa de Vientos para las estaciones No. 7 Cazucá y No. 4 Tunal

Rosa de vientos - Usme. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 49687



Rosa de vientos - Vitelma. 01/01/2007 a 31/12/2007

Datos X-Minutales

Número de Datos : 49721

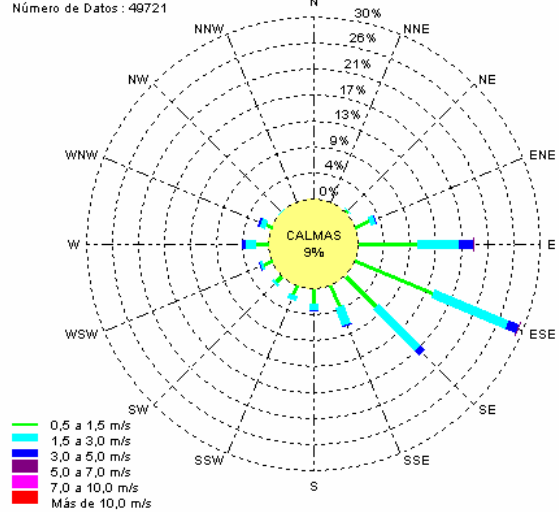
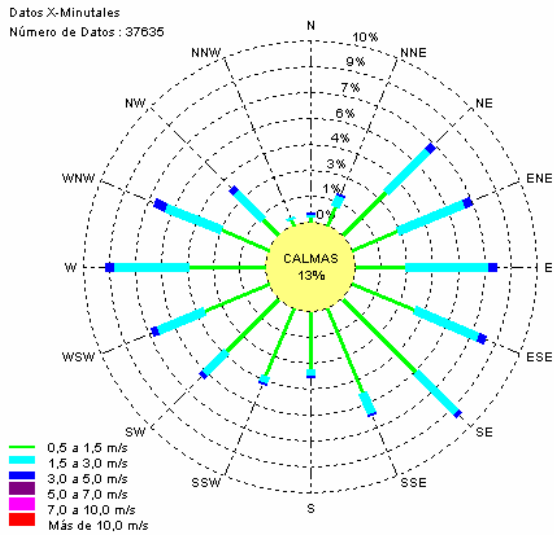


Figura 86 Rosa de Vientos para las estaciones No. 15 Usme y No. 16 Vitelma

Rosa de vientos - Carrefour. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de vientos - Corpas. 01/01/2007 a 31/12/2007

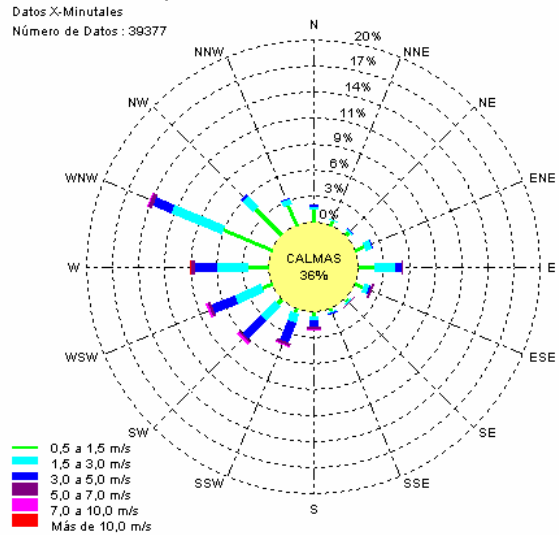
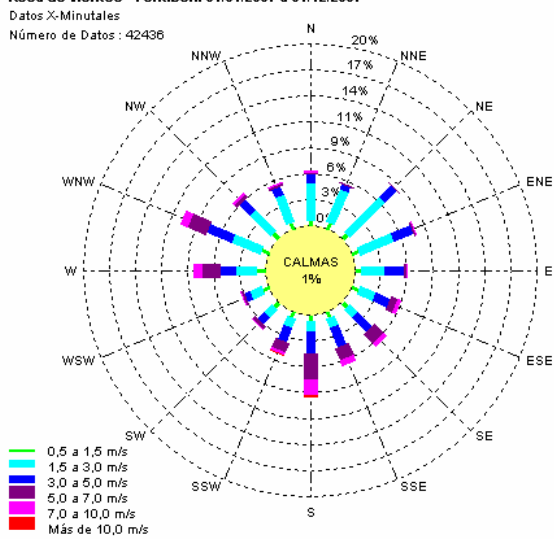


Figura 87 Rosa de Vientos para las estaciones No. 6 Carrefour y No. 11 Corpas

Rosa de vientos - Fontibón. 01/01/2007 a 31/12/2007



Rosa de vientos - Sony. 01/01/2007 a 31/12/2007

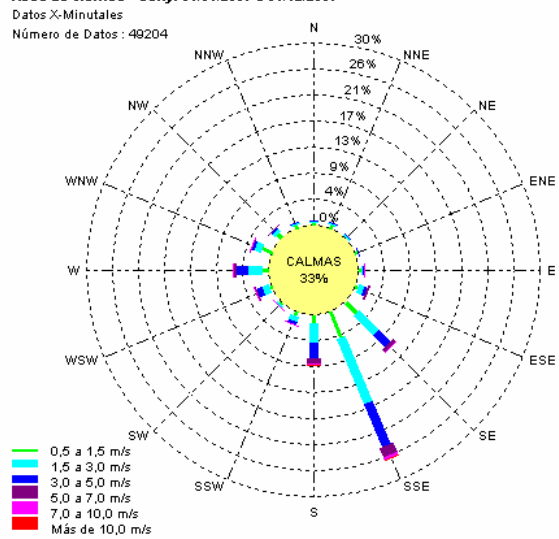


Figura 88 Rosa de Vientos para las estaciones No. 14 Fontibón y No. 3 Sony

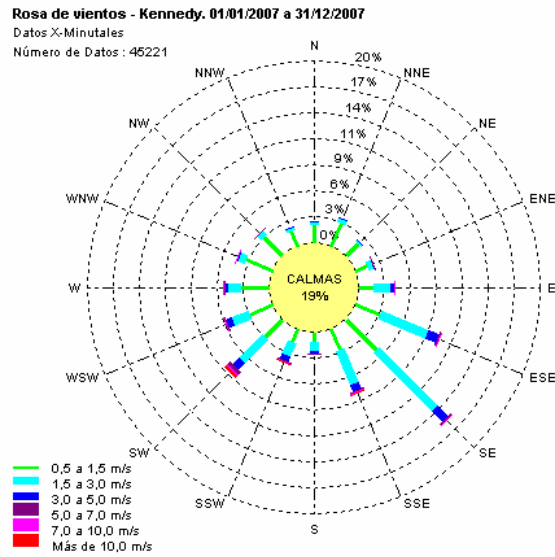


Figura 89 Rosa de Vientos para la estación No. 9 Kennedy

ANEXO No. 4 ESCALAS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Tabla 42 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 43 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