



INFORME TRIMESTRAL CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ

Primer Trimestre de 2013

**Red de Monitoreo de
Calidad del Aire de Bogotá
(RMCAB)**

Bogotá D.C. 2013

126PM04-PR84-M-A2-V1.0





Gustavo Francisco Petro Urrego
Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Néstor García Buitrago
Secretario Distrital de Ambiente

Julio César Pulido Puerto
Subsecretario Distrital de Ambiente

Haipha Thricia Quiñones Murcias
Directora Control Ambiental

Fernando Molano Nieto
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual

Luis Eduardo Gaitán Rodríguez
Coordinador de la RMCAB

Ana María Llorente Valbuena
Mayra Alejandra Lancheros Barragán
Nicolás Cuadros Rubio
Oscar Julián Guerrero Molina
Sandra Milena Cifuentes Castañeda
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Oscar Eduardo Arredondo
Norbey Alirio Barahona González
Grupo de Operación de la RMCAB

Secretaría Distrital de Ambiente
– SDA –

© Diciembre de 2013, Colombia
I Informe Trimestral de la Red de Calidad de Aire de Bogotá D.C.

Año 2013.
Impreso en Colombia – Printed in Colombia

BOGOTÁ
HUANA

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

I INFORME TRIMESTRAL 2013

2013

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	17
1. GENERALIDADES DE LAS ESTACIONES.....	19
1.1. INFORMACIÓN SOBRE ESTACIONES Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN.....	19
1.1.1. ESTACIÓN USAQUÉN (BOSQUE).....	19
1.1.2. SAGRADO CORAZÓN.....	19
1.1.3. ESTACIÓN CARVAJAL (SONY).....	20
1.1.4. ESTACIÓN TUNAL.....	20
1.1.5. ESTACIÓN PARQUE SIMÓN BOLÍVAR (IDRD).....	21
1.1.6. ESTACIÓN LAS FERIAS (CARREFOUR).....	21
1.1.7. ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL.....	22
1.1.8. ESTACIÓN GUAYMARAL (ESCUELA).....	22
1.1.9. ESTACIÓN KENNEDY.....	23
1.1.10. ESTACIÓN SUBA (CORPAS).....	23
1.1.11. ESTACIÓN PUENTE ARANDA.....	24
1.1.12. ESTACIÓN FONTIBÓN.....	24
2. INDICADORES DE OPERACIÓN Y DESEMPEÑO.....	25
2.1. PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS.....	25
2.1.1. ESTACIÓN.....	25
2.1.2. PARÁMETRO.....	26
2.2. PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS.....	28
2.2.1. ESTACIÓN.....	28
2.2.2. PARÁMETRO.....	29
3. CALIDAD DEL AIRE.....	31
3.1. MATERIAL PARTICULADO – MP O PM (PARTICULATE MATTER).....	32
3.1.1. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM ₁₀	32
3.1.2. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM _{2.5}	42
3.1.3. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PST.....	48
3.2. GASES CONTAMINANTES.....	53
3.2.1. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SO ₂	53
3.2.2. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NO ₂	61
3.2.3. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO.....	69
3.2.4. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE O ₃	77
3.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS.....	87
4. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE.....	99
5. METEOROLOGÍA.....	104
5.1. PRECIPITACIÓN.....	109

5.2.	VIENTOS.....	120
5.3.	TEMPERATURA SUPERFICIAL.....	133
5.4.	RADIACIÓN SOLAR.....	141
5.5.	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	143
5.6.	HUMEDAD RELATIVA.....	146
GLOSARIO		149
ANEXOS.....		155

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PM_{10} DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. SE SEÑALA ADICIONALMENTE LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO A 2 M DE ALTURA.	15
FIGURA 2. EPISODIO DE MÁXIMA CONCENTRACIÓN PM_{10} DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. PROMEDIO DIARIO.	15
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN LA CIUDAD I TRIMESTRE DE 2013. FUENTE RMCAB	16
FIGURA 4. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS POR ESTACIÓN – ENERO 2013.....	25
FIGURA 5. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS POR ESTACIÓN – FEBRERO 2013.	25
FIGURA 6. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS POR ESTACIÓN – MARZO 2013.	26
FIGURA 7. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS POR PARÁMETRO – ENERO 2013.	27
FIGURA 8. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS POR PARÁMETRO – FEBRERO 2013.....	27
FIGURA 9. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS POR PARÁMETRO – MARZO 2013.	27
FIGURA 10. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS POR ESTACIÓN – ENERO 2013.	28
FIGURA 11. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS POR ESTACIÓN – FEBRERO 2013.....	28
FIGURA 12. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS POR ESTACIÓN – MARZO 2013.	29
FIGURA 13. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS POR PARÁMETRO – ENERO 2013.	29
FIGURA 14. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS POR PARÁMETRO – FEBRERO 2013.	30
FIGURA 15. GRÁFICA DE PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS POR PARÁMETRO – MARZO 2013.....	30
FIGURA 16. CONCENTRACIONES DE PM_{10} EN BASE 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	34
FIGURA 17. INTERPOLACIÓN DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS 24 HORAS DE PM_{10} DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. DÍA: 17 DE ENERO DE 2013. SE INCLUYEN VECTORES DE VIENTO A 2 METROS DE ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL SUELO.	36
FIGURA 18. INTERPOLACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS PROMEDIOS 24 HORAS DE PM_{10} DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. SE INCLUYEN VECTORES DE VIENTO A 2 METROS DE ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL SUELO.....	37
FIGURA 19. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PM_{10} 24 HORAS POR DÍAS DE LA SEMANA COMPARANDO EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO EN AÑOS ANTERIORES.	38
FIGURA 20. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PM_{10} 24 HORAS POR MESES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	39
FIGURA 21. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PM_{10} 24 HORAS POR ESTACIONES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	40
FIGURA 22. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PM_{10} 24 HORAS EN PRIMER TRIMESTRE DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.	42
FIGURA 23. CONCENTRACIONES DE $PM_{2.5}$ 24 HORAS DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	43
FIGURA 24. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA $PM_{2.5}$ POR DÍAS DE LA SEMANA (SOBRE BASE 24 HORAS) COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES. SE CONSIDERA ÚNICAMENTE LA ESTACIÓN KENNEDY.	45
FIGURA 25. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA $PM_{2.5}$ POR MESES (DESDE BASE 24 HORAS), COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	46
FIGURA 26. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA $PM_{2.5}$ POR ESTACIONES (DESDE BASE 24 HORAS), COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES. ESTE GRÁFICO TAMBIÉN CORRESPONDE A LA TENDENCIA GENERALIZADA HISTÓRICA YA QUE SOLAMENTE REGISTRA UNA ESTACIÓN (KENNEDY).	47
FIGURA 27. CONCENTRACIONES DE PST (TSP) PARA 24 HORAS DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	48
FIGURA 28. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PST (TSP) POR DÍAS DE LA SEMANA (DESDE BASE 24 HORAS) COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON AÑOS ANTERIORES.	50

FIGURA 29. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PST (TSP) POR MESES (DESDE BASE 24 HORAS) COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON AÑOS ANTERIORES. LOS DATOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA ESTACIÓN CARVAJAL.	51
FIGURA 30. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA PST 24 HORAS POR ESTACIONES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON AÑOS ANTERIORES. SE MUESTRA CARVAJAL ÚNICAMENTE YA QUE PST SE MIDió SOLAMENTE EN ESTA ESTACIÓN DURANTE LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS.	52
FIGURA 31. CONCENTRACIONES MEDIAS, MÁXIMOS Y NÚMERO DE EXCEDENCIAS DE SO ₂ EN BASE DE 3 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	54
FIGURA 32. CONCENTRACIONES PROMEDIO, MÁXIMOS Y NÚMERO DE EXCEDENCIAS DE SO ₂ EN BASE DE 24 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	56
FIGURA 33. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA SO ₂ POR DÍAS DE LA SEMANA (BASE 24 HORAS) COMPARANDO EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON AÑOS ANTERIORES.	58
FIGURA 34. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA SO ₂ EN BASE DE 24 HORAS, POR MESES, COMPARANDO EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	59
FIGURA 35. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA SO ₂ 24 HORAS POR ESTACIONES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON LOS MISMOS PERIODOS DE AÑOS ANTERIORES.	60
FIGURA 36. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA SO ₂ 24 HORAS DEL PRIMER TRIMESTRE DE 2013 COMPARANDO CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	61
FIGURA 37. CONCENTRACIÓN HORARIA DE NO ₂ POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	62
FIGURA 38. EXCEDENCIAS, CONCENTRACIÓN MÁXIMA Y CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE NO ₂ 24 HORAS POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. BASE TEMPORAL DIARIA.	64
FIGURA 39. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA NO ₂ POR DÍAS DE LA SEMANA (BASE 24 HORAS) COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	65
FIGURA 40. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA NO ₂ 24 HORAS POR MESES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	67
FIGURA 41. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA NO ₂ POR ESTACIONES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES (BASE 24 HORAS).	68
FIGURA 42. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA NO ₂ 24 HORAS COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.....	69
FIGURA 43. CONCENTRACIONES MÁXIMAS Y MEDIAS HORARIAS DE CO DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	71
FIGURA 44. CONCENTRACIÓN MÁXIMA Y MEDIA DE CO PARA 8 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	72
FIGURA 45. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA CO 24 HORAS POR DÍAS DE LA SEMANA COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	74
FIGURA 46. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA CO 24 HORAS POR MESES COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	75
FIGURA 47. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA CO 24 HORAS POR ESTACIONES, COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	76
FIGURA 48. GRÁFICO DE <i>BOXPLOT</i> PARA CO 24 HORAS PARA PRIMER TRIMESTRE DE LOS AÑOS, DESDE 2009 HASTA 2013.	77
FIGURA 49. CONCENTRACIÓN MEDIA Y MÁXIMA HORARIA DE O ₃ POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	79
FIGURA 50. CONCENTRACIÓN MEDIA, CONCENTRACIÓN MÁXIMA Y EXCEDENCIAS DE LA NORMA PARA O ₃ EN BASE 8 HORAS POR ESTACIÓN DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	80
FIGURA 51. MAPA DE CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE O ₃ EN BASE DE TIEMPO DE 8 HORAS PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	82
FIGURA 52. MAPA DE CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE O ₃ EN BASE DE TIEMPO DE 8 HORAS PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	83

FIGURA 53. GRÁFICO DE BOXPLOT PARA O ₃ 24 HORAS POR DÍAS DE LA SEMANA, COMPARANDO PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON EL MISMO PERIODO DE AÑOS ANTERIORES.	84
FIGURA 54. GRÁFICO DE BOXPLOT PARA O ₃ PROMEDIO MENSUAL (DESDE BASE DIARIA) COMPARANDO EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013 CON LOS MISMOS PERIODOS DE AÑOS ANTERIORES.....	85
FIGURA 55. GRÁFICO DE BOXPLOT DE O ₃ EN FUNCIÓN DE LAS ESTACIONES PARA LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS (DESDE BASE DE 24 HORAS).	86
FIGURA 56. GRÁFICO DE BOXPLOT DE O ₃ CON EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. BASE DE 24 HORAS.	87
FIGURA 57. ICA PM10 PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	100
FIGURA 58. ICA PARA PM10 PRIMER TRIMESTRE DE 2013, POR ESTACIÓN.....	100
FIGURA 59. ICA PARA PM10 PRIMER TRIMESTRE DE 2013, PORCENTAJE MENSUAL POR CATEGORÍA.	101
FIGURA 60. ICA O ₃ PRIMER TRIMESTRE DE 2013	102
FIGURA 61. COMPORTAMIENTO PROMEDIO (1998 – 2011) DE LA PRECIPITACIÓN POR DÍA. FUENTE TRMM.	105
FIGURA 62. COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE NINO REGIÓN 3.4 EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. FUENTE IRI.	106
FIGURA 63. SERIES DE TIEMPO DE ÁREAS PROMEDIADAS PARA LAS ANOMALÍAS EN LA TEMPERATURA EN °C DE LA SUPERFICIE DEL MAR (TSM) PARA LAS REGIONES DEL EL NIÑO [(Niño-1+2(0°-10°S, 90°W- 0°W), NIÑO 3 (5°N-5°S, 150°W-90°W), NIÑO-3.4 (5°N-5°S, 170°W-120°W), NIÑO-4 (150°W-160°E 5°N-5°S). LAS ANOMALÍAS DE TSM SON VARIACIONES DE LOS PROMEDIOS SEMANALES DEL PERÍODO BASE DE 1971-2000 TOMADO DE: CENTRO DE PREDICCIONES CLIMATICAS/NCEP/NWS.....	107
FIGURA 64. ESQUEMATIZACIÓN HORA-MES DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN DEL AEROPUERTO EL DORADO EN BOGOTÁ. FUENTE: IDEAM.....	108
FIGURA 65. SERIE DE TIEMPO DE LAS PRECIPITACIONES PROMEDIO EN ESCALA MENSUAL DESDE AGOSTO DE 1997 HASTA MARZO DE 2013 PARA LAS ESTACIONES EN FUNCIONAMIENTO DE LA RMCAB	110
FIGURA 66. SERIE DE TIEMPO PRECIPITACIÓN DESDE ENERO HASTA MARZO DE 2013. FUENTE RMCAB	110
FIGURA 67 ACUMULADO PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN DE LAS ESTACIONES ACTIVAS DE LA RMCAB DEL PERIODO 1998-2011 COMPARADA CON EL PROMEDIO HASTA MARZO DE 2013. FUENTE RMCAB.....	111
FIGURA 68. ACUMULADO DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LAS ESTACIONES DE LA RMCA EN EL I TRIMESTRE DESDE 1999 HASTA 2013. FUENTE RMCAB	112
FIGURA 69. ACUMULADO DE PRECIPITACIÓN POR ESTACIÓN EN EL I TRIMESTRE DESDE 1999 HASTA 2013. FUENTE RMCAB	112
FIGURA 70. DÍAS DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LA RMCAB DEL PERIODO EFM DE 1998-2012 COMPARADA CON EL PROMEDIO PARA EL I TRIMESTRE DE 2013. FUENTE RMCAB	113
FIGURA 71. PROMEDIO DE LOS DÍAS DE PRECIPITACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCA PARA EL I TRIMESTRE DESDE 1998 HASTA 2013. FUENTE RMCAB	114
FIGURA 72. ACUMULADO DE PRECIPITACIÓN DESE 1998 HASTA 2013 PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB. FUENTE RMCAB.....	114
FIGURA 73. DÍAS DE PRECIPITACIÓN DE CADA ESTACIÓN DURANTE EL I TRIMESTRE DE 2013. FUENTE. RMCAB.....	116
FIGURA 74. ACUMULADOS HORARIOS DE PRECIPITACIÓN PARA EL I TRIMESTRE DE 2013 Y SU COMPARACIÓN CON EL PROMEDIO 1998-2012	117
FIGURA 75. MAPA DE ACUMULADO DE PRECIPITACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. FUENTE RMCAB	118
FIGURA 76. MAPAS DE ACUMULADO DE PRECIPITACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB DESDE ENERO HASTA MARZO DE 2013. FUENTE RMCAB	119
FIGURA 77. SERIE DE TIEMPO EN RESOLUCIÓN MENSUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO DE LAS ESTACIONES ACTIVAS DE LA RMCAB HASTA MARZO DE 2013	120
FIGURA 78. SERIE DE TIEMPO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO HORARIA PARA HASTA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013 EN LAS ESTACIONES DE LA RMCAB.	121
FIGURA 79. FRECUENCIAS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EFM DE 2013 Y SU COMPARACIÓN CON EL MISMO PERIODO EN EL PROMEDIO 1998 – 2012.	126

FIGURA 80. ROSA DE LOS VIENTOS Y PORCENTAJE DE FRECUENCIAS DE DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB.	129
FIGURA 81. VELOCIDAD (SUPERFICIE EN COLORES Y VECTORES) Y DIRECCIÓN (VECTORES) DEL VIENTO EN BOGOTÁ PARA EL TRIMESTRE ENERO FEBRERO MARZO (EFM) DE 2013. FUENTE RMCAB.....	131
FIGURA 82 . VELOCIDAD (SUPERFICIE EN COLORES Y VECTORES) Y DIRECCIÓN (VECTORES) DEL VIENTO EN BOGOTÁ PARA EL TRIMESTRE ENERO FEBRERO MARZO (EFM) EN HORAS DE LA MADRUGADA, MAÑANA, TARDE Y NOCHE DE 2013. FUENTE RMCAB.....	132
FIGURA 83. GRÁFICA DE LA TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PERIODO 1998- 2012 Y SU COMPARACIÓN HASTA MARZO DE 2013. FUENTE RMCAB.....	134
FIGURA 84. GRÁFICA DE LA TEMPERATURA DEL PRIMER TRIMESTRE PROMEDIO DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PERIODO 1998- 2013. FUENTE RMCAB.	135
FIGURA 85. COMPORTAMIENTO HORARIO PROMEDIO EN LAS ESTACIONES DE LA RMCAB DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL.	136
FIGURA 86. GRÁFICA DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DEL PRIMER TRIMESTRE PARA CADA UNA DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN 2013. FUENTE RMCAB.	138
FIGURA 87. MAPA DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB PARA EL I TRIMESTRE DE 2013. FUENTE RMCAB	139
FIGURA 88. TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL PARA EL I TRIMESTRE DE 2013.	140
FIGURA 89. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB.....	141
FIGURA 90. GRÁFICA DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MENSUAL DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PERIODO 2006- 2012 Y SU COMPARACIÓN HASTA MARZO DE 2013. FUENTE RMCAB.....	141
FIGURA 91. GRÁFICA DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL HORARIA DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB PARA EL TRIMESTRE EFM DE 2013 Y EL PROMEDIO 2006-2012. FUENTE RMCAB.....	142
FIGURA 92. COMPORTAMIENTO HORARIO DE LA RADIACIÓN PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB. FUENTE RMCAB.....	142
FIGURA 93. COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN EN LAS ESTACIONES A NIVEL HORARIO. FUENTE RMCAB	143
FIGURA 94. ACUMULADO DE RADIACIÓN DESDE LAS 6 HASTA LAS 18 HRS, EFM 2013.FUENTE RMCAB.	143
FIGURA 95. SERIE DE PRESIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. FUENTE RMCAB	144
FIGURA 96. GRÁFICA DE LA PRESIÓN BAROMÉTRICA PARA CADA HORA EN LAS ESTACIONES DE LA RMCAB PARA EL TRIMESTRE EFM. FUENTE RMCAB.....	145
FIGURA 97. PRESIÓN ATMOSFÉRICA MENSUAL DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB. FUENTE RMCAB....	145
FIGURA 98. COMPARACIÓN DE LA PRESIÓN EN LOS TRIMESTRES EFM. FUENTE RMCAB.....	146
FIGURA 99. SERIE DE HUMEDAD RELATIVA PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. FUENTE RMCAB	147
FIGURA 100. HUMEDAD RELATIVA MENSUAL MEDIA DEL PERIODO 2002- 2012 Y SU COMPARACIÓN CON LOS MESES DE 2013. FUENTE RMCAB.....	147
FIGURA 101. HUMEDAD RELATIVA DEL PRIMER TRIMESTRE EN EL PERIODO 2006-2013. FUENTE RMCAB	148
FIGURA 102. PROMEDIO HORARIO DE LA HUMEDAD EN EL PRIMER TRIMESTRE 2002-2012 Y SU COMPARACIÓN CON EL PRIMER TRIMESTRE DEL AÑO 2013.	148
FIGURA 103. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESTACIONES DE LA RMCAB Y CONTAMINANTES MONITOREADOS (PARTÍCULAS Y GASES) EN CADA UNA DE ELLAS.	31
TABLA 2. REPRESENTATIVIDAD TEMPORAL, PROMEDIO, MÁXIMO Y EXCEDENCIAS DE LOS DATOS DE PM ₁₀ DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. BASE DE TIEMPO DE 24 HORAS.	33
TABLA 3. PROMEDIO DE LAS ESTACIONES QUE MONITOREAN EL CONTAMINANTE PM ₁₀ POR DÍA DE LA SEMANA COMPARANDO EL PRIMER TRIMESTRE DE LOS DISTINTOS AÑOS.	38
TABLA 4. PROMEDIO DE LAS ESTACIONES QUE MONITOREAN EL CONTAMINANTE PM ₁₀ POR MES COMPARANDO DISTINTOS AÑOS.	40
TABLA 5. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ EN PROMEDIOS 24 HORAS.	42
TABLA 6. RESUMEN DE DATOS 24 HORAS DE PM _{2.5} POR ESTACIÓN PARA PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	44
TABLA 7. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PM _{2.5} POR DÍA DE LA SEMANA EN EL PRIMER TRIMESTRE DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. SE CONSIDERA SOLAMENTE LA ESTACIÓN KENNEDY.	45
TABLA 8. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PM _{2.5} POR MES EN EL PRIMER TRIMESTRE DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. SE CONSIDERA SOLAMENTE LA ESTACIÓN KENNEDY.	46
TABLA 9. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE PM _{2.5} EN PROMEDIOS 24 HORAS. SOLAMENTE SE CONSIDERA LA ESTACIÓN DE KENNEDY.	47
TABLA 10. RESUMEN DE DATOS 24 HORAS DE PST PARA PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	49
TABLA 11. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PST POR DÍA DE LA SEMANA EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. SE CONSIDERA SOLAMENTE LA ESTACIÓN CARVAJAL.	50
TABLA 12. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PST POR MES EN EL PRIMER TRIMESTRE DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. SE CONSIDERA SOLAMENTE LA ESTACIÓN CARVAJAL. EL AÑO 2012 NO CUMPLE CON EL CRITERIO DE REPRESENTATIVIDAD TEMPORAL.	51
TABLA 13. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE PST EN PROMEDIOS 24 HORAS. SOLAMENTE SE CONSIDERA LA ESTACIÓN DE CARVAJAL YA QUE PST SE MIDIÓ ÚNICAMENTE EN ESTA ESTACIÓN DURANTE LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS.	52
TABLA 14. RESUMEN DE DATOS DE SO ₂ EN BASE DE 3 HORAS POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	55
TABLA 15. RESUMEN DE DATOS EN BASE 24 HORAS DE SO ₂ POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	56
TABLA 16. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE SO ₂ EN FUNCIÓN DE LOS DÍAS DE LA SEMANA DURANTE LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. BASE DE TIEMPO DIARIA.	58
TABLA 17. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE SO ₂ PARA LOS PRIMEROS TRIMESTRES ENTRE 2009 Y 2013 EN FUNCIÓN DEL MES. BASE DE TIEMPO DIARIA.	59
TABLA 18. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE SO ₂ EN PROMEDIOS DIARIOS PARA LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.	61
TABLA 19. RESUMEN DE DATOS HORARIOS DE NO ₂ POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	63
TABLA 20. RESUMEN DE DATOS 24 HORAS DE NO ₂ POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	64
TABLA 21. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE NO ₂ EN FUNCIÓN DE LOS DÍAS DE LA SEMANA DURANTE LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. BASE DE TIEMPO DIARIA.	66
TABLA 22. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE NO ₂ PARA LOS PRIMEROS TRIMESTRES ENTRE 2009 Y 2013 EN FUNCIÓN DEL MES. BASE DE TIEMPO DIARIA.	66
TABLA 23. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE NO ₂ EN PROMEDIOS DIARIOS PARA LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.	69
TABLA 24. RESUMEN DE DATOS HORARIOS DE CO POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	70
TABLA 25. RESUMEN DE DATOS DE CO POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	72

TABLA 26. PROMEDIO DE MONÓXIDO DE CARBONO CO POR DÍAS DE LAS SEMANA EN PPM. BASE DE TIEMPO DE UNA HORA.	73
TABLA 27. CONCENTRACIÓN MEDIA DE CO EN FUNCIÓN DE LOS MESES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. BASE DE TIEMPO DE 1 HORA.	75
TABLA 28. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE CO EN PROMEDIOS HORARIOS PARA LOS PRIMEROS TRIMESTRES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.	77
TABLA 29. RESUMEN DE DATOS DE O ₃ POR ESTACIÓN PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	78
TABLA 30. PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS, PROMEDIO, EXCEDENCIAS, MÁXIMO Y PERIODO DE OCURRENCIA DE LOS PROMEDIOS MÁXIMOS DE O ₃ EN BASE 8 HORAS DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	81
TABLA 31. PROMEDIO DE OZONO O ₃ POR DÍAS DE LAS SEMANA EN PPB. BASE DE TIEMPO DE UNA HORA.	84
TABLA 32. CONCENTRACIÓN MEDIA DE O ₃ EN FUNCIÓN DE LOS MESES DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS. BASE DE TIEMPO DE 1 HORA.	85
TABLA 33. RESUMEN ESTADÍSTICO HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE O ₃ EN PROMEDIOS HORARIOS DURANTE LOS PRIMEROS TRIMESTRES ENTRE 2009 Y 2013.	87
TABLA 34. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS PARA MATERIAL PARTICULADO INFERIOR A 10 MICRAS (PM ₁₀), PRIMER TRIMESTRE DEL AÑO 2013.	89
TABLA 35. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS PARA MATERIAL PARTICULADO INFERIOR A 2,5 MICRAS (PM _{2.5}), PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	90
TABLA 36. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE 24 HORAS DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST), PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	90
TABLA 37. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE SO ₂ PARA 3 HORAS, PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	91
TABLA 38. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE SO ₂ PARA 24 HORAS, PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	92
TABLA 39. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE NO ₂ , PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	93
TABLA 40. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE NO ₂ PARA 24 HORAS, PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	94
TABLA 41. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE CO, PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	95
TABLA 42. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE CO PARA 8 HORAS, PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	96
TABLA 43. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS HORARIOS DE O ₃ , PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	97
TABLA 44. CONSOLIDADO DE LOS PROMEDIOS DE O ₃ PARA 8 HORAS, PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	98
TABLA 45. PUNTOS DE CORTE DEL ICA SEGÚN LA EPA. FUENTE: PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE, MAVDT, 2010.	99
TABLA 46. ESTACIONES DE LA RMCAB Y VARIABLES METEOROLÓGICAS MONITOREADAS EN CADA UNA DE ELLAS. FUENTE RMCAB.	104
TABLA 47. REPRESENTATIVIDAD MENSUAL (%) DE LA VARIABLE PRECIPITACIÓN TRIMESTRE EFM 2013.	110
TABLA 48. VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA PRECIPITACIÓN PARA EL I TRIMESTRE DE 2013 COMPARADA CON EL PERIODO 1998 - 2011.	111
TABLA 49. VARIACIÓN PORCENTUAL DE LOS DÍAS DE PRECIPITACIÓN PARA EL I TRIMESTRE DE 2013 COMPARADA CON EL PERIODO 1998 – 2012.	113
TABLA 50. ACUMULADOS DE PRECIPITACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB DESDE 2000 HASTA 2013 Y SU RESPECTIVO ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN. FUENTE RMCAB.	114
TABLA 51. DÍAS DE LLUVIA DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB DESDE 1998 HASTA 2013 FUENTE RMCAB.	115
TABLA 52. PROMEDIO DE LLUVIA DIARIA EN LAS ESTACIONES DE LA RMCAB DESDE 1998 HASTA 2013, EN MM/DÍA. FUENTE RMCAB.	115
TABLA 53. REPRESENTATIVIDAD MENSUAL (%) DE LA VARIABLE VELOCIDAD DEL VIENTO I TRIMESTRE 2013.	121
TABLA 54. VALORES PROMEDIOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB.	121
TABLA 55. VALORES MÁXIMOS ABSOLUTOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO PARA LAS ESTACIONES DE LA RMCAB.	122
TABLA 56. VELOCIDADES DE VIENTO MENSUALES PROMEDIO ENTRE LAS 1-6, 7-12, 13-18 Y 19-24 HRS EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.	123

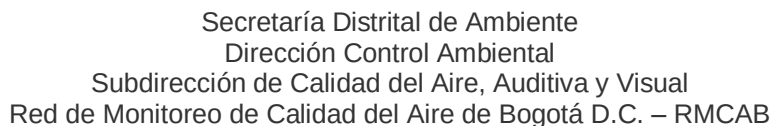


TABLA 57. REPRESENTATIVIDAD MENSUAL (%) DE LA DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS EN EFM DE 2013.	126
TABLA 58. REPRESENTATIVIDAD MENSUAL (%) DE LA VARIABLE TEMPERATURA EFM 2013	133
TABLA 59. VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA TEMPERATURA MENSUAL PROMEDIO DE BOGOTÁ EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013.....	134
TABLA 60. PROMEDIOS DE TEMPERATURA MEDIA TRIMESTRAL DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PERIODO 2000-2013. FUENTE RMCAB	135
TABLA 61. TEMPERATURAS MÁXIMAS REGISTRADAS POR LA RMCAB EN EL TRIMESTRE Y SU PROMEDIO. FUENTE RMCAB	136
TABLA 62. TEMPERATURAS MÍNIMAS REGISTRADAS POR LA RMCAB EN EL TRIMESTRE Y SU PROMEDIO. FUENTE RMCAB	136
TABLA 63. AMPLITUD TÉRMICA DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2013. .	137
TABLA 64. VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MENSUAL PROMEDIO DE BOGOTÁ EN 2013.	141
TABLA 65. REPRESENTATIVIDAD DE LOS DATOS EN (%) PARA LA VARIABLE PRESIÓN.	145
TABLA 66. PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD DE LOS DATOS DE HUMEDAD RELATIVA EN EL TRIMESTRE.	146
TABLA 67. PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA CON RESPECTO A LOS PROMEDIOS DE LOS MESES HISTÓRICOS	147
TABLA 68. NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE	157
TABLA 69. ESCALA DE PRECIPITACIÓN	158
TABLA 70. ESCALA DE VELOCIDAD DEL VIENTO – BEAUFORT	158



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 y la Resolución 610 del 24 de Marzo de 2010 expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)¹. La RMCAB actualmente cuenta con 14 estaciones, ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorean las concentraciones de material particulado (PM₁₀, PM_{2.5}, PST), de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) y los parámetros meteorológicos de precipitación, velocidad y dirección de viento, 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 en algunas oportunidades sus concentraciones promedio superan los límites máximos permisibles por la norma (Resolución 601 de 2006 y Resolución 610 de 2010). También se resalta el material particulado de diámetro menor a 2.5 micras (PM_{2.5}), que se mide en cinco estaciones. Para este parámetro empezó a regir la norma nacional a partir del 1 de enero de 2011, de acuerdo a la Resolución 610 de 2010.

Los demás contaminantes (CO, NO₂ y SO₂) están presentes en concentraciones bajas con respecto a la norma de calidad del aire establecida. Por tanto, no representan riesgo para la salud de la población.

En cuanto al PM₁₀, durante el primer trimestre de 2013 las concentraciones de este contaminante mostraron un leve aumento en comparación con el mismo periodo del año 2012 (de 55 µg/m³ a 56 µg/m³). Las estaciones Guaymaral, Parque Simón Bolívar, Puente Aranda, Sagrado Corazón y Suba mostraron aumentos de la concentración promedio trimestral. Las estaciones que presentaron los mayores niveles de PM₁₀ durante el trimestre fueron Carvajal y Kennedy con promedios de 77 µg/m³ y 76 µg/m³, respectivamente; y las que presentaron los menores promedios fueron Usaquén y Parque Simón Bolívar, ambas con 44 µg/m³.

El PM₁₀ se monitoreó en 12 estaciones. En 9 de ellas se contó con representatividad superior al 75% en el trimestre, y en Las Ferias se alcanzó un porcentaje de datos superior al 74%, razón por la que fue incluida en el cálculo de promedios. Las estaciones Carvajal y Kennedy, ubicadas en el sector suroccidental, registraron eventos de concentración por encima de la norma de 24 horas, establecida en 100 µg/m³, la cual empezó a regir a partir del 2011.

El PST contó con un analizador ubicado en Carvajal. Para esta estación se obtuvo un promedio en el trimestre de 112 µg/m³ (con una representatividad temporal del 100% en promedios diarios). No se presentaron excedencias a la norma 24 horas, 300 µg/m³.

¹ El 24 de marzo de 2010 se expidió la Resolución 610 por la cual se modifica la Resolución 601/2006.

En cuanto a los gases contaminantes, se resalta que el SO_2 no excedió los límites permisibles para los promedios en base de tres horas ni en los de 24 horas y sigue consolidando un comportamiento caracterizado por una disminución progresiva. El año 2011 registró las menores concentraciones de este contaminante, quizás porque se excluyeron estaciones críticas del cálculo de promedios debido a que no cumplían con el criterio de representatividad temporal. La estación que registra mayores niveles de este contaminante en el periodo evaluado es Carvajal.

El monitoreo del NO_2 permitió establecer que las estaciones Las Ferias, Puente Aranda y Kennedy reportan las mayores concentraciones promedio. Los promedios horarios y diarios registrados no superaron la norma en ninguna oportunidad.

Los registros de concentraciones de CO permiten determinar que este contaminante se encuentra en bajas concentraciones en la ciudad, pues los datos no superan los valores de la norma horaria ni de ocho horas.

Finalmente, para O_3 en el primer trimestre de 2013 se registraron excedencias de los límites máximos establecidos en la norma horaria (18) y de ocho horas (68) en las estaciones Guaymaral, Suba, Las Ferias y Parque Simón Bolívar. En el mismo periodo de 2012 se presentaron 19 excedencias a la norma octohoraria y ninguna excedencia a la norma horaria. Es importante resaltar que los límites nacionales establecidos son más restrictivos que los aceptados por agencias ambientales internacionales y por otros países.

Respecto a las variaciones de las condiciones meteorológicas, la RMCAB monitoreó la precipitación, temperatura, dirección y velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar global y presión barométrica, según la variable en doce (12) estaciones que cuentan con estos sensores y el registro es suficiente para el reporte trimestral; En el mapa 3 se presenta la variable lluvia el nivel de precipitación se divide en 10 clases partiendo como dato mínimo 50 mm y máximo 365 mm. Se puede observar los dos sectores con menos precipitación de la capital, la estación de Fontibón que abarca la localidad de su mismo nombre. Los mayores acumulados se encuentran en el sector Norte y Centro hacia Barrios Unidos y Norte de Teusaquillo además de algunos sectores de Usaquén y Suba, representados por la estación de Parque Simón Bolívar y Suba.

Con respecto a los vientos, se observó que predominan vientos del Noreste y del Este - Sureste en los extremos de la ciudad y se observa confluencia de los vientos en sectores aledaños a Funza. Los mayores valores de velocidad del viento se encontraron a lo largo del Occidente de las localidades de Bosa, Kennedy y Fontibón, alcanzando velocidades de hasta 2.7 m/s. En general se observa un aumento en la velocidad del viento con magnitudes desde 0.5 m/s en el Nororiente hasta los 2,7 m/s en el Occidente de la ciudad.

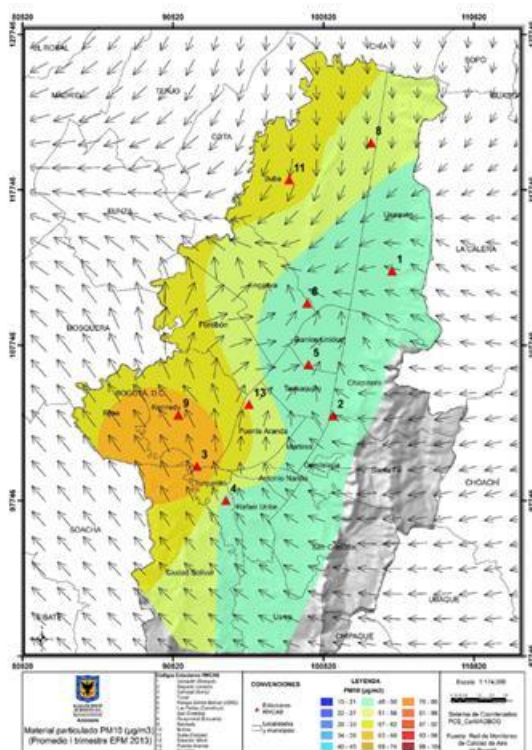


Figura 1. Distribución de la concentración promedio de PM₁₀ durante el primer trimestre de 2013. Se señala adicionalmente la dirección y velocidad del viento a 2 m de altura.

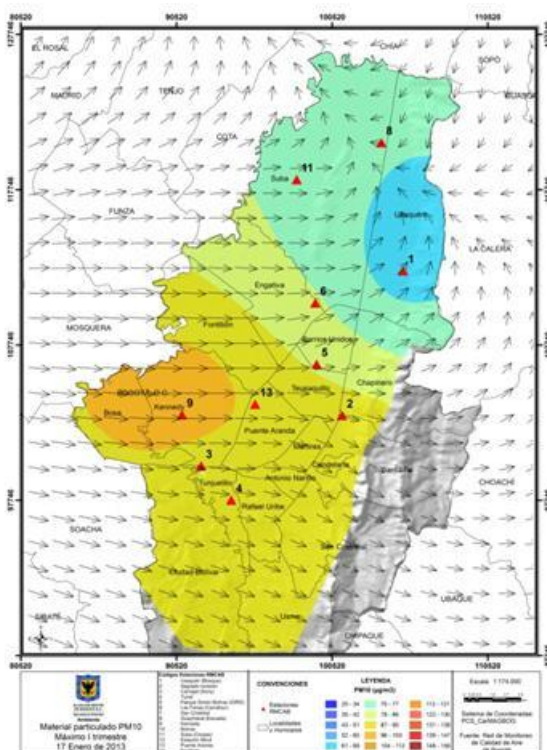


Figura 2. Episodio de máxima concentración PM₁₀ durante el primer trimestre de 2013. Promedio diario.

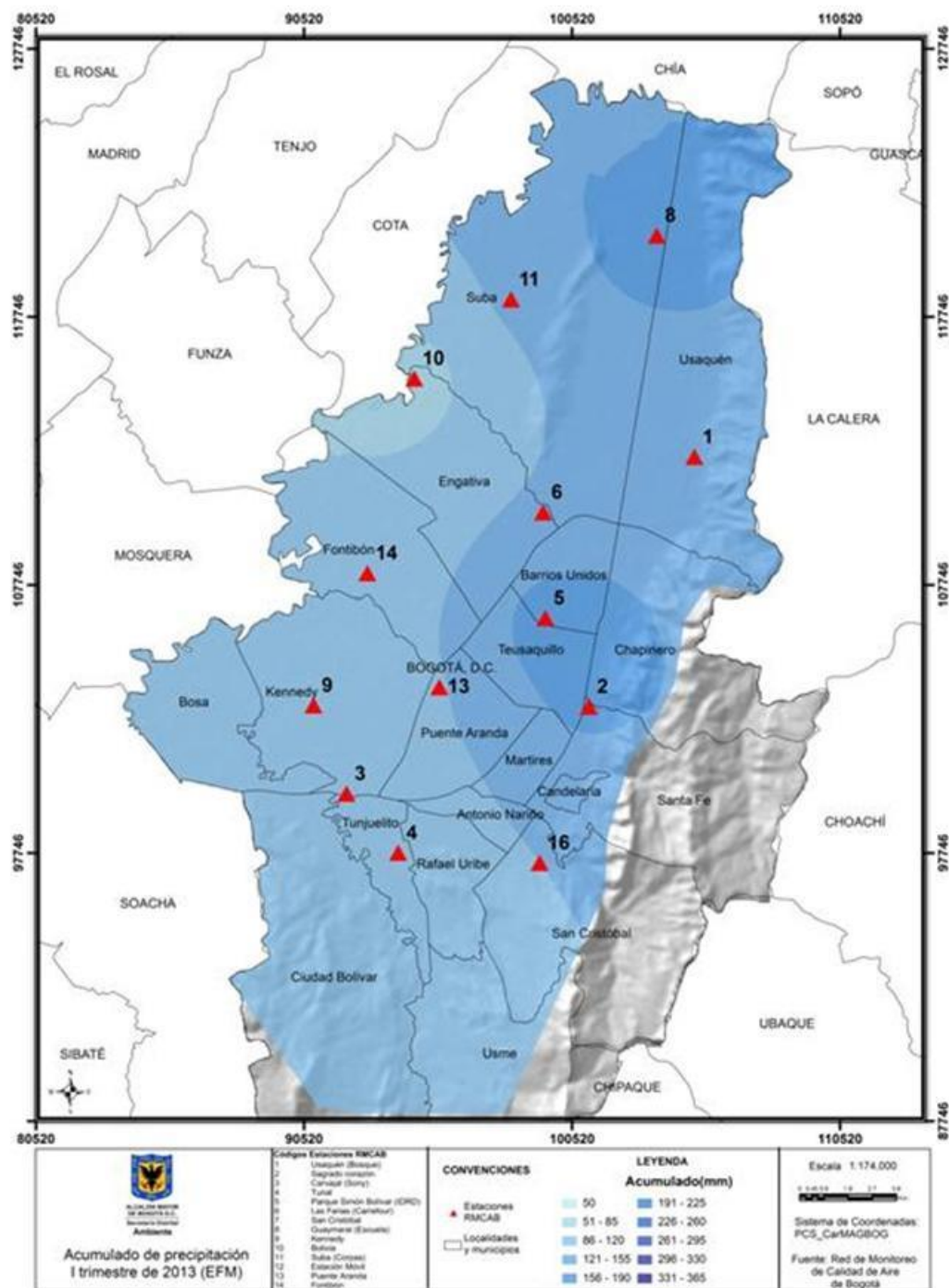


Figura 3. Distribución de las lluvias en la ciudad I trimestre de 2013. Fuente RMCAB

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 y la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 expedidas por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

La RMCAB desde 2008 modernizó su estructura, que involucró el cambio de software de manejo de datos, el reemplazo de los equipos con más de 10 años de funcionamiento, la instalación de nuevos para ampliar el monitoreo de los contaminantes y la adquisición de una unidad móvil que comenzó a operar en el mes de noviembre de 2008. Desde finales del 2011 y hasta la fecha esta unidad móvil está siendo usada para evaluar las condiciones de calidad del aire en los corredores de transporte público en Bogotá, objeto de un convenio interadministrativo (176 de 2010) entre TRANSMILENIO S.A., el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). Para el primer trimestre de 2013, la RMCAB estaba conformada por 13 estaciones fijas de monitoreo y una estación móvil, ubicadas en sitios estratégicos de la ciudad, dotadas con equipos de última tecnología que permiten realizar un monitoreo continuo de las concentraciones de material particulado (PM_{10} , PST, $PM_{2.5}$), de gases contaminantes (SO_2 , NO_2 , CO, O_3) y de los parámetros meteorológicos de precipitación, velocidad y dirección de vientos, temperatura, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica.

El presente informe contiene en el primer capítulo información sobre las características generales de cada una de las estaciones de la RMCAB. En el segundo capítulo se encuentra un análisis del comportamiento de cada uno de los contaminantes durante el periodo en cuestión. En el tercer capítulo se presenta el comportamiento del índice de calidad del aire que persigue la protección de grupos sensibles. En el cuarto capítulo se encuentra el análisis de la información meteorológica que contempla la precipitación, la velocidad y dirección del viento, la temperatura, la radiación solar, la humedad relativa y la presión barométrica, lo que permite establecer las condiciones meteorológicas que influyeron en la dispersión de los contaminantes. Es importante tener en cuenta que la distribución espacial de las estaciones que conforman la RMCAB no se mantiene estática con el tiempo. Adicionalmente, un contaminante determinado puede no ser medido con la misma intensidad en todos los años. En este informe se plasmará el análisis para cada uno de los contaminantes.

El glosario con la terminología utilizada se ubica después del capítulo cuatro 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 donde 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 y las escalas utilizadas para estudiar los diferentes parámetros meteorológicos.

1. GENERALIDADES DE LAS ESTACIONES

1.1. INFORMACIÓN SOBRE ESTACIONES Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN

Las estaciones utilizadas por la Secretaría Distrital de Ambiente, las cuales se encuentran a cargo de la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual y que conforman la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB pueden ser consultadas en la página web <http://www.ambientebogota.gov.co>. A continuación se presenta una descripción de cada una de las estaciones.

1.1.1. ESTACIÓN USAQUÉN (BOSQUE)

Código Asignado a la estación en la RMCAB		1 (estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Carrera 7 B Bis # 132 – 11	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04°42' 37.26"	Longitud: 74°1' 49.5"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		Entorno de fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	PM _{2.5}	Thermo Scientific FH62C14-DHS	Atenuación Beta
	O ₃	Ecotech 9811	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Thermo Scientific 48i	Absorción de infrarrojo
Localización del punto de toma de muestra		Azotea	
Altura del punto de toma de muestra		21.0 m	
Altura de meteorológicos		23,0 m	

1.1.2. SAGRADO CORAZÓN

Código Asignado a la estación en la RMCAB		2 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Calle 37 No 8-40	
Coordenadas geográficas		Latitud: 4°37'31.98"	Longitud: 74°4' 0.72"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Ecotech 9811	Fotómetro UV no dispersivo
Localización del punto de toma de muestra			
Altura del punto de toma de muestra		10.0 m	
Altura de meteorológicos		10.0 m	

1.1.3. ESTACIÓN CARVAJAL (SONY)

Código Asignado a la estación en la RMCAB		3 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Autopista Sur N° 63 – 40	
Coordenadas geográficas		Latitud: 4°35' 44.22"	Longitud: 74°8' 54.9"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		Industrial	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	PST	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Teledyne API 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Teledyne API 300E	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Teledyne API 100E	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Teledyne API 200E	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Azotea	
Altura del punto de toma de muestra		10.0 m	
Altura de meteorológicos		10.0 m	

1.1.4. ESTACIÓN TUNAL

Código Asignado a la estación en la RMCAB		4 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Carrera 24 N° 49 – 86 Sur	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04° 34'34,62"	Longitud: 74° 7' 51.48"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		Entorno de Fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	PM _{2.5}	Thermo Scientific FH62C14-DHS	Atenuación Beta
	O ₃	Teledyne API 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Thermo Scientific 48i	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	DASIBI	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Teledyne API 200E	Quimioluminiscencia
	Hidrocarburos	Thermo Scientific	
Localización del punto de toma de muestra		Zona verde	
Altura del punto de toma de muestra		4,0 m	
Altura de meteorológicos		10,0 m	

1.1.5. ESTACIÓN PARQUE SIMÓN BOLÍVAR (IDRD)

Código Asignado a la estación en la RMCAB		5 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Calle 63 N° 47 – 06	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04°39'30.48"	Longitud: 74°5' 2.28"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	PM _{2.5}	Thermo Scientific FH62C14	Atenuación Beta
	O ₃	Tapi 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Ecotech EC 9830	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Tapi 100E	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Thermo Scientific 42i	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Zona verde	
Altura del punto de toma de muestra		4,6 m	
Altura de meteorológicos		10,0 m	

1.1.6. ESTACIÓN LAS FERIAS (CARREFOUR)

Código Asignado a la estación en la RMCAB		6 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Av. Calle 80 N° 69Q – 50 (antigua Calle 81 68 – 50)	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04°41'26.52"	Longitud: 74°4' 56.94"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	PM _{2.5}	Thermo Scientific FH62C14	Atenuación Beta
	O ₃	Ecotech ML9811	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Ecotech EC 9830	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Thermo Scientific	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Ecotech 9841	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Zona verde	
Altura del punto de toma de muestra		4,0 m	
Altura de meteorológicos		10,0 m	

1.1.7. ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL

Código Asignado a la estación en la RMCAB		7 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Diagonal 13 con Carrera 3G Este	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04° 34'21.54"	Longitud: 74° 5' 1.68"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Tapi 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Thermo Scientific 48i	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Thermo Scientific 43i	Fluorescencia Pulsada
Localización del punto de toma de muestra		Zona verde	
Altura del punto de toma de muestra		4,0 m	
Altura de meteorológicos		10,0 m	

1.1.8. ESTACIÓN GUAYMARAL (ESCUELA)

Código Asignado a la estación en la RMCAB		8 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		AV Carrera 45 N° 205 – 59 (antigua Autopista Norte Km. 13)	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04°47'1.44"	Longitud: 74°2' 37.62"
Tipo de Zona		Rural	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Tapi 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	NO ₂	Tapi 200E	Quimioluminiscencia
	Hidrocarburos	Thermo Scientific	
Localización del punto de toma de muestra		Zona verde	
Altura del punto de toma de muestra		4,0 m	
Altura de meteorológicos		10,0 m	

1.1.9. ESTACIÓN KENNEDY

Código Asignado a la estación en la RMCAB		9 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Cr 80 # 40-55 Sur	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04° 37'30.18"	Longitud: 74°9' 40.8"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	PM _{2.5}	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	CO	Thermo Scientific 48i	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Tapi 100E	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Thermo Scientific 42i	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Zona verde	
Altura del punto de toma de muestra		7,0 m	
Altura de meteorológicos		10,0 m	

1.1.10. ESTACIÓN SUBA (CORPAS)

Código Asignado a la estación en la RMCAB		11 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Carrera 111 # 159A-61	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04°45'40.86"	Longitud: 74°5'36.54"
Tipo de Zona		Suburbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Ecotech ML9811	Fotómetro UV no dispersivo
	SO ₂	Thermo Scientific 43i	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Thermo Scientific 42i	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Azotea	
Altura del punto de toma de muestra		10,3 m	
Altura de meteorológicos		12,3 m	

1.1.11. ESTACIÓN PUENTE ARANDA

Código Asignado a la estación en la RMCAB		13 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Calle 10 # 65-28	
Coordenadas geográficas		Latitud: 4°37'54.36"	Longitud: 74°7' 2.94"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Tapi 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Tapi 300E	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Thermo Scientific 43i	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Tapi 200E	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Azotea	
Altura del punto de toma de muestra		24,0 m	
Altura de meteorológicos		26,0 m	

1.1.12. ESTACIÓN FONTIBÓN

Código Asignado a la estación en la RMCAB		14 (Estación fija)	
Tipo de SVCA		Automática	
Ubicación		Carrera 96G N° 17B – 49 (antigua Carrera 95 N° 24 – 49)	
Coordenadas geográficas		Latitud: 04°40'12.36"	Longitud: 74°8' 29.58"
Tipo de Zona		Urbana	
Tipo de Estación		De fondo	
Equipos	Parámetro	Nombre	Principio Analítico
	PM ₁₀	Met One Bam 1020	Atenuación Beta
	O ₃	Tapi 400E	Fotómetro UV no dispersivo
	CO	Tapi 300E	Absorción de Infrarrojo con filtro de gas
	SO ₂	Thermo Scientific 43i	Fluorescencia Pulsada
	NO ₂	Tapi 200E	Quimioluminiscencia
Localización del punto de toma de muestra		Azotea	
Altura del punto de toma de muestra		14,0 m	
Altura de meteorológicos		16,0 m	

2. INDICADORES DE OPERACIÓN Y DESEMPEÑO

A continuación se presentan los indicadores de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá para el periodo comprendido entre enero y marzo de 2013.

2.1. PORCENTAJE DE CAPTURA DE DATOS

2.1.1. ESTACIÓN

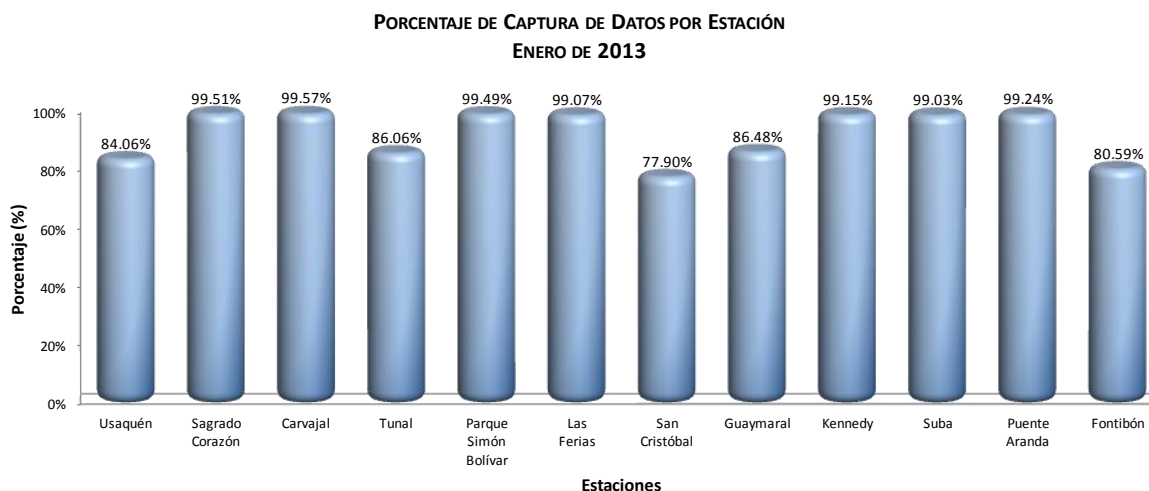


Figura 4. Gráfica de porcentaje de captura de datos por estación – enero 2013.

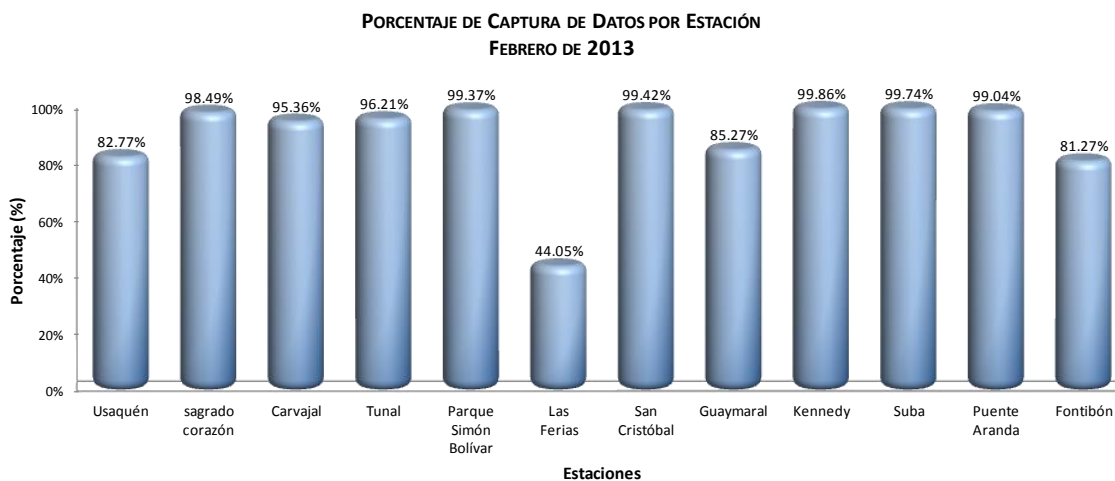


Figura 5. Gráfica de porcentaje de captura de datos por estación – febrero 2013.

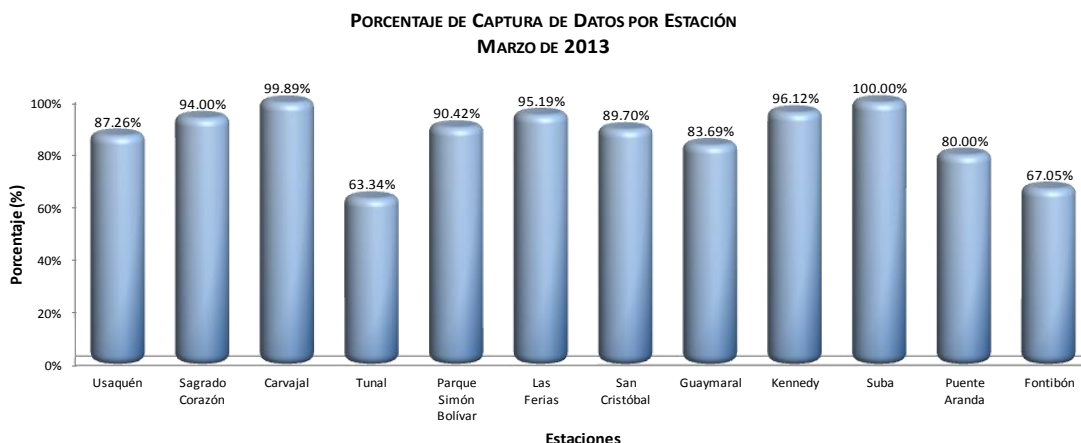


Figura 6. Gráfica de porcentaje de captura de datos por estación – marzo 2013.

Durante los tres meses evaluados se recolectaron aproximadamente el 93% de los datos diezminutales posibles de recibir durante el periodo.

No se tuvo en cuenta en la estación Fontibón el periodo del principio de año ya que estuvo fuera de servicio por circunstancias de fuerza mayor, que estaban fuera del alcance de la institución.

Como se puede observar, la estación Las Ferias fue la que menos tuvo porcentaje de captura para el mes de febrero debido a fallas en el sistema operativo de la estación.

Las estaciones Tunal y Fontibón en el mes de marzo tuvieron un porcentaje de captura inferior al 70%. La primera tuvo cortes de energía recurrentes y problemas en el sistema operativo y la segunda debido a que el analizador de NO₂ se encuentra fuera de servicio y a corte de energía al final del mes.

2.1.2. PARÁMETRO

Como se aprecia en las siguientes figuras los porcentajes más bajos de recuperación de datos se tienen en los parámetros de CH₄ y NMCH. Es de tener en cuenta que esto se debe a que se presentaron continuas fallas técnicas en estos equipos que obligaron a mantenerlos en estado apagado en las estaciones donde operan, alterando de esta manera el porcentaje de captura de datos.

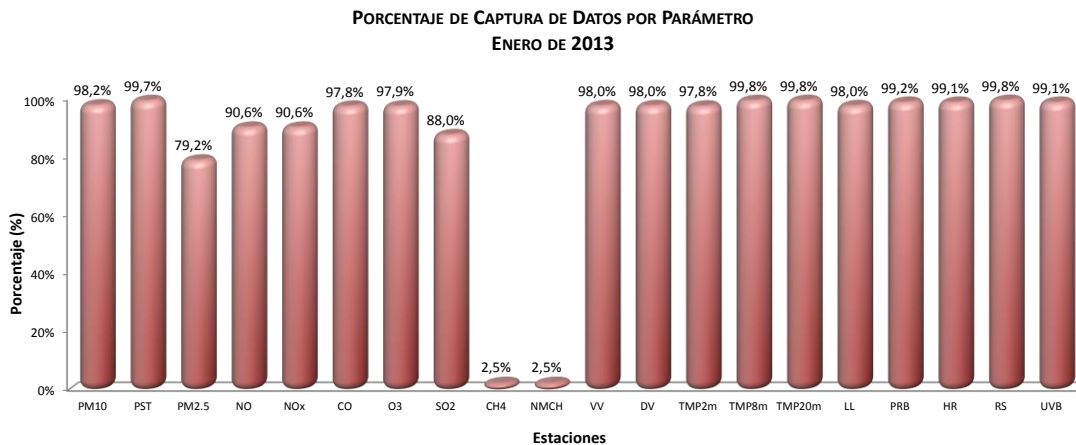


Figura 7. Gráfica de porcentaje de captura de datos por parámetro – enero 2013.

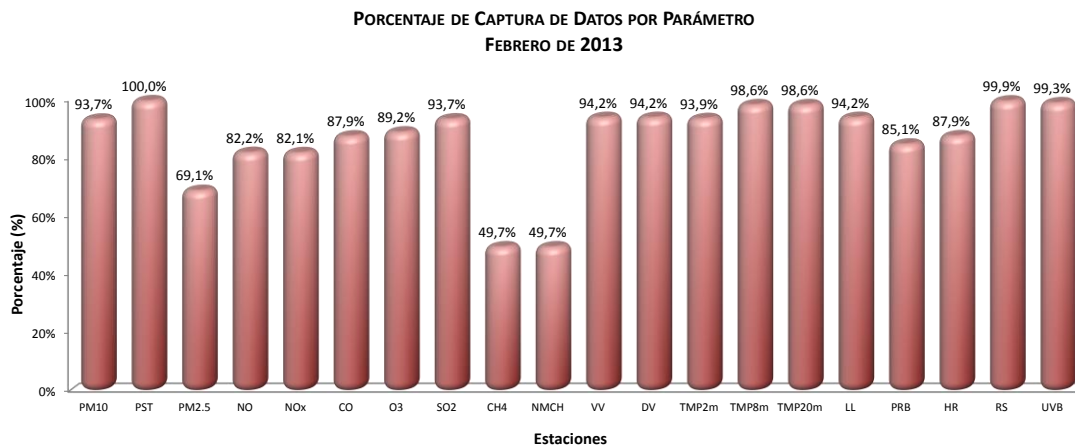


Figura 8. Gráfica de porcentaje de captura de datos por parámetro – febrero 2013.

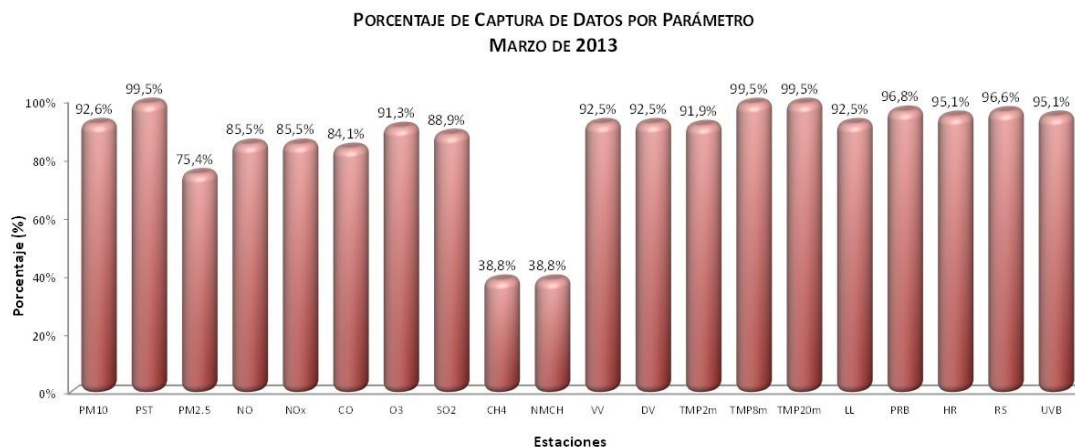


Figura 9. Gráfica de porcentaje de captura de datos por parámetro – marzo 2013.

2.2. PORCENTAJE DE DATOS VÁLIDOS

2.2.1. ESTACIÓN

Para el trimestre se logra un porcentaje de datos válidos del 81% a nivel general dentro de la RMCAB, sin embargo se observa que la estación Fontibón es la que más afecta el porcentaje de datos válidos debido a que el equipo de NO₂ se encuentra fuera de operación y por los cortes de energía que se presentaron durante el periodo.

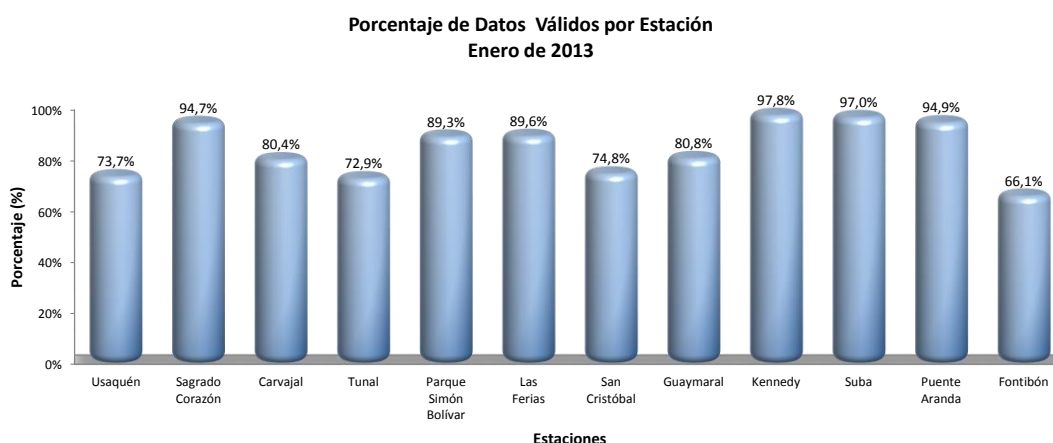


Figura 10. Gráfica de porcentaje de datos válidos por estación – enero 2013.

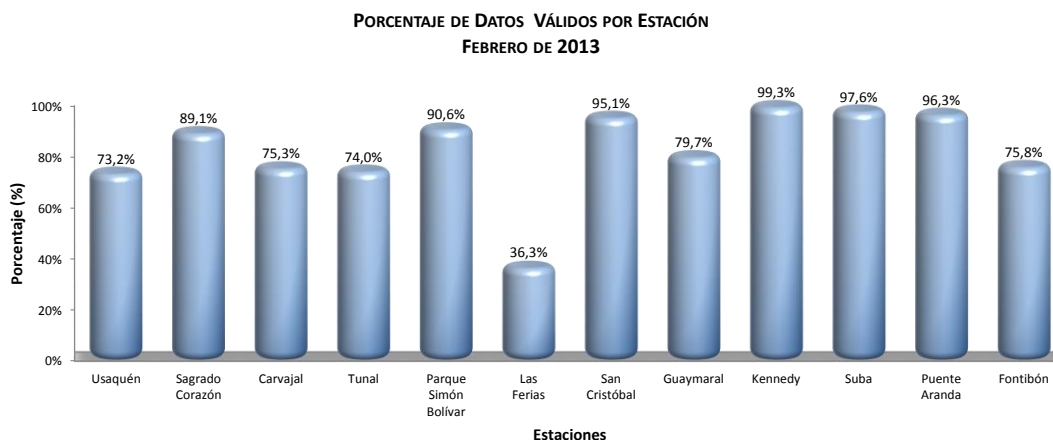


Figura 11. Gráfica de porcentaje de datos válidos por estación – febrero 2013.

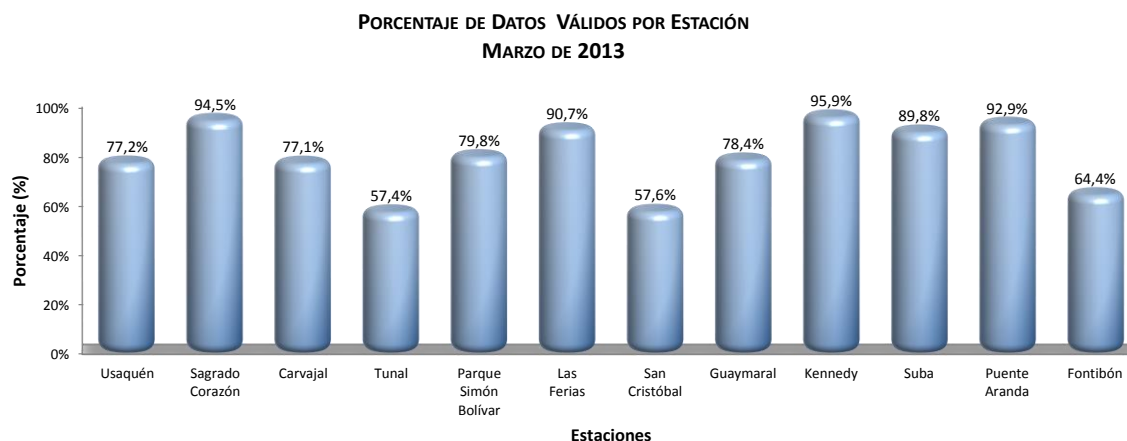


Figura 12. Gráfica de porcentaje de datos válidos por estación – marzo 2013.

Durante el mes de marzo se presentaron fallas técnicas que impidieron un porcentaje de validación alto, mientras que en Tunal se presentaron fallas del sistema operativo.

2.2.2. PARÁMETRO

En cuanto a los equipos es importante señalar las siguientes situaciones:

- **PM_{2.5}:** Los equipos de marca Thermo para este parámetro, con que cuenta la Red, se encuentran en observación por ello el porcentaje para este parámetro es bajo.

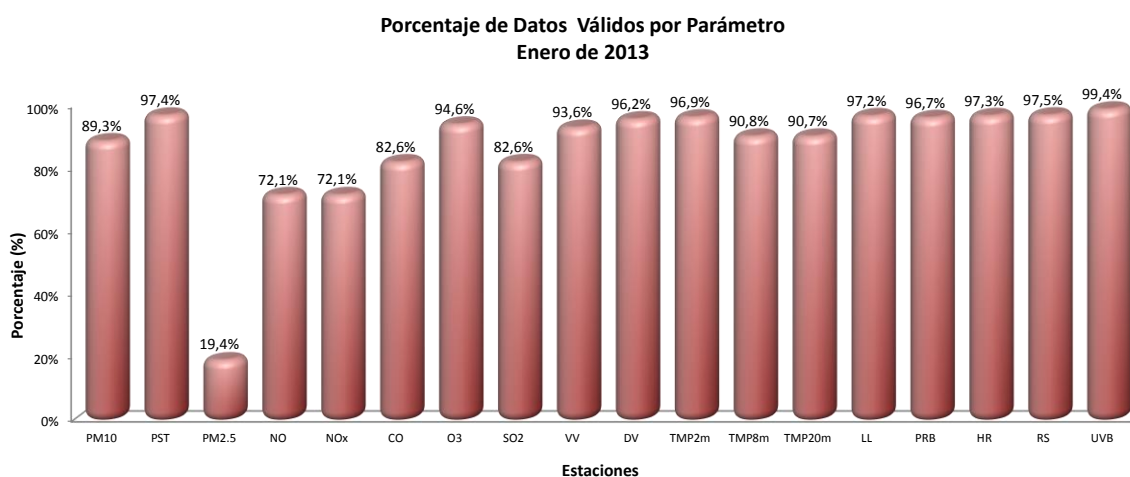


Figura 13. Gráfica de porcentaje de datos válidos por parámetro – enero 2013.

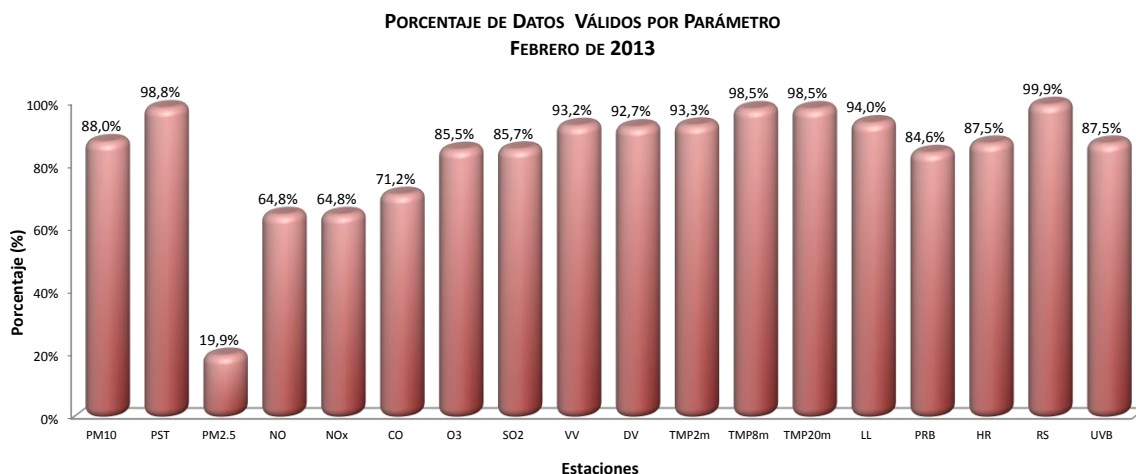


Figura 14. Gráfica de porcentaje de datos válidos por parámetro – febrero 2013.

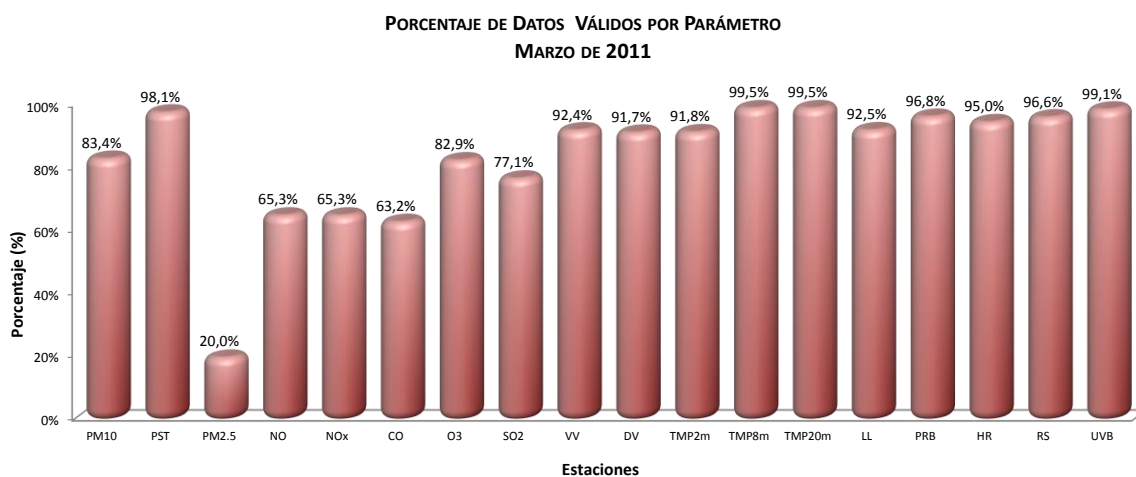


Figura 15. Gráfica de porcentaje de datos válidos por parámetro – marzo 2013.

3. CALIDAD DEL AIRE

El presente capítulo se divide en tres secciones: la primera contiene el análisis de las tendencias de las concentraciones de material particulado que incluye el PM₁₀, el PST y el PM_{2.5}; la segunda hace referencia a los gases contaminantes que son SO₂, NO₂, CO y O₃; la tercera sección contiene el comportamiento del índice de calidad del aire. Para esto, la RMCAB durante el primer trimestre de 2013 contó con 14 estaciones que monitorearon las concentraciones de material particulado y de gases contaminantes permitiendo establecer la calidad del aire en el Distrito Capital. En la Tabla 1 se presentan las catorce estaciones pertenecientes a la Red 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 (partículas y gases) en cada una de ellas.

Estación	Localidad	Sector	Contaminantes								
			PM ₁₀	PST	PM _{2.5}	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	CH ₄	NMCH
No. 1 Usaqué (Bosque)	Usaqué	Norte	X		X			X	X		
No. 2 Sagrado Corazón (MAVDT)	Santa Fe	Centro	X						X		
No. 3 Carvajal (Sony)	Kennedy	Suroccidente	X	X		X	X	X	X		
No. 4 Tunal	Tunjuelito	Sur	X		X	X	X	X	X	X	X
No. 5 Parque Simón Bolívar (I.D.R.D.)	Barrios Unidos	Centro	X		X	X	X	X	X		
No. 6 Las Ferias (Carrefour)	Engativá	Noroccidente	X		X		X	X	X		
No. 7 San Cristóbal	San Cristóbal	Sur	X			X		X	X		
No. 8 Guaymaral (Escuela)	Suba	Norte	X				X		X		
No. 9 Kennedy	Kennedy	Suroccidente	X		X	X	X	X			
No. 10 Bolivia	Engativá	Noroccidente	X								
No. 11 Suba (Corpas)	Suba	Noroccidente	X			X	X		X		
No. 12 Estación Móvil ²			X								
No. 13 Puente Aranda	Puente Aranda	Suroccidente	X			X	X	X	X		
No. 14 Fontibón	Fontibón	Suroccidente	X			X		X	X		

² La estación Móvil está siendo usada para evaluar calidad del aire en corredores viales, en un convenio con TRANSMILENIO S.A., IDEAM y SDA.

3.1. MATERIAL PARTICULADO – MP O PM (*PARTICULATE MATTER*)

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. Este material está compuesto por partículas líquidas o sólidas que pueden ser de origen natural, resultantes de procesos como la erosión, las erupciones volcánicas y los incendios, o 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 una parte 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 PM_{10} y $PM_{2.5}$. Las primeras son aquellas cuyo tamaño es menor o igual a 10 micrómetros (μm). Las partículas de $PM_{2.5}$ tienen tamaño menor o igual a 2.5 μm , y se asocian a emisiones directas (como contaminantes primarios de las emisiones vehiculares e industriales), así como contaminantes secundarios (sulfatos y nitratos producidos por contaminantes primarios e interacciones atmosféricas); 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) y son fracciones de este el PM_{10} y el $PM_{2.5}$.

La Resolución 601 del 4 de abril de 2006 (modificada por la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010), estableció los niveles máximos permisibles para PST y PM_{10} . Estos son de 100 $\mu g/m^3$ concentración anual y de 300 $\mu g/m^3$ para el período de 24 horas en el caso de PST. A partir de 2011, el periodo de 24 horas para PM_{10} se controla con 100 $\mu g/m^3$ y el anual con 50 $\mu g/m^3$. Para el caso de $PM_{2.5}$ se toma como referencia los valores de 25 $\mu g/m^3$ como concentración anual y de 50 $\mu g/m^3$ para 24 horas.

3.1.1. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM_{10}

Como se observa en la Tabla 1, la RMCAB contó con doce (12) estaciones para medir la concentración de PM_{10} , (no se tiene en cuenta Estación Móvil porque está siendo usada para evaluar calidad del aire en corredores viales bajo el Convenio 176 de 2010, ni la estación Bolivia por estar sujeta a evaluaciones técnicas de desempeño). Durante el año 2008 se cambiaron 8 equipos de PM_{10} marca *DAS/BI* y *GBAM* por marca *MET ONE*, en el marco del proceso de modernización de la RMCAB; estos equipos reemplazaron los existentes en las estaciones No. 8 Guaymaral, No. 5 Parque Simón Bolívar, No. 6 Las Ferias, No. 14 Fontibón, No. 13 Puente Aranda, No. 9 Kennedy, No. 3 Carvajal y No. 4 Tunal.

El cambio de tecnología hizo que se registraran niveles de concentración de PM_{10} diferentes a los reportados históricos anteriores al primer semestre del año 2008, en las estaciones No 6 Las Ferias, No. 14 Fontibón, No. 13 Puente Aranda, No. 9 Kennedy, No. 3 Carvajal y No. 4 Tunal, por lo que se realizaron estudios de intercomparación entre equipos. Por estas razones, en el presente informe las tendencias históricas de las concentraciones medias medidas por la RMCAB serán presentadas a partir del año 2009.

PM₁₀ en base de 24 horas

El comportamiento de la concentración de PM₁₀ en la ciudad se establece mediante la recolección de datos horarios, los cuáles se promedian a periodos diarios (24 horas). Durante el primer trimestre de 2013 se reportó una representatividad temporal³ para el periodo mayor o igual al 75% en 9 de las 12 estaciones analizadas, y en 10 de estas se alcanzó un porcentaje de datos superior al 70%. En este informe, se incluirá el análisis de la estación Las Ferias (Carrefour), teniendo en cuenta que tiene 74% de representatividad, valor muy cercano al criterio establecido de 75%. Las mayores concentraciones promedio trimestrales se presentaron en la estación Carvajal (Sony) y Kennedy con 77 µg/m³ y 76 µg/m³, respectivamente.

Del total de datos registrados en las estaciones, el 2% superó el valor de la norma para 24 horas establecida en 100 µg/m³, porcentaje equivalente a 14 datos que corresponden a las Estaciones de Carvajal (6) y Kennedy (8).

Las concentraciones medias, las concentraciones máximas y el número de excedencias (cantidad de datos que superaron la norma) se presentan en la Figura 16. La Tabla 2 resume los datos de PM₁₀ en base de 24 horas para cada una de las estaciones de la RMCAB durante el primer trimestre de 2013. En el mes de enero se registró la mayoría de las máximas concentraciones de este contaminante.

Tabla 2. Representatividad temporal, promedio, máximo y excedencias de los datos de PM₁₀ durante el primer trimestre de 2013. Base de tiempo de 24 horas.

Estación	% datos válidos	Promedio [µg/m ³]	Excedencias de la norma 100 µg/m ³ (⁴)	Máximo [µg/m ³]	Fecha de ocurrencia del máximo	Excedencias sobre 75% de la norma	Excedencias sobre 50 de la norma%
Guaymaral (Escuela)	87%	49	0	77	15/02/2013	2	35
Usaquén (Bosque)	94%	44	0	68	24/01/2013	0	25
Suba (Corpas)	99%	61	0	90	17/01/2013	4	72
Las Ferias (Carrefour)	74%	50	0	86	16/01/2013	5	28
Parque Simón Bolívar (IDRD)	82%	44	0	79	17/01/2013	2	25
Sagrado Corazón (MAVDT)	98%	50	0	96	17/01/2013	5	33
Fontibón	47%		0	79	15/02/2013	2	25
Puente Aranda	91%	54	0	86	16/03/2013	5	42
Kennedy	100%	76	8	119	16/01/2013	36	39
Carvajal (Sony)	100%	77	6	109	16/01/2013	43	32
Tunal	88%	50	0	93	23/03/2013	5	30
San Cristóbal	59%		0	88	17/01/2013	4	22

³ El porcentaje de representatividad temporal se establece como la cantidad de promedios obtenidos en el periodo reportado 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. Se define como aceptable un 75%.

⁴ Promedio diario según la Resolución 610 de 2010.

Las máximas concentraciones diarias del trimestre se registraron el día 16 de enero de 2013 en Kennedy con $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y Carvajal con $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$, niveles que excedieron la norma diaria. Se observa que la mayoría de los máximos se producen entre el día en mención y el 17 de enero de 2013. Estos comportamientos se atribuyen, en parte, a la presencia de inversiones térmicas durante estos dos días, efecto que reduce la altura de la capa de mezcla y aumenta la concentración de contaminantes.

De acuerdo con la Tabla 2, las localidades más afectadas por PM_{10} en el primer trimestre del 2013 fueron las ubicadas en el suroccidente de la ciudad, especialmente las localidades de Kennedy y Bosa, y las menos afectadas Usaquén, Teusaquillo, Tunjuelito y Suba oriental. Por otra parte, en el primer trimestre de 2013, la concentración promedio global de PM_{10} en la RMCAB aumentó levemente respecto al mismo periodo del 2012 (de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Se registraron aumentos leves en Guaymaral (Escuela), Parque Simón Bolívar (IDRD), Puente Aranda, Sagrado Corazón y Suba (Corpas). En el primer trimestre de 2012 se registraron en total 37 excedencias mientras que en este periodo evaluado se registraron 14.

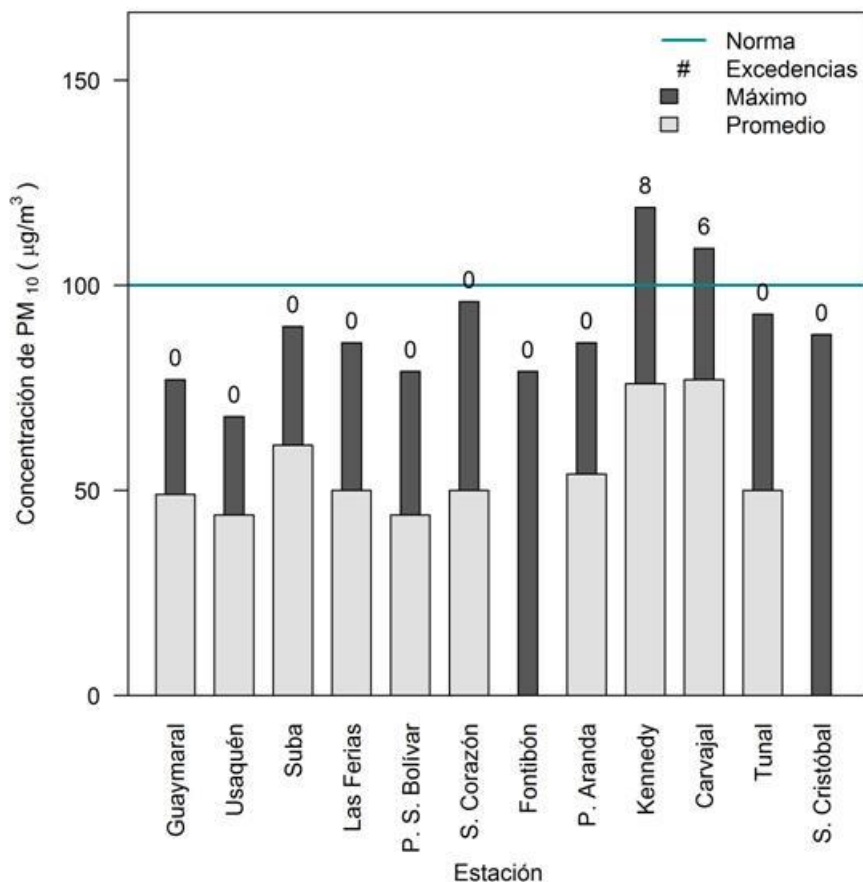


Figura 16. Concentraciones de PM_{10} en base 24 horas por estación durante el primer trimestre de 2013.

La distribución espacial de la concentración de este contaminante en la ciudad puede visualizarse en la Figura 17 y en la Figura 18. En la Figura 17 se muestra un mapa

resultado de la interpolación del episodio de mayor concentración de PM_{10} (basado en promedios diarios), presente en la ciudad durante el 2013, específicamente el día 17 de enero. En el episodio de máxima concentración, los mayores niveles fueron registrados en las estaciones Kennedy y Sagrado Corazón, con concentraciones que exceden la norma para 24 horas. Con base en la información del día de máxima concentración, las localidades de Kennedy y Bosa tienen la mayor afectación por contaminación atmosférica en contraste con el norte de la ciudad, especialmente las localidades de Suba, Usaquén y Chapinero.

En cuanto al mapa de concentraciones medias, en la Figura 18 se observa que las localidades más afectadas por material particulado son las del sur occidente de la ciudad y las menos afectadas Usaquén, Teusaquillo, Chapinero y Suba Oriental. Los vectores de viento indican que este tiende a provenir predominantemente del oriente, especialmente en la sección sur de Bogotá. Es posible que la contaminación sea arrastrada de oriente a occidente y, por tanto, se registren menores concentraciones de PM_{10} en el lado occidental en comparación con la sección oriental. Sin embargo, estas tendencias requieren ser confirmadas mediante la implementación de campañas de medición y el uso de modelos de dispersión atmosférica acoplados a inventarios de emisión.

Comportamiento histórico de promedios por fracciones temporales de PM_{10}

La Figura 19 es un gráfico de *boxplot* con las tendencias históricas de la concentración de PM_{10} en función de los días de la semana para los primeros trimestres de los últimos 5 años. De esta Figura se observa que el comportamiento para el contaminante PM_{10} en el ciclo semanal del primer trimestre de 2013 mantiene el registro usual de los años inmediatamente anteriores, con las mayores concentraciones entre lunes y sábado y la menor en los domingos. Esta tendencia se explica al tener en cuenta que el día domingo, a diferencia de los demás, por lo general no es laborable y el tráfico vehicular al interior de la ciudad es relativamente menor. Además, la dispersión de datos para el domingo es la más baja durante todos los años considerados, lo cual se debe a la reducción de actividades.

Con excepción de los días martes, miércoles y viernes, durante el primer trimestre del año 2013 el promedio de la concentración de PM_{10} aumentó en comparación con los valores correspondientes al primer trimestre del año 2012, especialmente en lo referente al día domingo. Por esta razón, el promedio global aumenta levemente.

Durante el primer trimestre del 2013, los días con mayores niveles de concentración fueron los miércoles y viernes con un promedio de $58 \mu g/m^3$ y el jueves con un promedio de $61 \mu g/m^3$. Aunque no está sujeto a restricción vehicular, el día sábado es uno de los que presenta los menores niveles de PM_{10} con una concentración promedio de $56 \mu g/m^3$. Se muestra a lo largo de los años una tendencia de incremento desde el lunes hasta el jueves, descendiendo el fin de semana y siendo el domingo el de menor registro, con $47 \mu g/m^3$ como promedio. Gráficamente este comportamiento se puede representar con una leve figura cóncava. En cuanto a la variabilidad, el día que presenta mayor amplitud en su caja es el sábado y el de menor amplitud es el domingo. Se observa en general para los días del trimestre del presente año una simetría respecto a su mediana.

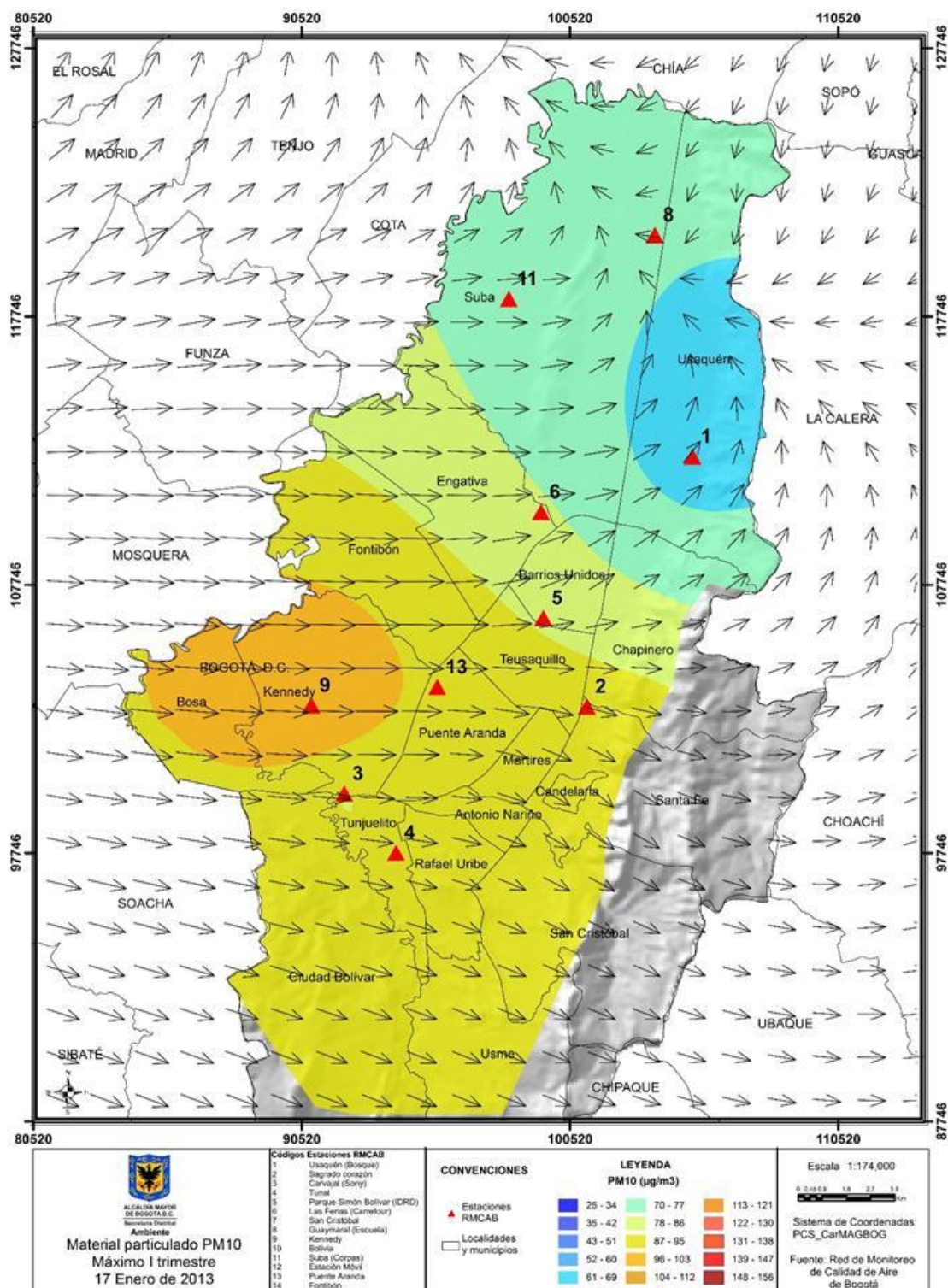


Figura 17. Interpolación de los promedios máximos 24 horas de PM₁₀ durante el primer trimestre de 2013. Día: 17 de enero de 2013. Se incluyen vectores de viento a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo.

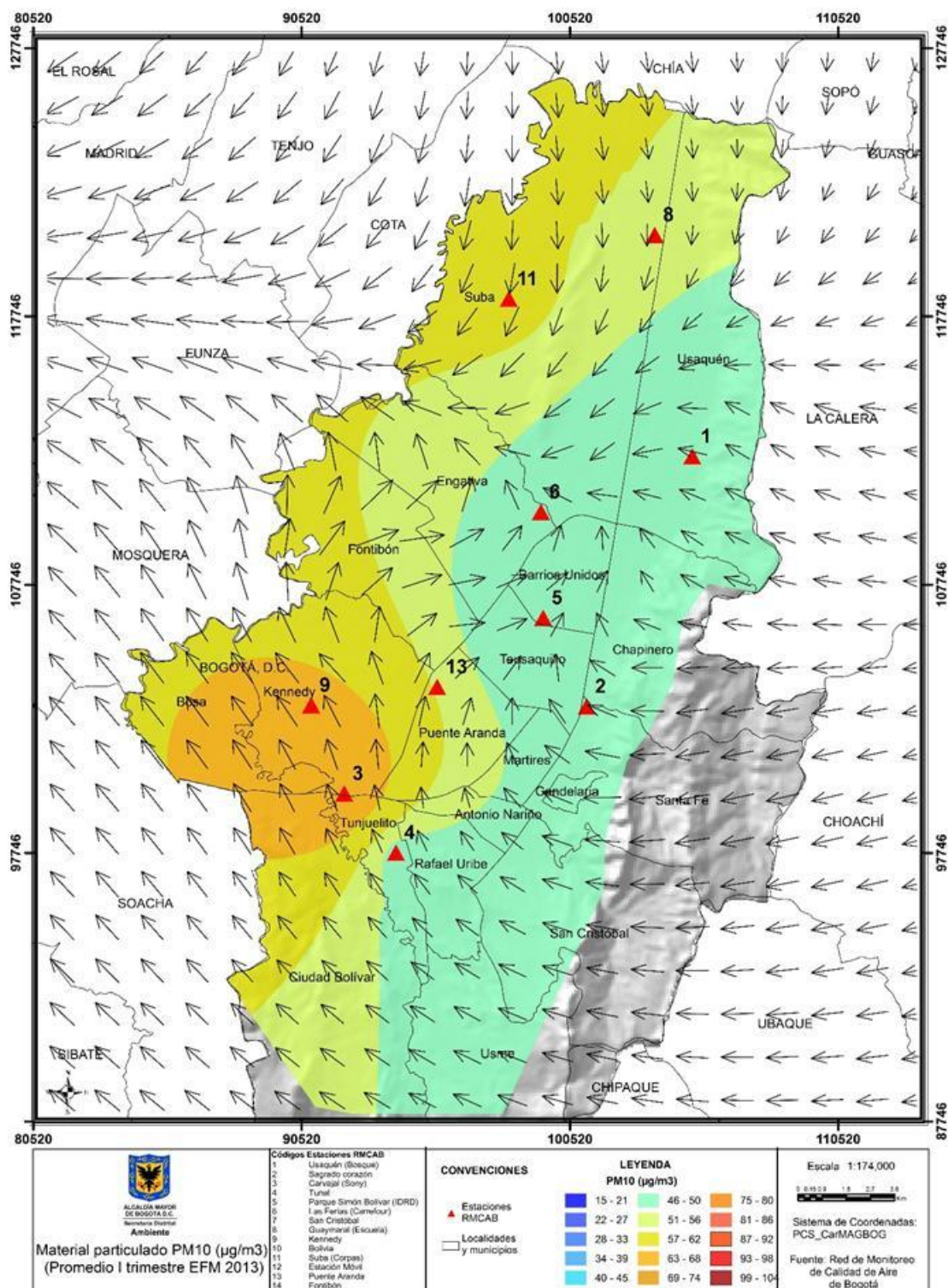


Figura 18. Interpolación de las medias de los promedios 24 horas de PM₁₀ durante el primer trimestre de 2013. Se incluyen vectores de viento a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo.

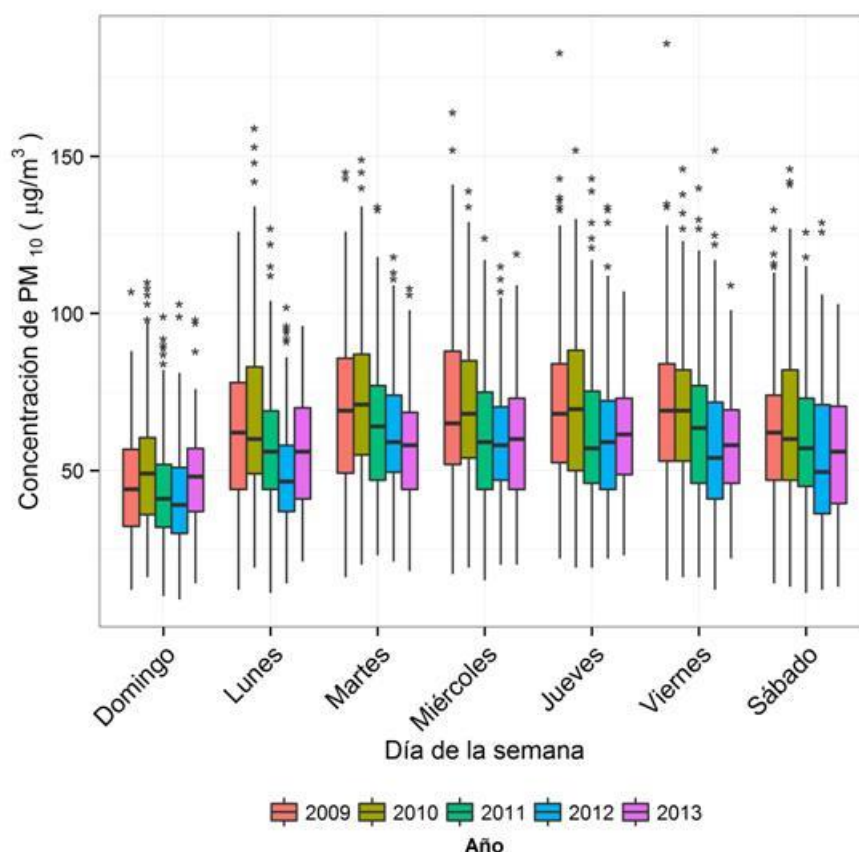


Figura 19. Gráfico de *boxplot* para PM₁₀ 24 horas por días de la semana comparando el primer trimestre de 2013 con el mismo periodo en años anteriores.

En la Tabla 3 se presentan los valores del promedio de PM₁₀ para cada día de la semana del primer trimestre del año, desde 2009 hasta 2013. Se puede observar un aumento generalizado de las concentraciones con respecto al año 2012, con excepción del día martes.

Tabla 3. Promedio de las estaciones que monitorean el contaminante PM₁₀ por día de la semana comparando el primer trimestre de los distintos años.

Promedio del contaminante PM ₁₀ por días de la semana en µg/m ³					
Día	2009	2010	2011	2012	2013
Lunes	63	69	57	49	56
Martes	69	73	64	63	57
Miércoles	71	71	62	60	58
Jueves	71	72	63	60	61
Viernes	71	70	64	58	58
Sábado	63	65	60	54	56
Domingo	46	51	44	42	47

En la Figura 20 se puede apreciar el comportamiento histórico de PM_{10} en el transcurso del primer trimestre del año 2013, en función de los meses de dicho periodo. Se registraron las mayores concentraciones promedio en febrero y marzo, con valores de $57 \mu g/m^3$ y $56 \mu g/m^3$, respectivamente. En enero se registran un nivel levemente menor con $55 \mu g/m^3$ y solamente presentó un dato atípico. Con respecto a la variabilidad, el mes con mayor amplitud en su caja (distancia entre el cuartil superior y el cuartil inferior) es enero y el de menor es marzo.

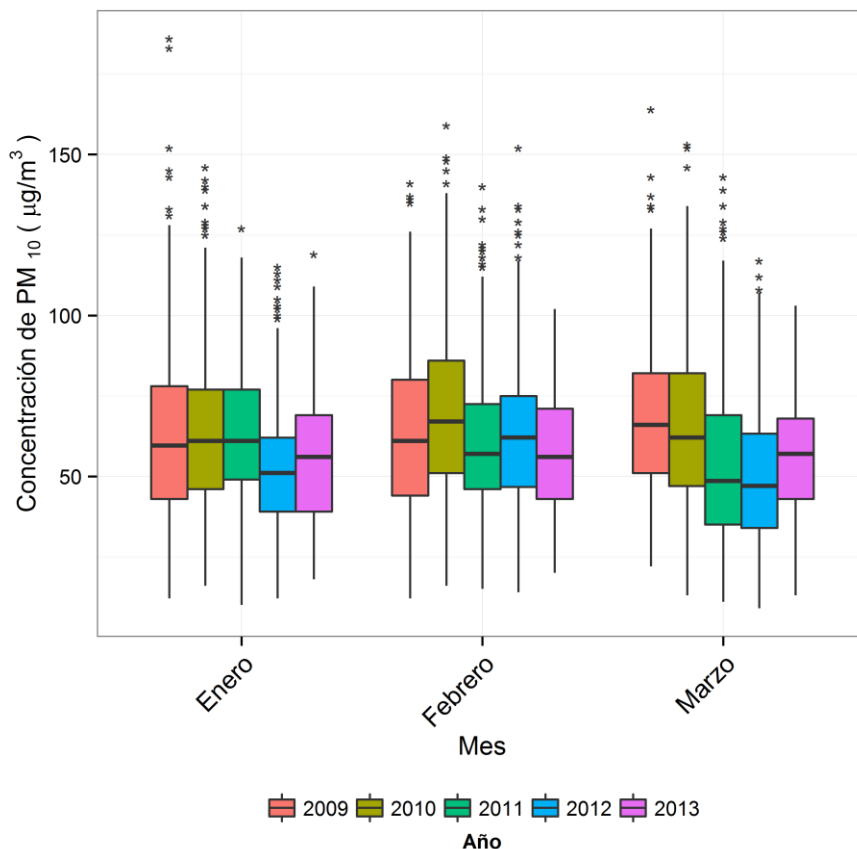


Figura 20. Gráfico de *boxplot* para PM_{10} 24 horas por meses comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

Los meses de enero y marzo aumentaron su concentración media de PM_{10} en comparación con el mismo periodo del año 2012. Por el contrario, febrero mostró una disminución considerable ya que durante el primer trimestre de 2012 se registró una concentración media de $63 \mu g/m^3$, la cual es relativamente alta en comparación con los meses de enero y marzo del mismo año que registraron concentraciones medias de $52 \mu g/m^3$ y $50 \mu g/m^3$, respectivamente. Los niveles de concentración del primer trimestre de 2013 muestran un descenso generalizado si éstos se comparan con el mismo periodo del año 2010.

En la Tabla 4 se presenta el valor de la concentración promedio de PM_{10} para cada mes del primer trimestre, desde 2009 hasta 2013. Al observar las tendencias históricas, es evidente que no se puede identificar cuál es el mes con la menor concentración promedio.

Es más conveniente visualizar el promedio general del periodo en estudio para revisar tendencias de aumento o de disminución.

Tabla 4. Promedio de las estaciones que monitorean el contaminante PM₁₀ por mes comparando distintos años.

Mes	Promedio del contaminante PM ₁₀ por mes del trimestre en $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	62	64	63	52	55
Febrero	63	71	61	63	57
Marzo	68	67	54	50	56

Respecto al comportamiento del contaminante en las distintas estaciones, se observa en la Figura 21 que en el primer trimestre de 2013 las estaciones que registran menores concentraciones son Parque Simón Bolívar y Usaquén, ambas con concentraciones medias de $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y Guaymaral con $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$; las estaciones con mayor concentración media son Carvajal y Kennedy, con $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y Suba con $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

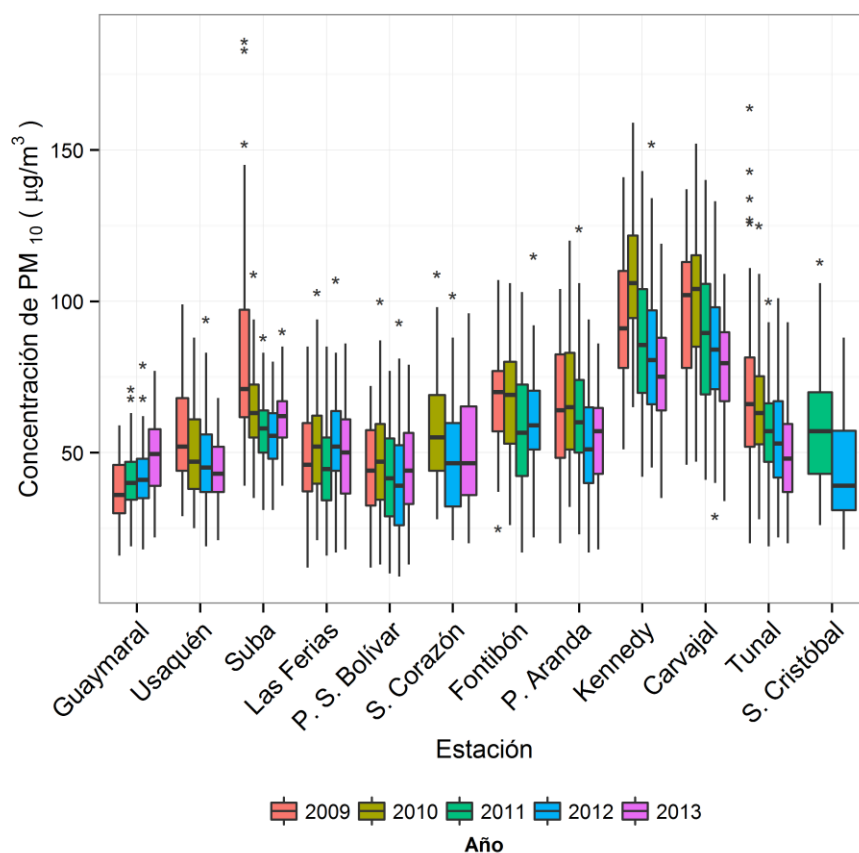


Figura 21. Gráfico de *boxplot* para PM₁₀ 24 horas por estaciones comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

Las estaciones de Kennedy y Carvajal históricamente han registrado los mayores valores de concentración media durante los últimos 5 años. Es posible que este comportamiento

esté asociado a la actividad industrial relativamente elevada, a una alta densidad urbana y a un considerable tráfico de vehículos pesados, en comparación con otras zonas de la ciudad. La estación de Suba se ubica en una zona suburbana (en los límites entre la parte urbana y rural de Suba) pero su alta concentración media puede deberse a actividades asociadas a la resuspensión de material particulado en vía. Con respecto al primer trimestre del año 2012, las estaciones de Guaymaral, Parque Simón Bolívar, Puente Aranda, Sagrado Corazón y Suba registraron aumentos de concentración destacables. En los últimos años Guaymaral ha aumentado su concentración media continuamente, quizás por el aumento progresivo del tráfico vehicular y la urbanización de las zonas aledañas.

En cuanto a la distribución de los datos en el primer trimestre de 2013 se encuentra que estaciones como Kennedy, Las Ferias, Parque Simón Bolívar y Tunal presentan simetría en la caja con respecto a su mediana, lo que sugiere que los datos tienen una distribución en forma de campana. Las estaciones Kennedy, Sagrado Corazón, Las Ferias y Parque Simón Bolívar presentan las cajas más grandes (distancia intercuartílica), mientras que Guaymaral, Suba y Usaquén presentan cajas con menor amplitud y por tanto menor variabilidad de los datos. Es importante mencionar que, con excepción de Suba, para el primer trimestre de 2013 las estaciones no registraron valores atípicos.

En lo referente al comportamiento global del contaminante en los últimos 5 años, la Figura 22 es un resumen de las gráficas anteriores. Entre el 2010 y el 2012 se observa un descenso en la concentración acompañado de una leve disminución en la dispersión de los datos. El primer trimestre de 2013 presentó un aumento de concentración, en cuanto a su media se refiere, pasando de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el primer trimestre de 2012 a 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El aumento puede parecer leve, pero debe considerarse que estos valores corresponden a promedios globales de todas las mediciones de las estaciones. Sin embargo aún puede considerarse una disminución de las concentraciones registradas en este periodo al comparar los resultados con sus valores equivalentes de los años 2010 y 2011.

La Tabla 5 contiene un resumen de los parámetros estadísticos de los primeros trimestres (media, mediana, máximos y mínimos) desde el año 2009 hasta el año 2013. Es importante destacar que el primer trimestre del año 2013 registró el menor número de valores atípicos (2), en comparación con los primeros trimestres de los años anteriores.

En cuanto a la distribución de los datos en el primer trimestre de 2013, se observa una tendencia a la simetría en la caja respecto a la mediana. La dispersión de datos del primer trimestre de 2013 disminuyó ligeramente en comparación con el primer trimestre del año 2012.

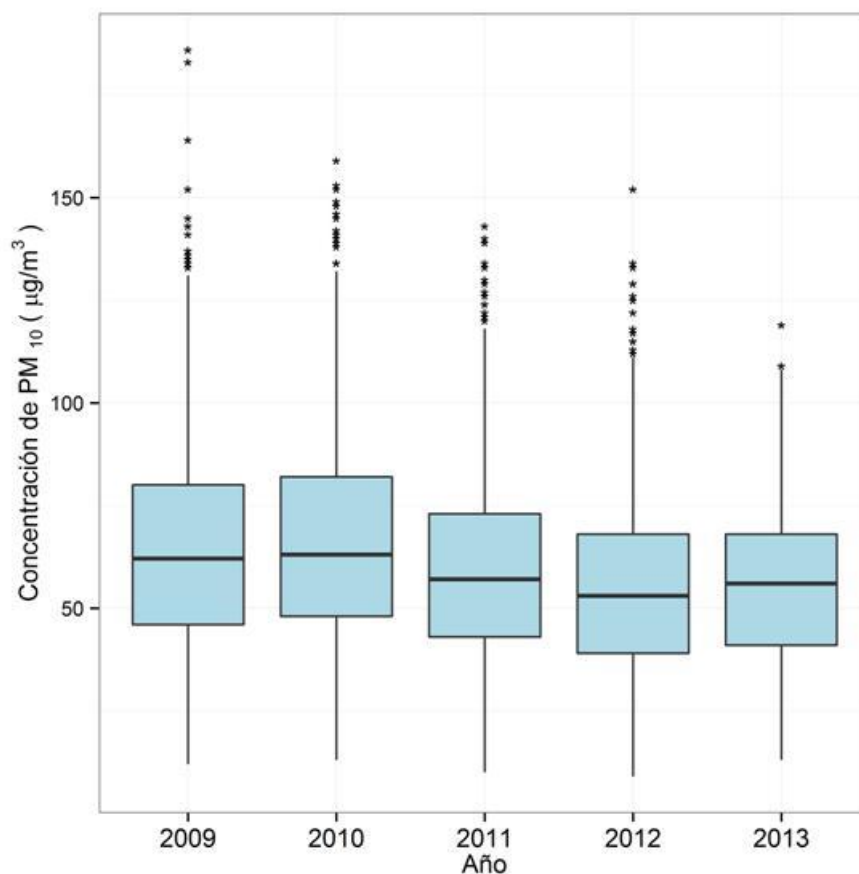


Figura 22. Gráfico de *boxplot* para PM₁₀ 24 horas en primer trimestre de los últimos 5 años.

Tabla 5. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de PM₁₀ en promedios 24 horas.

Año	Concentración en µg/m³			
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
2009	65	62	186	12
2010	67	63	159	13
2011	59	57	143	10
2012	55	53	152	9
2013	56	56	119	13

3.1.2. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PM_{2.5}

La RMCAB cuenta actualmente con 4 estaciones que monitorean este contaminante. Estas son Kennedy, Las Ferias (Carrefour), Parque Simón Bolívar (IDRD) y Tunal. En este informe se publicará únicamente el resultado de la estación Kennedy, atendiendo a que los datos de los equipos instalados en las otras estaciones se encontraban en revisión durante el primer trimestre de 2013. Según Resolución 601 de 2006 modificada por la Resolución 610 de 2010 el valor de la norma para este contaminante, que entró a regir a partir de enero de 2011, es de 50 µg/m³ como límite de concentración diaria y de 25 µg/m³ para promedio anual.

PM_{2.5} 24 Horas

La Figura 23 contiene un resumen estadístico de las concentraciones promedio de PM_{2.5} a partir de una base de 24 horas. Como se mencionó anteriormente, solamente se considerará la estación Kennedy.

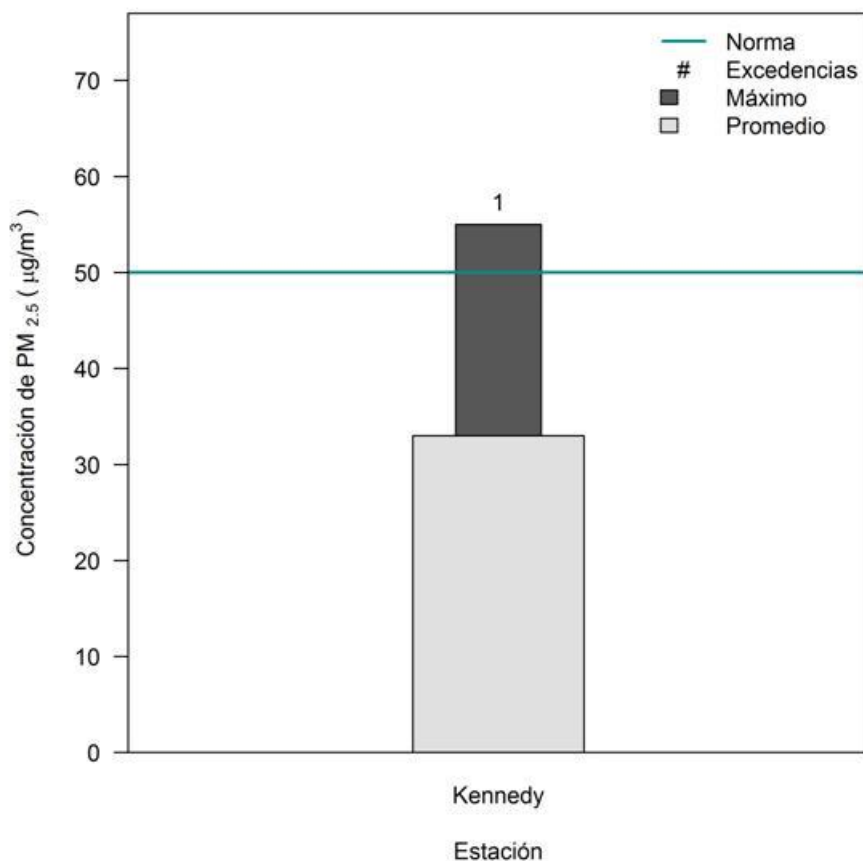


Figura 23. Concentraciones de PM_{2.5} 24 horas durante el primer trimestre de 2013.

A partir de los registros de la estación que monitorea este contaminante se obtuvieron 90 promedios de concentración 24 horas para el trimestre, lo que corresponde a un 100% de representatividad temporal. Es importante destacar que la representatividad temporal es menor a 100% cuando se tienen en cuenta promedios horarios. De los promedios hallados, uno superó el valor establecido por la resolución 610 de 2010 (50 µg/m³), que corresponde a 55 µg/m³ y fue medido el día 16 de enero de 2013, uno de los días en los que se registró un episodio generalizado de concentración máxima de PM₁₀. La Tabla 6 contiene un resumen estadístico y de excedencias de la concentración de PM_{2.5} en la estación Kennedy.

Tabla 6. Resumen de datos 24 horas de PM_{2.5} por estación para primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [µg/m³]	Excedencias norma 50 µg/m³	Máximo [µg/m³]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Kennedy	100%	33	1	55	16/01/2013

En el primer trimestre de 2012 se registraron ocho (8) excedencias, mientras que en el mismo periodo del 2013 se presentó un promedio que excedió la norma.

Comportamiento histórico de promedios por fracciones temporales de PM_{2.5}

El análisis gráfico que se presenta a continuación hace referencia principalmente a los *boxplot* que describen la distribución de los datos de las concentraciones medias de PM_{2.5} registradas para los días de la semana, meses y la estación de monitoreo. Se presentan tendencias históricas en función de los últimos 5 años.

El comportamiento del contaminante en el transcurso de la semana se muestra en la Figura 24. Se considera únicamente la estación Kennedy en el análisis histórico para aumentar la confiabilidad de las intercomparaciones, lo que se diferencia del informe del primer semestre del año anterior, que incluyó el análisis de Parque Simón Bolívar. Para el primer trimestre de 2013, el día domingo registra la menor concentración promedio con 31 µg/m³. Los demás días de la semana tienden a mantener una concentración que oscila entre 33 µg/m³ y 35 µg/m³. Las principales fuentes de material particulado menor a 2.5 micrómetros incluyen polvo (con resuspensión), la quema de combustibles y las emisiones de fuentes móviles. El día domingo no muestra un descenso tan pronunciado en su concentración de PM_{2.5}, en comparación con el descenso observado para PM₁₀. Sin embargo, aún se evidencia la reducción en las actividades relacionadas con el tráfico vehicular.

La Tabla 7 contiene la concentración media de PM_{2.5} por día de la semana para el primer trimestre de 2013. En comparación con el primer trimestre de 2012, en el presente trimestre la concentración promedio es menor para el día martes y jueves, igual para los miércoles y viernes y mayor para los demás días. El promedio trimestral para el año 2013 fue 33 µg/m³ valor que se mantiene en comparación con el mismo periodo del año 2012. Aun así, la concentración continua siendo significativamente menor en comparación con el año 2010. Es importante destacar que en el primer trimestre del año 2012 se registraron 8 excedencias, como se mencionó previamente.

Se observa también que para el presente trimestre, los días jueves y sábado presentan la mayor dispersión de los datos. La simetría de la distribución de los datos varía dependiendo de los días de la semana. En cuanto a los datos atípicos, estos se presentaron los días domingo y lunes.

Tabla 7. Concentración promedio de PM_{2.5} por día de la semana en el primer trimestre de los últimos 5 años. Se considera solamente la estación Kennedy.

Promedio del contaminante PM _{2.5} por días de la semana en $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Día	2009	2010	2011	2012	2013
Domingo	28	33	29	30	31
Lunes	32	44	32	31	34
Martes	34	44	36	37	34
Miércoles	35	42	37	35	35
Jueves	38	44	37	35	34
Viernes	36	44	41	33	33
Sábado	35	41	39	32	33

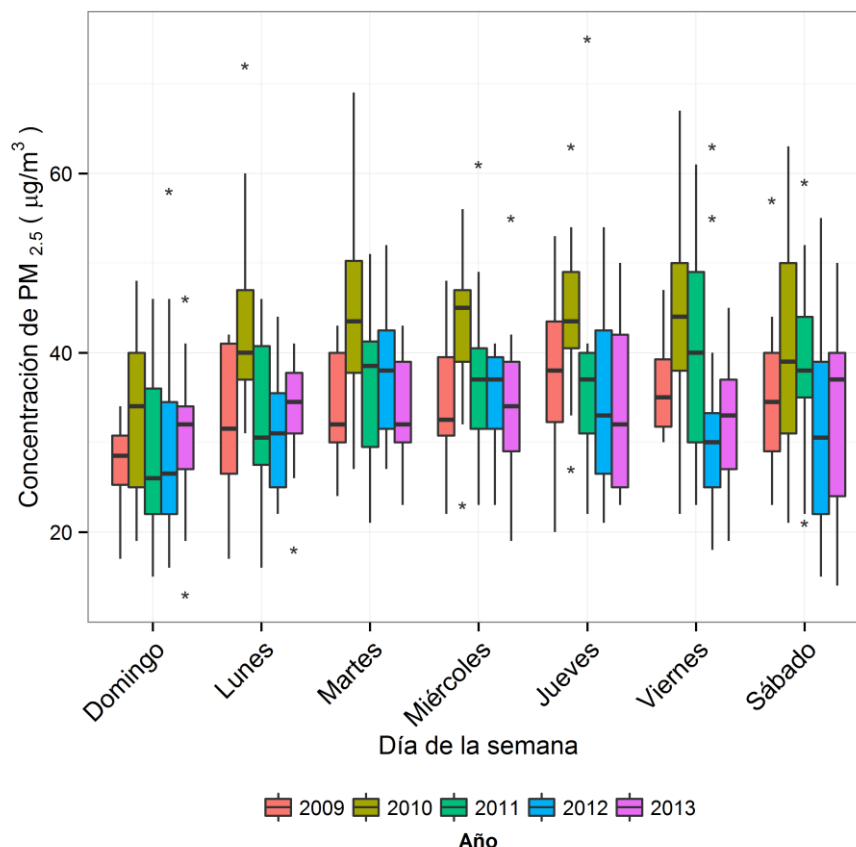


Figura 24. Gráfico de *boxplot* para PM_{2.5} por días de la semana (sobre base 24 horas) comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores. Se considera únicamente la estación Kennedy.

La Figura 25 es un gráfico de *boxplot* histórico en función de los tres primeros meses del año. Al igual que la Figura 24 solamente se incluirá el análisis de la estación Kennedy. Se observa, de forma similar al comportamiento de PM₁₀, que las mayores concentraciones medias se registraron en enero y las menores en febrero y marzo. Enero, con una media aritmética de 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, presenta la mayor dispersión de los

datos, y para este mes la longitud del bigote es mayor hacia los valores más altos de concentración. Los meses de febrero y marzo presentan dispersión menor, siendo este último el único que registra valores atípicos tanto altos como bajos. Con excepción del mes de febrero, las concentraciones de PM_{2.5} aumentaron en los meses del primer trimestre de 2013 en comparación con su contraparte de 2012. El primer trimestre del año 2010 registra los valores más altos de concentración media. Una explicación plausible es la influencia del fenómeno del niño que disminuyó los niveles de precipitación e inhibió los procesos de deposición húmeda de material particulado. El resumen de concentraciones medias para los meses de enero, febrero y marzo de los últimos 5 años se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Concentración promedio de PM_{2.5} por mes en el primer trimestre de los últimos 5 años. Se considera solamente la estación Kennedy.

Mes	Promedio del contaminante PM _{2.5} por mes del trimestre en $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	31	39	34	31	34
Febrero	33	44	38	39	33
Marzo	37	42	36	29	33

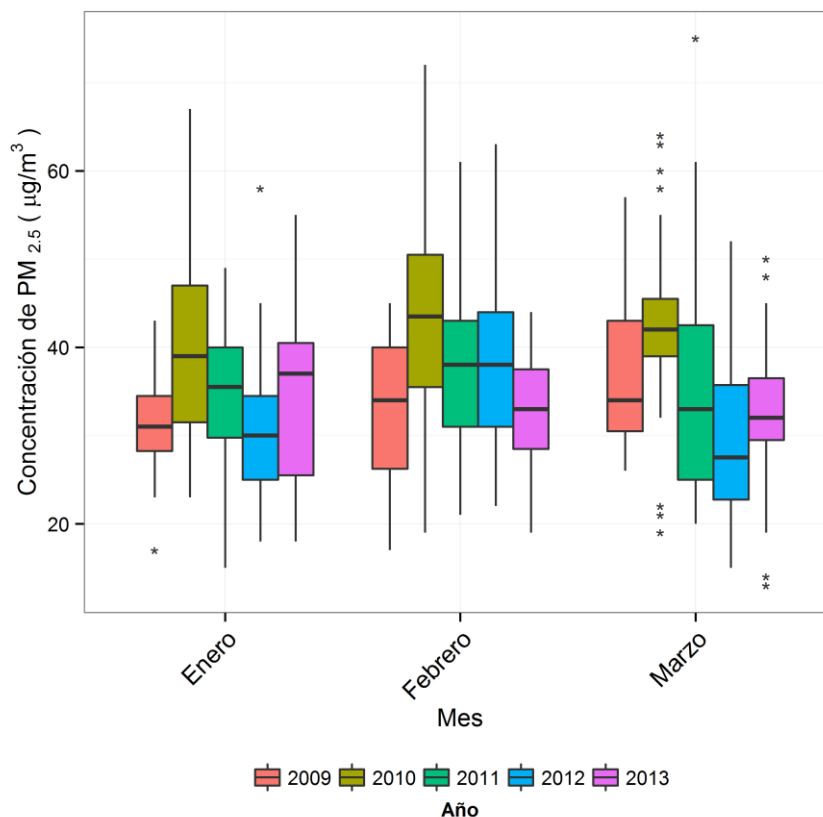


Figura 25. Gráfico de *boxplot* para PM_{2.5} por meses (desde base 24 horas), comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

La Figura 26 corresponde a un gráfico de *boxplot* con el comportamiento histórico de la concentración media de $PM_{2.5}$ en función de la estación de monitoreo. Debido a que solamente se tuvo en cuenta un receptor (Kennedy), estos promedios corresponden a la evolución histórica general de este contaminante para la RMCAB. Los menores valores se registraron en los años 2012 y 2013 mientras que el máximo valor se encuentra en el 2010, posiblemente por la influencia del fenómeno del niño. En el 2013 se registró un nuevo aumento en lo que respecta a la mediana, pero la media se mantuvo constante como se puede observar en la Tabla 9. La simetría de los datos respecto a la mediana es variable con el transcurrir de los años. Sin embargo, el primer trimestre de 2013 es el único que no registra datos atípicos.

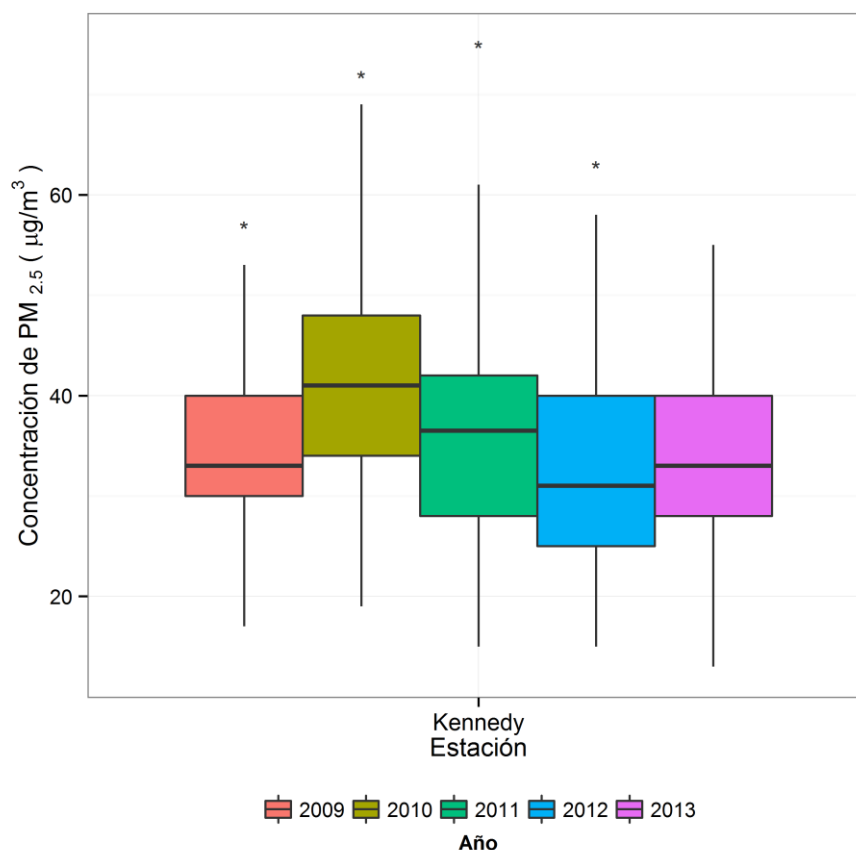


Figura 26. Gráfico de *boxplot* para $PM_{2.5}$ por estaciones (desde base 24 horas), comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores. Este gráfico también corresponde a la tendencia generalizada histórica ya que solamente registra una estación (Kennedy).

Tabla 9. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de $PM_{2.5}$ en promedios 24 horas. Solamente se considera la estación de Kennedy.

Año	Concentración media de $PM_{2.5}$ en $\mu g/m^3$
2009	34
2010	42
2011	36
2012	33
2013	33

3.1.3. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PST.

Para medir la concentración de partículas suspendidas totales (PST), la RMCAB durante el primer trimestre de 2013 contó con un monitor ubicado en la estación No. 3 Carvajal.

PST 24 Horas

En la estación No. 3 Carvajal se registraron 90 promedios de 24 horas, y ninguno excedió la norma ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Cuatro (4) concentraciones promedio de 24 horas superaron el valor medio de la norma, ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). El promedio máximo alcanzó un valor de $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y el promedio de los datos registrados en el trimestre fue $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta estación, el porcentaje de datos válidos fue de 100%. Sin embargo, es importante destacar que en el presente análisis los datos válidos son promedios de datos horarios de 24 horas. De esta manera, puede que exista un porcentaje de recuperación de 100% para datos diarios pero un valor menor para los datos horarios.

En la Figura 27 y en la Tabla 10 se resume lo expuesto anteriormente. Se muestra el promedio, el número de excedencias y el valor máximo de los promedios 24 horas que fueron registrados en la estación Carvajal. Como la norma de 24 horas es $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, este valor no aparece en la gráfica por encontrarse muy por encima del valor máximo.

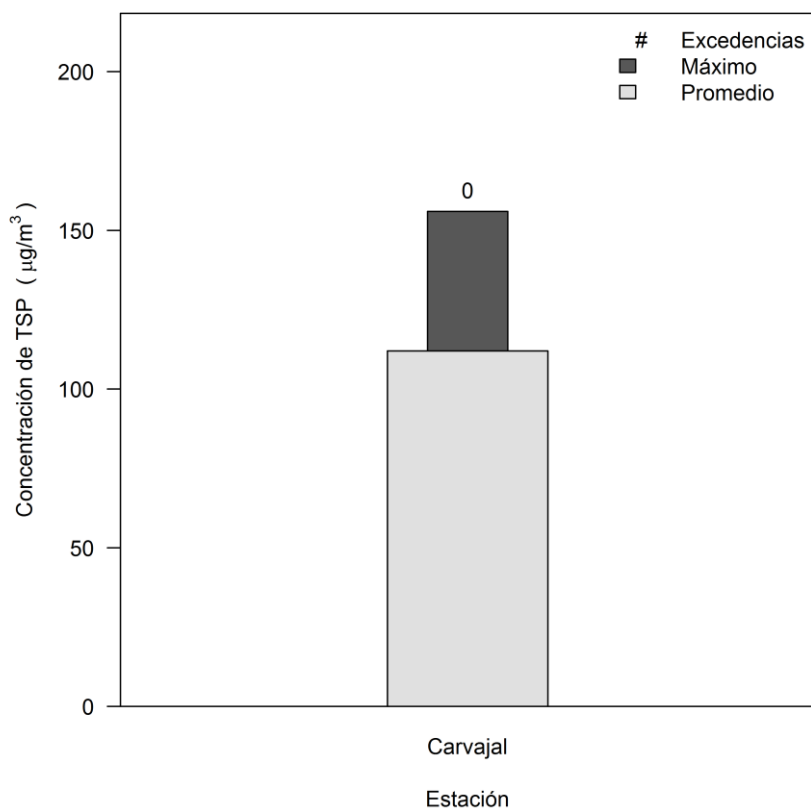


Figura 27. Concentraciones de PST (TSP) para 24 horas durante el primer trimestre de 2013.

Tabla 10. Resumen de datos 24 horas de PST para primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Excedencias norma 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Carvajal (Sony)	100%	112	0	156	29/01/2013

La concentración media de PST durante el primer trimestre del año 2012 en la estación Carvajal fue $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un porcentaje de representatividad de 69%. Aunque ningún dato excede la norma diaria en los últimos dos años, se observa que durante el primer trimestre de 2013, la concentración de este contaminante se redujo en un 25% que es una reducción apreciable.

Comportamiento histórico de promedios por fracciones temporales de PST

La distribución de los datos de PST para los días de la semana en el primer trimestre del 2013 se presenta en la Figura 28. La tendencia durante la semana se asemeja a una forma cóncava. Este hecho se atribuye al hecho de que la semana inicia el domingo con una concentración media de $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con incremento del contaminante, llegando a su máximo el día miércoles con $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Posteriormente, los niveles disminuyen los días viernes y sábado con $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Como se puede apreciar en la Figura, esta descripción es similar en los últimos años. De forma similar al comportamiento de PM_{10} , el domingo es un día por lo general no laborable y las actividades industriales y de tráfico pesado disminuyen considerablemente, favoreciendo el descenso en los niveles de PST. Las concentraciones promedio históricas de PST durante los últimos 5 años (exceptuando el año 2012) se muestran en la Tabla 11.

La comparación de la concentración media de PST con las tendencias de los años 2009, 2010 y 2011 muestra un descenso significativo durante el presente trimestre. El material particulado total no representa un problema de salud pública tanto por su descenso progresivo y significativo como por la ausencia de excedencias de la normatividad. A pesar de estos hechos, los registros de PST se mantienen ya que permiten verificar la trazabilidad histórica de las mediciones de material particulado de la RMCAB.

En comparación con el primer trimestre de 2011, el primer trimestre de 2013 presenta una dispersión de datos significativamente menor. En la mayor parte de los días de la semana no se presenta simetría respecto a la mediana lo que sugiere que los datos de ciertos días no presentan una distribución en forma de campana.

Es importante destacar que el año 2012 presentó una representatividad del 69%, razón por la cual no es incluido en las Figuras relacionadas. El informe del primer trimestre de 2012 sí lo incluye como una excepción con el objetivo de mostrar las tendencias generales de este contaminante.

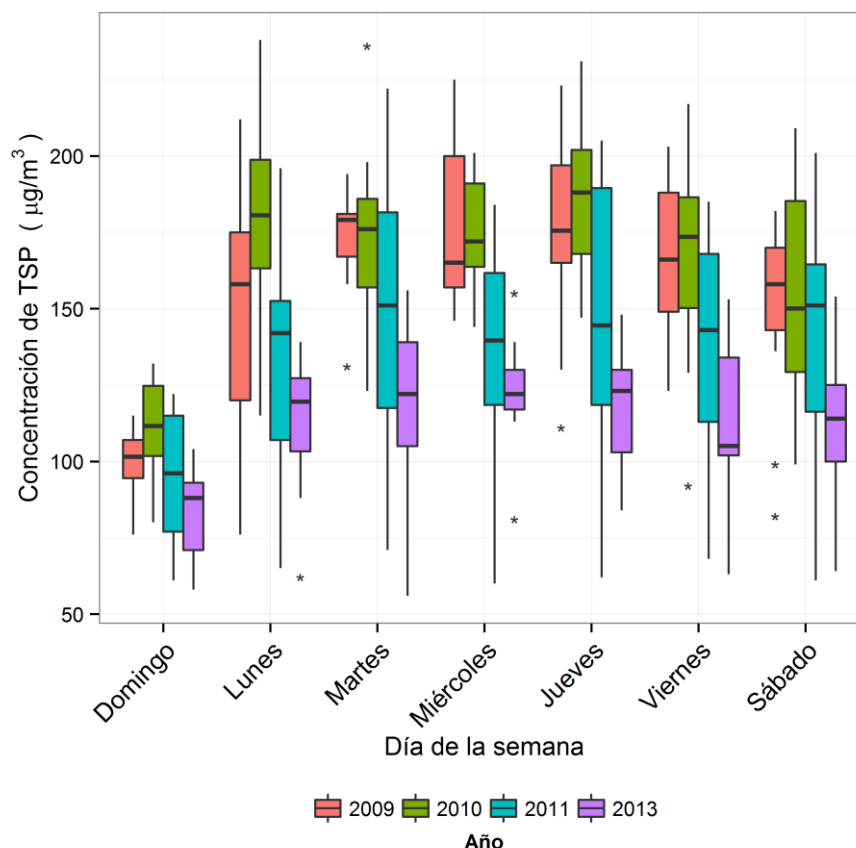


Figura 28. Gráfico de *boxplot* para PST (TSP) por días de la semana (desde base 24 horas) comparando primer trimestre de 2013 con años anteriores.

Tabla 11. Concentración promedio de PST por día de la semana en el primer trimestre de 2013. Se considera solamente la estación Carvajal.

Promedio del contaminante PST por días de la semana en $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Día	2009	2010	2011	2013
Domingo	100	111	95	83
Lunes	151	177	132	113
Martes	174	175	151	120
Miércoles	178	175	137	123
Jueves	177	187	142	120
Viernes	166	167	140	112
Sábado	150	155	141	112

En la Figura 29 se puede apreciar el comportamiento de la concentración de PST mes a mes. De forma similar a la tendencia encontrada en función de los días de la semana, se observa una reducción drástica en enero y febrero del año 2013, en comparación con los

años 2009, 2010 y 2011. Para estos meses, la dispersión de datos es significativamente menor. Esta reducción podría estar asociada a la mejora tecnológica en procesos de quema de combustibles.

En el primer trimestre de 2013 el mes con mayor concentración promedio es marzo, con $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que la menor se presenta en enero, con $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La caja para febrero presenta simetría con respecto a la mediana, diferente a lo que ocurre en los otros meses. Se presentan datos atípicos en enero (1) y en febrero (3) hacia concentraciones por debajo de la mediana. Marzo no tiene este tipo de datos pero es importante considerar que tiene una distancia intercuartílica mayor.

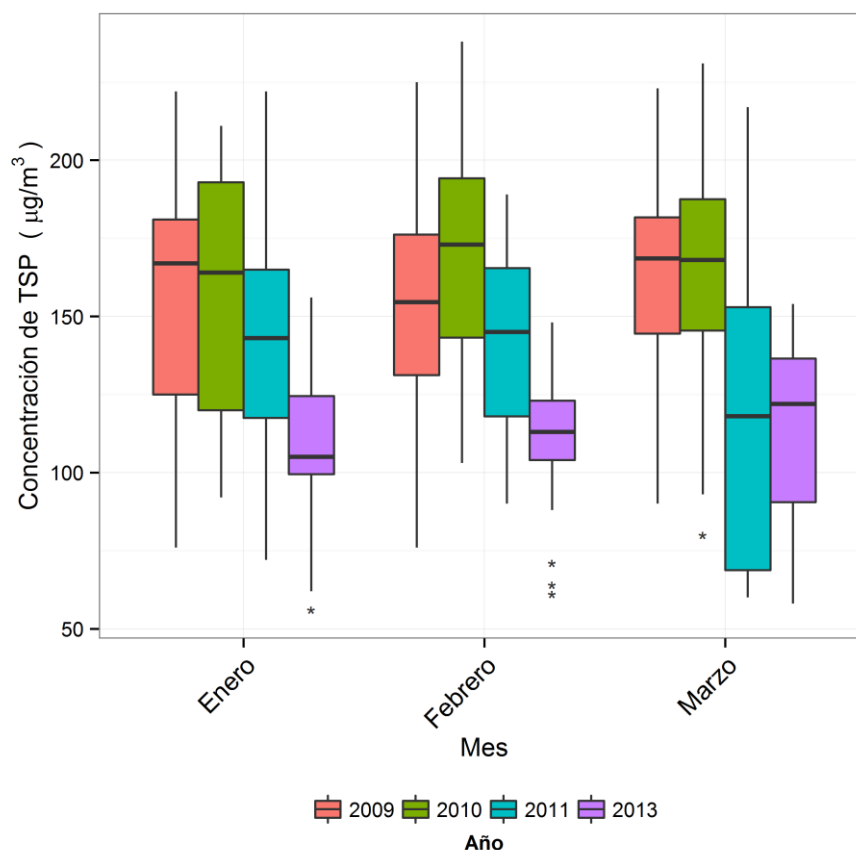


Figura 29. Gráfico de *boxplot* para PST (TSP) por meses (desde base 24 horas) comparando primer trimestre de 2013 con años anteriores. Los datos corresponden únicamente a la estación Carvajal.

Tabla 12. Concentración promedio de PST por mes en el primer trimestre de los últimos 5 años. Se considera solamente la estación Carvajal. El año 2012 no cumple con el criterio de representatividad temporal.

Mes	Promedio del contaminante PST por mes del trimestre en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	2009	2010	2011	2013
Enero	158	157	142	111
Febrero	149	171	142	112
Marzo	161	163	121	114

En la Figura 30 se presenta el análisis por estación. Solamente se tuvo en cuenta la estación Carvajal de manera que la intercomparabilidad de los años no condujera a interpretaciones erróneas. Como en los años 2010, 2011, 2012 y 2013 solamente estuvo en operación esta estación, en lo referente a PST, la tendencia de esta Figura es la tendencia generalizada de este contaminante en la RMCAB.

En los años 2011 y 2013 se observa una distribución simétrica de los datos. En 2009 y 2010 la mitad inferior de los datos se distribuye en un rango mayor que la mitad superior. Tanto la media como la mediana son más bajas en el año 2013 en comparación con los periodos de los años previos.

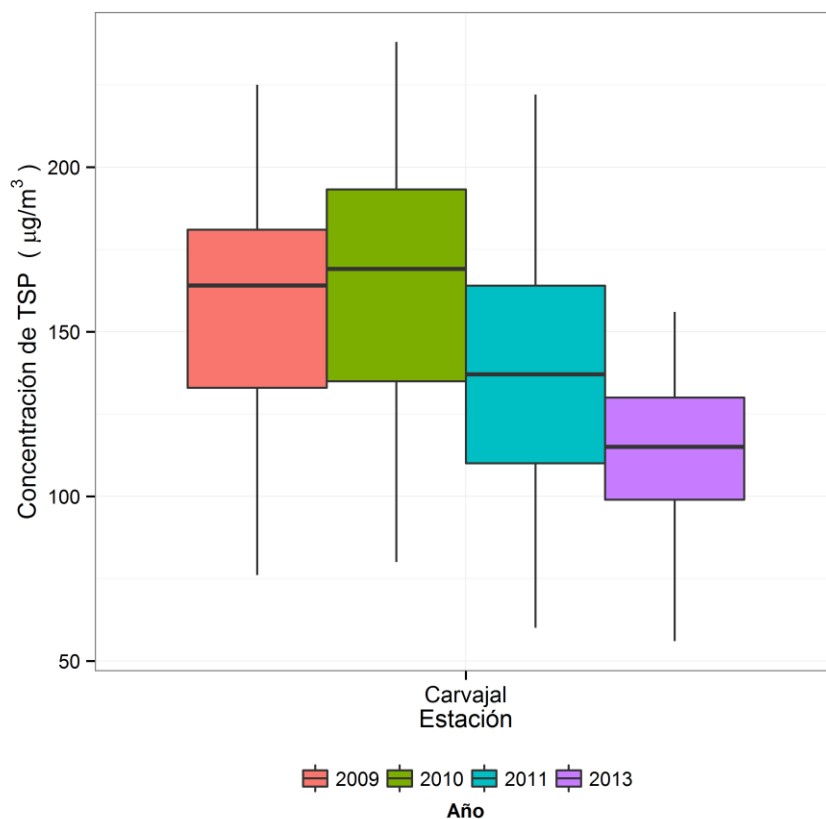


Figura 30. Gráfico de *boxplot* para PST 24 horas por estaciones comparando primer trimestre de 2013 con años anteriores. Se muestra Carvajal únicamente ya que PST se midió solamente en esta estación durante los últimos 4 años.

Tabla 13. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de PST en promedios 24 horas. Solamente se considera la estación de Carvajal ya que PST se midió únicamente en esta estación durante los últimos 4 años.

Año	Concentración media de PST en µg/m³
2009	156
2010	164
2011	134
2013	112

3.2. GASES CONTAMINANTES

La RMCAB, además de medir el material particulado, realiza el monitoreo de otros contaminantes tanto primarios como secundarios presentes en el aire. Éstos son el dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y ozono (O_3). Estos gases se emiten significativamente a partir del uso de combustibles fósiles y de reacciones fotoquímicas ocurridas en la atmósfera.

El SO_2 , contaminante primario, es un gas incoloro y de olor picante e irritante en concentraciones superiores a 3 ppm. Se genera principalmente por la utilización de combustibles fósiles con contenido de azufre como el carbón, la gasolina y el diésel, 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 NO_2 es un gas de color pardo rojizo, fuertemente tóxico, cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas. El NO_2 participa en las reacciones atmosféricas que dan lugar a la formación del ozono (O_3) 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 O_3 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 producto de reacciones fotoquímicas. Sus efectos en el sistema respiratorio requieren atención ya que es un gas altamente oxidante e irritante.

3.2.1. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SO_2

Para analizar este contaminante, la RMCAB contó con 10 analizadores de dióxido de azufre, SO_2 (incluyendo Estación Móvil), ubicados según configuración mostrada en la Tabla 1. En las estaciones Parque Simón Bolívar, Fontibón y San Cristóbal el porcentaje de los datos recuperados es inferior al 75%, razón por la que se descartan para el cálculo de promedios. Los datos obtenidos en cada una de las estaciones permitieron calcular concentraciones promedio 24 horas y medias móviles de 3 horas con el fin de compararlas con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 601 de 2006.

SO₂ en 3 horas

Durante el periodo analizado se obtuvieron 15281 (quince mil doscientos ochenta y uno) datos de concentraciones promedio 3 horas, que representan el 79% de los promedios posibles en el primer trimestre de 2013. En la Tabla 14 se muestran los valores promedio y máximos de SO₂ obtenidos para promedios de 3 horas por estación, así como los días en los cuales se presentó este máximo. En la Figura 31 se visualizan las concentraciones máximas y medias para cada una de las estaciones y el número de excedencias a la norma. Las estaciones que no registran promedios en esta Figura son aquellas que no cumplen con el criterio de representatividad temporal.

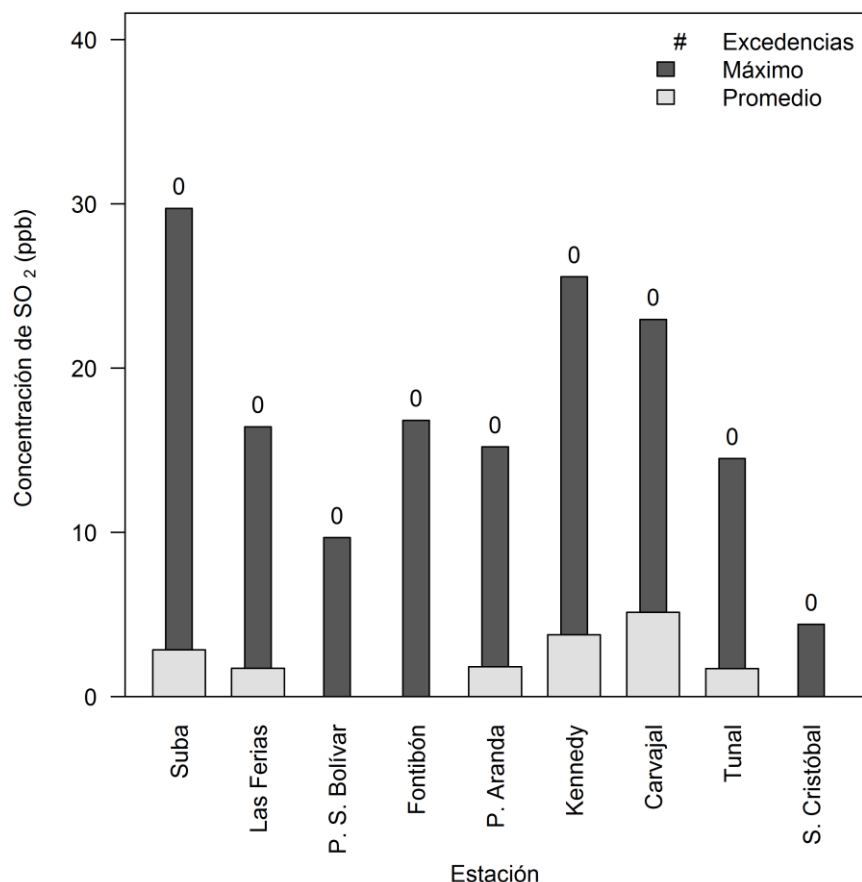


Figura 31. Concentraciones medias, máximos y número de excedencias de SO₂ en base de 3 horas por estación durante el primer trimestre de 2013.

El valor límite permisible en la Resolución 601 de 2006 (287 ppb) no fue excedido en ninguna oportunidad. Tampoco se presentaron excedencias del 50% de la norma. De acuerdo a la Tabla 14, la media más alta se presentó en la estación Carvajal con 5,1 ppb. Suba registró el evento con la concentración más alta durante el primer trimestre de 2013 con 29,73 ppb. Tunal, Puente Aranda y Las Ferias registran las concentraciones promedio más bajas. Según el criterio de representatividad temporal, se descartó Parque Simón Bolívar (67%), Fontibón (69%) y San Cristóbal (56%).

Tabla 14. Resumen de datos de SO₂ en base de 3 horas por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppb]	Máximo [ppb]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Suba (Corpas)	91%	2,9	29,73	02/02/2013 05:00
Las Ferias (Carrefour)	79%	1,7	16,43	12/01/2013 09:00
Parque Simón Bolívar (IDRD)	67%		9,68	25/01/2013 11:00
Fontibón	69%		16,82	22/01/2013 10:00
Puente Aranda	97%	1,8	15,20	24/01/2013 10:00
Kennedy	79%	3,8	25,56	24/01/2013 08:00
Carvajal (Sony)	91%	5,1	22,97	23/02/2013 21:00
Tunal	79%	1,7	14,49	25/01/2013 11:00
San Cristóbal	56%		4,40	04/03/2013 09:00

En la Tabla 14 se observa que el día 24 de enero de 2013 Kennedy y Puente Aranda registran sus concentraciones máximas a las 08:00 a.m. y a las 10:00 a.m., respectivamente. El día 25 de enero a las 11:00 a.m. Tunal y Parque Simón Bolívar registraron sus concentraciones máximas de forma simultánea. Con todo, la mayoría de las máximas concentraciones ocurrieron en el mes de enero.

SO₂ en 24 horas

Para el estudio de la concentración diaria de SO₂, se contó con 638 (seiscientos treinta y ocho) promedios, cuya representatividad temporal es del 79%. Todos los promedios obtenidos estuvieron por debajo del nivel máximo permisible establecido en la Resolución 601 de 2006 (96 ppb). De forma similar al caso de la comparación con promedios móviles de 3 horas, ningún dato superó el valor del 50% de la norma (48 ppb). Entonces, de acuerdo a los límites normativos establecidos, este contaminante no es crítico en términos de afectación de la calidad del aire, en comparación con contaminantes como PM₁₀ y ozono.

En la Figura 32 se muestra un resumen de las concentraciones máximas y medias de SO₂, y el número de excedencias a la norma para cada una de las estaciones en base de 24 horas. De acuerdo al criterio de representatividad temporal, para el cálculo de promedios se descartan las estaciones Parque Simón Bolívar, Fontibón y San Cristóbal, con porcentajes de recuperación de 68%, 69% y 54%, respectivamente.

Las concentraciones promedio, los valores máximos, y la fecha de los máximos registrados en cada una de las estaciones se encuentran en la Tabla 15. De forma similar al caso de las concentraciones en base de 3 horas, la concentración promedio más alta se registra en la estación Carvajal con 5,1 ppb y el evento con la concentración máxima ocurrió en la estación Suba con un valor de 8,27 ppb el 02 de febrero de 2013, seguido muy de cerca por Carvajal con 8,21 ppb en 15 de febrero de 2013. Se registran mínimos en Tunal, Puente Aranda y Las Ferias.

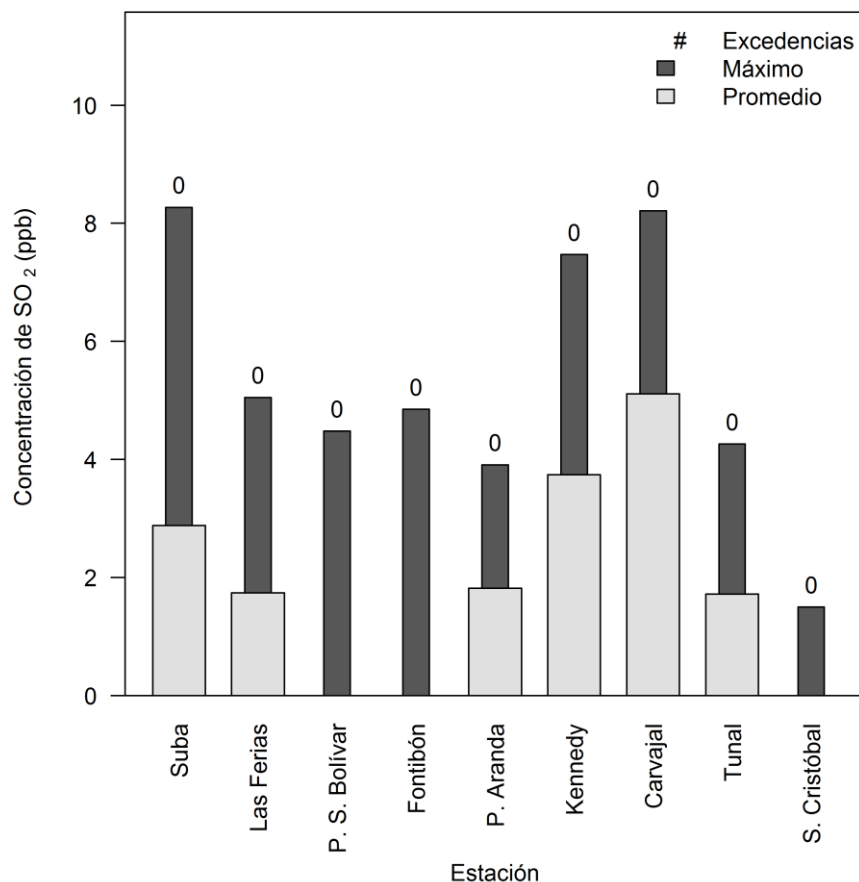


Figura 32. Concentraciones promedio, máximos y número de excedencias de SO₂ en base de 24 horas por estación durante el primer trimestre de 2013.

Tabla 15. Resumen de datos en base 24 horas de SO₂ por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppb]	Máximo [ppb]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Suba (Corpas)	96%	2,9	8,27	02/02/2013
Las Ferias (Carrefour)	78%	1,7	5,05	12/01/2013
Parque Simón Bolívar (IDRD)	68%		4,48	14/01/2013
Fontibón	69%		4,85	25/01/2013
Puente Aranda	97%	1,8	3,91	25/01/2013
Kennedy	79%	3,7	7,47	24/01/2013
Carvajal (Sony)	92%	5,1	8,21	15/02/2013
Tunal	77%	1,7	4,26	24/01/2013
San Cristóbal	54%		1,50	03/02/2013

El día 24 de enero las estaciones Kennedy y Tunal registraron simultáneamente sus episodios de máxima concentración en el primer trimestre de 2013, mientras que Fontibón y Puente Aranda los registraron el día 25 de enero. Ninguna estación registra eventos de máxima concentración en el mes de marzo. Con base en las tendencias registradas hasta

el momento, se observa que la segunda mitad del mes de enero de este año registró los episodios más notorios de afectación de calidad del aire.

Comportamiento histórico de promedios de SO₂. Base de tiempo de 24 horas.

La Figura 33 es un gráfico *boxplot* que muestra las tendencias históricas de los promedios diarios de SO₂ en función de los días de la semana. El año 2009 registra niveles de concentración significativamente elevados en comparación con los 4 años posteriores, especialmente en el año 2011. Esta tendencia se explica teniendo en cuenta el proceso de modernización de la RMCAB en lo referente a la instalación de nuevos equipos marca THERMO en las estaciones Suba, Chico Lago, Fontibón y Puente Aranda, en el mes de mayo de 2009.

El comportamiento de las concentraciones diarias de SO₂ para el primer trimestre de 2013 es similar al mismo periodo del año 2012. Sin embargo, el presente periodo registra menor variabilidad en todos los días de la semana. Los datos tienden a presentar una mayor simetría con respecto a la mediana. Para todos los años analizados el día domingo presenta la menor variabilidad de datos. Sin embargo, en el primer trimestre de 2013 la variabilidad del domingo es similar a la correspondiente a los días lunes y sábado.

La Tabla 16 muestra los promedios de SO₂ en base de 24 horas para cada uno de los días de la semana. Se observa que el año 2011 ha registrado los menores valores de concentración en los últimos 5 años. Sin embargo, este año no involucra estaciones que tienden a presentar valores altos de concentración como Carvajal. Descartando el 2011, se observa un descenso progresivo de los niveles de contaminación por SO₂ desde el 2009 a 2013. En descenso más marcado se presentó entre el 2009 y 2010, posiblemente por el cambio de los equipos que miden este contaminante.

El comportamiento de las concentraciones diarias de SO₂ en función de los meses de enero, febrero y marzo se observa en la Figura 34. Nuevamente el año 2009 marca una diferencia, respecto a los demás años debido a las acciones ejecutadas durante el proceso de modernización de la RMCAB. La dispersión de datos disminuyó considerablemente en 2013 en comparación con el primer trimestre de 2012 y la mediana tiende a estar más cerca de los valores inferiores para ambos periodos. En enero de 2012 la mediana (2,0 ppb) es considerablemente menor que el promedio (3,2 ppb).

La Tabla 17 es un resumen de promedios mensuales de los primeros trimestres de los últimos 5 años. Con excepción del año 2011 y del mes de febrero, se observa un descenso progresivo desde el año 2009 hasta el año 2013. Con respecto al primer trimestre de 2012, los meses de febrero y marzo de 2013 redujeron su concentración mientras que enero mantuvo el nivel constante. El único dato atípico se presentó en febrero.

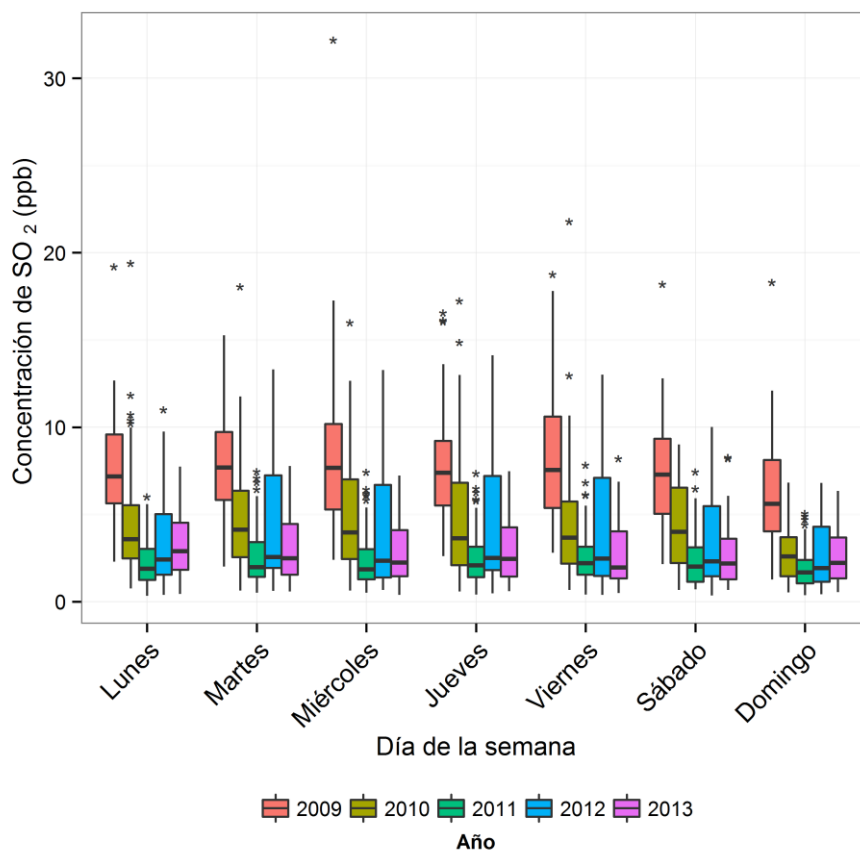


Figura 33. Gráfico de *boxplot* para SO₂ por días de la semana (base 24 horas) comparando el primer trimestre de 2013 con años anteriores.

Tabla 16. Concentración promedio de SO₂ en función de los días de la semana durante los primeros trimestres de los últimos 5 años. Base de tiempo diaria.

Promedio del contaminante SO ₂ por días de la semana en ppb					
Día	2009	2010	2011	2012	2013
Lunes	7,6	4,4	2,3	3,6	3,3
Martes	7,8	4,9	2,5	4,0	3,1
Miércoles	8,1	4,8	2,4	4,0	2,8
Jueves	7,8	4,9	2,4	4,3	3,0
Viernes	8,4	4,5	2,6	4,0	2,7
Sábado	7,3	4,4	2,4	3,6	2,7
Domingo	6,2	2,8	1,9	2,7	2,6

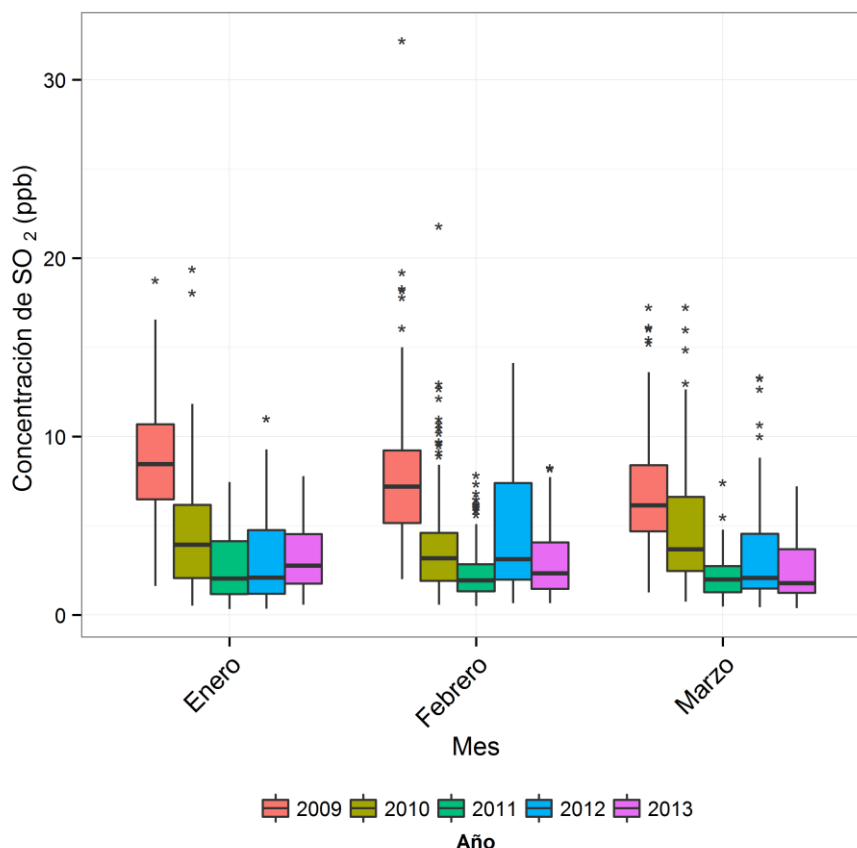


Figura 34. Gráfico de *boxplot* para SO₂ en base de 24 horas, por meses, comparando el primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

Tabla 17. Concentración promedio de SO₂ para los primeros trimestres entre 2009 y 2013 en función del mes. Base de tiempo diaria.

Mes	Promedio del contaminante SO ₂ por mes del trimestre en ppb				
	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	8,4	4,5	2,7	3,2	3,2
Febrero	7,8	3,9	2,3	4,5	2,9
Marzo	6,8	4,6	2,1	3,5	2,5

La Figura 35 contiene la distribución de las concentraciones diarias de SO₂ en función de las estaciones de monitoreo que operan actualmente. Con excepción de Suba, las concentraciones han disminuido en diferentes grados al comparar el primer trimestre de 2013 con el primer trimestre de 2012. La estación San Cristóbal presenta poca dispersión en sus datos porque su desviación estándar es de 0,2 ppb, un hecho que se atribuye a que todos los valores oscilan muy levemente alrededor de 0,8 ppb, en comparación con la variabilidad de las demás estaciones. En general se observa un descenso de las

concentraciones diarias de SO₂ en la mayoría de las estaciones. El número de valores atípicos se mantuvo prácticamente constante en el presente trimestre.

El año 2009 registra las mayores concentraciones lo cual, como se ha mencionado, está asociado al proceso de modernización de la RMCAB, especialmente en las estaciones Parque Simón Bolívar y Tunal.

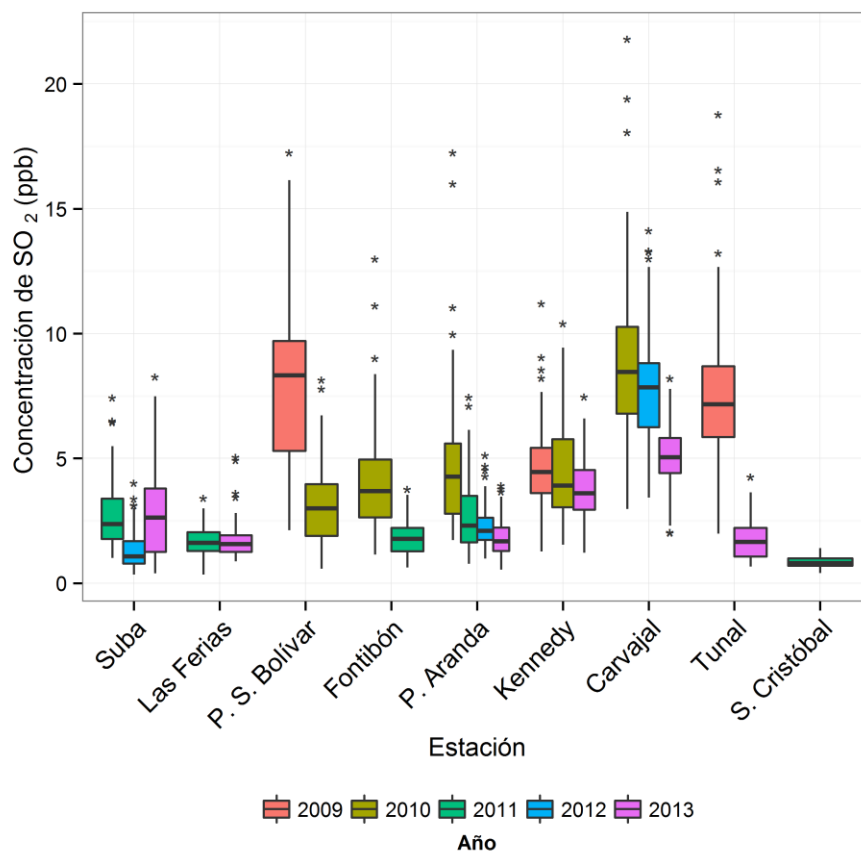


Figura 35. Gráfico de *boxplot* para SO₂ 24 horas por estaciones comparando primer trimestre de 2013 con los mismos periodos de años anteriores.

La Figura 36 es un gráfico *boxplot* que describe la tendencia histórica general de las concentraciones diarias de SO₂ entre 2009 y 2013. El año 2011 notoriamente muestra la menor mediana y dispersión de los datos, en concordancia a lo descrito en los análisis previos en función de los días de la semana, los meses y las estaciones. Es importante notar que no todos los periodos incluyen las mismas estaciones y, en algunos casos, se descartan aquellas que tienen una alta influencia en la tendencia de la contaminación global de SO₂ en la ciudad como, por ejemplo, Carvajal. Si se descarta el año 2011, se observa una tendencia constante a la reducción de la concentración entre 2009 y 2013. El primer trimestre de 2013 registra solamente un valor atípico.

La Tabla 18 contiene un resumen estadístico de las tendencias generales de las concentraciones diarias de SO₂ entre los años 2009 y 2013. Los promedios y las

medianas han disminuido gradualmente así como los valores asociados a los episodios de máxima concentración.

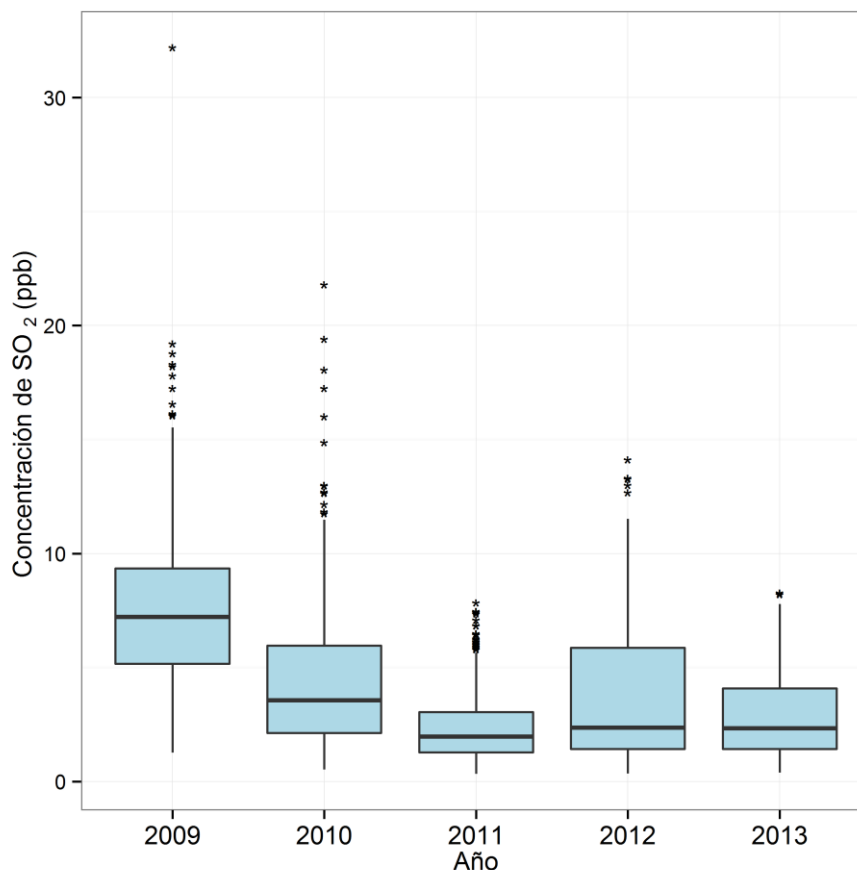


Figura 36. Gráfico de *boxplot* para SO₂ 24 horas del primer trimestre de 2013 comparando con el mismo periodo de años anteriores.

Tabla 18. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de SO₂ en promedios diarios para los primeros trimestres de los últimos 5 años.

Año	Concentración de SO ₂ en ppb			
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
2009	7,6	7,2	36,62	1,27
2010	4,4	3,6	21,80	0,52
2011	2,4	2,0	37,42	0,34
2012	3,7	2,4	14,12	0,35
2013	2,9	2,3	8,27	0,39

3.2.2. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NO₂

Para el primer trimestre de 2013 se calcularon promedios horarios y diarios de concentración de NO₂ a partir de los datos obtenidos en las 8 estaciones que se presentan en la Tabla 1. Durante el año 2008 se adquirieron cinco analizadores nuevos instalados en las estaciones No. 3 Carvajal (Sony), No. 4 Tunal, No. 8 Guaymaral

(Escuela), No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón. En el año 2009 se instalaron equipos marca THERMO en las estaciones No. 11 Suba y No. 5 Parque Simón Bolívar. En marzo de 2010 se inicia registro en la estación No. 9 Kennedy.

NO₂ 1 hora

Durante el periodo analizado se obtuvieron 12879 (doce mil ochocientos setenta y nueve) promedios horarios, que corresponden a una representatividad del 85%. No se incluye la estación Carvajal ya que el analizador correspondiente requiere de estudios de intercomparabilidad de datos. La estación Guaymaral se descarta para el cálculo de promedios al presentar un porcentaje de representatividad temporal del 70%.

La Figura 37 contiene un resumen de promedios, máximos y excedencias por estación para NO₂, en base de tiempo de una hora. Como se puede observar, no se registraron promedios horarios superiores a la norma (106 ppb, Resolución 601 2006). Los máximos para cada estación tampoco superaron el límite normativo. Puente Aranda registra una única excedencia por encima del 75% del valor de la norma en 11 de enero de 2013 a las 10:00 a.m.

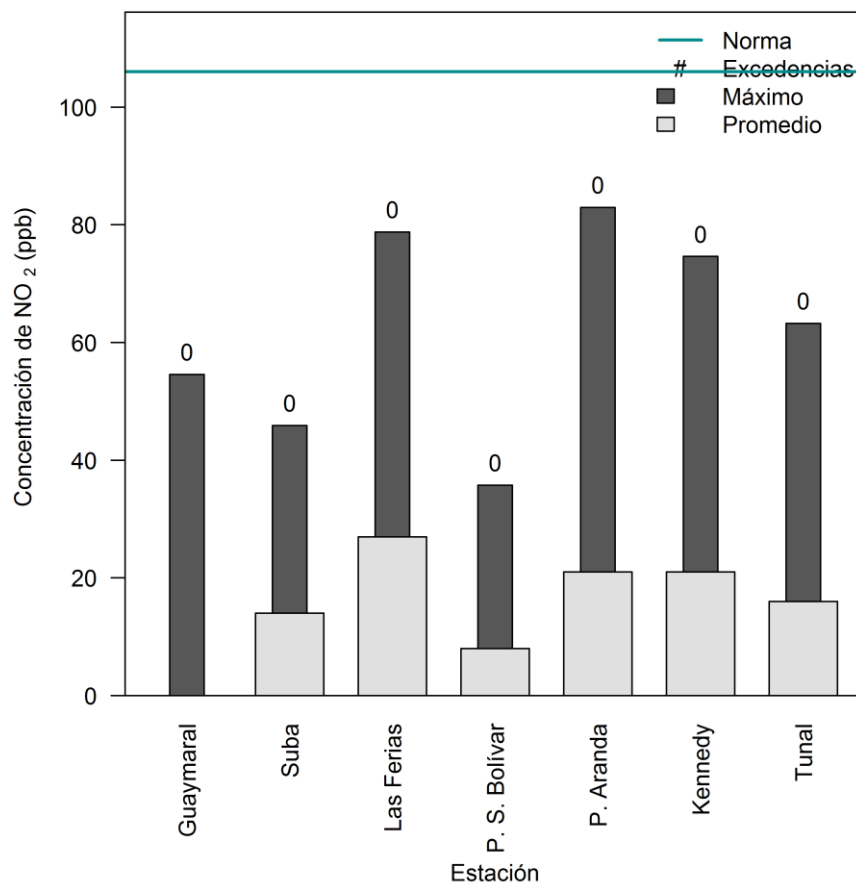


Figura 37. Concentración horaria de NO₂ por estación durante el primer trimestre de 2013.

Los valores de porcentajes de representatividad temporal, promedios, máximos horarios y fechas en las que ocurrieron los máximos para cada estación se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. Resumen de datos horarios de NO₂ por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppb]	Máximo [ppb]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Guaymaral (Escuela)	70%		55	05/02/2013 18:00
Suba (Corpas)	90%	14	46	08/02/2013 18:00
Las Ferias (Carrefour)	80%	27	79	05/02/2013 19:00
Parque Simón Bolívar (IDRD)	89%	8	36	29/01/2013 11:00
Puente Aranda	84%	21	83	11/01/2013 10:00
Kennedy	97%	21	75	11/01/2013 10:00
Tunal	87%	16	63	23/03/2013 11:00

En comparación con el primer trimestre de 2012, en 2013 los promedios trimestrales aumentaron en la estación Kennedy y Las Ferias, y disminuyeron en las estaciones Parque Simón Bolívar y Tunal. Se alcanza la máxima concentración en la estación Puente Aranda con 83 ppm. En el primer trimestre del año 2012 se alcanzó un máximo de 88 ppb en la estación Las Ferias. Con excepción de Kennedy, todas las estaciones redujeron su concentración máxima.

NO₂ en 24 horas

Para el primer trimestre de 2013 se calcularon 521 (quinientos veintiún) promedios diarios de NO₂, cuya representatividad corresponde al 83%. De estos promedios, ninguno superó la norma establecida de NO₂ para 24 horas (80 ppb) como se observa en la Figura 38.

Entre las 6 estaciones que cumplen con criterio de 75% de representatividad temporal, Las Ferias y Puente Aranda registraron las concentraciones medias más altas con 45 ppb y 36 ppb, respectivamente. Estos promedios no exceden el límite normativo de 80 ppb. En la Tabla 20 se reportan porcentajes de datos válidos, promedios de 24 horas, máximos y fechas de ocurrencia respectivas, por estación. En Las Ferias se registra la máxima concentración 24 horas del trimestre, con 45 ppb. Los episodios de máxima concentración para cada estación ocurrieron en el mes de febrero, al igual que el primer trimestre de 2012.

Respecto a lo registrado en el primer trimestre de 2012, se encuentra que los promedios diarios presentes en el periodo del 2013 son inferiores en las estaciones Suba, Parque Simón Bolívar y Tunal, y superiores en Guaymaral, Las Ferias y Kennedy. De forma generalizada, el promedio de NO₂ para el primer trimestre de 2013, 19 ppb, disminuyó en comparación con el mismo periodo de 2012, 18 ppb.

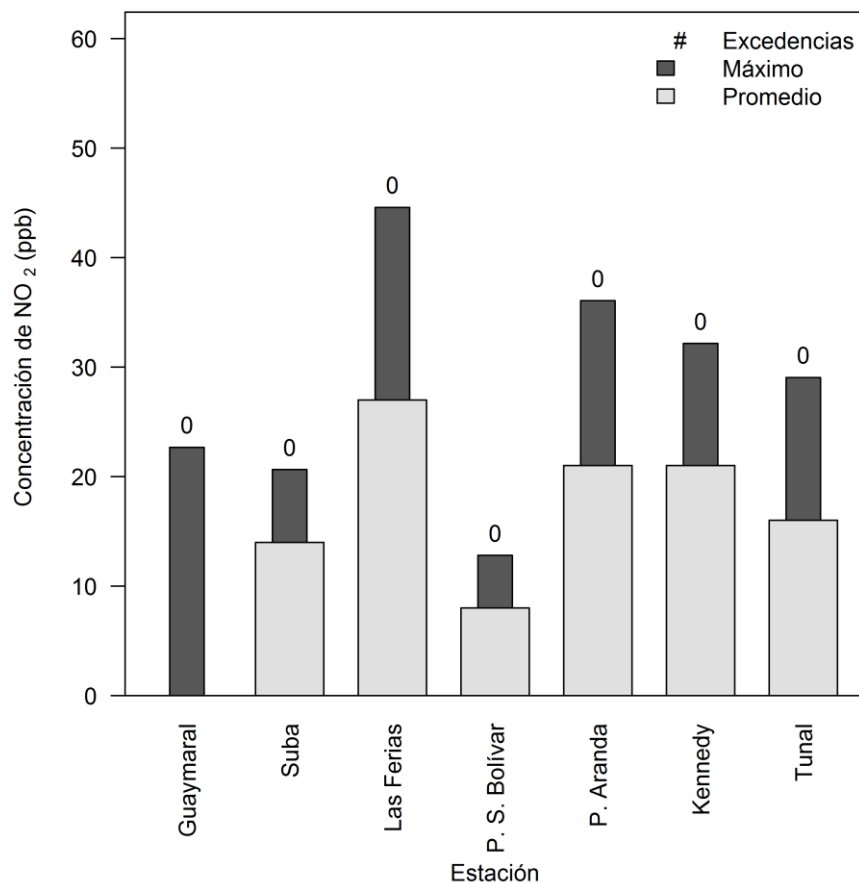


Figura 38. Excedencias, concentración máxima y concentración promedio de NO₂ 24 horas por estación para el primer trimestre de 2013. Base temporal diaria.

Tabla 20. Resumen de datos 24 horas de NO₂ por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppb]	Máximo [ppb]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Guaymaral (Escuela)	69%		23	22/03/2013
Suba (Corpas)	84%	14	21	15/03/2013
Las Ferias (Carrefour)	78%	27	45	05/02/2013
Parque Simón Bolívar (IDRD)	88%	8	13	04/02/2013
Puente Aranda	78%	21	36	11/02/2013
Kennedy	98%	21	32	12/03/2013
Tunal	84%	16	29	11/02/2013

Comportamiento histórico de promedios de NO₂. Base de tiempo de 24 horas.

La Figura 39 muestra el comportamiento de la concentración de NO₂ en función de los días de la semana para los primeros trimestres de los últimos 5 años. En comparación con el primer trimestre de 2012, este trimestre presentó un aumento en cuanto a la dispersión de datos en los días lunes, viernes y domingo. Además, los valores tienden a

ser más simétricos con respecto a la mediana. Es importante destacar que la variabilidad de la concentración de este contaminante es significativamente mayor en comparación con el ozono y el monóxido de carbono. Se registran muy pocos datos atípicos (6) mientras que el trimestre del año pasado solamente se registró uno.

El día domingo registra la menor concentración promedio en base 24 horas, 16 ppb, seguido por los días sábado y miércoles, ambos con 17 ppb. Las mayores concentraciones promedio se observan en los días lunes y viernes con 19 ppb. La mediana es igual que el promedio, excepto los días martes, jueves y viernes, días en los que es levemente menor. Comparado con el primer trimestre del año anterior, se presenta una disminución de la concentración media para todos los días, con excepción del domingo que pasó de 15 ppb a 16 ppb.

La Tabla 21 es un resumen de las concentraciones medias de NO_2 en función de los días de la semana para los primeros trimestres de los últimos 5 años. La base de tiempo es diaria. Se observa que la concentración ha disminuido progresivamente durante los últimos 5 años. Sin embargo, el día domingo tiene un descenso menos marcado.

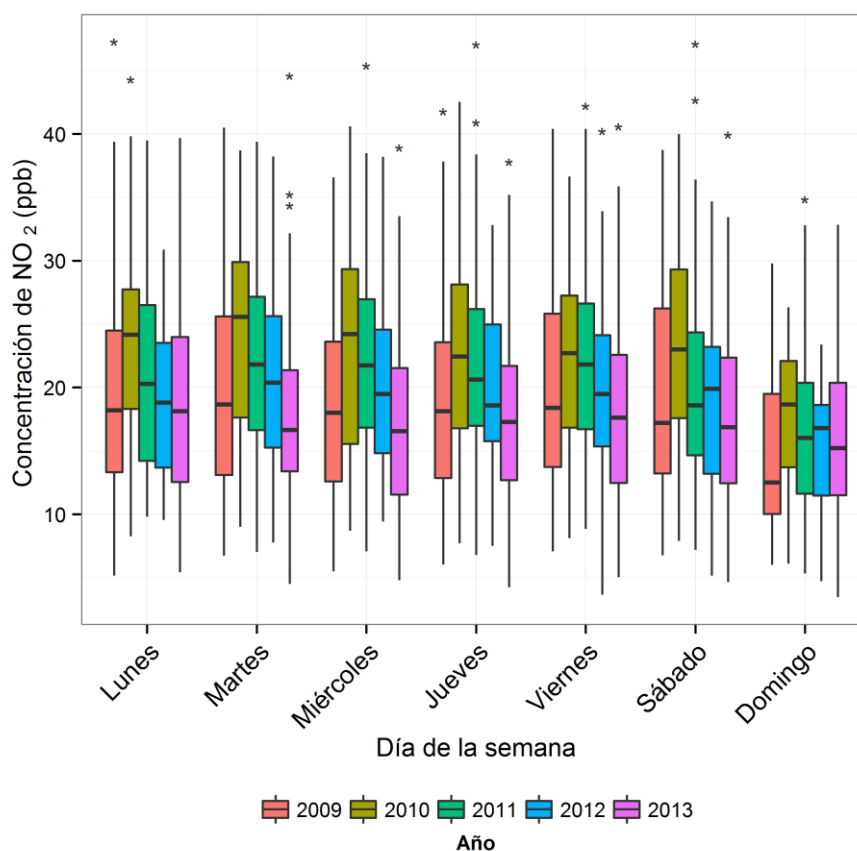


Figura 39. Gráfico de *boxplot* para NO_2 por días de la semana (base 24 horas) comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

Tabla 21. Concentración promedio de NO₂ en función de los días de la semana durante los primeros trimestres de los últimos 5 años. Base de tiempo diaria.

Promedio del contaminante NO ₂ por días de la semana en ppb					
Día	2009	2010	2011	2012	2013
Lunes	18	23	21	19	19
Martes	19	24	22	20	18
Miércoles	17	23	22	20	17
Jueves	18	23	21	20	18
Viernes	19	22	22	20	19
Sábado	18	23	19	19	17
Domingo	13	18	16	15	16

En la Figura 40 se presenta la distribución de los datos función de los primeros 3 meses del año entre 2009 y 2013. En comparación con el primer trimestre del año 2012, la concentración ha disminuido de forma generalizada y, con excepción del mes de marzo, la distribución de los datos ha permanecido constante. Sin embargo, es importante destacar que la distancia entre el mínimo y el máximo para el mes de febrero es mayor. Se observan una cantidad notable de datos atípicos para enero de 2013, lo cual podría asociarse a episodios singulares de contaminación atmosférica.

En la Tabla 22 se presenta un resumen de promedios para los primeros tres meses entre los años 2009 y 2013. Para febrero y marzo el valor de la mediana es igual al del promedio. Enero registra una mediana de 16 ppb. De forma similar a la Tabla 21, la concentración ha disminuido con el transcurrir de los años. Todos los promedios mensuales han disminuido en comparación con su contraparte del 2012.

Tabla 22. Concentración promedio de NO₂ para los primeros trimestres entre 2009 y 2013 en función del mes. Base de tiempo diaria.

Mes	Promedio del contaminante NO ₂ por mes del trimestre en ppb				
	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	15	22	21	18	17
Febrero	18	22	21	20	18
Marzo	19	23	19	19	17

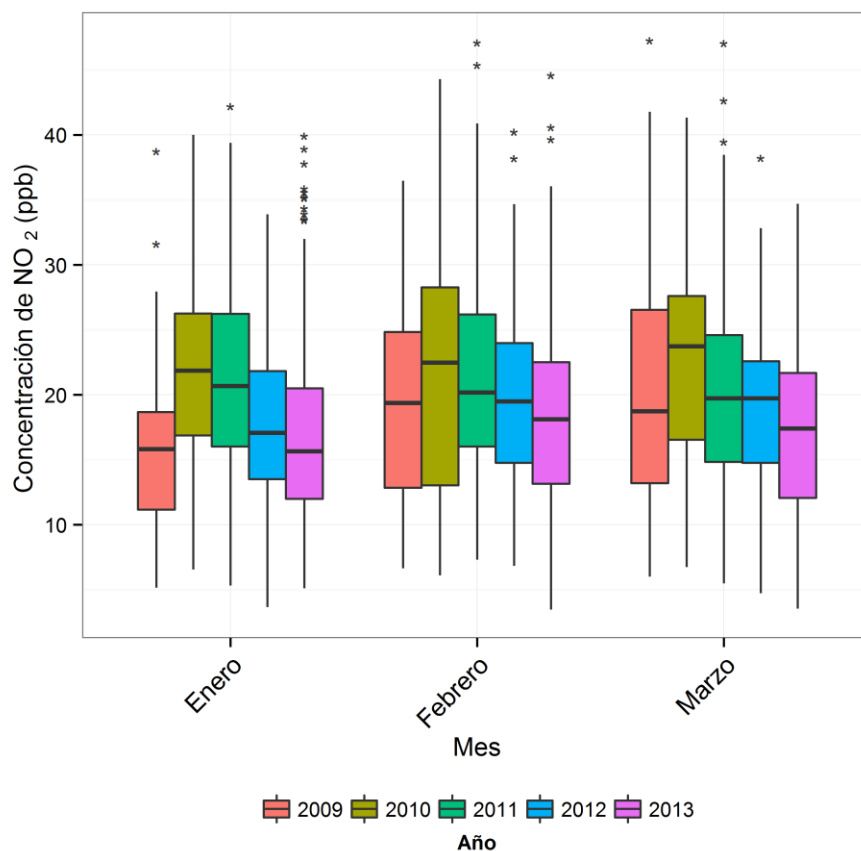


Figura 40. Gráfico de *boxplot* para NO₂ 24 horas por meses comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

La Figura 41 presenta la distribución de las concentraciones de NO₂ en función de las estaciones de monitoreo en base diaria. Se muestran únicamente aquellas estaciones que se encuentran actualmente en operación. Las tendencias de este contaminante son muy variables ya que la concentración aumenta en Suba, Las Ferias y Kennedy y disminuye en Parque Simón Bolívar, Puente Aranda y Tunal. Estos comportamientos se atribuyen a la alta variabilidad temporal de las series de datos de NO₂ en comparación con las correspondientes al ozono o al monóxido de carbono. Las Ferias, Kennedy y Puente Aranda son las estaciones que registran las mayores concentraciones promedio de NO₂. Por el contrario, Parque Simón Bolívar registra las menores concentraciones y dispersión de datos y su reducción de concentración es notable con respecto al año 2012, de 14 ppb en 2012 a 8 ppb en 2013.

En la Figura 42 se encuentra un gráfico *boxplot* con la distribución general de los datos de los primeros trimestres de los últimos 5 años. Como se puede observar, la distribución de los datos no ha variado significativamente en comparación con el año 2012, los datos son simétricos con respecto a la mediana en todos los años y hay más datos atípicos en el 2013.

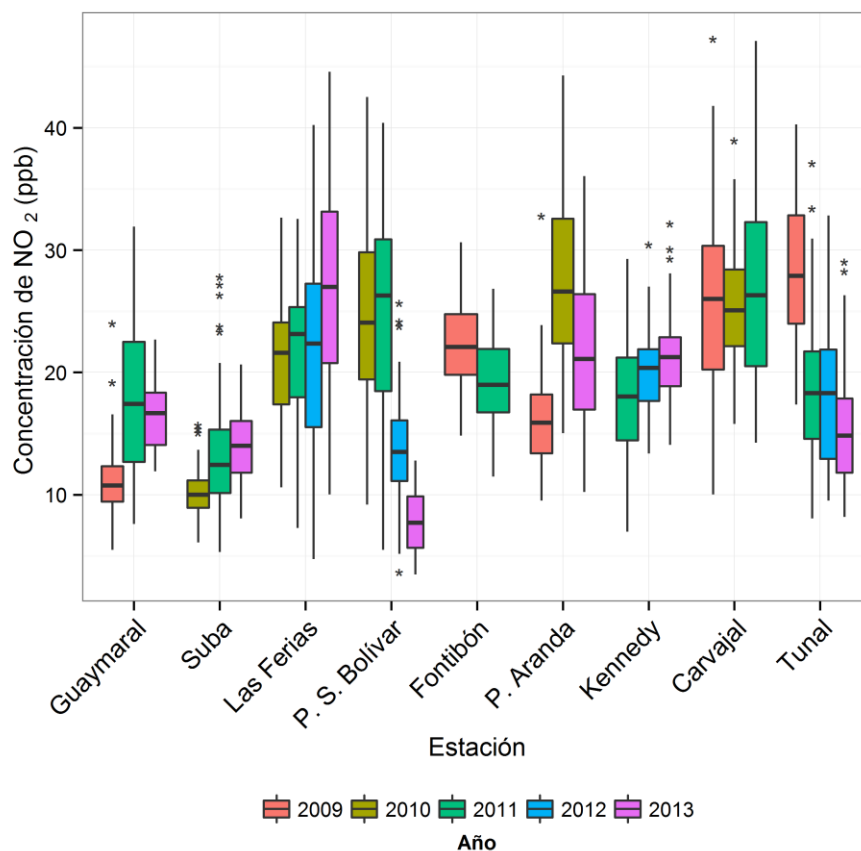


Figura 41. Gráfico de *boxplot* para NO_2 por estaciones comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores (base 24 horas).

La Tabla 23 es un resumen estadístico descriptivo de los mismos periodos de tiempo. Los valores de máximos y mínimos que aparecen en esta tabla corresponden a los de la serie de datos completa y no únicamente de las estaciones que cumplen con el criterio de representatividad temporal del 75%, como sí lo muestra el *boxplot*. Esta diferenciación se hace teniendo en cuenta que para calcular máximos y mínimos no es necesario aplicar este criterio ya que estos parámetros corresponden a eventos singulares. Como se ha mencionado reiteradamente, desde el año 2010 ha disminuido la concentración promedio de NO_2 . La misma tendencia se observa con las medianas, máximos y mínimos.

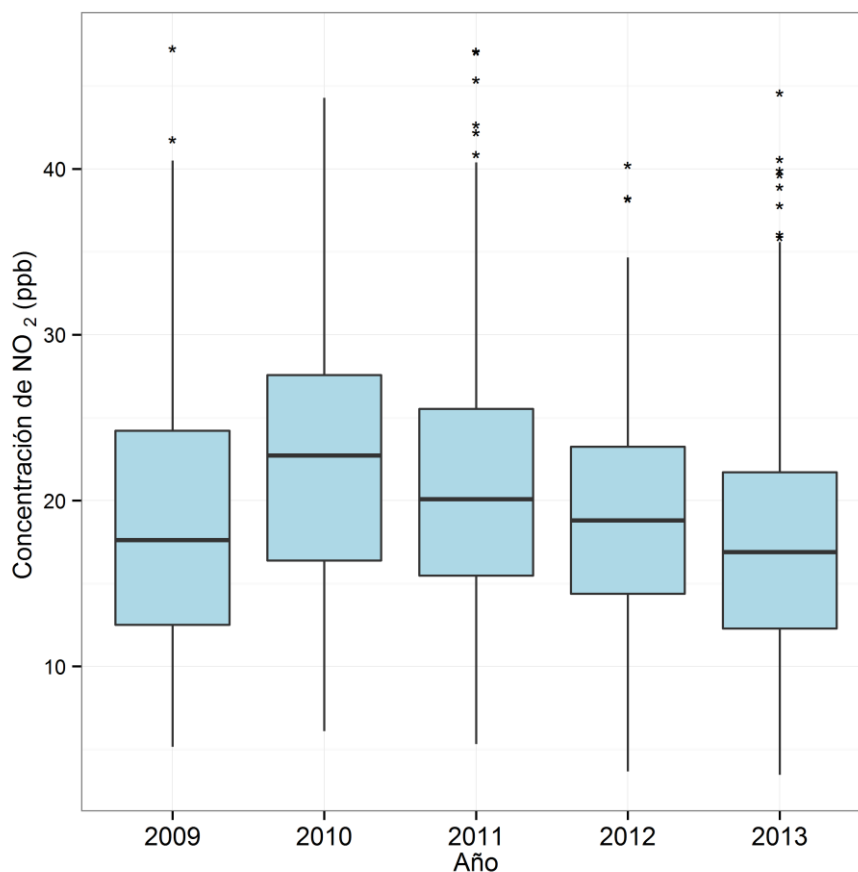


Figura 42. Gráfico de *boxplot* para NO₂ 24 horas comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores

Tabla 23. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de NO₂ en promedios diarios para los primeros trimestres de los últimos 5 años.

Año	Concentración de NO ₂ en ppb			
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
2009	17	16	47,3	5,0
2010	22	23	44,3	6,1
2011	20	20	47,1	5,3
2012	19	19	41,1	3,7
2013	18	17	44,6	3,5

3.2.3. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO

En el primer trimestre de 2013 se contó con promedios de CO horarios y octohorarios para las estaciones indicadas en la Tabla 1. El registro del contaminante en la estación de Sagrado Corazón se suspendió por remodelación de la sede. El índice de captura de datos para este contaminante fue del 71% respecto a los que se podrían obtener si no se presentaran fallas en el proceso de recolección de la información.

CO 1 hora

Se obtuvieron 13873 (trece mil ochocientos setenta y tres) datos de promedios horarios de CO en las estaciones de la RMCAB durante el primer trimestre del año 2013. Ninguno de los promedios superó lo establecido en la legislación nacional (35 ppm, Res. 601 2006), y todos los promedios se registraron por debajo del 50% de la norma.

En la Tabla 24 se presenta el promedio, el valor máximo horario y el día y hora en que ocurrieron los máximos promedios horarios por estación. Las estaciones Carvajal y Ferias presentan el máximo promedio en el trimestre, seguido por las estaciones de Puente Aranda y Kennedy. Parque Simón Bolívar y Puente Aranda coinciden en presentar el valor máximo de concentración el 11 de enero de 2013 entre las 8:00 a.m. y las 9:00 a.m. Un caso similar sucedió el 23 de marzo de 2013 en las estaciones Tunal y San Cristóbal a las 10:00 a.m. y a las 11:00 a.m., respectivamente.

En la Figura 43, se observa que en ninguna estación se superó la norma y que, además, la estación Carvajal registró la mayor concentración promedio horaria de CO durante el trimestre (junto con la estación Las Ferias) así como el valor más alto de concentración máxima (5,4 ppm). Aquellas estaciones que no registran promedio en la Figura 43 son las que no cumplen con el criterio de representatividad temporal de 75%.

Tabla 24. Resumen de datos horarios de CO por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppm]	Máximo [ppm]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Usaquén (Bosque)	22%		4,99	11/02/2013 08:00
Las Ferias (Carrefour)	80%	1,1	4,13	22/03/2013 21:00
Parque Simón Bolívar (IDRD)	78%	0,8	3,05	11/01/2013 08:00
Fontibón	64%		2,21	15/03/2013 23:00
Puente Aranda	98%	1,0	5,19	11/01/2013 09:00
Kennedy	100%	1,0	4,34	11/03/2013 08:00
Carvajal (Sony)	95%	1,1	5,38	16/03/2013 02:00
Tunal	31%		3,62	23/03/2013 10:00
San Cristóbal	75%	0,5	4,84	23/03/2013 11:00

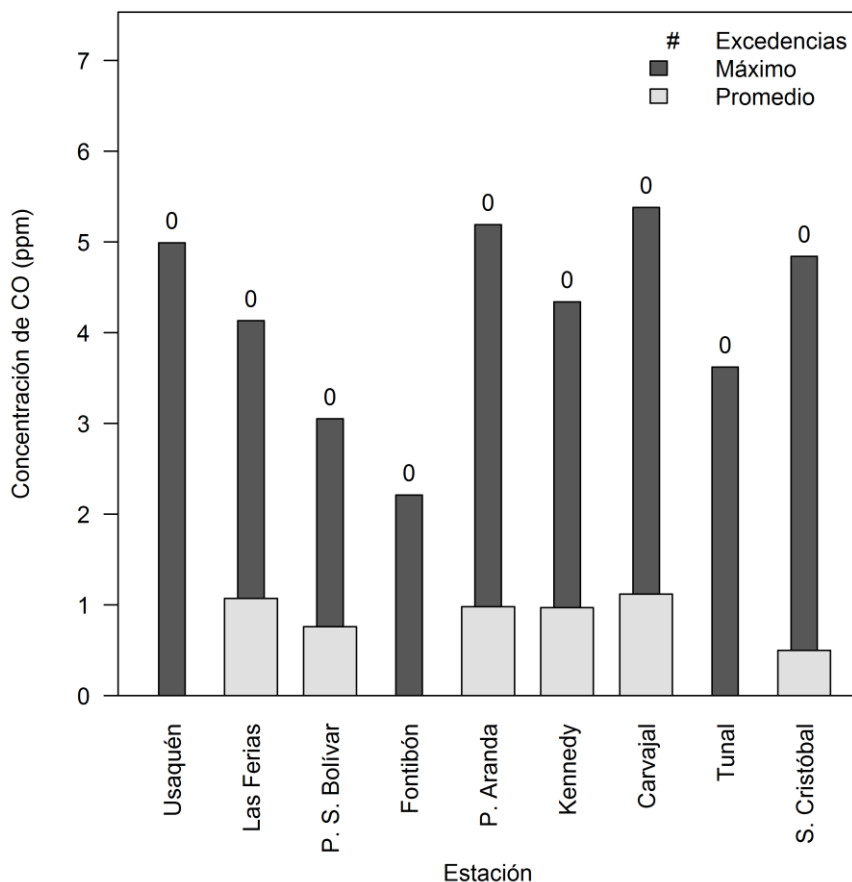


Figura 43. Concentraciones máximas y medias horarias de CO durante el primer trimestre de 2013.

CO 8 horas

Para el primer trimestre de 2013 se calcularon 13728 (trece mil setecientos veintiocho) promedios de 8 horas de CO, equivalentes al 71% de los datos promedios posibles en el periodo. La estación Las Ferias registró la máxima concentración promediada de 8 horas, con 3,17 ppm el 23 de marzo a la 01:00 p.m., seguida por Carvajal con 3,12 ppm el 12 de febrero a las 04:00 a.m. (Ver Figura 44).

Usaquén, Fontibón y Tunal no cumplen con el criterio de representatividad temporal de 75%. San Cristóbal tiene una representatividad del 74% y, por tanto, será tomada en cuenta en los presentes análisis por estar muy cerca de 75%. Durante el periodo analizado no se presentaron excedencias a la norma (8,8 ppm de acuerdo a la Resolución 601 2006). Carvajal registra la mayor concentración promedio durante el trimestre con 1,1 ppm.

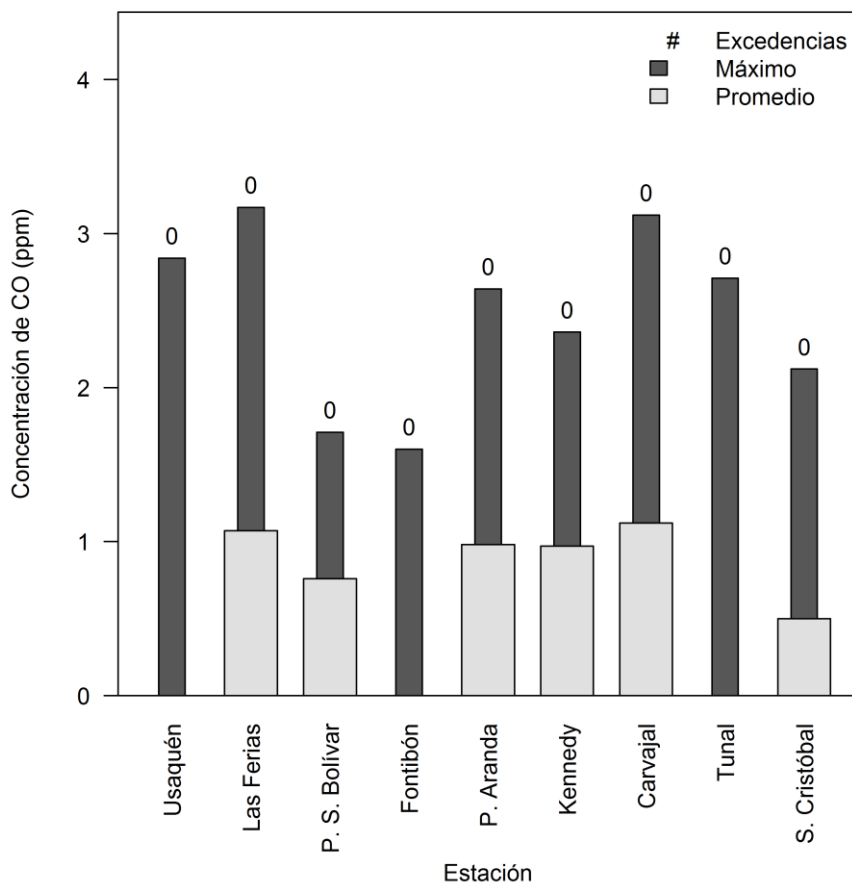


Figura 44. Concentración máxima y media de CO para 8 horas por estación durante el primer trimestre de 2013.

La Tabla 25 presenta un resumen de los datos de CO en función de las concentraciones medias en base de 8 horas. Se incluye el porcentaje de datos válidos, la concentración media para aquellas estaciones que cumplen con el criterio de representatividad temporal y la máxima concentración con respectiva fecha y hora de ocurrencia.

Tabla 25. Resumen de datos de CO por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppm]	Máximo [ppm]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Usaquén (Bosque)	22%		2.84	08/02/2013 23:00
Las Ferias (Carrefour)	79%	1.1	3.17	23/03/2013 13:00
Parque Simón Bolívar (IDRD)	77%	0.8	1.71	29/01/2013 14:00
Fontibón	61%		1.60	16/03/2013 01:00
Puente Aranda	98%	1.0	2.64	23/03/2013 12:00
Kennedy	99%	1.0	2.36	16/03/2013 01:00
Carvajal (Sony)	95%	1.1	3.12	12/02/2013 04:00
Tunal	30%		2.71	23/03/2013 12:00
San Cristóbal	74%	0.5	2.12	23/03/2013 12:00

Análisis de tendencias históricas

Para los *boxplot* de tendencias históricas que se presentan a continuación se consideraron promedios de 24 horas. Si bien no existe una norma diaria para este contaminante, los cálculos se desarrollan con el objetivo de visualizar el comportamiento durante cada uno de los días de la semana.

La Figura 45 muestra las tendencias históricas de la concentración de monóxido de carbono de los primeros trimestres de los últimos 5 años en función de los días de la semana. Respecto a los promedios base de 24 horas, el domingo es el día de menor concentración con una media de 0,8 ppm, el lunes es el de mayor concentración con 1,1 ppm y los demás días tienen un promedio de 1,0 ppm. La información relacionada a los promedios de una hora se encuentra en la Tabla 26 donde igualmente se observa que el día domingo es el que registra la menor concentración. Sin embargo, aunque es el día de concentración más baja, la diferencia con los demás días no es tan alta si se tienen en cuenta los límites normativos (35 ppm horario y 8,8 ppm octohorario).

Tabla 26. Promedio de monóxido de carbono CO por días de la semana en ppm. Base de tiempo de una hora.

Promedio del contaminante CO por días de la semana en ppm					
Día	2009	2010	2011	2012	2013
Lunes	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0
Martes	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9
Miércoles	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9
Jueves	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9
Viernes	1,2	1,0	1,1	1,0	0,9
Sábado	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
Domingo	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8

En base de 24 horas, al realizar la comparación con el primer trimestre del año 2012, se presenta un aumento de la concentración media para el lunes en 0,1 ppm, una disminución para el martes en 0,1 ppm y un valor constante para los demás días. Este trimestre registra una menor variabilidad y cantidad de datos atípicos en comparación con los anteriores.

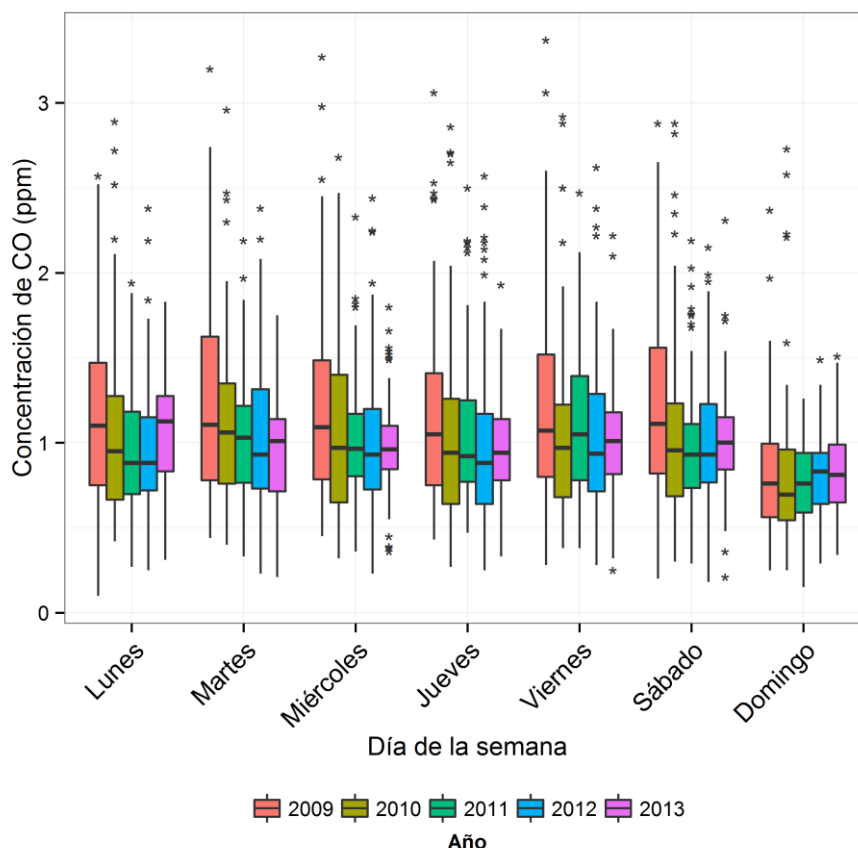


Figura 45. Gráfico de *boxplot* para CO 24 horas por días de la semana comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

La Figura 46 contiene el análisis de la concentración media de CO en función de los meses de enero, febrero y marzo. Sin embargo, siguiendo la tendencia del análisis en función de los días de la semana, esta Figura se basa en promedios de 24 horas. La Tabla 27 corresponde a la concentración media en cada mes durante los últimos cinco años a partir de una base horaria. De acuerdo a la Tabla, se aprecia un aumento en la concentración media del contaminante con respecto al año anterior en el mes de marzo y un valor constante en enero y febrero. En la gráfica se observa una disminución en datos atípicos en enero y de variabilidad en febrero y marzo. Se observa además simetría con respecto a la mediana, la cual aumenta en todos los meses en comparación con el primer trimestre de 2012. El mes del trimestre en el que se presentaron los mayores niveles de concentración del contaminante fue marzo, seguido por febrero. La tendencia es similar a la observada en el año 2012.

Tabla 27. Concentración media de CO en función de los meses de los últimos 5 años. Base de tiempo de 1 hora.

Mes	Promedio del contaminante CO por mes del trimestre en ppm				
	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	1,0	1,1	1,0	0,9	0,8
Febrero	1,2	0,9	1,0	1,0	0,9
Marzo	1,3	0,9	0,9	1,0	1,1

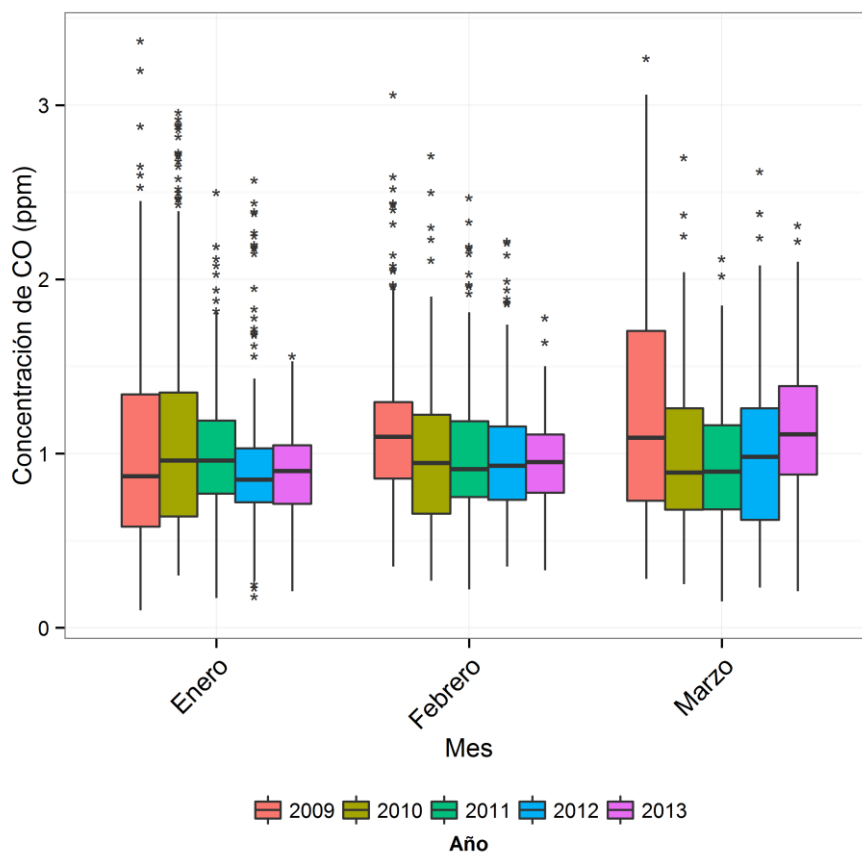


Figura 46. Gráfico de *boxplot* para CO 24 horas por meses comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

En la Figura 47 se encuentra la tendencia histórica de las estaciones de la RMCAB que midieron CO durante los primeros trimestres de los últimos 5 años. La base de tiempo es 24 horas al igual que las dos figuras anteriores. Se incluyen las estaciones que en los diferentes periodos cumplen con el criterio de representatividad temporal del 75%. Del año 2013 Carvajal, Kennedy, Puente Aranda, Parque Simón Bolívar y Las Ferias cumplen con este criterio con una base de 24 horas. Carvajal redujo su concentración notoriamente en comparación con años anteriores (aunque sigue siendo alta en comparación con los demás receptores de la RMCAB) mientras que se observan descensos leves en Puente Aranda y Kennedy. Las Ferias presentó un aumento significativo en relación a los

primeros trimestres de los dos años anteriores. La variabilidad tiende a mantenerse constante, con excepción de Carvajal, donde ésta se reduce.

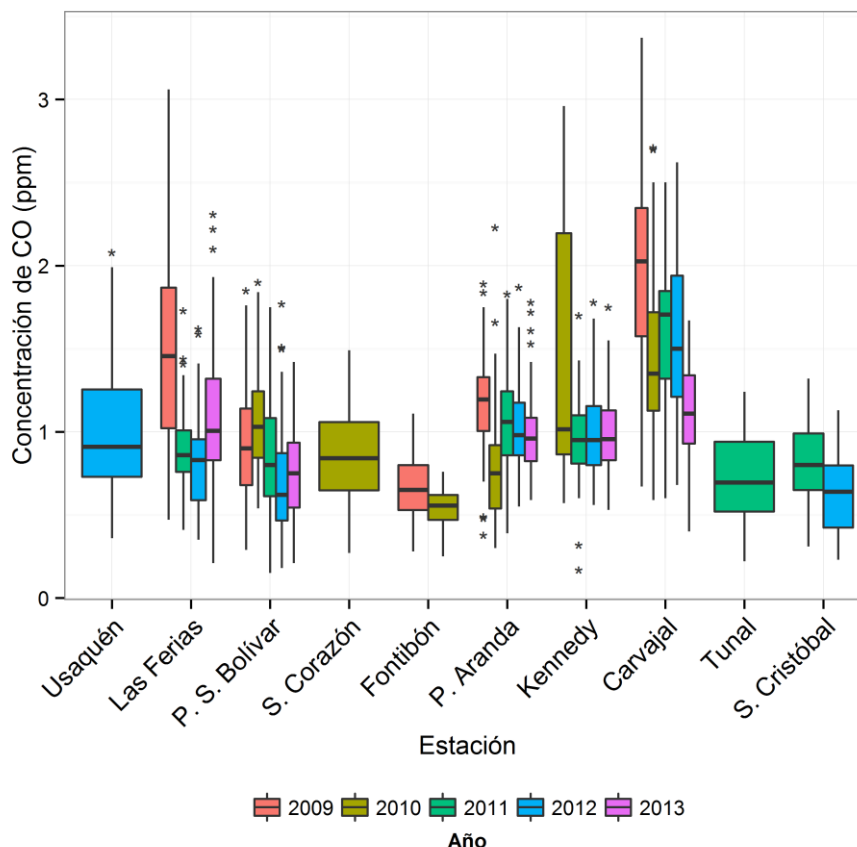


Figura 47. Gráfico de *boxplot* para CO 24 horas por estaciones, comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

En relación al comportamiento generalizado histórico de concentración media, se observa que el contaminante CO mantuvo un descenso leve entre los primeros trimestres de los años 2009 y 2012, tal como se muestra en la Figura 48, en base de tiempo de 24 horas. Teniendo en cuenta la mediana y la distribución general de los datos, en el año 2013 se aumenta la concentración, se reduce la dispersión de datos así como los valores atípicos. La mediana pasa de 0,9 ppm a 1,0 ppm. Sin embargo, este aumento es leve teniendo en cuenta la escala de la gráfica y la normatividad nacional. Es importante aclarar que esta normatividad se presenta en bases de tiempo diferentes respecto a la Figura 48 (24 horas).

Con todo, el monóxido de carbono no es un contaminante crítico en términos de protección de la salud pública a diferencia del PM₁₀ y O₃. Sus concentraciones promedio no exceden en ningún caso la normatividad. Un resumen estadístico general de las tendencias de este contaminante en los últimos cinco años se encuentra en la Tabla 28.

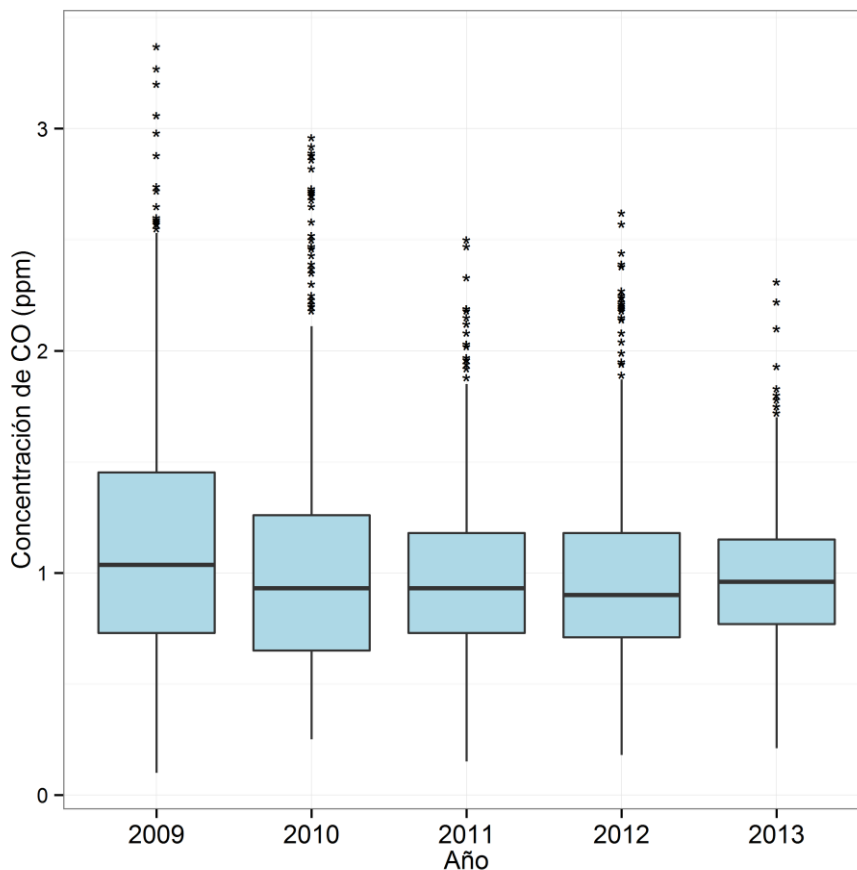


Figura 48. Gráfico de *boxplot* para CO 24 horas para primer trimestre de los años, desde 2009 hasta 2013.

Tabla 28. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de CO en promedios horarios para los primeros trimestres de los últimos 5 años.

Año	Concentración de CO en ppm			
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
2009	1,2	0,9	10,62	0,01
2010	1,0	0,8	6,25	0,01
2011	1,0	0,8	6,56	0,01
2012	1,0	0,8	5,86	0,01
2013	0,9	0,8	5,38	0,02

3.2.4. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE O₃

La RMCAB contó con once (11) equipos para monitorear el ozono durante el primer trimestre de 2013, ubicados según se reporta en la Tabla 1. En 2008 se instalaron siete (7) nuevos equipos en las estaciones No. 1 Usaquén (Bosque), No. 3 Carvajal (Sony), No. 5 Parque Simón Bolívar (IDRD), No. 8 Guaymaral (Escuela), No. 10 Chico Lago (Santo Tomás), No. 13 Puente Aranda y No. 14 Fontibón. En estas estaciones no se medían concentraciones de este contaminante antes del proceso de modernización.

O₃ 1 hora

Durante el primer trimestre de 2013 se calcularon 21023 (veintiún mil veintitrés) promedios horarios de O₃, lo que representa un porcentaje de recuperación de los datos del 88%. Las medias y promedios máximos obtenidos en cada una de las estaciones se presentan en la Tabla 29, junto con el día y hora en que ocurrieron. Las estaciones que presentaron excedencias de la norma horaria (61 ppb) fueron Guaymaral con tres excedencias, y Suba, Las Ferias y Parque Simón Bolívar con 5 excedencias cada una. El total de promedios que exceden la norma corresponden al 0,09% del total calculado (18 registros horarios).

En la Tabla 29 se observa que en enero se presentan las máximas concentraciones de ozono en la ciudad, especialmente el día 26 del mes, entre la 01:00 p.m. y las 02:00 p.m. Guaymaral reporta el máximo valor de la RMCAB para el presente trimestre con 74,92 ppb. Este comportamiento se explica teniendo en cuenta que enero es uno de los meses más secos del año (menor precipitación) y que el pico de radiación ocurre en horas próximas al medio día. El 25 de marzo ocurre también un episodio generalizado de concentración máxima, en tres estaciones (Sagrado Corazón, Tunal y San Cristóbal) que se ubican en el centro y en el sur de la ciudad. El valor promedio más alto se presenta en Las Ferias con 16,8 ppb mientras que el más bajo se presenta en Puente Aranda con 9,1 ppb. La concentración media horaria y el número de promedios que excedieron la norma en cada estación se presenta gráficamente en la Figura 49.

Tabla 29. Resumen de datos de O₃ por estación para el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppb]	Excedencias norma 61 ppb	Promedio Máximo [ppb]	Fecha de ocurrencia del Máximo
Guaymaral (Escuela)	99%	13.4	3	74.93	26/01/2013 14:00
Usaquén (Bosque)	96%	14.8	0	53.73	26/01/2013 14:00
Suba (Corpas)	99%	14.6	5	70.82	26/01/2013 14:00
Las Ferias (Carrefour)	67%		5	70.44	26/01/2013 14:00
Parque Simón Bolívar (IDRD)	99%	14.3	5	63.98	26/01/2013 13:00
Sagrado Corazón (MAVDT)	80%	12.4	0	47.78	25/03/2013 13:00
Fontibón	85%	11.7	0	59.23	23/01/2013 14:00
Puente Aranda	96%	9.1	0	50.03	11/01/2013 15:00
Carvajal (Sony)	70%		0	47.71	27/01/2013 13:00
Tunal	91%	11.3	0	52.63	25/03/2013 13:00
San Cristóbal	91%	15.2	0	60.30	25/03/2013 13:00

Con respecto al primer trimestre de 2012, el número de excedencias a la norma horaria se redujo. En el primer trimestre del año anterior se registraron 137 excedencias frente a 18 del mismo periodo de 2013. La concentración promedio del contaminante disminuyó en la mayoría de las estaciones y la concentración promedio global se redujo de 14,0 ppb a 13,0 ppb.

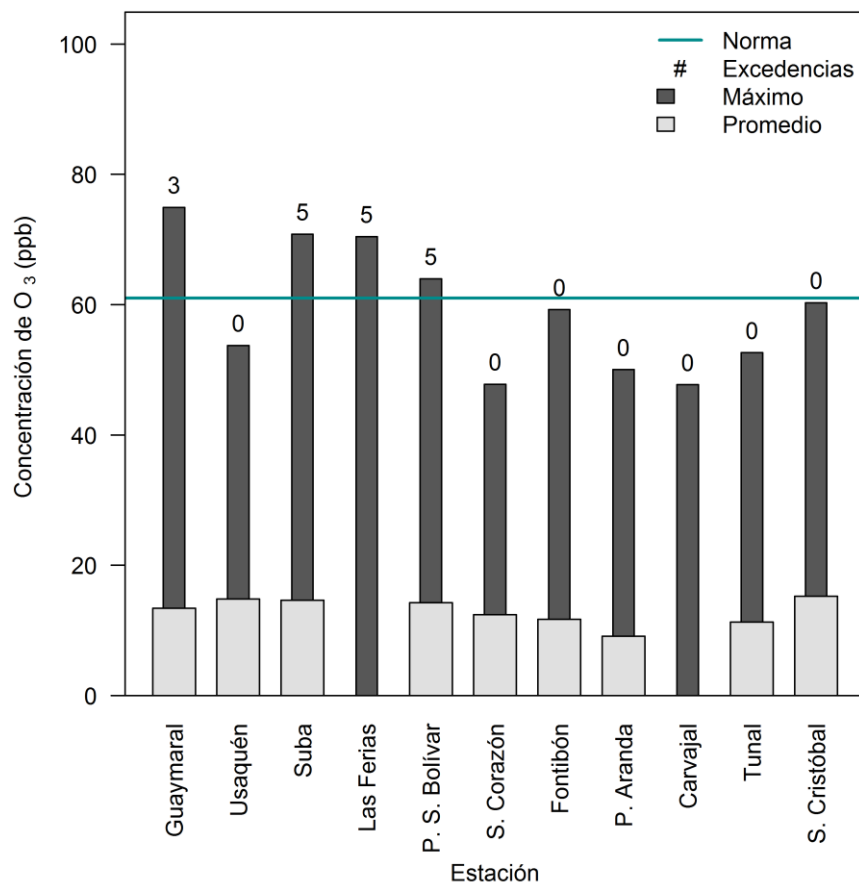


Figura 49. Concentración media y máxima horaria de O₃ por estación durante el primer trimestre de 2013.

O₃ 8 horas

Para reportar la concentración de O₃ en un tiempo de exposición de 8 horas se obtuvieron 20716 (veinte mil setecientos dieciséis) promedios que representan el 87% del número máximo de datos que podrían calcularse en las estaciones que monitorearon este contaminante durante el año. Se obtuvo el 0,3% de los datos por encima de la norma (41 ppb Res. 601 de 2006). Los niveles máximos por estación, el número de excedencias y la fecha en que ocurrió el máximo se presentan en la Tabla 30. En la Figura 50 se muestran las concentraciones máximas y medias octohorarias de O₃, para cada una de las estaciones.

Como se aprecia a partir de la Figura 50, el mayor número de excedencias se concentran en el sector norte, noroccidental y central. En la estación Suba se registró el mayor número de excedencias con 31, seguida por Parque Simón Bolívar con 15, y Las Ferias con 11. En total en el trimestre se presentaron 68 excedencias, las que se reducen a ninguna si el nivel de comparación es 59 ppb, nivel recomendado por la EPA.

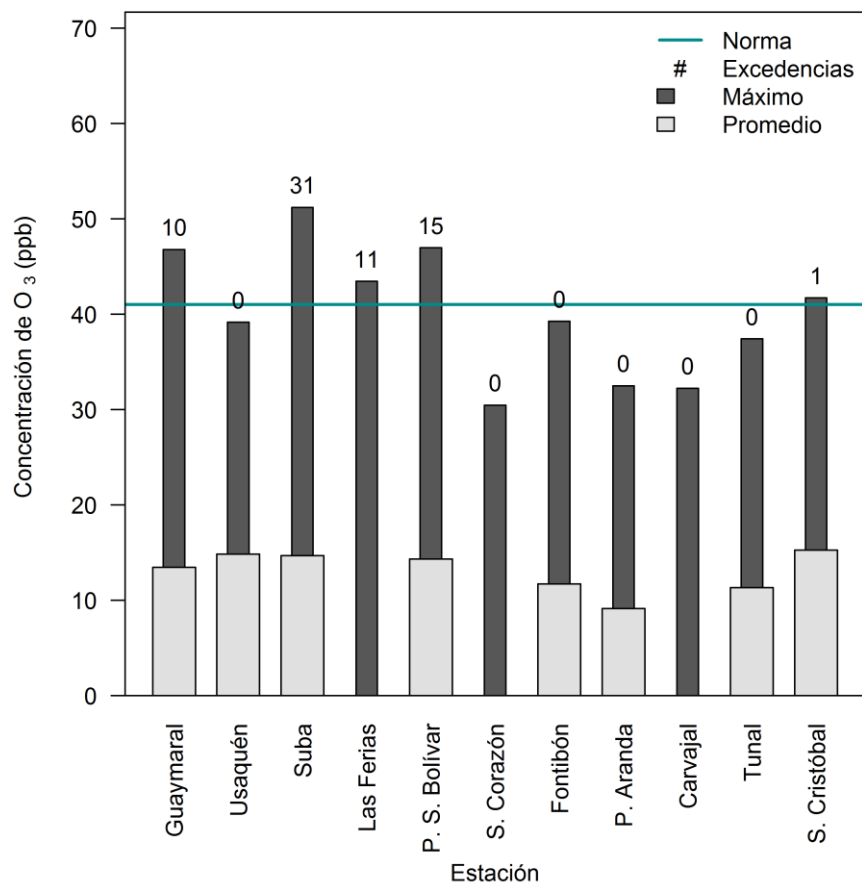


Figura 50. Concentración media, concentración máxima y excedencias de la norma para O₃ en base 8 horas por estación durante el primer trimestre de 2013.

Las horas de concentración máxima sugieren que los máximos niveles de O₃ en base de 8 horas ocurren entre las 05:00 p.m. y las 07:00 p.m., lo cual no es concordante con la realidad teniendo en cuenta que una mayor concentración de ozono está asociada a alta radiación solar. Es importante tener en cuenta que los valores de dichas horas son el resultado de promediar las 8 horas pasadas, horas en las que la radiación solar es considerable.

La Figura 51 es un mapa con la concentración promedio de O₃ sobre Bogotá. Los datos de la RMCAB han sido extendidos mediante un método de interpolación. Se observa que las zonas más críticas en términos de concentración se encuentran en la zona norte.

Tabla 30. Porcentaje de datos válidos, promedio, excedencias, máximo y periodo de ocurrencia de los promedios máximos de O₃ en base 8 horas durante el primer trimestre de 2013.

Estación	% de datos válidos	Promedio [ppb]	Excedencias norma (octo horaria) 41 ppb	Excedencias norma EPA (octohoraria) 59 ppb	Máximo [ppb]	Fecha de concentración máxima
Guaymaral (Escuela)	99%	13.5	10	0	46.79	17/01/2013 19:00
Usaquén (Bosque)	96%	14.9	0	0	39.16	15/02/2013 06:00
Suba (Corpas)	99%	14.7	31	0	51.21	14/02/2013 18:00
Las Ferias (Carrefour)	62%	17.6	11	0	43.45	25/03/2013 17:00
Parque Simón Bolívar (IDRD)	99%	14.3	15	0	46.96	25/03/2013 17:00
Sagrado Corazón (MAVDT)	72%	13.0	0	0	30.46	25/03/2013 17:00
Fontibón	85%	11.7	0	0	39.25	11/01/2013 18:00
Puente Aranda	97%	9.1	0	0	32.49	11/01/2013 18:00
Carvajal (Sony)	69%	8.9	0	0	32.24	11/01/2013 18:00
Tunal	90%	11.3	0	0	37.42	25/03/2013 17:00
San Cristóbal	90%	15.3	1	0	41.7	25/03/2013 18:00

Comportamiento histórico del O₃

La Figura 53 contiene la tendencia histórica de la concentración de ozono (base de 24 horas) en función de los días de la semana entre los primeros trimestres de los años 2009 a 2013. Para el día lunes se observa que los datos tienden a presentar las menores concentraciones de ozono, en contraposición al miércoles. El viernes presenta la mayor dispersión de datos. Al realizar la comparación con el primer trimestre del 2012, se observa que la concentración disminuyó los días domingo, lunes, martes y jueves. Adicionalmente, la dispersión de los datos, al igual que la presencia de datos atípicos se redujo en el primer trimestre de 2013 en comparación con el correspondiente al año anterior.

La Tabla 31 contiene un resumen estadístico de los promedios de ozono de los primeros trimestres de los últimos 5 años en función de los días de la semana en base de una hora. No se presentan en base 24 horas teniendo en cuenta que no existe normatividad para esta base de tiempo. Con excepción de los días miércoles y sábado, la concentración media de O₃ disminuyó en comparación con el mismo periodo del 2012. El año 2010 registra los valores más altos de concentración media, quizás por la reducción significativa de la precipitación durante dicho periodo.

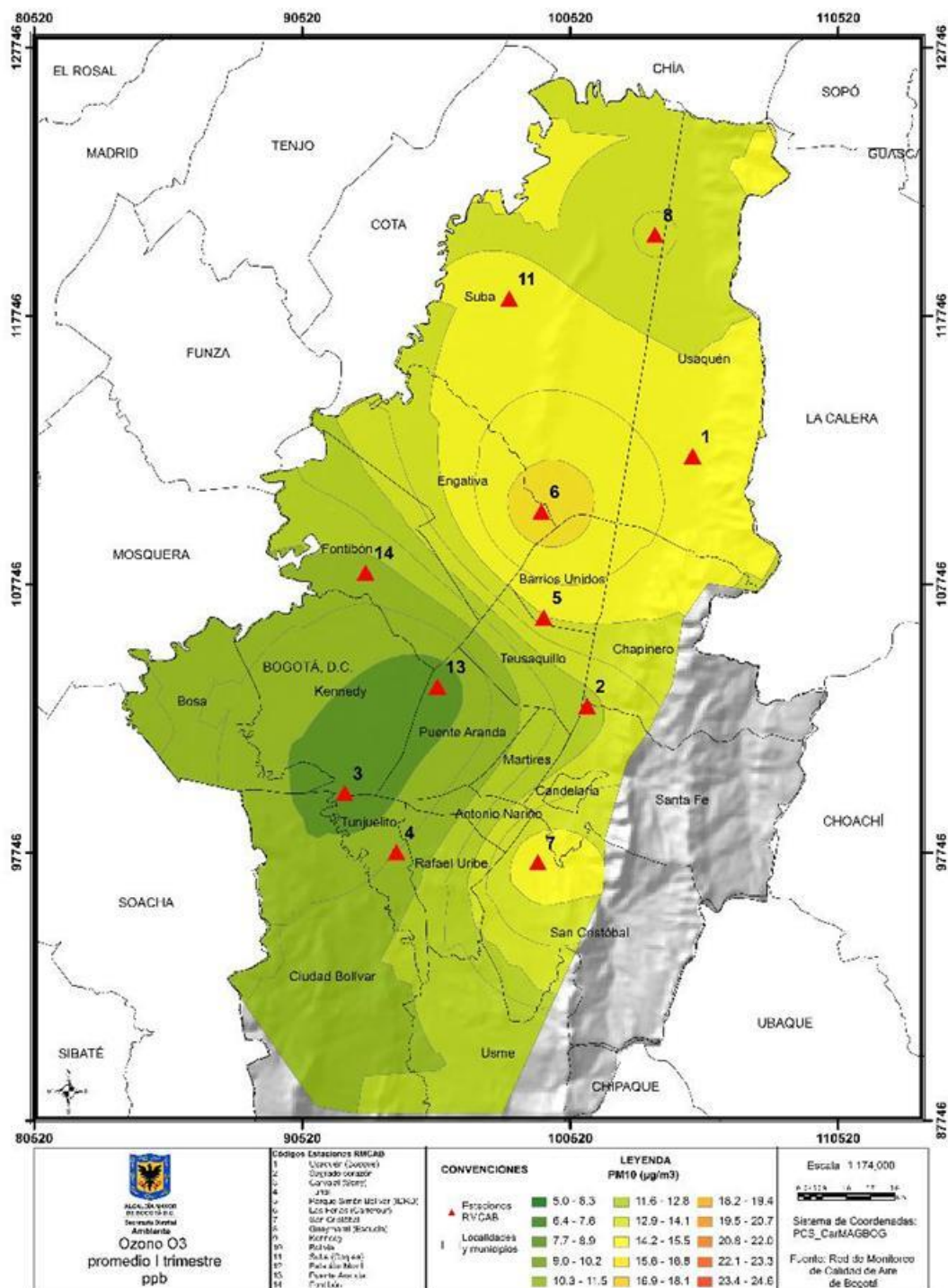


Figura 51. Mapa de concentración promedio de O3 en base de tiempo de 8 horas para el primer trimestre de 2013.

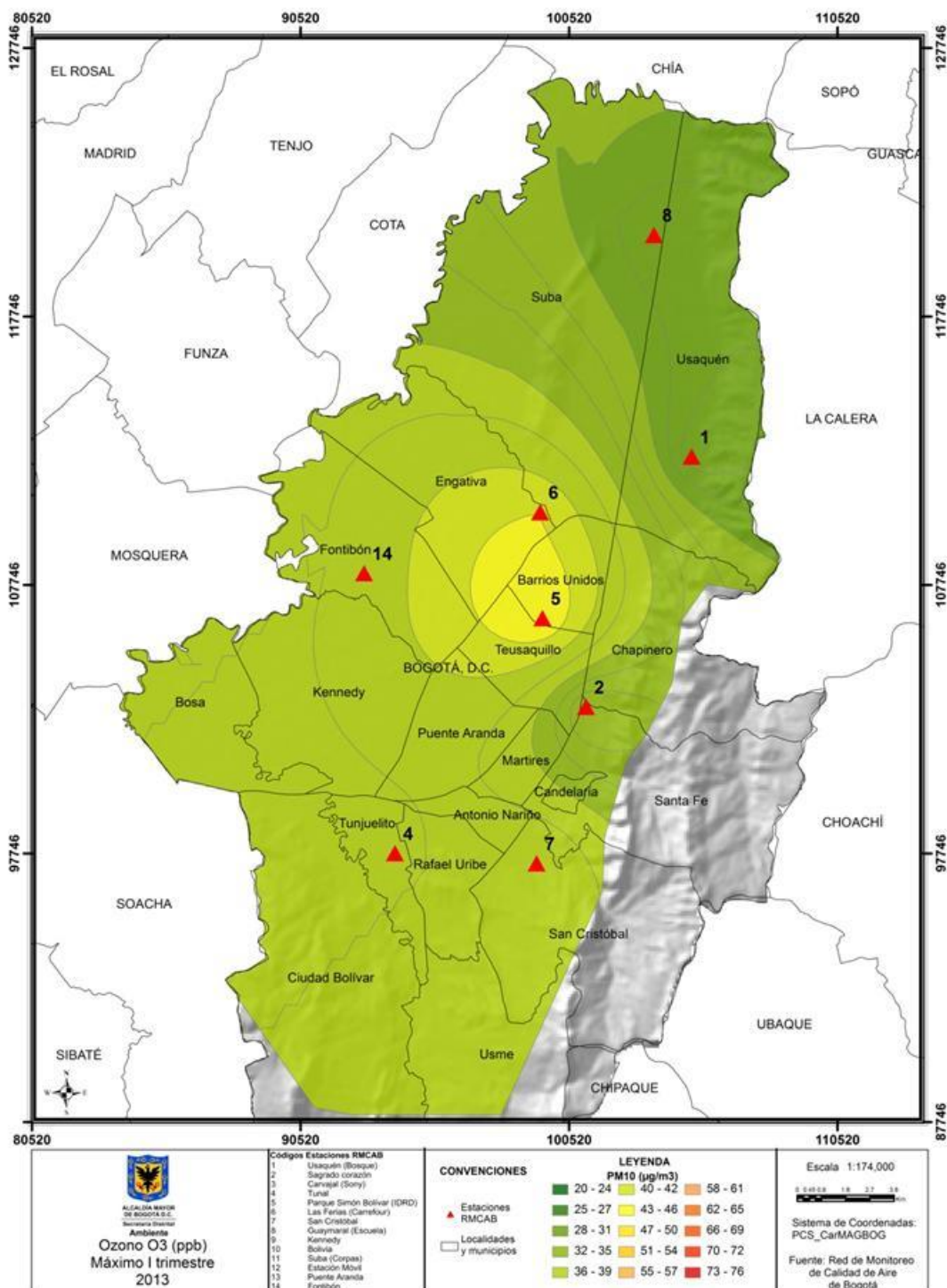


Figura 52. Mapa de concentración promedio de O3 en base de tiempo de 8 horas para el primer trimestre de 2013.

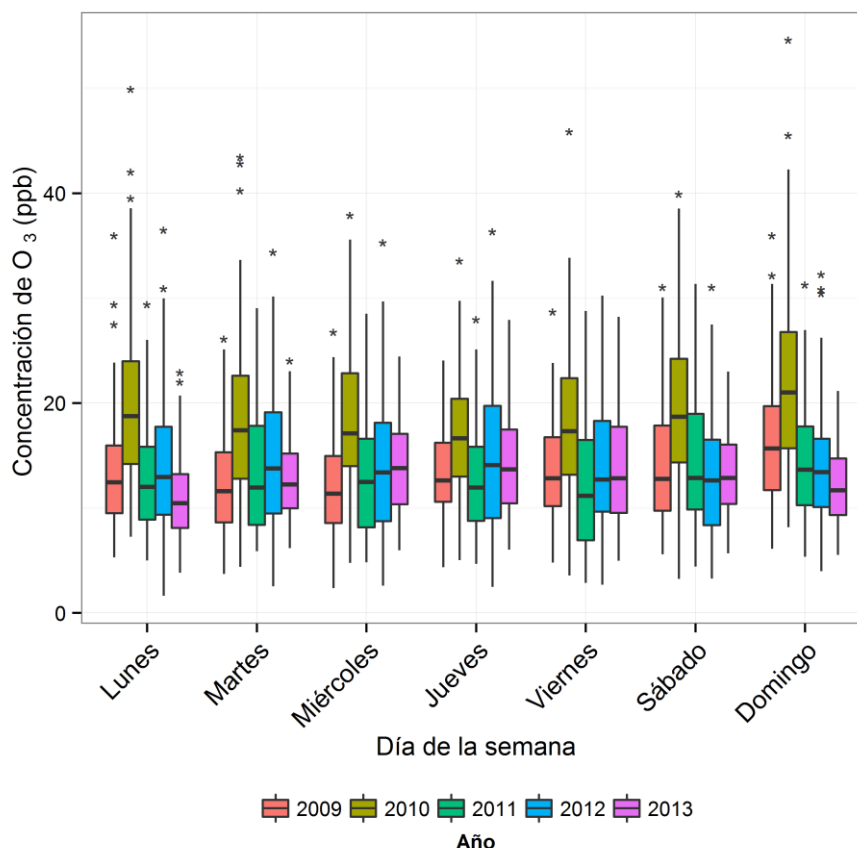


Figura 53. Gráfico de *boxplot* para O₃ 24 horas por días de la semana, comparando primer trimestre de 2013 con el mismo periodo de años anteriores.

Tabla 31. Promedio de ozono O₃ por días de la semana en ppb. Base de tiempo de una hora.

Promedio del contaminante O ₃ por días de la semana en ppb					
Día	2009	2010	2011	2012	2013
Lunes	13,6	19,5	13,3	14,0	10,9
Martes	12,2	18,4	13,5	14,6	12,9
Miércoles	12,0	18,3	13,6	13,7	13,8
Jueves	13,3	17,2	12,7	14,7	14,0
Viernes	13,3	18,4	12,4	14,2	13,9
Sábado	14,0	19,2	14,4	13,0	13,4
Domingo	16,2	22,1	14,2	14,1	12,2

La Figura 54 muestra el comportamiento de los promedios diarios de concentración de ozono en función de los meses de enero, febrero y marzo para los últimos 5 años. Con excepción del mes de febrero, donde hubo una disminución, la concentración se mantuvo prácticamente a niveles constantes en comparación con el primer trimestre del año 2012.

En todos los meses la dispersión de los datos tuvo una reducción. Se observa en general para este periodo una simetría con respecto a la mediana.

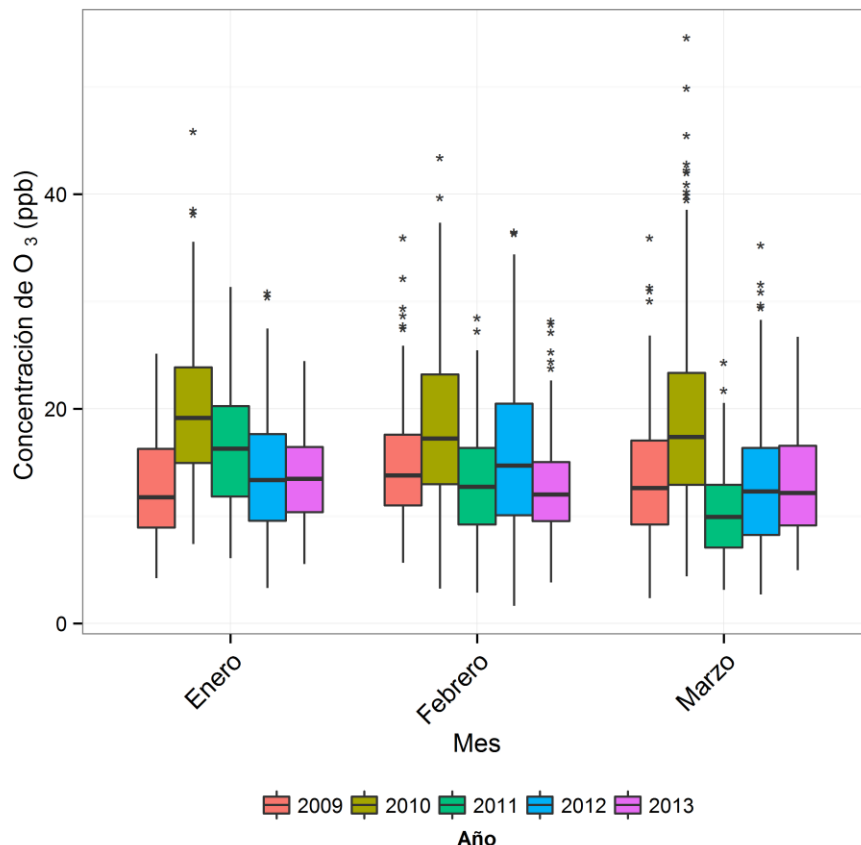


Figura 54. Gráfico de *boxplot* para O_3 promedio mensual (desde base diaria) comparando el primer trimestre de 2013 con los mismos periodos de años anteriores.

La Tabla 32 contiene los valores de concentración media de ozono en los meses de los primeros trimestres de los últimos 5 años con base de tiempo horaria. No se incluye la base diaria teniendo en cuenta que no hay normatividad correspondiente. En comparación con el primer trimestre de 2012, la concentración disminuyó levemente en enero y marzo pero en febrero hubo una disminución más significativa.

Tabla 32. Concentración media de O_3 en función de los meses de los últimos 5 años. Base de tiempo de 1 hora.

Mes	Promedio del contaminante O_3 por mes del trimestre en ppb				
	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	12.5	19.8	16.7	13.9	13.7
Febrero	14.6	18.8	13.4	15.3	12.5
Marzo	13.6	18.4	10.5	13.0	12.9

La Figura 55 es un diagrama *boxplot* que muestra la distribución de las concentraciones promedio de ozono (en base de 24 horas) en función de las estaciones de monitoreo. Puente Aranda registra las menores concentraciones de este contaminante y ha

disminuido progresivamente sus niveles de ozono desde el año 2009. Guaymaral y San Cristóbal aumentaron su concentración, en comparación con el mismo periodo de 2012. Esta última estación registra la concentración promedio máxima del trimestre. En general, las estaciones registran valores promedio más bajos respecto al primer trimestre del año 2010. La dispersión de datos para este periodo es comparable con la correspondiente a los años 2011 y 2012.

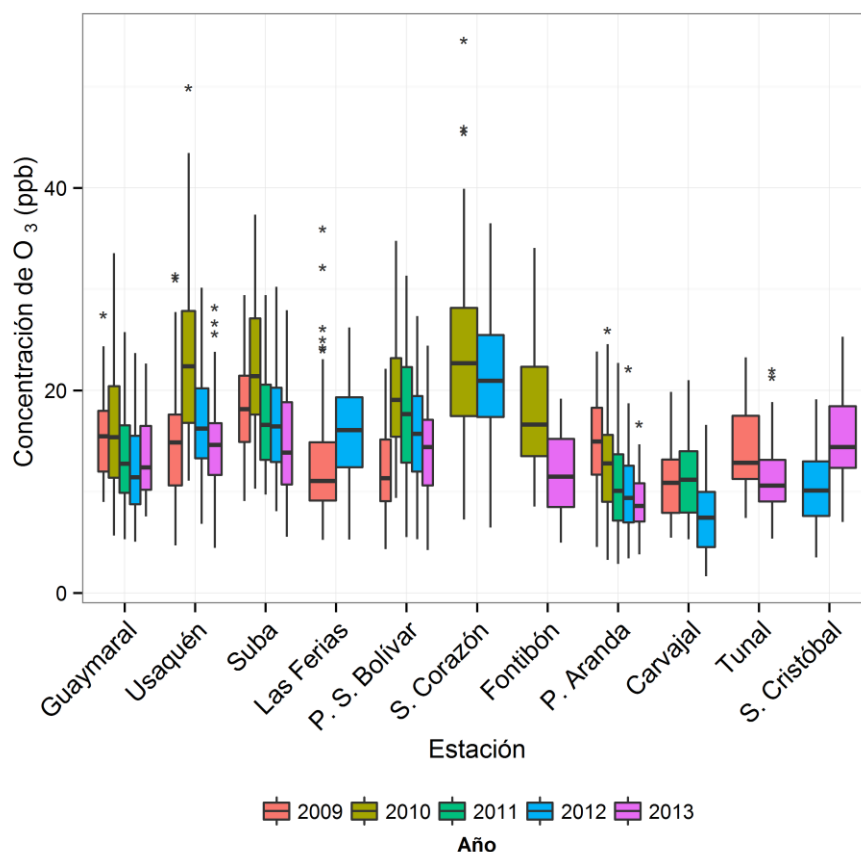


Figura 55. Gráfico de *boxplot* de O_3 en función de las estaciones para los primeros trimestres de los últimos 5 años (desde base de 24 horas).

El resumen general del comportamiento de ozono de los primeros trimestres desde 2009 hasta 2013 se presenta en la Figura 56. El primer trimestre 2013 tiene una dispersión menor de datos en comparación con los años previos y una leve reducción en los valores de concentración. La Tabla 33 es un resumen estadístico de estas tendencias históricas en base de tiempo de una hora. No se presenta en base diaria al no existir normatividad correspondiente.

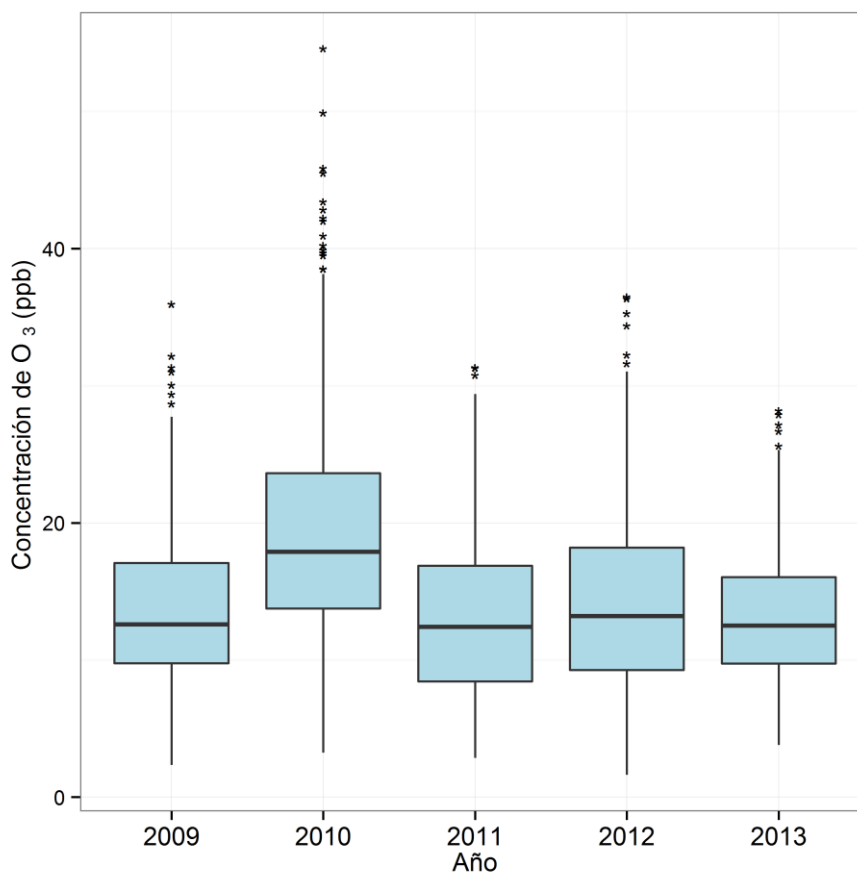


Figura 56. Gráfico de *boxplot* de O₃ con el comportamiento histórico de los primeros trimestres de los últimos 5 años. Base de 24 horas.

Tabla 33. Resumen estadístico histórico de las concentraciones de O₃ en promedios horarios durante los primeros trimestres entre 2009 y 2013.

Año	Concentración de O ₃ en ppb			
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
2009	13,5	10,6	102,91	0,00
2010	19,0	16,1	127,28	0,03
2011	13,4	9,53	104,92	0,00
2012	14,0	10,43	97,89	0,00
2013	13,0	11,58	74,93	0,06

3.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS

En la Tabla 34 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 respectivo y en la tercera 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 concentraciones de PM_{10} para 24 horas durante el trimestre. Una síntesis similar se realiza para los promedios diarios de $PM_{2.5}$ en la Tabla 35. En la Tabla 36 se muestra el resultado del análisis de los promedios 24h de PST. Para los gases SO_2 , NO_2 , CO y O_3 se presentan tablas similares en las Tablas 37 a 44.

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

Tabla 34. Consolidado de los promedios de 24 horas para material particulado inferior a 10 micras (PM₁₀), primer trimestre del año 2013.

Información de los promedios diarios de concentración de PM ₁₀ . Primer trimestre 2013 [Norma: 100 µg/m ³]										
Zona	Nombre de la Estación	No de promedios	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/m ³]	Max/Norma	Promedio [µg/m ³]
Norte	Guaymaral (Escuela)	78	87%	0	0%	35	2	77	0,8	49
	Usaquén (Bosque)	85	94%	0	0%	25	0	68	0,7	44
	Subtotal	163	91%	0	0%	60	2			46
Noroccidente	Suba (Corpas)	89	99%	0	0%	72	4	90	0,9	61
	Las Ferias (Carrefour)	67	74%	0	0%	28	5	86	0,9	50
	Subtotal	156	87%	0	0%	100	9			56
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	74	82%	0	0%	25	2	79	0,8	44
	Sagrado Corazón (MAVDT)	88	98%	0	0%	33	5	96	1,0	50
	Subtotal	162	90%	0	0%	58	7			47
Suroccidente	Fontibón	42	47%	0	0%	25	2	79	0,8	
	Puente Aranda	82	91%	0	0%	42	5	86	0,9	54
	Kennedy	90	100%	8	9%	39	36	119	1,2	76
	Carvajal (Sony)	90	100%	6	7%	32	43	109	1,1	77
	Subtotal	304	84%	14	5%	138	86			69
Sur	Tunal	79	88%	0	0%	30	5	93	0,9	50
	San Cristóbal	53	59%	0	0%	22	4	88	0,9	
	Subtotal	132	73%	0	0%	52	9			50
TOTALES		917	85%	14	0%	408	113	119		

Tabla 35. Consolidado de los promedios de 24 horas para material particulado inferior a 2,5 micras (PM_{2.5}), primer trimestre de 2013.

Información de los promedios diarios de concentración de PM _{2.5} [Norma: 50 µg/m³]										
Zona	Nombre de la Estación	No de promedios	Representatividad Temporal	No de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. 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	Promedio [µg/m³]
Suroccidente	Kennedy	90	100%	1	1%	46	27	55	1,1	33
TOTALES		90	100%	1	1%	46	27	55		

Tabla 36. Consolidado de los promedios de 24 horas de partículas suspendidas totales (PST), primer trimestre de 2013.

Información de los registros de concentración de PST para un periodo de 24 horas [Norma: 300 µg/m³]										
Zona	Nombre de la Estación	No de promedios	Representatividad Temporal	No de datos que exceden la norma	% de datos que exceden la norma	No. 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	Promedio [µg/m³]
Suroccidente	Carvajal (Sony)	90	100%	0	0	4	0	156	0.5	112
TOTALES		90	100%	0	0	4	0			

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

Tabla 37. Consolidado de los promedios de SO₂ para 3 horas, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios corridos 3 horas de concentración de SO ₂ [Norma: 287 ppb]										
Zona	Nombre de la Estación	No de promedios	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	Promedio [ppb]
Noroccidente	Suba (Corpas)	1974	91%	0	0%	0	0	29,73	0,1	2,9
	Las Ferias (Carrefour)	1702	79%	0	0%	0	0	16,43	0,1	1,7
	Subtotal	3676	85%	0	0%	0	0			2,3
Centro	Parque Simón Bolívar	1452	67%	0	0%	0	0	9,68	0,0	
	Subtotal	1452	67%	0	0%	0	0			
Suroccidente	Fontibón	1488	69%	0	0%	0	0	16,82	0,1	
	Puente Aranda	2090	97%	0	0%	0	0	15,20	0,1	1,8
	Kennedy	1701	79%	0	0%	0	0	25,56	0,1	3,8
	Carvajal (Sony)	1966	91%	0	0%	0	0	22,97	0,1	5,1
	Subtotal	7245	84%	0	0%	0	0			3,6
Sur	Tunal	1707	79%	0	0%	0	0	22,97	0,1	1,7
	San Cristóbal	1201	56%	0	0%	0	0	14,49	0,0	
	Subtotal	2908	67%	0	0%	0	0			1,7
TOTALES		15281	79%	0	0%	0	0	29,73		

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

Tabla 38. Consolidado de los promedios de SO₂ para 24 horas, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios 24 horas de concentración de SO ₂ [Norma: 96 ppb]										
Zona	Nombre de la Estación	No de promedios	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	Promedio [ppb]
Noroccidente	Suba (Corpas)	86	96%	0	0%	0	0	8,27	0,1	2,9
	Las Ferias (Carrefour)	70	78%	0	0%	0	0	5,05	0,1	
	Subtotal	156	87%	0	0%	0	0			2,9
Centro	Parque Simón Bolívar	61	68%	0	0%	0	0	4,48	0,1	
	Subtotal	61	68%	0	0%	0	0			
Suroccidente	Fontibón	62	69%	0	0%	0	0	4,85	0,1	
	Puente Aranda	87	97%	0	0%	0	0	3,91	0,0	1,8
	Kennedy	71	79%	0	0%	0	0	7,47	0,1	3,7
	Carvajal (Sony)	83	92%	0	0%	0	0	8,21	0,1	5,1
	Subtotal	303	84%	0	0%	0	0			3,5
Sur	Tunal	69	77%	0	0%	0	0	4,26	0,0	
	San Cristóbal	49	54%	0	0%	0	0	1,50	0,0	
	Subtotal	118	66%	0	0%	0	0			
TOTALES		638	79%	0	0%	0	0	8,27		

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

Tabla 39. Consolidado de los promedios horarios de NO₂, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios horarios de concentración de NO ₂ [Norma: 106 ppb]										
Zona	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 [ppb]	Max/Norma	Promedio [ppb]
Norte	Guaymaral (Escuela)	1513	70%	0	0%	2	0	54,59	0,5	
	Subtotal	1513	70%	0	0%	2	0			
Noroccidente	Suba (Corpas)	1936	90%	0	0%	0	0	45,92	0,4	14
	Las Ferias (Carrefour)	1731	80%	0	0%	49	0	78,78	0,7	27
	Subtotal	3667	85%	0	0%	49	0			20
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	1921	89%	0	0%	0	0	35,77	0,3	8
	Subtotal	1921	89%	0	0%	0	0			8
Suroccidente	Puente Aranda	1808	84%	0	0%	9	1	82,97	0,8	21
	Kennedy	2089	97%	0	0%	3	0	74,63	0,7	21
	Subtotal	3897	90%	0	0%	12	1			21
Sur	Tunal	1881	87%	0	0%	5	0	63,25	0,6	16
	Subtotal	1881	87%	0	0%	5	0			16
TOTALES		12879	85%	0	0%	68	1	82,97		

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

Tabla 40. Consolidado de los promedios de NO₂ para 24 horas, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios horarios de concentración de NO ₂ [Norma: 106 ppb]										
Zona	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 [ppb]	Max/Norma	Promedio [ppb]
Norte	Guaymaral (Escuela)	62	69%	0	0%	0	0	22,67	0,3	
	Subtotal	62	69%	0	0%	0	0			
Noroccidente	Suba (Corpas)	76	84%	0	0%	0	0	20,64	0,3	14
	Las Ferias (Carrefour)	70	78%	0	0%	2	0	44,58	0,6	27
	Subtotal	146	81%	0	0%	0	0			
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	79	88%	0	0%	0	0	12,80	0,2	8
	Subtotal	79	88%	0	0%	0	0			8
Suroccidente	Puente Aranda	70	78%	0	0%	0	0	36,05	0,5	21
	Kennedy	88	98%	0	0%	0	0	32,15	0,4	21
	Subtotal	158	88%	0	0%	0	0			21
Sur	Tunal	76	84%	0	0%	0	0	29,04	0,4	16
	Subtotal	76	84%	0	0%	0	0			16
TOTALES		521	83%	0	0%	0	0	44,58		

Tabla 41. Consolidado de los promedios horarios de CO, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios horarios de concentración de CO [Norma: 35 ppm]										
Zona	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 [ppm]	Max/No rma	Promedio [ppm]
Norte	Usaquén (Bosque)	480	22%	0	0,0%	0	0	5,0	0,1	
	Subtotal	480	22%	0	0,0%	0	0	5,0		
Noroccidente	Las Ferias (Carrefour)	1728	80%	0	0,0%	0	0	4,1	0,1	1,1
	Subtotal	1728	80%	0	0,0%	0	0	4,1		1,1
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	1687	78%	0	0,0%	0	0	3,1	0,1	0,8
	Subtotal	1687	78%	0	0,0%	0	0	3,1		0,8
Suroccidente	Fontibón	1382	64%	0	0,0%	0	0	2,2	0,1	
	Puente Aranda	2109	98%	0	0,0%	0	0	5,2	0,2	1,0
	Kennedy	2150	100%	0	0,0%	0	0	4,3	0,1	1,0
	Carvajal (Sony)	2053	95%	0	0,0%	0	0	5,4	0,2	1,1
	Subtotal	7694	89%	0	0,0%	0	0	5,4		1,0
Sur	Tunal	669	31%	0	0,0%	0	0	3,6	0,1	
	San Cristóbal	1615	75%	0	0,0%	0	0	4,8	0,1	0,5
	Subtotal	2284	53%	0	0,0%	0	0	4,8		0,5
TOTALES		13873	71%	0	0,0%	0	0	5,4		

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

Tabla 42. Consolidado de los promedios de CO para 8 horas, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios 8 horas de concentración de CO [Norma: 8,8 ppm]										
Zona	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 [ppm]	Max/Norma	Promedio [ppm]
Norte	Usaquén (Bosque)	474	22%	0	0,0%	0	0	2,8	0,3	
	Subtotal	474	22%	0	0,0%	0	0	2,8		
Noroccidente	Las Ferias (Carrefour)	1709	79%	0	0,0%	0	0	3,2	0,4	1,1
	Subtotal	1709	79%	0	0,0%	0	0	3,2		1,1
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	1673	77%	0	0,0%	0	0	1,7	0,2	0,8
	Subtotal	1673	77%	0	0,0%	0	0	1,7		0,8
Suroccidente	Fontibón	1308	61%	0	0,0%	0	0	1,6	0,2	
	Puente Aranda	2106	98%	0	0,0%	0	0	2,6	0,3	1,0
	Kennedy	2147	99%	0	0,0%	0	0	2,4	0,3	1,0
	Carvajal (Sony)	2051	95%	0	0,0%	0	0	3,1	0,4	1,1
	Subtotal	7612	88%	0	0,0%	0	0	3,1		1,0
Sur	Tunal	654	30%	0	0,0%	0	0	2,7	0,3	
	San Cristóbal	1606	74%	0	0,0%	0	0	2,1	0,2	0,5
	Subtotal	2260	52%	0	0,0%	0	0	2,7		0,5
TOTALES		13728	71%	0	0,0%	0	0	3,2		

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

Tabla 43. Consolidado de los promedios horarios de O₃, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios horarios de concentración de O ₃ [Norma: 61 ppb]										
Zona	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 [ppb]	Max/No rma	Promedio [ppb]
Norte	Guaymaral (Escuela)	2141	99%	3	0.1%	140	39	74,9	1,2	13,4
	Usaquén (Bosque)	2082	96%	0	0.0%	62	3	53,7	0,9	14,8
	Subtotal	4223	98%	3	0,1%	202	42	74,9		14,1
Noroccidente	Suba (Corpas)	2141	99%	5	0,2%	170	48	70,8	1,2	14,6
	Las Ferias (Carrefour)	1438	67%	5	0,3%	165	32	70,4	1,2	
	Subtotal	3579	83%	10	0,3%	335	80	70,8		14,6
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	2142	99%	5	0,2%	190	49	64,0	1,1	14,3
	Sagrado Corazón (MAVDT)	1724	80%	0	0,0%	26	1	47,8	0,8	12,4
	Subtotal	3866	90%	5	0,1%	216	50	64,0		13,3
Suroccidente	Fontibón	1840	85%	0	0,0%	132	18	59,2	1,0	11,7
	Puente Aranda	2081	96%	0	0,0%	61	2	50,0	0,8	9,1
	Carvajal (Sony)	1506	70%	0	0,0%	42	1	47,7	0,8	
	Subtotal	5427	84%	0	0,0%	235	21	59,2		10,4
Sur	Tunal	1959	91%	0	0,0%	50	3	52,6	0,9	11,3
	San Cristóbal	1969	91%	0	0,0%	84	6	60,3	1,0	15,2
	Subtotal	3928	91%	0	0,0%	134	9	60,3		13,3
TOTALES		21023	88%	18	0,0%	1122	202	74,9		

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

Tabla 44. Consolidado de los promedios de O₃ para 8 horas, primer trimestre de 2013.

Información de los promedios horarios de concentración de O ₃ [Norma: 41 ppb]										
Zona	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 [ppb]	Max/Norma	Promedio [ppb]
Norte	Guaymaral (Escuela)	2146	99%	10	0,5%	330	105	46,8	1,1	13,5
	Usaquén (Bosque)	2073	96%	0	0,0%	423	13	39,2	1,0	14,9
	Subtotal	4219	98%	10	0,2%	753	118	46,8		14,2
Noroccidente	Suba (Corpas)	2144	99%	31	1,4%	362	141	51,2	1,3	14,7
	Las Ferias (Carrefour)	1350	62%	11	0,8%	375	108	43,5	1,1	
	Subtotal	3494	81%	42	1,2%	737	249	51,2		14,7
Centro	Parque Simón Bolívar (IDRD)	2135	99%	15	0,7%	425	135	47,0	1,2	14,3
	Sagrado Corazón (MAVDT)	1545	72%	0	0,0%	134	0	30,5	0,7	
	Subtotal	3680	85%	15	0,4%	559	135	47,0		14,3
Suroccidente	Fontibón	1844	85%	0	0,0%	253	67	39,3	1,0	11,7
	Puente Aranda	2099	97%	0	0,0%	124	2	32,5	0,8	9,1
	Carvajal (Sony)	1490	69%	0	0,0%	92	5	32,2	0,8	
	Subtotal	5433	84%	0	0,0%	469	74	39,3		10,4
Sur	Tunal	1938	90%	0	0,0%	188	13	37,4	0,9	11,3
	San Cristóbal	1952	90%	1	0,1%	398	27	41,7	1,0	15,3
	Subtotal	3890	90%	1	0,0%	586	40	41,7		13,3
TOTALES		20716	87%	68	0,3%	3104	616	51,2		

4. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El presente capítulo presenta la determinación del Índice de Calidad del Aire ICA, para los contaminantes criterio (PM_{10} , O_3 , CO , SO_2 y NO_2). El ICA corresponde a un valor adimensional que oscila entre 0 y 500 que representa qué tan limpio o contaminado es el aire que respiramos y qué efectos perjudiciales podría tener en la salud pública.

La metodología de cálculo es la definida por la EPA, donde se establecen puntos de corte para cada contaminante de acuerdo al tiempo de exposición y al grado de afectación que tendría sobre la salud, asignándole un rango y una clasificación; (Bueno, Moderado, Desfavorable para Grupos sensibles, Desfavorable, Muy Desfavorable y Peligroso), tal y como lo muestra la Tabla 17.

Tabla 45. Puntos de corte del ICA según la EPA. Fuente: Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, MAVDT, 2010.

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O_3 8h ppm	O_3 1h Ppm (1)	PM_{10} 24h $\mu g/m^3$	$PM_{2.5}$ 24h $\mu g/m^3$	CO 8h ppm	SO_2 24h ppm	NO_2 1h ppm
0 - 50	Verde	Buena	0,000 0,059	-	0 54	0,0 15,4	0,0 4,4	0,000 0,034	(2)
51-100	Amarillo	Moderada	0,060 0,075	-	55 154	15,5 40,4	4,5 9,4	0,035 0,144	(2)
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0,076 0,095	0,125 0,164	155 254	40,5 65,4	9,5 12,4	0,145 0,224	(2)
151 - 200	Rojo	Dañina a la salud	0,096 0,115	0,165 0,204	255 354	65,5 150,4	12,5 15,4	0,225 0,304	(2)
201 - 300	Púrpura	Muy Dañina a la salud	0,116 0,374 (0,155 0,404) (4)	0,205 0,404	355 424	150,5 250,4	15,5 30,4	0,305 0,604	0,65 1,24
301-400	Marrón	Peligrosa	(3)	0,405 0,504	425 504	250,5 350,4	30,5 40,4	0,605 0,804	1,25 1,64
401-500	Marrón	Peligrosa	(3)	0,505 0,604	505 604	350,5 500,4	40,5 50,4	0,805 1,004	1,65 2,04

(1) Para O_3 se calculará el índice usando promedios de 8 horas y de 1 hora.

(2) Para NO_2 se tendrán en cuenta valores únicamente por encima de 200 teniendo en cuenta que han sido tomado de valores y parámetros EPA.

(3) Valores de concentraciones de 8 horas de ozono no definen valores más altos de ICA (w301). Los valores de ICA de 301 o mayores serán calculados con concentraciones de 1 hora de ozono.

(4) Los números entre paréntesis se asocian valores de 1 hora que se utilizarán en esta categoría sólo si se superponen.

La importancia de este índice radica en ofrecer información sobre la calidad del aire a la población que sea fácil de entender y que exponga las posibles complicaciones en la salud que pueden llegar a presentarse debido a que los contaminantes alcanzan niveles no saludables.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para PM_{10}

El material particulado menor a 10 micras es uno de los contaminantes de mayor interés por su composición y tamaño de partícula. Estas características representan un mayor

riesgo en la salud pública y ha sido relacionado con enfermedades y muertes por enfermedades cardíacas y pulmonares.

En la figura se observa el valor del ICA para el primer trimestre de 2013, obtenido a partir del promedio de los datos diarios (24h) de PM₁₀ con relación a los puntos de corte del contaminante establecidos por la EPA (Tabla 17).

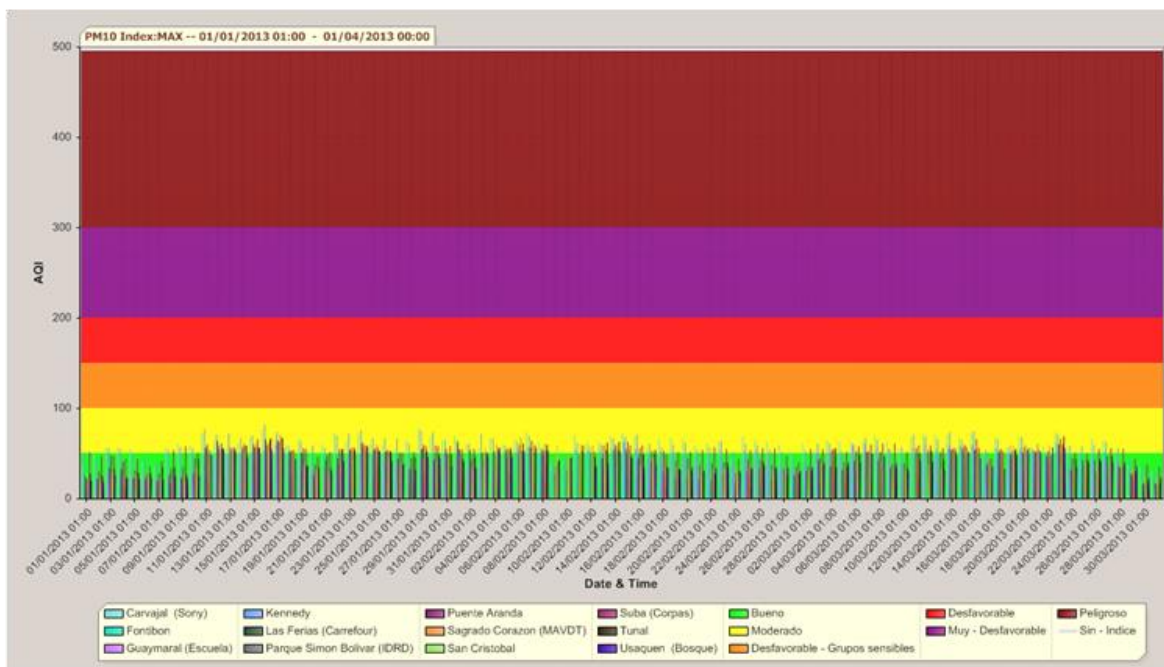


Figura 57. ICA PM10 Primer Trimestre de 2013

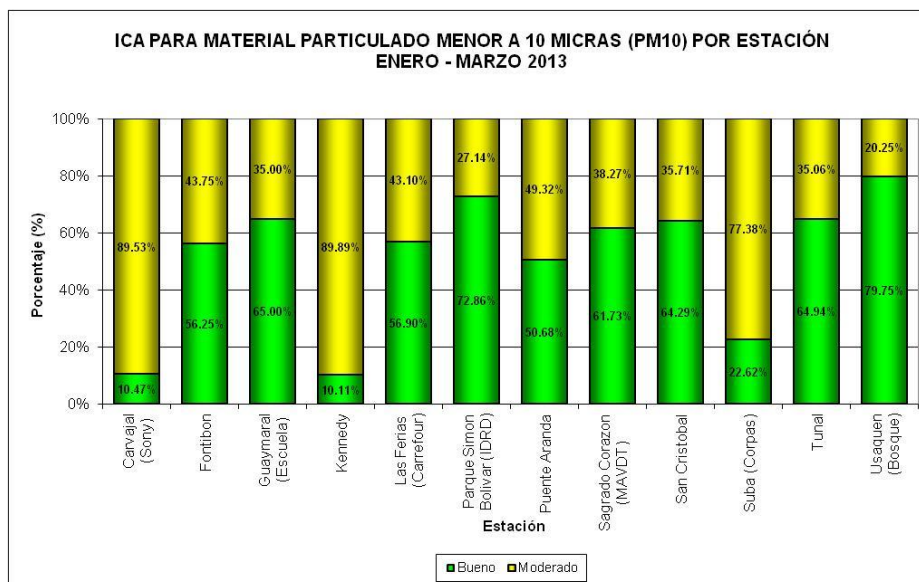


Figura 58. ICA para PM10 primer trimestre de 2013, por estación.

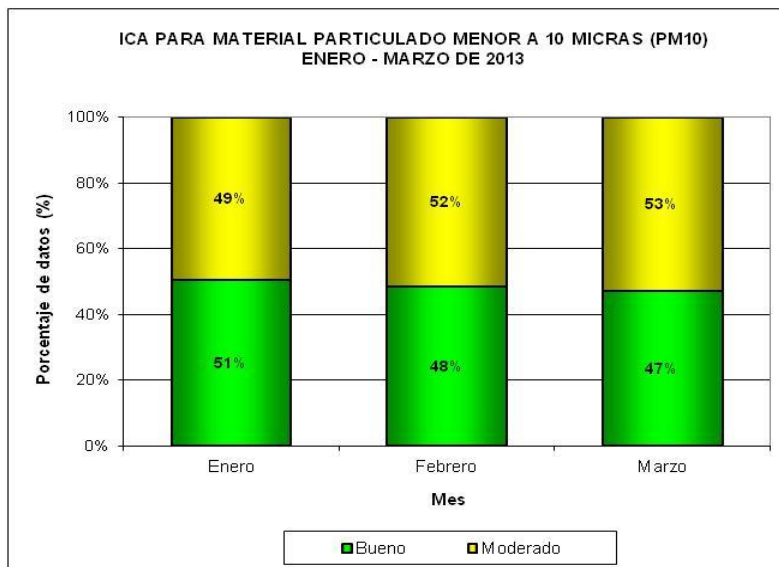


Figura 59. ICA para PM10 primer trimestre de 2013, porcentaje mensual por categoría.

Los resultados obtenidos en el valor del índice de Calidad del Aire ICA, como se observa que durante el primer trimestre presentaron dos categorías. La primera de ellas ubicada entre los valores de 0 y 50 que corresponde a la clasificación de “Buena”, lo cual significa que no existió complicación alguna en la salud de la población. Esta categoría representó un 51% de los datos en el mes de enero, un 48% en el mes de febrero y un 47% en el mes de marzo.

La segunda categoría corresponde a “Moderado”, clasificación dada entre los valores de 51 y 100 y que representa posibles complicaciones en la salud para personas sensibles, por lo tanto se debe considerar reducir el esfuerzo prolongado o pesado. Los resultados para el trimestre en esta clasificación fueron 49% de los datos en el mes de enero, un 52% en el mes de febrero y un 53% en el mes de marzo. Lo anterior indica el comportamiento positivo del índice, presentando mayores registros en la categoría de bueno al encontrarse en el corte de concentración dado por la EPA entre 0 y 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para O_3

El ozono es un gas que se encuentra presente en la tropósfera o estratósfera, dependiendo de la capa en la que se encuentre puede ser benéfico o perjudicial para la salud de las personas. El ozono benéfico es el que se encuentra en la estratósfera y forma la capa de ozono que nos protege de la radiación ultravioleta (ozonósfera); el ozono nocivo es el que se encuentra cerca de la superficie terrestre y puede ser respirado, causando efectos negativos en la salud.

El ozono es un irritante pulmonar capaz de causar la muerte por edema pulmonar y la exposición a largo plazo puede causar engrosamiento de los bronquios respiratorios

terminales y bronquitis crónica, al respirarlo en niveles moderados puede causar dolor de cabeza, malestar estomacal, vómitos, dolor y opresión en el pecho. A niveles altos puede causar tos y edema pulmonar con una intensa falta de aire.⁵

Los resultados obtenidos en el valor del índice de Calidad del Aire ICA, presentaron una única categoría durante el trimestre calculado a partir del promedio octohorario (8h) de O_3 con relación a los puntos de corte del contaminante establecidos por la EPA. Ninguno de los registros superó el punto de corte dado por la EPA de 0 a 0.059 ppm para promedios octohorarios (8hs), por lo tanto la única categoría presentada para este contaminante fue la categoría de “Bueno”.

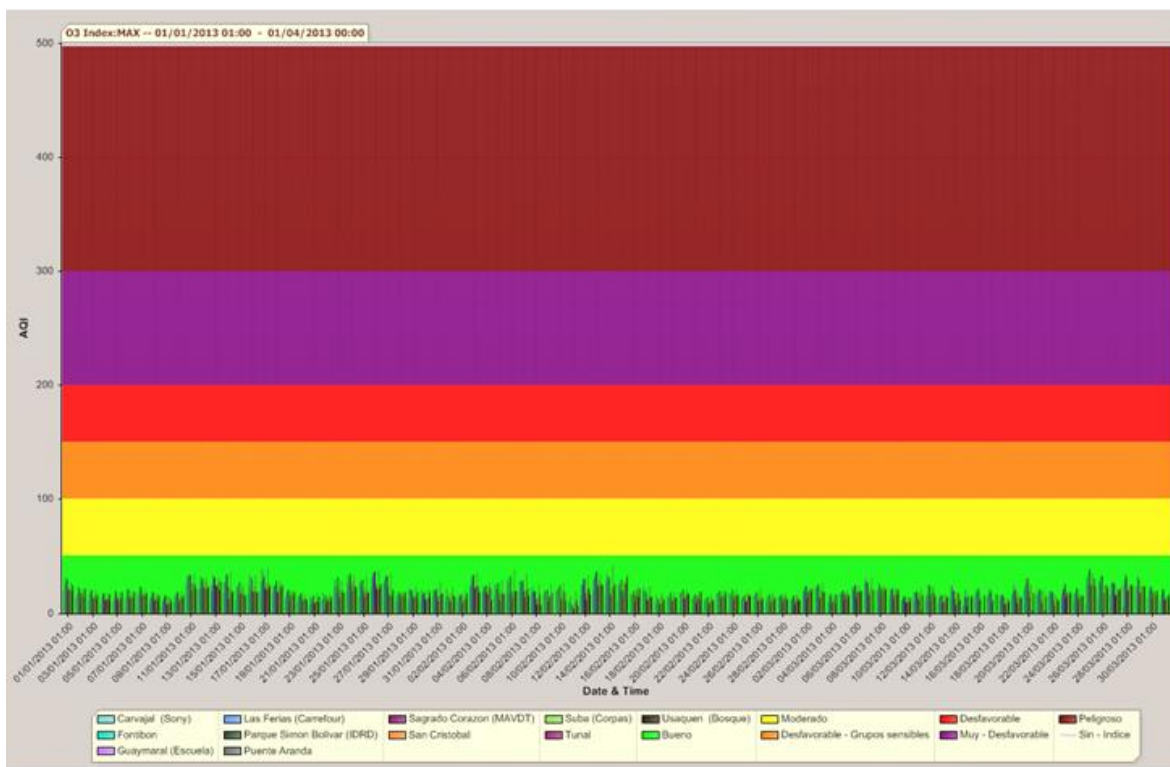


Figura 60. ICA O_3 Primer Trimestre de 2013

Índice de Calidad del Aire (ICA) para Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO_2) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

De acuerdo a los datos monitoreados por la RMCAB, en el parámetro monóxido de carbono (CO) no se presentaron concentraciones que superaran los puntos de corte dados por la EPA entre 0 y 4.4 ppm asignados a la categoría de “Bueno”. Asimismo no se presentaron excedencias en la norma octohoraria (8.8ppm).

⁵ Efectos de los contaminantes en la salud humana, Toxicología ambiental, María del Carmen Vallejo, Junio 2007.

Para el caso del SO₂ (24hs), se mantuvo la categoría “Bueno” pues durante el primer trimestre no se presentaron excedencias en la norma ni fueron superados los puntos de corte asignados para esta categoría entre 0 y 0.034 para promedios 24 horas. Igualmente el NO₂, registró la categoría de “Bueno”.

5. METEOROLOGÍA

Este capítulo presenta el estudio de la variación de las condiciones atmosféricas en la ciudad de Bogotá durante el I trimestre EFM (enero febrero marzo) del año 2013. Tal y como aparece registrado en la Tabla 46, la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) a través de los sensores localizados en sus estaciones, realiza el monitoreo de variables meteorológicas como la precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura superficial, radiación solar y humedad relativa.

Tabla 46. Estaciones de la RMCAB y variables meteorológicas monitoreadas en cada una de ellas. Fuente RMCAB

ESTACION	VARIABLES METEOROLÓGICAS					
	PRECIPITACIÓN	VEL. Y DIR. DEL VIENTO	TEMPERATURA	RADIACION	HUMEDAD RELATIVA	PRESION
No. 1 Usaquén (Bosque)	X	X	X			
No. 3 Carvajal (Sony)	X	X	X			
No. 2 Sagrado Corazón (MAVDT)	X	X				
No. 4 Tunal	X	X	X	X	X	
No. 5 Parque Simón Bolívar (I.D.R.D)	X	X	X	X	X	
No. 6 Las Ferias (Carrefour)	X	X	X		X	X
No. 7 San Cristóbal	X	X	X			
No. 8 Guaymaral (Escuela)	X	X	X	X	X	X
No. 9 Kennedy	X	X	X	X	X	X
No. 11 Suba (Corpas)	X	X	X			
No. 13 Puente Aranda	X	X	X			
No. 14 Fontibón	X	X	X			X

Condiciones climatológicas y sinópticas del periodo:

Climatológicamente, las condiciones de precipitación en el periodo están asociadas inicialmente a la zona de convergencia intertropical (ZCIT) la cual se observa en colores verdes y amarillos en la Figura 61, en donde se describe el en cada uno de los meses del trimestre.

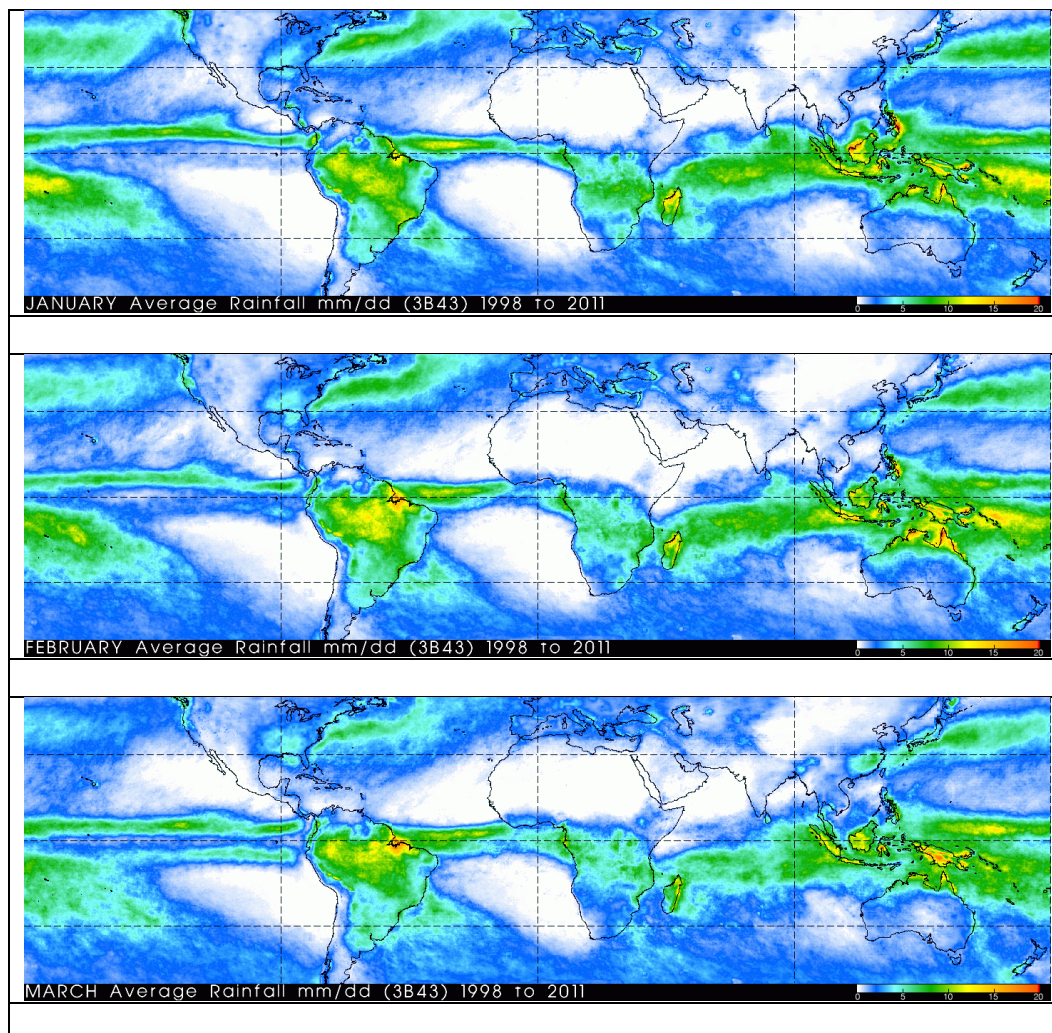


Figura 61. Comportamiento promedio (1998 – 2011) de la precipitación por día. Fuente TRMM.

Uno de los fenómenos climáticos que presentan mayor relevancia en la modulación de las precipitaciones en Colombia corresponde al fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Del Sur), el cual consiste en un sistema acoplado océano – atmosférico de anomalías en variables tales como la temperatura superficial del mar (TSM) y la presión atmosférica, entre otros. Dentro de este fenómeno de variabilidad climática se presentan tres comportamientos asociados a la TSM, correspondientes a El Niño, La Niña y condiciones

neutrales los cuales representan calentamiento, enfriamiento y condiciones normales de las aguas del Pacífico según un promedio histórico respectivamente. Durante el primer trimestre de 2013 se presentó una fase neutral según informes de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), en donde las anomalías de temperatura superficial del mar en el océano Pacífico alcanzaron un máximo de -0.4°C en el promedio del trimestre FAM (febrero abril mayo) y un mínimo de -0.6 en EFM (enero febrero marzo). La Figura 62 representa las condiciones históricas de este fenómeno; según datos de The International Research Institute for Climate and Society (IRI) 2, así como la información descrita por la Figura 63 tomada de la CPC (Climate prediction center) de la NOAA.

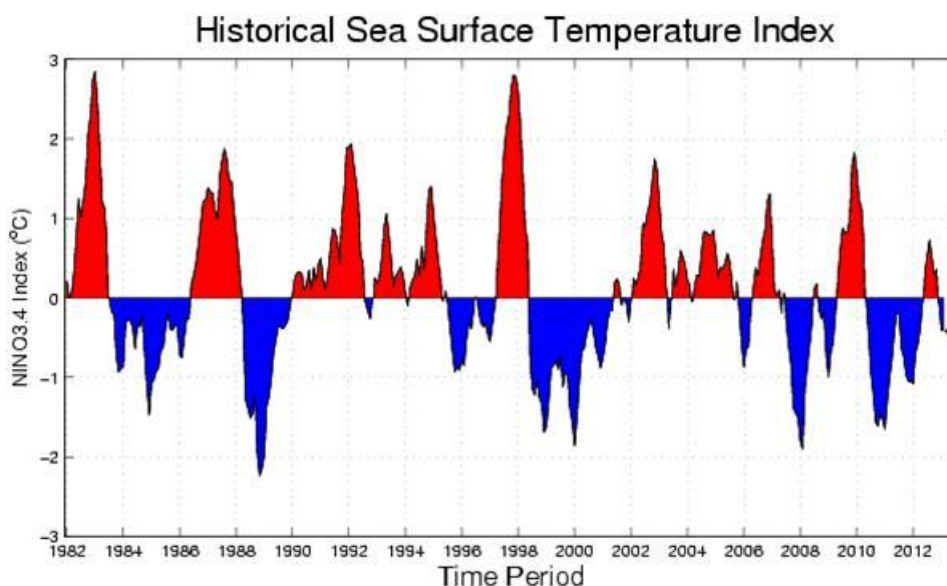


Figura 62. Comportamiento del Índice NINO región 3.4 en los últimos años. Fuente IRI.

Generalidades climatológicas de Bogotá:

El comportamiento de los vientos en Colombia responde al flujo de los alisios del Noreste y Sudeste, los cuales confluyen en la región tropical formando una zona de baja presión (ZCIT), que al desplazarse sobre el territorio debido al cambio relativo de la incidencia solar sobre la tierra provoca las temporadas de lluvia en el país¹. De vez en cuando la circulación de los vientos alisios se ve trastornada por anomalías en el balance de energía provocando serios disturbios en la distribución espacial y temporal de las lluvias, tal es el caso del fenómeno del Niño. Otro aspecto que influye, depende de las condiciones orográficas; las diferencias horizontales de temperatura en una montaña producen alteraciones locales del viento que genéricamente se llaman brisas. La brisa terrestre, llamada circulación valle-montaña, montaña-valle, se debe a diferencias de temperatura entre las montañas y el aire libre que las rodea, en la mañana se presenta un brisa soplando junto al suelo desde los valles y llanuras hacia las laderas que están recibiendo el Sol (solana), remontándolas. De noche desciende una brisa desde las montañas a los valles y llanuras.

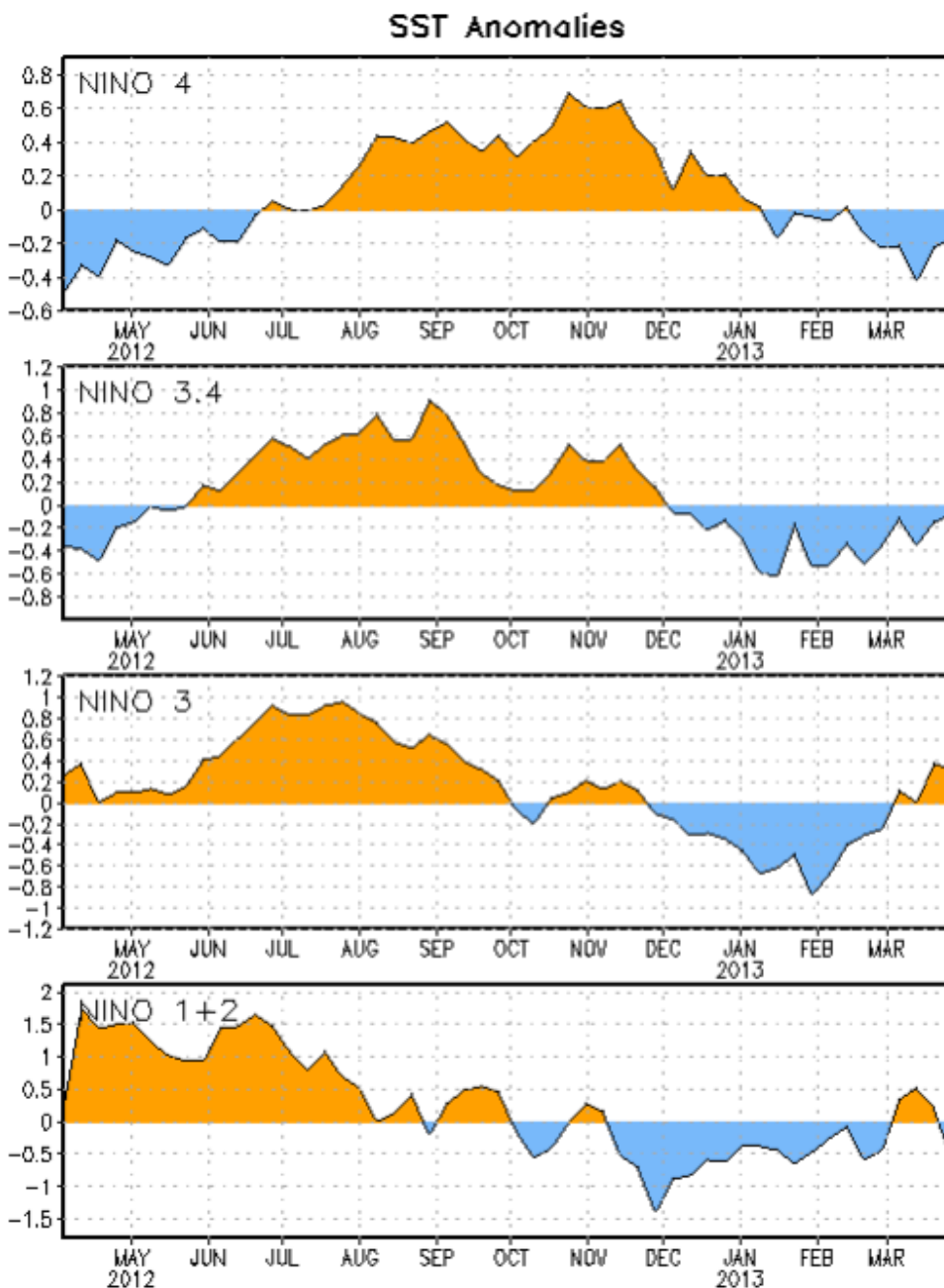


Figura 63. Series de Tiempo de áreas promediadas para las anomalías en la temperatura en °C de la superficie del mar (TSM) para las regiones del El Niño [(Niño-1+2(0°-10°S, 90°W- 0°W), Niño 3 (5°N-5°S, 150°W-90°W), Niño-3.4 (5°N-5°S, 170°W-120°W), Niño-4 (150°W-160°E 5°N-5°S). Las anomalías de TSM son variaciones de los promedios semanales del período base de 1971-2000 Tomado de: CENTRO DE PREDICCIONES CLIMATICAS/NCEP/NWS.

Bogotá se encuentra ubicada en la región Andina de Colombia y está determinada por una distribución temporal de lluvias, dominada por las características climatológicas de la cuenca del Río Bogotá – Sabana de Bogotá. Al estar encerrada por dos ramales de la

cordillera Oriental presenta escasa pluviosidad y sus lluvias son generadas especialmente por un tipo de circulación Valle – montaña que se caracteriza por vientos ascendentes durante el día y descendentes durante la noche. La distribución típica de lluvias es caracterizada por dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas bien definidas siendo la temporada seca de inicio de año y la lluviosa de finales de año las más definidas y prolongadas⁶. Las características de la variabilidad de la precipitación en Bogotá desde el punto de vista horario y mensual se resumen en la Figura 64, donde se aprecia que existen dos temporadas lluviosas, la más fuerte en octubre - noviembre y que las lluvias más intensas se dan con mayor frecuencia en horas de la tarde y primeras horas de la noche.

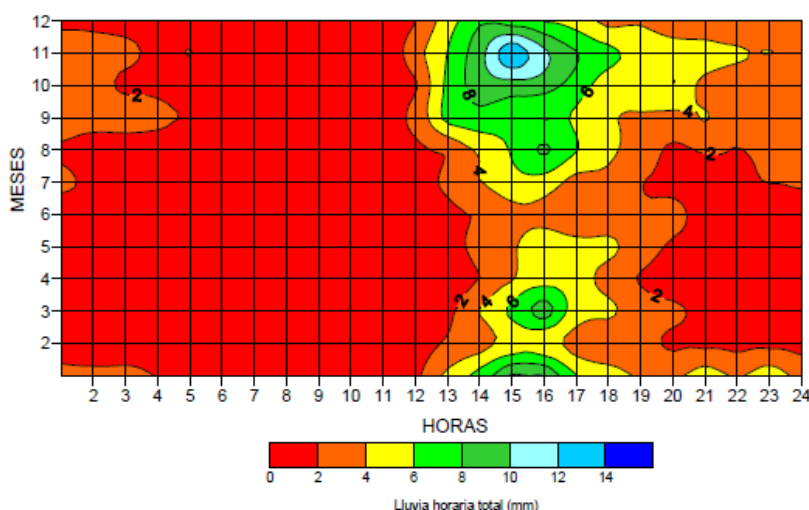


Figura 64. Esquematación hora-mes de la precipitación en la estación del aeropuerto ElDorado en Bogotá.
Fuente: IDEAM

En la ciudad de Bogotá se presentan dos regímenes de vientos, los generales y los vientos locales, los primeros son los de influencia sinóptica asociados a los alisios, los cuales toman direcciones Noreste y Sureste sobre la ciudad y la sabana. Estos vientos traen consigo lloviznas que remplazan las lluvias fuertes del periodo lluvioso y arrastran la contaminación producida en las zonas industriales de Soacha y Madrid hacia la ciudad. Los vientos locales son bastante variables y dependen de la distribución de las precipitaciones, predominan durante la segunda temporada de lluvias, y viajan hacia el Nororiente, Oriente y Occidente, con velocidades medias de 4 a 6 m/s. Los vientos con diferentes direcciones dan lugar a condiciones de discontinuidad y presencia de corrientes ascendentes, que junto con el calentamiento diurno, apoyan la formación de nubes de amplio despliegue vertical favoreciendo las precipitaciones fuertes y la ocurrencia incluso de tormentas eléctricas, granizadas y torbellinos en zonas locales y a veces de poca extensión. También favorecen la dispersión de los contaminantes en algunas zonas, pero en los meses de la segunda temporada de lluvias arrastran contaminantes sobre zonas de alta emisión.

⁶ La precipitación en Colombia. Hurtado 1998

5.1. PRECIPITACIÓN

La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro, conformado de partículas acuosas de forma sólida o líquida que caen de las nubes y llegan al suelo. Existen varios tipos de precipitación dependiendo de la cantidad o forma en que caen las partículas, el diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7 mm, (1 mm de precipitación es la lámina que alcanzaría un litro de agua sobre una superficie de un metro cuadrado, sin que se evapore o percole), y caen a una velocidad del orden de los 3 m/s. Dependiendo del tamaño de las gotas que lleguen al suelo y de cómo caigan existen distintos tipos de precipitación líquida: llovizna (gotas pequeñas que caen uniformemente), chubasco (gotas de mayor tamaño y que caen de forma violenta e intensa), etc.

La Figura 65

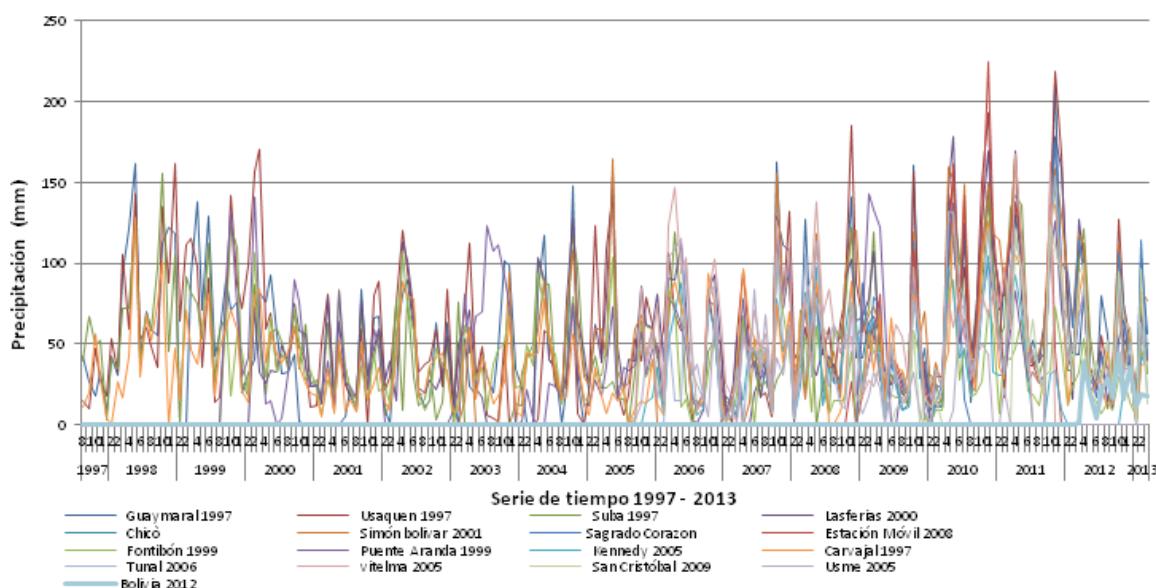


Figura 65 representa la serie de tiempo histórica de las estaciones activas de la RMCAB desde agosto de 1997 hasta marzo de 2013 y la Figura 66 presenta la serie horaria del primer trimestre de 2013. Se observa de manera especial, las recurrentes precipitaciones observadas en la primera quincena del mes de febrero. En la Figura 67 se presenta estas cifras en mm discriminados mensualmente y su comparación con los acumulados medidos por la RMCAB en el trimestre.

Todos los datos han sido sometidos a un proceso de calidad post-validación para eliminar los *outliers* y datos atípicos en resolución horaria, esto consistió en generar intervalos de confianza según un número determinado de desviaciones estándar considerando la variabilidad horaria de cada serie (para mayor información del post procesamiento de la información, se recomienda ver “*Técnicas estadísticas aplicadas en el manejo de datos hidrológicos y meteorológicos*” de JOSE EDGAR MONTEALEGRE BOCANEGRA). El año mostrado junto a cada estación corresponde al año en la que empezó a operar. La Tabla 47 muestra la representatividad de los datos recolectados mensualmente para el trimestre.

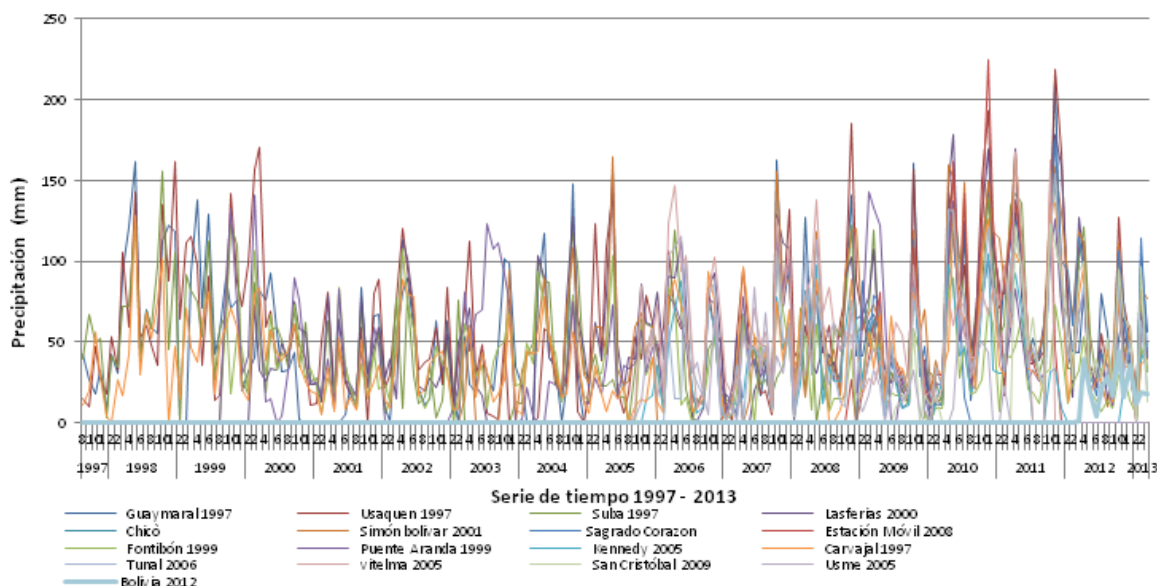


Figura 65. Serie de tiempo de las precipitaciones promedio en escala mensual desde agosto de 1997 hasta marzo de 2013 para las estaciones en funcionamiento de la RMCAB

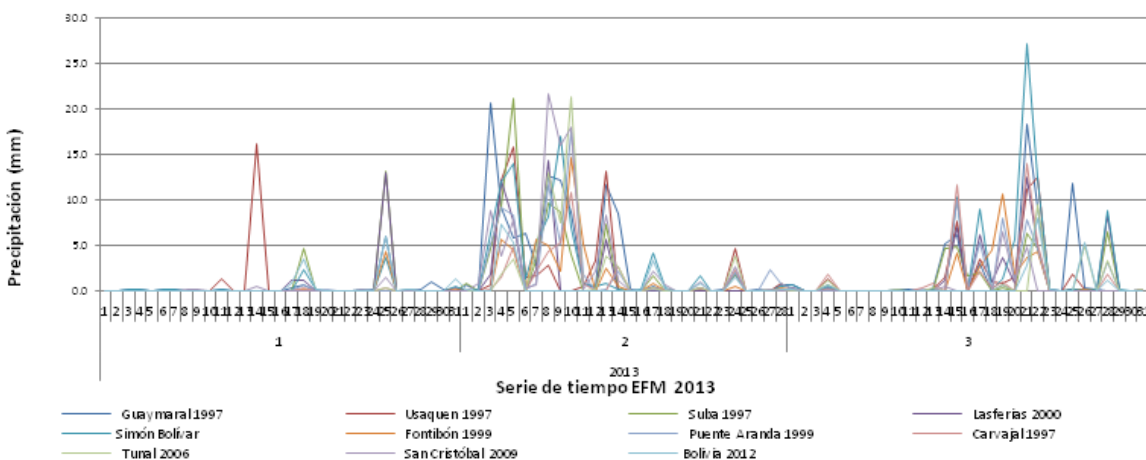


Figura 66. Serie de tiempo precipitación desde enero hasta marzo de 2013. Fuente RMCAB

Tabla 47. Representatividad mensual (%) de la variable precipitación trimestre EFM 2013

ESTACIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO
Guaymaral (Escuela)	99	99	100
Usaquen (Bosque)	95	94	100
Suba (Corpas)	99	100	99
Las Ferias (Carrefour)	99	39	100
Parque Simon Bolivar (IDRD)	99	99	99
Sagrado Corazon (MAVDT)	99	98	100
Fontibon	75	99	88
Puente Aranda	99	100	94
Kennedy	99	100	100

Carvajal (Sony)	99	100	99
Tunal	98	99	76
San Cristobal	81	99	55

La Figura 67 presenta el acumulado promedio mensual de cada uno de los meses históricos y del primer trimestre de 2013. Este gráfico representa un resumen del comportamiento de las estaciones; no obstante se recomienda observar cada estación independientemente ya que los valores anuales pueden variar según la operación de la red. Nuevamente resalta el aumento de acumulado de precipitaciones durante el mes de febrero. La Tabla 48 muestra el porcentaje de variación de los registros.

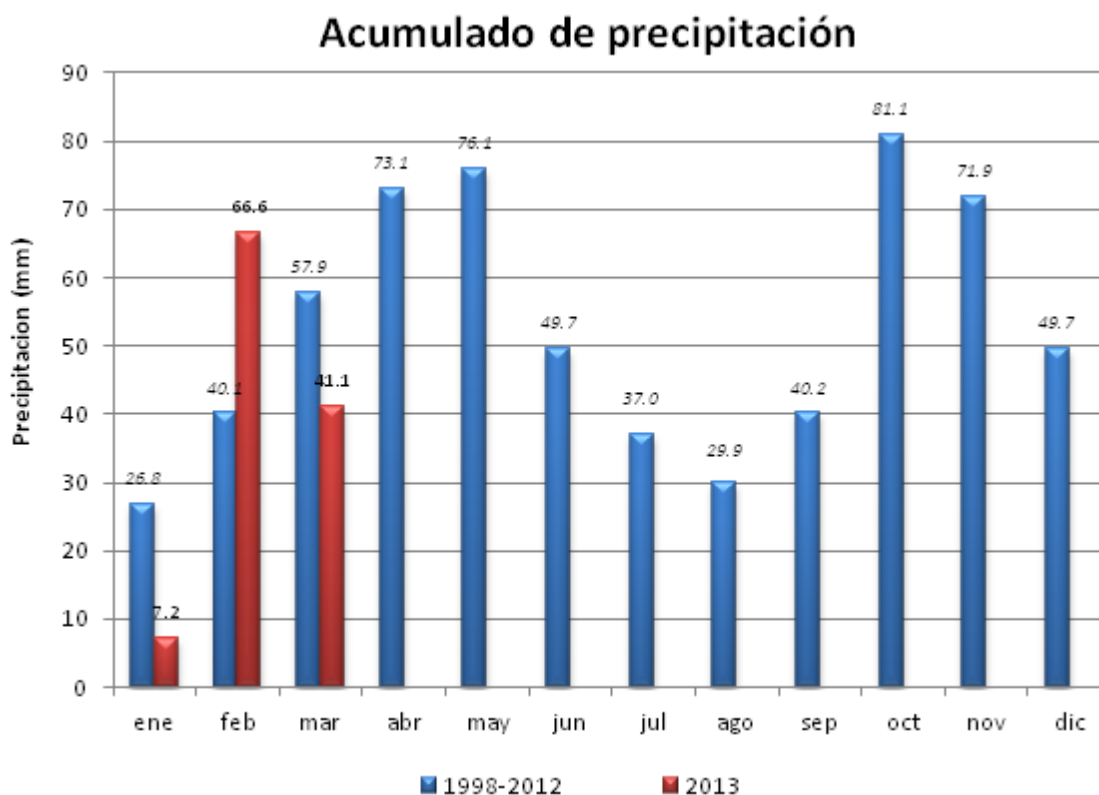


Figura 67 Acumulado promedio de precipitación de las estaciones activas de la RMCAB del periodo 1998-2011 comparada con el promedio hasta marzo de 2013. Fuente RMCAB

Tabla 48. Variación porcentual de la precipitación para el I trimestre de 2013 comparada con el periodo 1998 - 2011

ENE	FEB	MAR
-73%	66%	-29%

Es importante resaltar que los promedios aquí presentados no representan una climatología de Bogotá; se hace una comparación con lo presentado en los últimos años.

La Figura 68 muestra que el acumulado de precipitación durante el trimestre presentó condiciones normales con un acumulado de 114.9 mm tomado como promedio de las estaciones de la ciudad, similar a varios años de la última década (durante algunos de estos años no se contaba con la cobertura actual de estaciones como se observa en la Figura 69, de manera que se esquematiza a modo de análisis de tendencias y comportamientos).

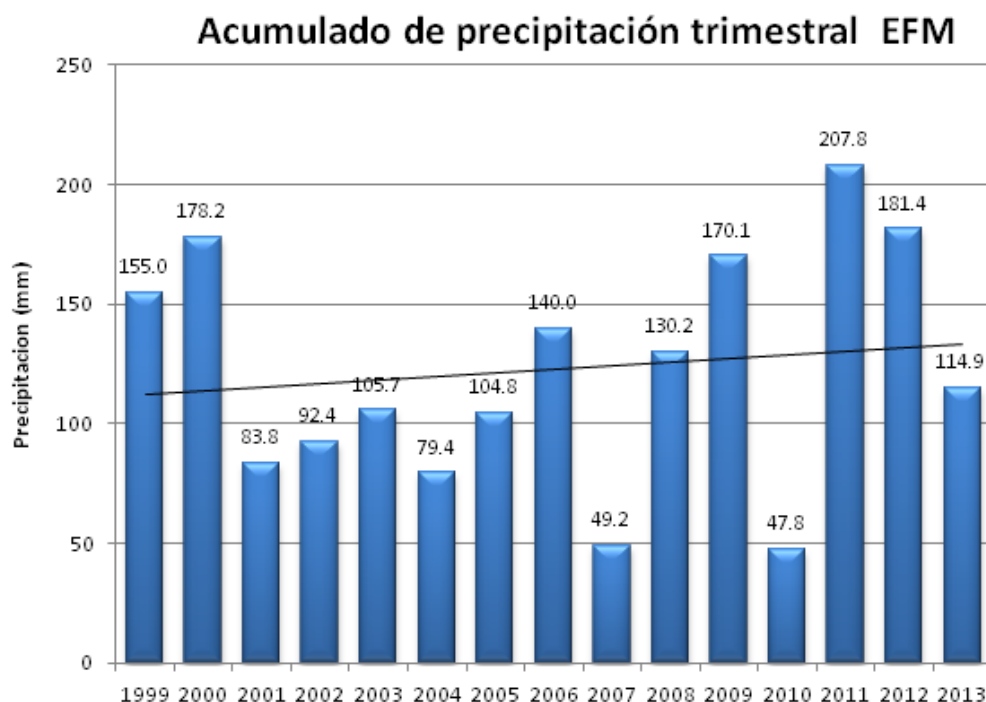


Figura 68. Acumulado de precipitación promedio de las estaciones de la RMCA en el I trimestre desde 1999 hasta 2013. Fuente RMCAB

Los promedios mostrados en la Figura 68 son calculados producto de la información mostrada de las estaciones esquematizadas en la Figura 69.

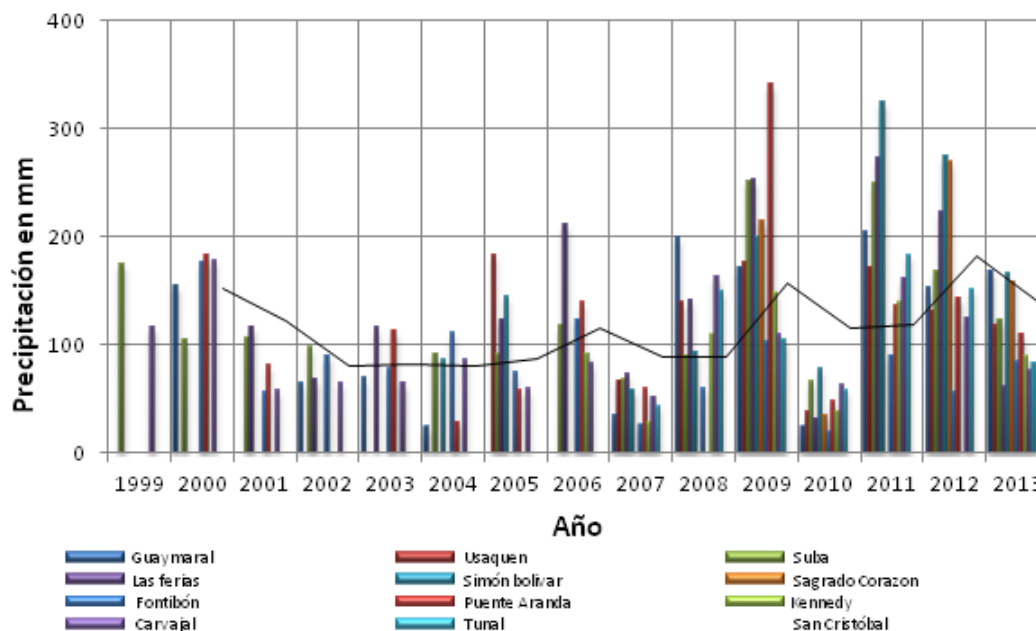


Figura 69. Acumulado de precipitación por estación en el I trimestre desde 1999 hasta 2013. Fuente RMCAB

Con respecto a los valores promedio de días de precipitación tomados en el periodo 1998-2012, se observa que el número de días de lluvia durante el trimestre fue similar a lo registrado en promedio en años anteriores, la mayor diferencia se observa en el mes de febrero con 3 días por encima. Es así como la Figura 70 presenta el número total de días de precipitación para cada uno de los meses del año (El número de días es contabilizado si se ha registrado en alguna estación, un valor igual o superior a 0.1 mm). La Tabla 49 presenta el porcentaje de variación de los días de precipitación durante el primer trimestre de 2013.

Tabla 49. Variación porcentual de los días de precipitación para el I trimestre de 2013 comparada con el periodo 1998 – 2012

ENE	FEB	MAR
6%	17%	-8%

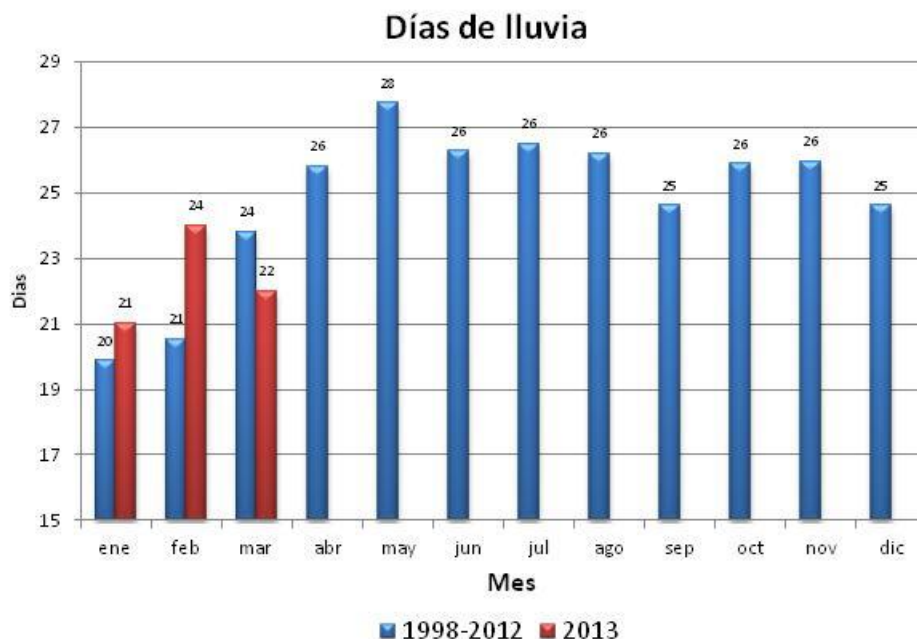


Figura 70. Días de precipitación promedio de la RMCAB del periodo EFM de 1998-2012 comparada con el promedio para el I trimestre de 2013. Fuente RMCAB

Comparado con los años anteriores, se observa que el trimestre EFM del Año 2013 estuvo dentro de los promedios con respecto a los días de precipitación en Bogotá de los últimos años, como se puede apreciar en la Figura 71. La tendencia observada en la figura puede explicarse por la presencia o no de estaciones en cada uno de los trimestres de cada año, ya que si hay menos estaciones en la superficie es probable que menos días de lluvia sean registrados.



Figura 71. Promedio de los días de precipitación de las estaciones de la RMCA para el I trimestre desde 1998 hasta 2013. Fuente RMCAB

En la Figura 72 se observan los acumulados de precipitación registrado por las estaciones de la RMCAB durante el I trimestre en el periodo 1998-2013. Junto con la Tabla 50, se puede apreciar que en el trimestre se midieron entre lluvias moderadas (guaymaral,), ligeramente debajo de lo normal (Las ferias, Tunal y Carvajal y normales para el periodo (resto de las estaciones), según los índices de precipitación.

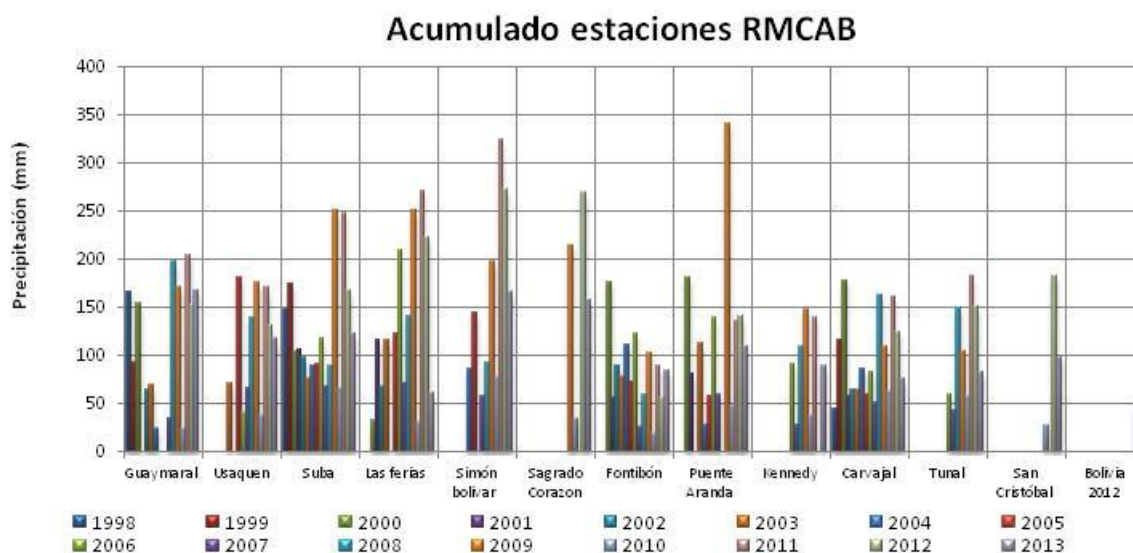


Figura 72. Acumulado de precipitación dese 1998 hasta 2013 para las estaciones de la RMCAB. Fuente RMCAB.

Tabla 50. Acumulados de precipitación de las estaciones de la RMCAB desde 2000 hasta 2013 y su respectivo índice de precipitación. Fuente RMCAB.

Valores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	IP
Guaymaral	154.3		64.7	69.8	24.1			34.9	198.7	171	24.4	205.3	153.6	168.4	146.1%
Usaquén						182.2		67.1	139.7	176.3	37.6	171.5	131.7	127.4	98.4%
Suba	104.5	106.7	98		90.6	91.6	118.2	68.6	90.2	251.6	66.7	248.8	168	122.5	93.9%
Las ferias		116.1	67.6	116.8		123	210.7	72.3	141.5	252.3	31.9	272.4	223.1	121.5	82.1%
Simón Bolívar					86.2	144.2		57.5	93.2	199	77.9	324.2	273.8	166.4	106.0%
Sagrado Corazón										214.2	34.4		269.4	157.7	91.3%
Fontibón	176.2	56.8	90.4	78.6	110.8	74	123.4	25.8	59.6	102.6	19.1	89.9	56.6	84.7	103.5%
Puente Aranda	182.2	81.2		112.6	28.2	58	139.4	59.6		341.1	48.3	136.6	142.3	109.5	90.6%
Kennedy							91.6	28.1	110.1	147.9	38.6	139.7		89.2	96.3%
Carvajal	178.3	58.2	65.1	65	86.7	60.5	83	50.8	163.5	109.9	63.4	161.8	125.3	76	79.6%
Tunal								42.7	149.5	104.3	57.4	183.3	151.7	89.6	78.0%
San Cristóbal											27.6		183.4	112.3	106.4%

** 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)

Dadas las condiciones particulares de las localidades de Bogotá tales como ubicación geográfica, característica de los vientos entre otros, existen variaciones no solo en el acumulado de precipitaciones sino en el número de días en que llueve. La Tabla 51 muestra que en la estación de Guaymaral llovió 46 días, al igual que Parque Simón Bolívar, ubicada en la localidad de Barrios Unidos. Las estaciones de Carvajal registraron 28 días y Tunal 22. El promedio de precipitación por día se presenta en la Tabla 52.

Tabla 51. Días de lluvia de las estaciones de la RMCAB desde 1998 hasta 2013 Fuente RMCAB.

Valores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Guaymaral	50		27	29	25				43	54	24	60	48	46
Usaquén						31		15	31	36	22	31	30	27
Suba	43	40	40		43	37	41	27	27	48	28	57	46	28
Las ferias		25	17	29		36	45	21	37	50	23	52	43	22
Simón bolívar					28	39			33	54	36	61	54	46
Sagrado Corazón											21		41	29
Fontibón		22	26	21	25	27	30	22	27	38	21	30	26	26
Puente Aranda	33	27		21	16	36	53	31		63	26	47	46	29
Kennedy							37	15	28	43	20	47		
Carvajal	47	16	27	27	22	26	25	17	34	34	21	42	30	28
Tunal								22	30	32	20	38	39	22
San Cristóbal											15		50	29

Tabla 52. Promedio de lluvia diaria en las estaciones de la RMCAB desde 1998 hasta 2013, en mm/día. Fuente RMCAB

Valores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Guaymaral	3.1		2.4	2.4	1.0				4.6	3.2	1.0	3.4	3.2	3.7
Usaquén						5.9		4.5	4.5	4.9	1.7	5.5	4.4	4.7
Suba	2.4	2.7	2.5		2.1	2.5	2.9	2.5	3.3	5.2	2.4	4.4	3.7	4.4
Las ferias		4.6	4.0	4.0		3.4	4.7	3.4	3.8	5.0	1.4	5.2	5.2	5.5
Simón Bolívar					3.1	3.7			2.8	3.7	2.2	5.3	5.1	3.6
Sagrado Corazón											1.6		6.6	5.4
Fontibón		2.6	3.5	3.7	4.4	2.7	4.1	1.2	2.2	2.7	0.9	3.0	2.2	3.3
Puente Aranda	5.5	3.0		5.4	1.8	1.6	2.6	1.9		5.4	1.9	2.9	3.1	3.8
Kennedy							2.5	1.9	3.9	3.4	1.9	3.0		
Carvajal	3.8	3.6	2.4	2.4	3.9	2.3	3.3	3.0	4.8	3.2	3.0	3.9	4.2	2.7
Tunal								1.9	5.0	3.3	2.9	4.8	3.9	4.1
San Cristóbal											1.8		3.7	3.9

Las precipitaciones más intensas, en promedio, se presentaron en las ferias, Sagrado Corazón y Usaquén; las de menor intensidad en Carvajal.

Las estaciones que presentaron mayor número de días de precipitación fueron Parque Simón Bolívar y Guaymaral, como se observa en la Figura 73.

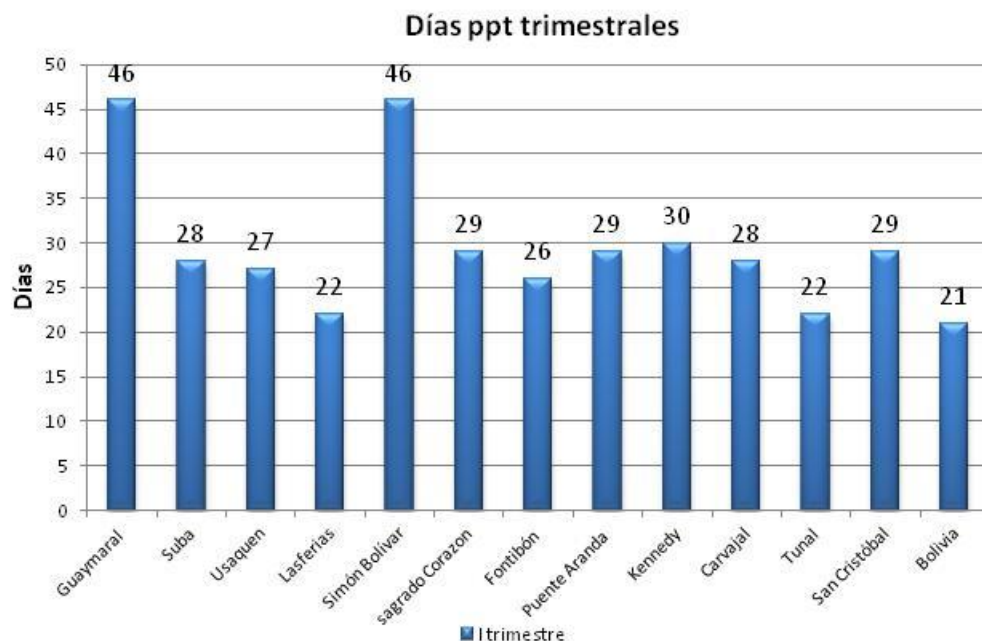


Figura 73. Días de precipitación de cada estación durante el I trimestre de 2013. Fuente. RMCAB

La Figura 74 presenta los acumulados horarios de precipitación para el primer trimestre de 2013 en las estaciones de la RMCAB. Como es común en horas de la mañana, de las 9:00 a las 11:00, fue relativamente inusual la presencia de precipitación en la ciudad, mientras que en horas de la tarde, las precipitaciones presentaron acumulados altos por la presencia de actividad convectiva producto del calentamiento diurno.

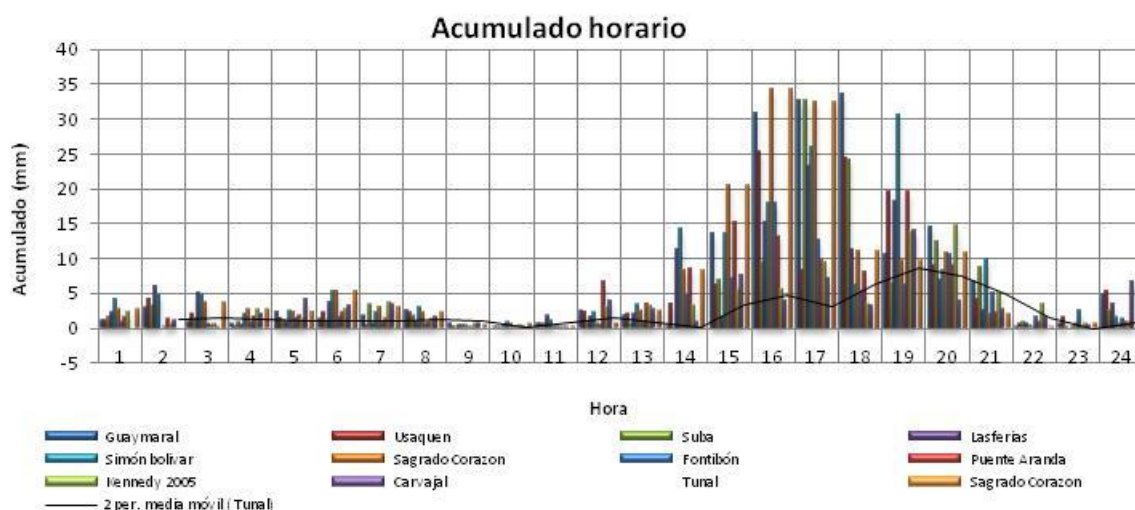


Figura 74. Acumulados horarios de precipitación para el I trimestre de 2013 y su comparación con el promedio 1998-2012

El mapa de la Figura 75 muestra la ciudad de Bogotá, la distribución de las estaciones geográficamente y la interpolación de los acumulados de precipitación total para el primer trimestre de 2013 sobre esta superficie. Los sectores sombreados principalmente al

Oriente y Sur, corresponden a terrenos que por su condición orográfica, entre otros, no pueden ser representados mediante métodos de interpolación sin datos *In Situ*. Se puede observar el sector con menos precipitación de la capital, registrado en la estación de Bolivia que abarca el Occidente de la localidad de Engativá. Los mayores acumulados se encuentran en el costado Oriental de la capital, Barrios Unidos, Teusaquillo y Chapinero. La Figura 76 esquematiza los acumulados mensuales.

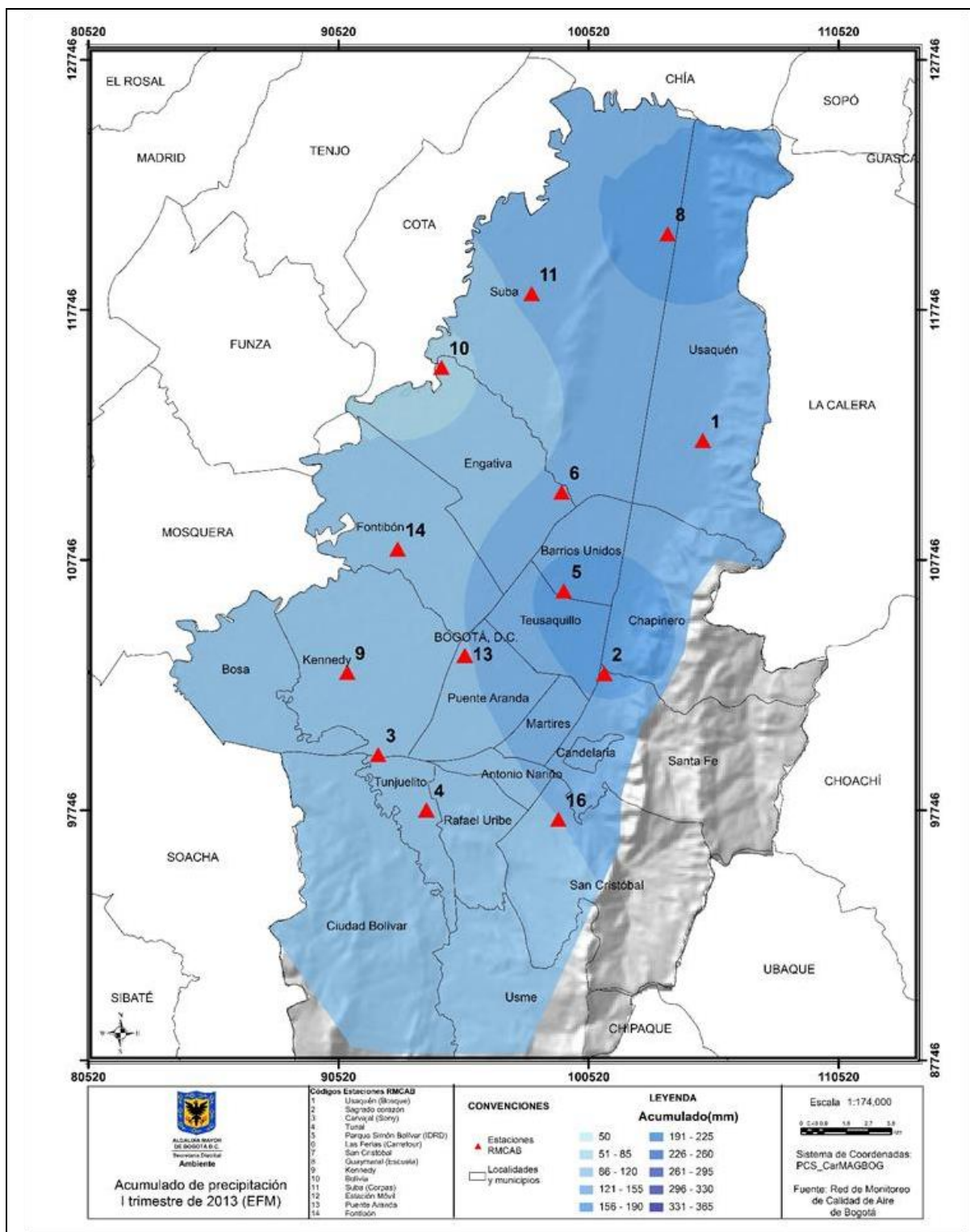


Figura 75. Mapa de acumulado de precipitación de las estaciones de la RMCAB para el primer trimestre de 2013. Fuente RMCAB

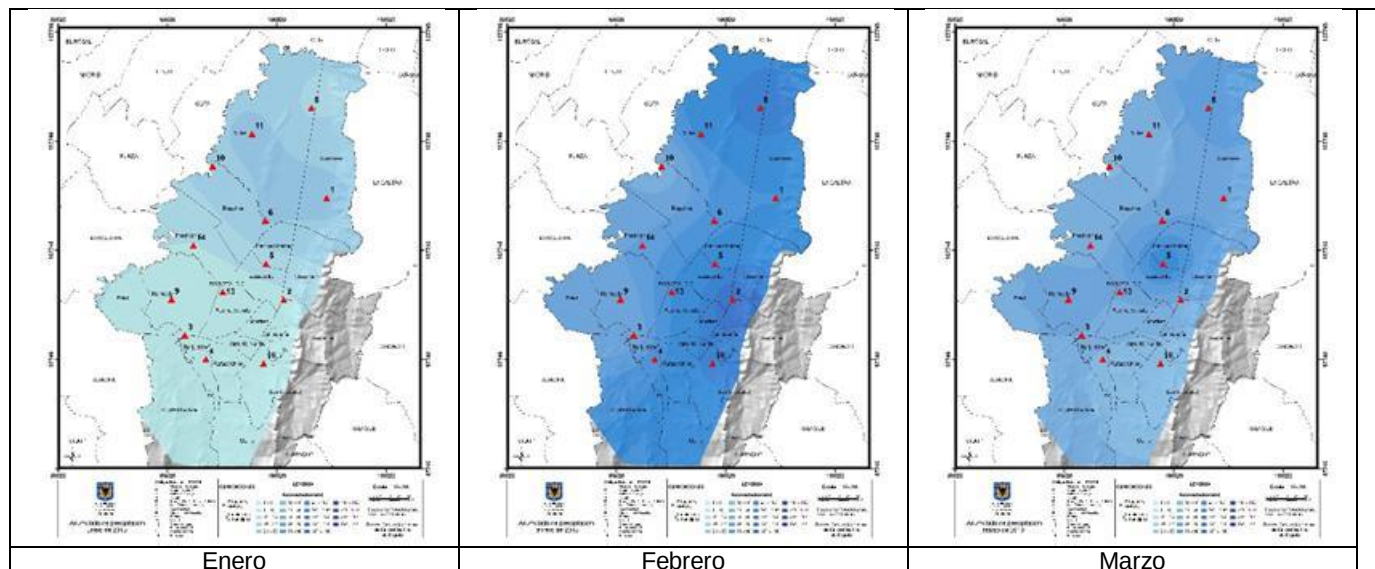


Figura 76. Mapas de acumulado de precipitación de las estaciones de la RMCAB desde enero hasta marzo de 2013. Fuente RMCAB

Los mapas de la Figura 76 presentan la precipitación sobre la ciudad de Bogotá en cada mes del primer trimestre de 2013 en los cuales se observa la evolución de la precipitación. En febrero se concentraron los mayores acumulados de precipitación, principalmente hacia los cerros orientales, mientras que al sur de la ciudad se presentaron los menores acumulados de lluvia, particularmente en enero.

5.2. VIENTOS

Los vientos Bogotanos se caracterizan por ser de velocidades bajas en las madrugadas y mañanas y de mayor intensidad en las tardes; esta tendencia se puede observar durante el I trimestre de 2013. En dicho periodo, la dirección y velocidad del viento se registró en once estaciones de la RMCAB, según se reporta en la Tabla 46. La Figura 77 esquematiza la serie de tiempo en resolución diaria para las estaciones de la RMCAB que funcionan actualmente desde el año 1997 y la Figura 78 presenta la serie en formato horario en el primer trimestre de 2013. La Tabla 53 presenta la representatividad de los datos recolectados en el trimestre, la Tabla 54 presenta los valores promedio de las estaciones, la Tabla 55 los promedios y los valores de velocidad máxima y mínima en el trimestre y la Tabla 56 resume el comportamiento de la velocidad del viento para 4 grupos de horas distintas. Fontibón y Kennedy son las estaciones en que se registraron los mayores valores de velocidad de viento seguido de Puente Aranda; Guaymaral es la estación con menor velocidad del viento reportada.

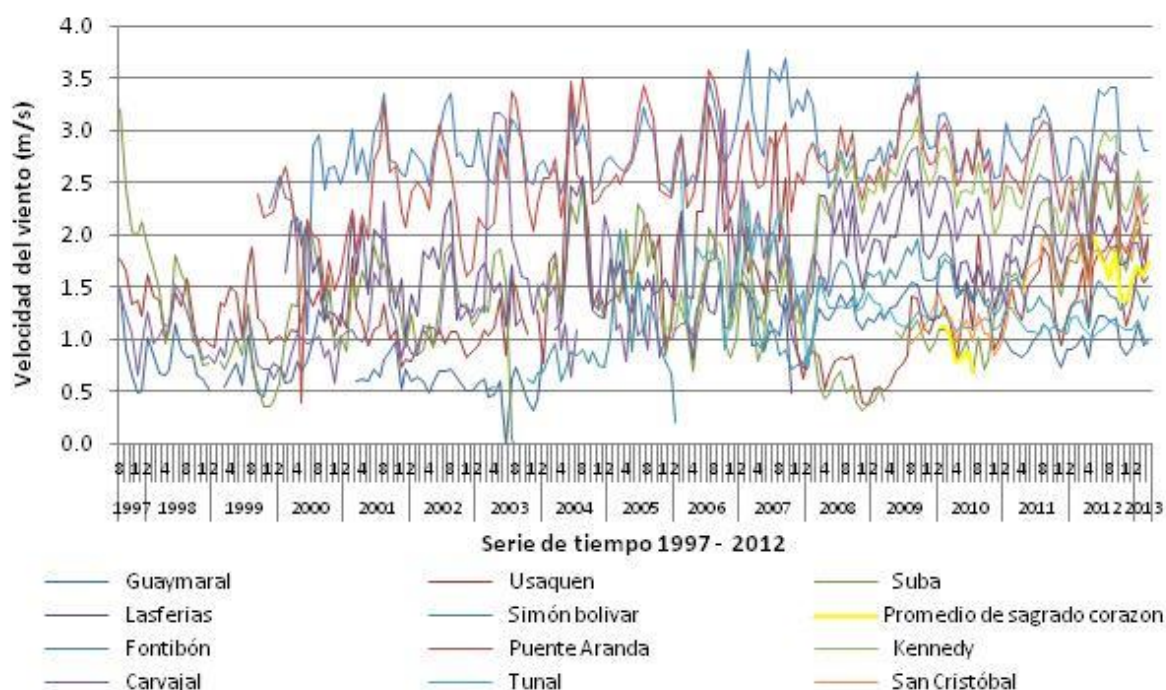


Figura 77. Serie de tiempo en resolución mensual de la velocidad del viento promedio de las estaciones activas de la RMCAB hasta marzo de 2013

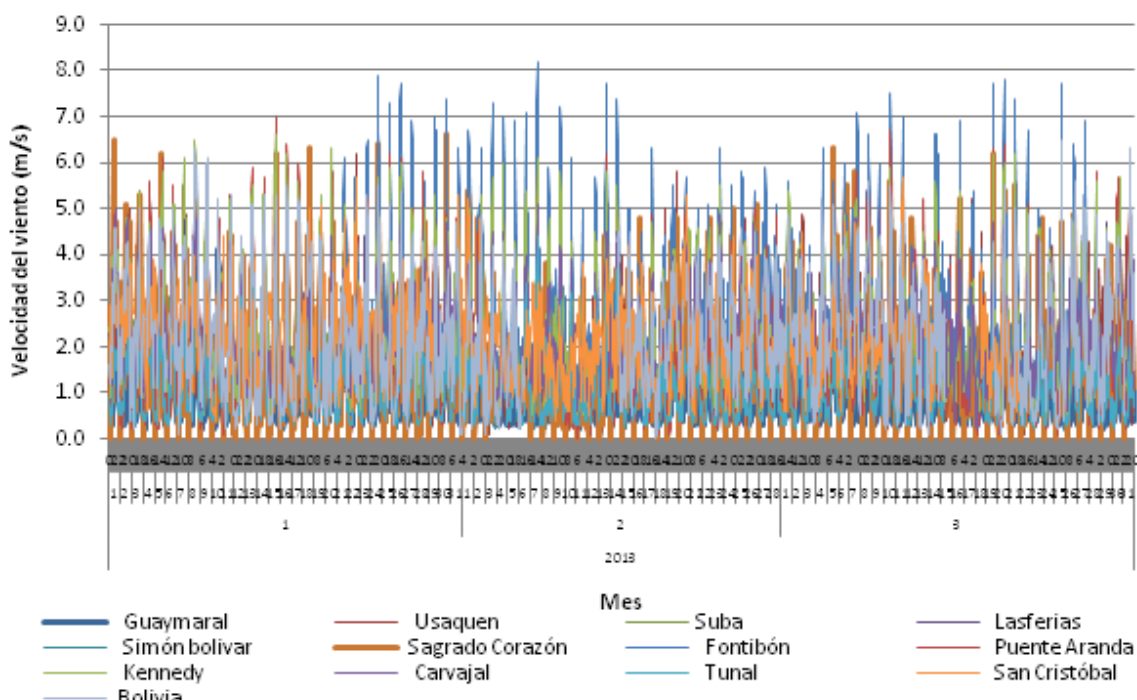


Figura 78. Serie de tiempo de la velocidad del viento horaria para hasta el primer trimestre de 2013 en las estaciones de la RMCAB.

Tabla 53. Representatividad mensual (%) de la variable velocidad del viento I trimestre 2013

ESTACIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ENERO – FEBRERO – MARZO
Guaymaral (Escuela)	91	98	100	96
Usaquén (Bosque)	95	94	99	96
Suba (Corpas)	99	100	99	99
Las Ferias (Carrefour)	99	39	100	81
Parque Simón Bolívar	99	99	99	99
Sagrado Corazón	99	88	100	96
Fontibón	33	99	88	73
Puente Aranda	99	100	94	98
Kennedy	99	100	100	100
San Cristóbal	99	100	99	99
Carvajal (Sony)	98	99	76	91
Tunal	88	99	55	80

Tabla 54. valores promedios de velocidad del viento para las estaciones de la RMCAB

Valores	1	2	3	EFM
Guaymaral	1.1	0.9	1.0	1.0
Usaquén	1.7	1.5	1.6	1.6
Suba	2.0	1.8	1.9	1.9
Las ferias	1.9	1.6	1.9	1.9

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

Valores	1	2	3	EFM
Simón bolívar	1.5	1.3	1.4	1.4
sagrado corazón	1.7	1.6	1.7	1.7
Fontibón	3.0	2.8	2.8	2.8
Puente Aranda	2.2	1.8	2.0	2.0
Kennedy	2.6	2.3	2.4	2.4
Carvajal	2.5	2.2	2.3	2.3
Tunal	1.2	1.0	1.0	1.1
San Cristóbal	2.4	2.1	2.1	2.2

Tabla 55.valores máximos absolutos de velocidad del viento para las estaciones de la RMCAB.

Valores	1	2	3	EFM	Valores	1	2	3	EFM ⁷
Guaymaral	4.1	3.5	3.7	4.1	Guaymaral	0.2	0.2	0.2	0.2
Usaquén	6.2	5.8	5.5	6.2	Usaquén	0.0	0.0	0.0	0.0
Suba	5.8	4.6	5.1	5.8	Suba	0.4	0.4	0.3	0.3
Las ferias	5.0	4.9	5.2	5.2	Las ferias	0.3	0.5	0.3	0.3
Simón Bolívar	4.9	4.6	4.7	4.9	Simón Bolívar	0.2	0.2	0.2	0.2
Sagrado Corazón	6.6	5.4	6.3	6.6	Sagrado Corazón	0.0	0.0	0.0	0.0
Fontibón	7.9	8.2	7.8	8.2	Fontibón	0.4	0.4	0.4	0.4
Puente Aranda	7.0	6.2	6.7	7.0	Puente Aranda	0.1	0.0	0.1	0.0
Kennedy	6.6	6.1	6.2	6.6	Kennedy	0.4	0.4	0.3	0.3
Carvajal	5.0	5.1	5.2	5.2	Carvajal	0.4	0.4	0.2	0.2
Tunal	4.4	4.4	4.3	4.4	Tunal	0.3	0.2	0.2	0.2
San Cristóbal	5.7	5.3	5.7	5.7	San Cristóbal	0.4	0.4	0.6	0.4
a) Max					b) Min				

⁷ Enero – Febrero – Marzo.

Tabla 56. Velocidades de viento mensuales promedio entre las 1-6, 7-12, 13-18 y 19-24 hrs en el primer trimestre de 2013

Valores	1	2	3	EFM
Guaymaral	0.4	0.5	0.5	0.5
Usaquén	0.9	1.1	1.1	1.1
Suba	1.3	1.2	1.3	1.3
Las ferias	1.3	1.0	1.4	1.3
Simón Bolívar	0.6	0.7	0.8	0.7
Sagrado Corazón	0.8	0.8	0.9	0.8
Fontibón	1.7	1.8	1.9	1.8
Puente Aranda	1.0	0.9	1.0	1.0
Kennedy	1.5	1.4	1.4	1.4
Carvajal	1.7	1.6	1.5	1.6
Tunal	0.5	0.5	0.5	0.5
San Cristóbal	2.3	1.8	1.7	2.0

a)

Valores	1	2	3	EFM
Guaymaral	2.2	1.7	1.8	1.9
Usaquén	2.4	2.0	2.2	2.2
Suba	3.2	2.7	2.8	2.9
Las ferias	2.9	2.7	2.6	2.7
Simón Bolívar	2.8	2.2	2.2	2.4
Sagrado Corazón	2.9	2.6	2.8	2.8
Fontibón	5.3	4.5	4.4	4.6
Puente Aranda	4.2	3.2	3.5	3.6
Kennedy	4.3	3.7	3.7	3.9
Carvajal	3.7	3.2	3.3	3.4
Tunal	2.2	1.8	1.7	1.9
San Cristóbal	3.0	2.7	2.7	2.8

c)

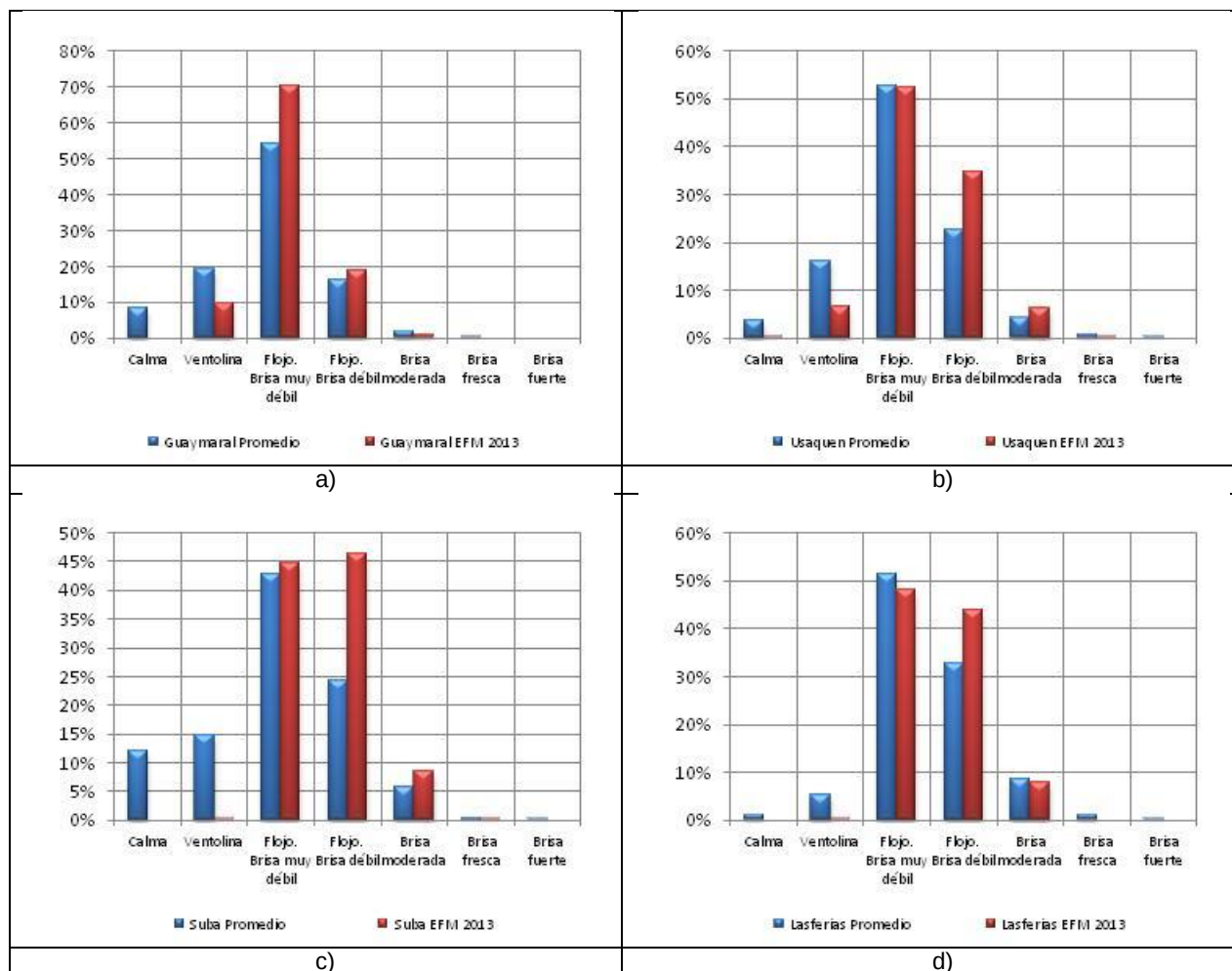
Valores	1	2	3	EFM
Guaymaral	0.9	0.9	0.9	0.9
Usaquén	1.3	1.3	1.3	1.3
Suba	2.1	1.9	2.0	2.0
Las ferias	1.6	1.3	1.9	1.7
Simón Bolívar	1.1	1.1	1.4	1.2
Sagrado Corazón	1.3	1.4	1.5	1.4
Fontibón	2.0	2.2	2.3	2.2
Puente Aranda	1.4	1.3	1.4	1.4
Kennedy	2.0	1.8	2.0	1.9
Carvajal	1.9	1.9	2.0	1.9
Tunal	0.9	0.8	0.8	0.9
San Cristóbal	1.9	1.8	1.8	1.8

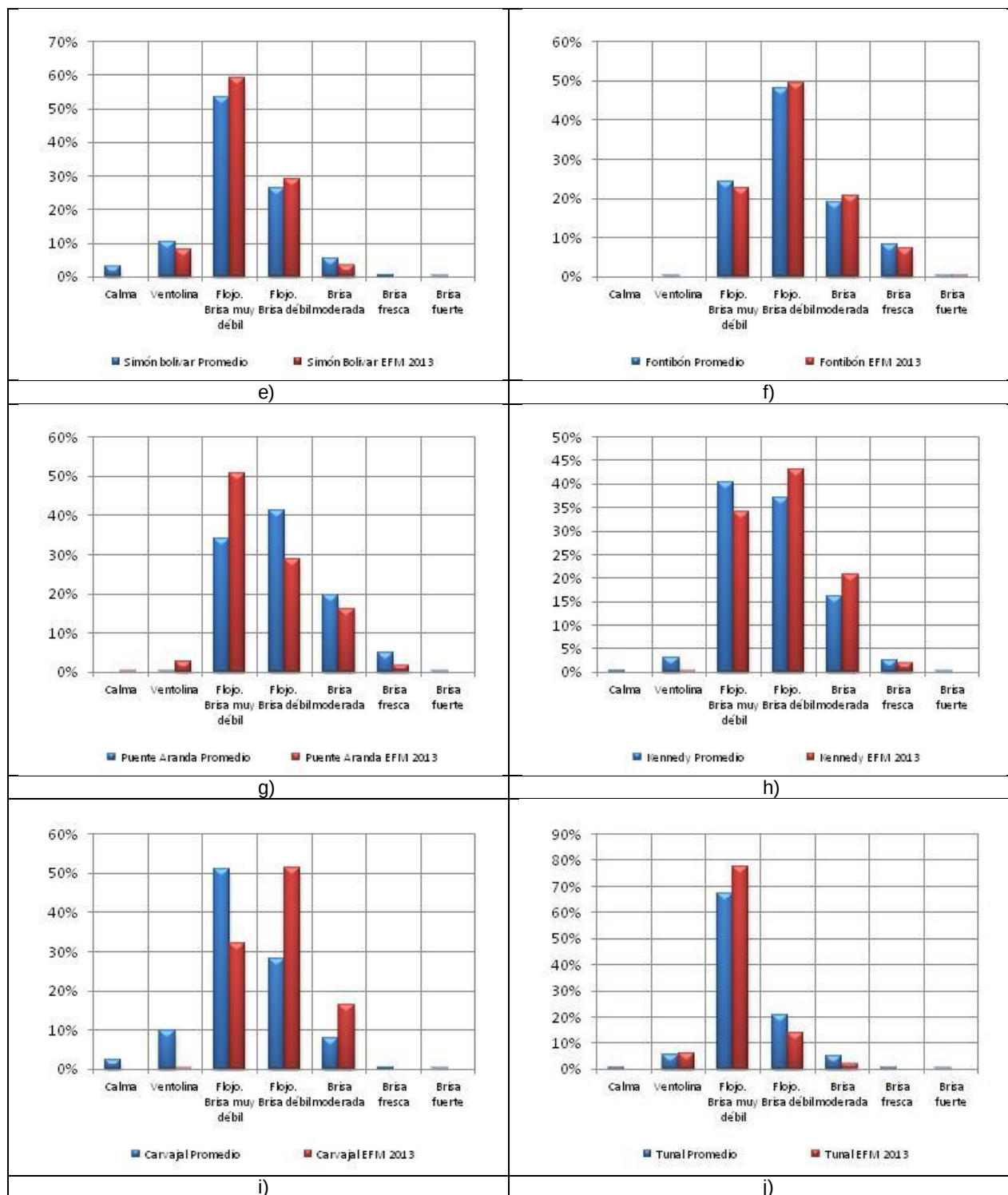
b)

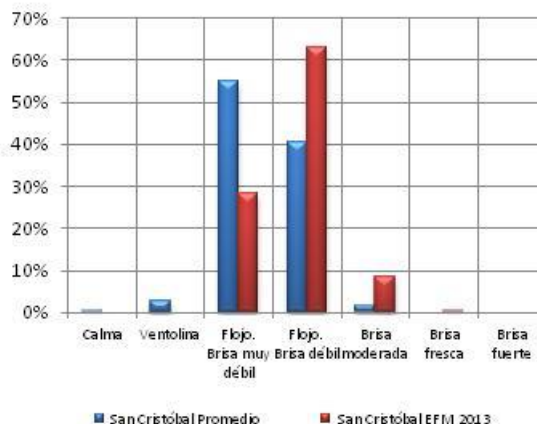
Valores	1	2	3	EFM
Guaymaral	1.0	0.7	0.8	0.8
Usaquén	2.1	1.7	1.8	1.9
Suba	1.6	1.5	1.6	1.6
Las ferias	1.8	1.5	1.8	1.8
Simón Bolívar	1.3	1.1	1.2	1.2
Sagrado Corazón	1.8	1.6	1.8	1.8
Fontibón	2.8	2.7	2.7	2.7
Puente Aranda	2.2	1.7	2.0	2.0
Kennedy	2.7	2.3	2.5	2.5
Carvajal	2.5	2.1	2.4	2.3
Tunal	1.0	0.9	0.8	0.9
San Cristóbal	2.4	2.1	2.1	2.2

d)

La velocidad de los vientos es agrupada según la frecuencia en la escala de *Beaufort*, como se presenta en la Figura 79, la cual esquematiza el porcentaje histórico anual y el porcentaje de frecuencias en el trimestre para cada estación. Así mismo la predominancia de los vientos en general varía según la estación como se observa en la Figura 80, la cual presenta la rosa de los vientos horaria y el porcentaje de frecuencias de la dirección de los vientos comparada con los históricos, según la fecha de inicio de cada estación.







k)

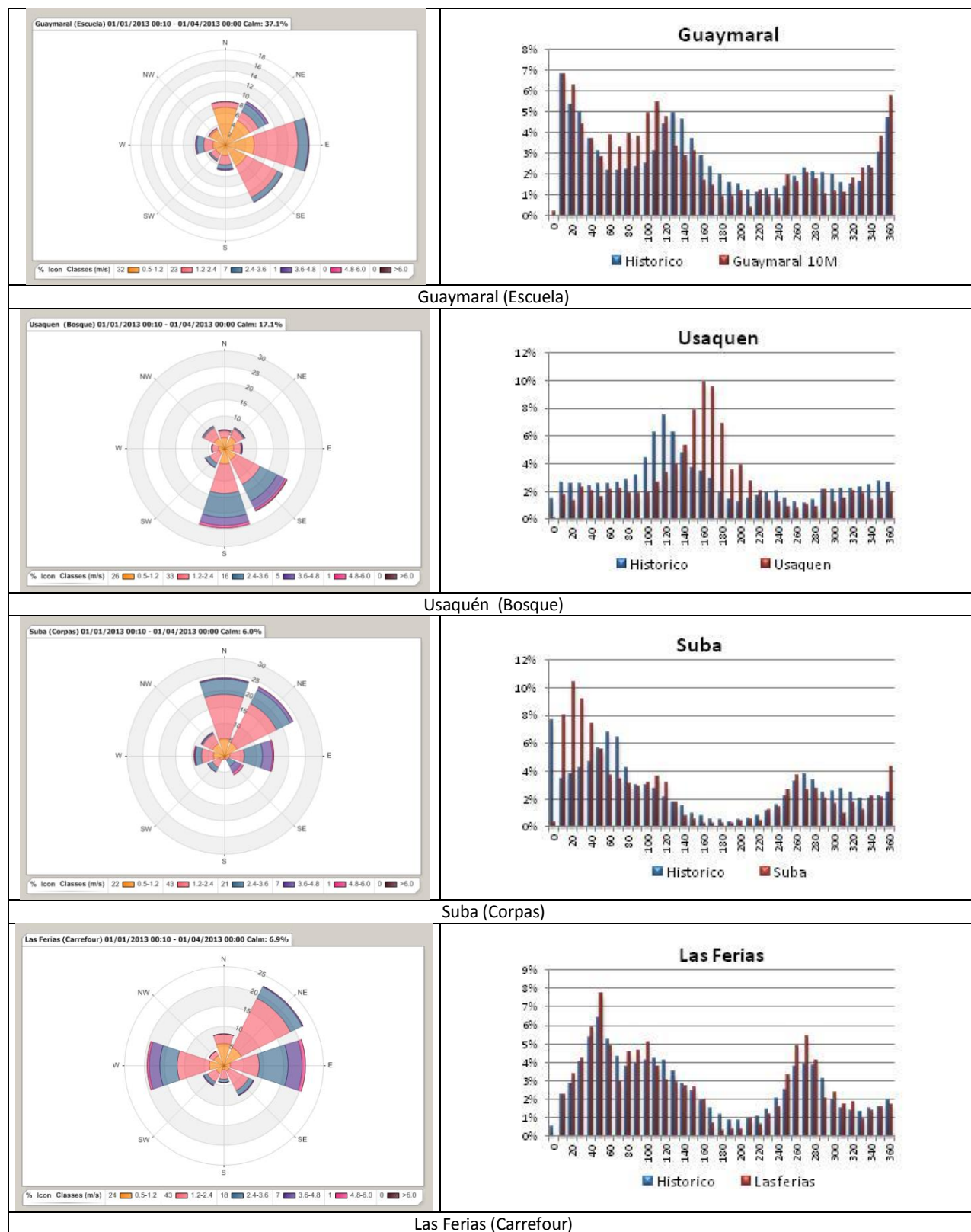
Figura 79. Frecuencias de la velocidad del viento para las estaciones de la RMCAB en EFM de 2013 y su comparación con el mismo periodo en el promedio 1998 – 2012.

La Tabla 57 presenta el porcentaje de representatividad mensual para los datos de dirección de los vientos.

Tabla 57. Representatividad mensual (%) de la Dirección de los vientos en EFM de 2013.

ESTACIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ENERO – FEBRERO – MARZO
Guaymaral (Escuela)	91	99	100	96
Usaquén (Bosque)	91	93	100	95
Suba (Corpas)	99	100	99	99
Las Ferias (Carrefour)	99	39	100	81
Parque Simón Bolívar (IDRD)	99	99	99	99
Sagrado Corazón (MAVDT)	92	88	100	93
Fontibón	75	99	88	87
Puente Aranda	99	100	94	98
Kennedy	99	100	100	100
San Cristóbal	88	99	55	80
Carvajal (Sony)	99	100	99	99
Tunal	98	99	76	91

La Figura 80 esquematiza las rosas de viento para cada una de las estaciones del trimestre de estudio, en escala horaria.





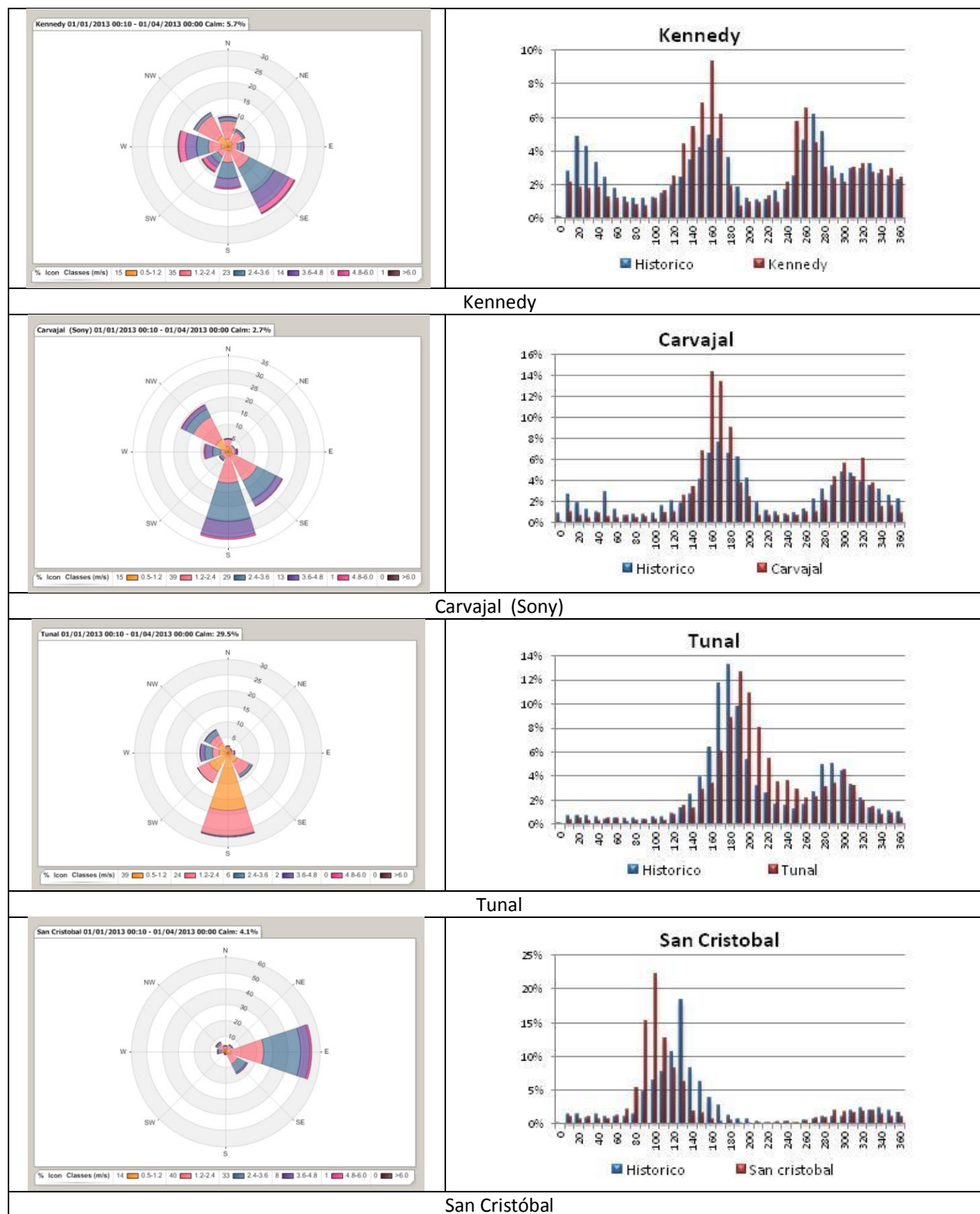


Figura 80. Rosa de los vientos y porcentaje de frecuencias de dirección del viento para las estaciones de la RMCAB.

El mapa de la Figura 81 muestra la ciudad de Bogotá, la distribución de las estaciones geográficamente y la interpolación de los promedios de velocidad del viento para el primer trimestre de 2013 sobre esta superficie. Así mismo se presentan los vectores con las velocidades y direcciones de los vientos. Se puede observar el sector con menor magnitud de velocidad del viento, al Nororiente de la ciudad. Predominan vientos del Noreste y del Este - Sureste en los extremos de la ciudad y se observa confluencia de los vientos en sectores aledaños a Funza. Los mayores valores de velocidad del viento se encontraron a lo largo del Occidente de las localidades de Bosa, Kennedy y Fontibón, alcanzando velocidades de hasta 2.7 m/s. En general se observa un aumento en la velocidad del viento con magnitudes desde 0.5 m/s en el Nororiente hasta los 2,7 m/s en el Occidente de la ciudad.

En la Figura 82 se encuentran los mapas de la ciudad en 4 diferentes escalas horarias para el trimestre; es evidente que la velocidad en horas de la tarde alcanza su máximo valor, del orden de hasta 4,5 m/s. En horas de la madrugada se presenta una confluencia de vientos al Occidente de la capital, por la mañana dicha confluencia se desplaza hacia el Sur mientras que por la tarde y noche se observa dicha confluencia en sectores centrales del área capitalina.

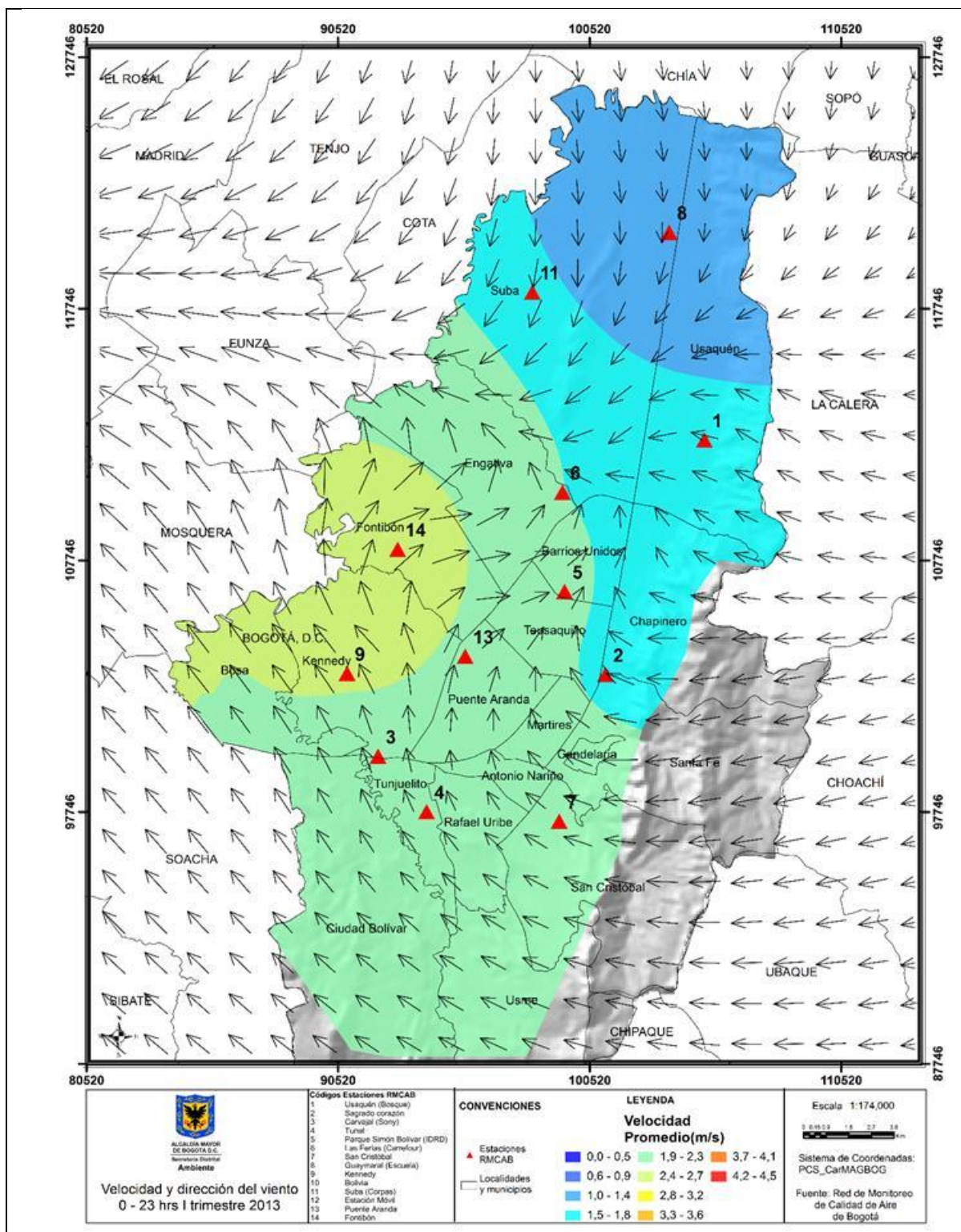


Figura 81. Velocidad (Superficie en colores y vectores) y dirección (vectores) del viento en Bogotá para el trimestre enero febrero marzo (EFM) de 2013. Fuente RMCAB.

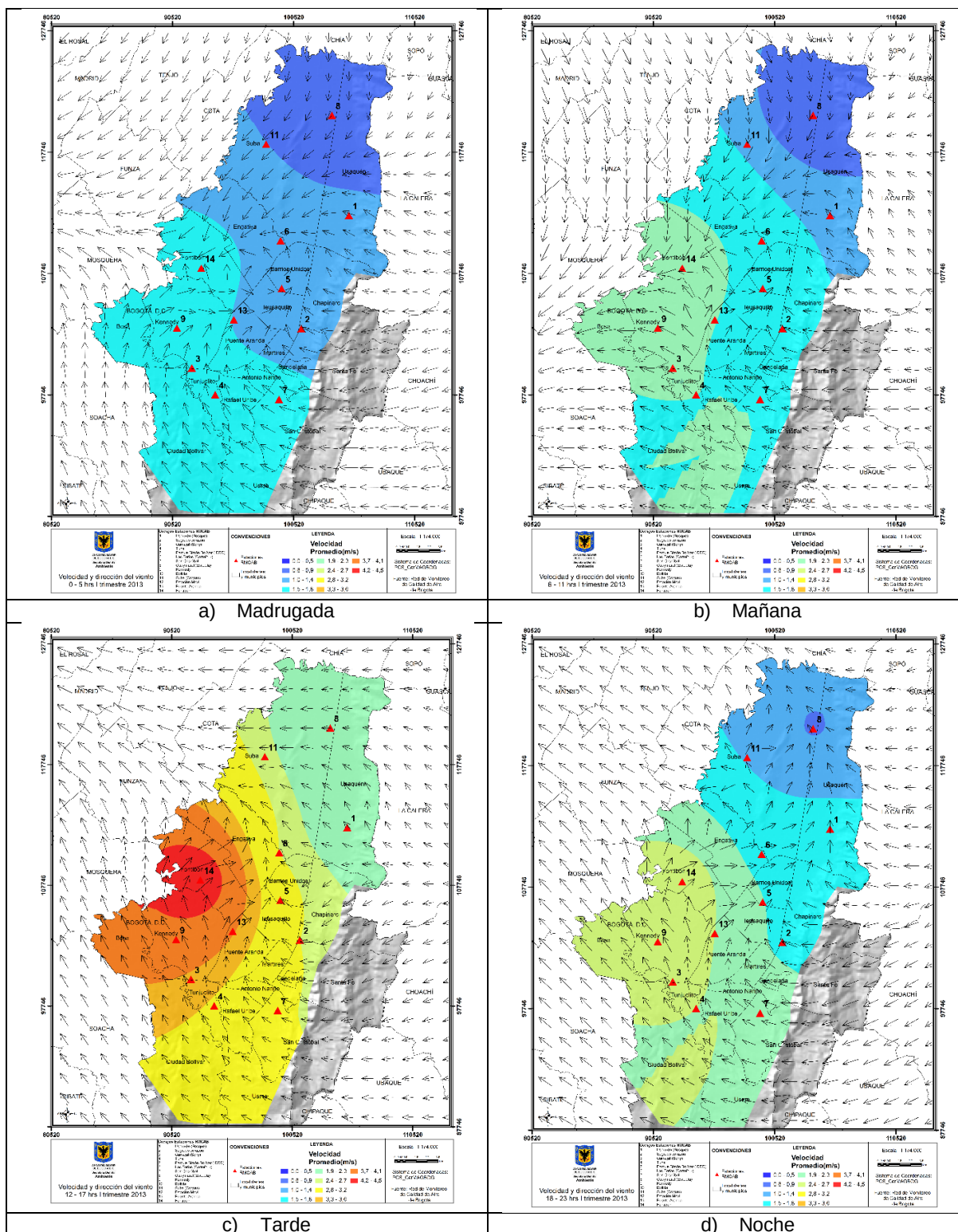


Figura 82 . Velocidad (Superficie en colores y vectores) y dirección (vectores) del viento en Bogotá para el trimestre enero febrero marzo (EFM) en horas de la madrugada, mañana, tarde y noche de 2013. Fuente RMCAB.

5.3. TEMPERATURA SUPERFICIAL

Bogotá contó con once estaciones de la RMCAB dotadas con sensores de temperatura durante el trimestre EFM de 2013, según se reporta en la Tabla 46. Para analizar el comportamiento de la temperatura superficial registrada por las estaciones de la RMCAB se presentan mapas y gráficas según la variación ya sea horaria o mensual en comparación con los promedios registrados desde la puesta en funcionamiento de los sensores.

El comportamiento de la temperatura en la ciudad durante el trimestre se caracterizó por valores moderadamente por encima de los promedios (periodo 1998-2012, donde las estaciones han variado de locación) con diferencias que alcanzaron los 0.6 °C. Dichos valores promedios se pueden apreciar en la Figura 83 la cual muestra el promedio de la temperatura superficial para todas las estaciones de la RMCAB que miden esta variable discriminados mensualmente y su comparación con el promedio de temperatura en el trimestre. La Tabla 58 presenta el porcentaje de representatividad de los datos de temperatura.

Tabla 58. Representatividad mensual (%) de la variable temperatura EFM 2013

Estación	ENERO	FEBRERO	MARZO	ENERO – FEBRERO – MARZO
Guaymaral (Escuela)	91	99	100	96
Usaquén (Bosque)	95	94	100	96
Suba (Corpas)	99	100	99	99
Las Ferias (Carrefour)	99	39	100	81
Parque Simón Bolívar (IDRD)	99	99	99	99
Fontibón	75	99	88	87
Puente Aranda	99	100	94	98
Kennedy	99	100	100	100
Carvajal (Sony)	99	100	99	99
Tunal	98	99	76	91
San Cristóbal	88	98	55	80
Bolivia	100	70	87	86

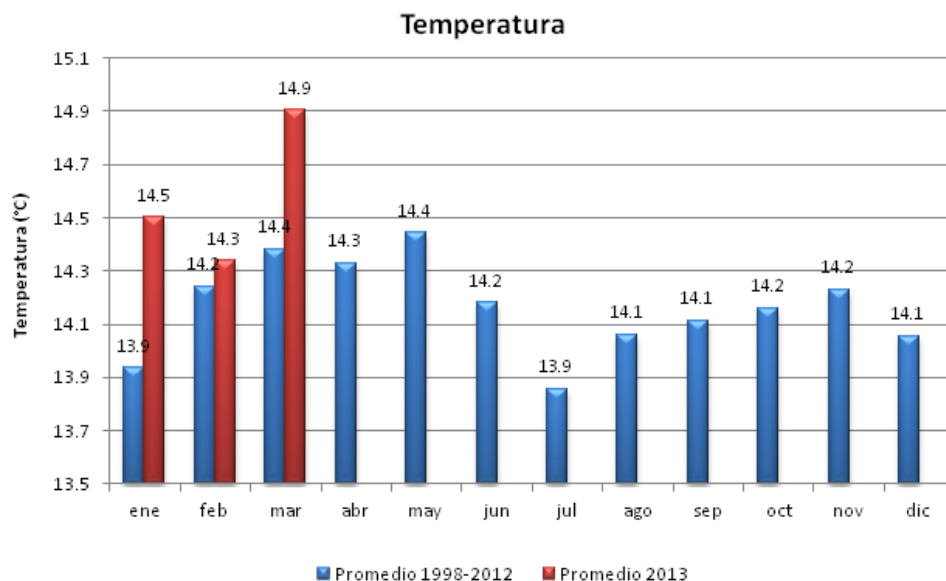


Figura 83. Gráfica de la temperatura promedio mensual de las estaciones de la RMCAB en el periodo 1998-2012 y su comparación hasta marzo de 2013. Fuente RMCAB.

La Tabla 59 muestra la variación porcentual en el trimestre con respecto a los promedios de los últimos años. La Figura 84, muestra la evolución de la temperatura promedio trimestral en el periodo 1998-2013. Como se observa en dicha figura, los trimestres de mayor temperatura en Bogotá se registraron en 2010 y 2005 mientras que los de menor temperatura fueron 2001 y 2008.

Tabla 59. Variación porcentual de la temperatura mensual promedio de Bogotá en el primer trimestre de 2013

ENE	FEB	MAR
4.1%	0.7%	3.6%

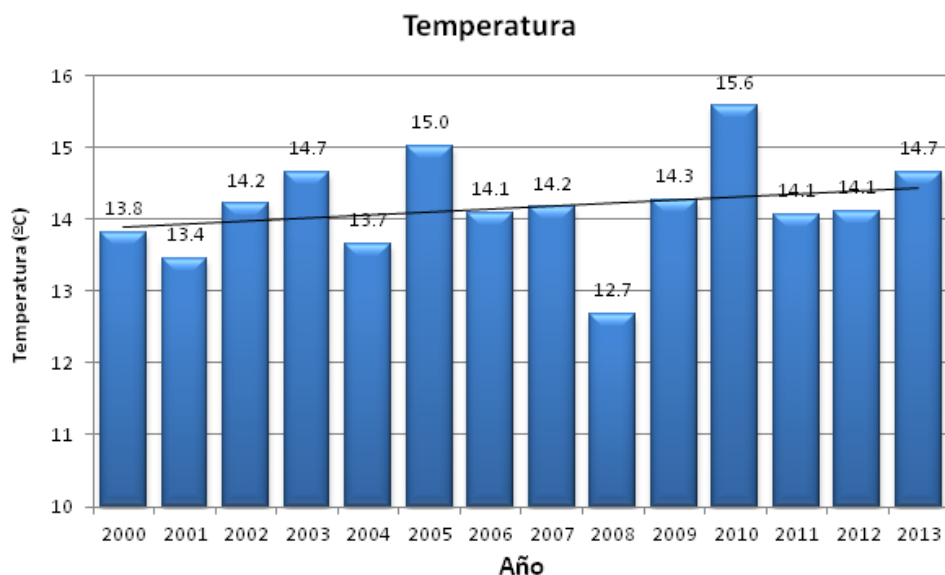


Figura 84. Gráfica de la temperatura del primer trimestre promedio de las estaciones de la RMCAB en el periodo 1998- 2013. Fuente RMCAB.

La Tabla 60 muestra esta evolución distribuida en las estaciones de la RMCAB.

Tabla 60. Promedios de temperatura media trimestral de las estaciones de la RMCAB en el periodo 2000- 2013. Fuente RMCAB

Valores	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Guaymaral 2m 1997	15.2		12.8	12.9	12.8	13.9	13.7	13.7	13.5	14.2	15.3	14.2	14.4	14.8
Usaquén 1997									10.7	14.1	16.0	14.3	14.3	15.1
Suba 1997	10.5	10.4	13.6		12.1	17.1	13.8	13.4	13.2	13.1	13.6		13.9	14.6
Las ferias 2000	16.3	15.9	16.2	16.2		15.8			12.8	13.7	15.0	13.6	13.9	14.6
Parque Simón Bolívar 2001						16.0		16.3	13.3	14.4	15.4	14.3	14.6	14.9
Fontibón 1999	13.4	13.8	14.2	14.5	14.3	14.4	14.1	14.3		14.5	15.7	13.6	13.7	14.4
Puente Aranda 1999	13.9	14.4	14.9	15.1	14.7	15.0	14.7	14.9	13.8	14.4	15.5	13.8	13.9	14.1
Kennedy 2005									12.7	14.3	15.7	14.2	14.3	15.0
Carvajal 1997								12.0	11.9	15.0	16.4	14.9	15.1	15.8
Tunal 2006										14.5		12.9	13.3	13.3
San Cristóbal 2009													13.5	13.4

El comportamiento horario de la temperatura varía de acuerdo a la incidencia de la radiación solar y de la capa nubosa presente en la atmósfera entre otros, observándose los datos de temperatura máximos en horas de la tarde y los valores mínimos en horas de la madrugada. Como se puede apreciar en la Figura 85, la temperatura promedio de las estaciones estuvo por encima del promedio a lo largo del día.

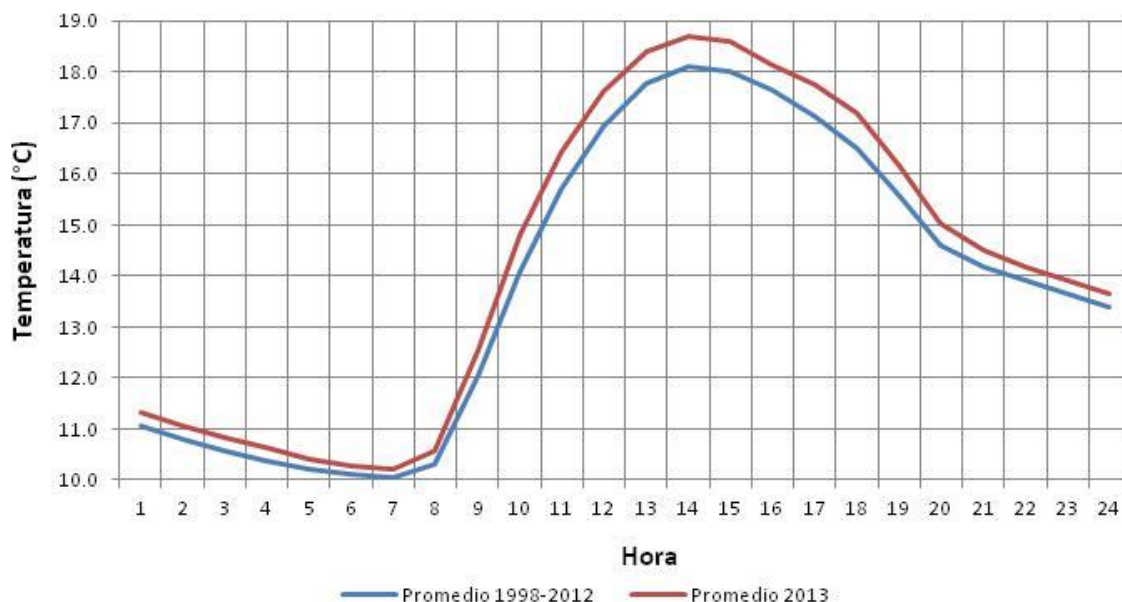


Figura 85. Comportamiento horario promedio en las estaciones de la RMCAB de la temperatura superficial.

Adicionalmente la Tabla 61 y Tabla 62 presenta el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas relativas en cada estación para el trimestre.

Tabla 61. Temperaturas máximas registradas por la RMCAB en el trimestre y su promedio. Fuente RMCAB

ESTACIÓN	MES			TOTAL GENERAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	
Guaymaral 2m 1997	21.2	21.3	21.4	19.16
Usaquén 1997	21.2	19.1	20.2	17.17
Suba 1997	22.9	21.7	21.8	17.52
Las ferias 2000	20.6	10.2	19.6	16.91
Parque Simón Bolívar	22.0	20.9	21.2	19.19
Fontibón 1999	15.2	18.5	17.0	15.25
Puente Aranda 1999	19.0	17.7	17.5	16.51
Kennedy 2005	19.9	18.6	19.1	17.40
Carvajal 1997	21.8	20.4	20.8	19.01
Tunal 2006	20.9	19.2	16.3	15.15
San Cristóbal 2009	18.3	17.5	10.4	14.73

Tabla 62. Temperaturas mínimas registradas por la RMCAB en el trimestre y su promedio. Fuente RMCAB

ESTACIÓN	MES			TOTAL GENERAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	
Guaymaral 2m 1997	6.9	9.8	10.2	9.0
Usaquén 1997	10.4	11.1	12.2	11.2

ESTACIÓN	MES			TOTAL GENERAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	
Suba 1997	8.1	10.0	10.3	9.5
Las ferias 2000	9.5	6.1	11.2	8.9
Parque Simón Bolívar	8.0	10.2	10.6	9.6
Fontibón 1999	7.7	10.9	10.2	9.6
Puente Aranda 1999	10.0	10.8	11.2	10.7
Kennedy 2005	10.5	11.8	12.2	11.5
Carvajal 1997	10.7	12.0	12.5	11.7
Tunal 2006	7.4	8.8	8.3	8.2
San Cristóbal 2009	8.7	10.0	6.5	8.4

La Tabla 63 presenta la amplitud térmica para cada uno de los meses del trimestre EFM. La estación de mayor amplitud corresponde a Suba con un promedio de 11,5°C seguido de Guaymaral con 11.2°C mientras que la estación de Puente Aranda presenta 6,3 °C; pueden asociarse estos resultados con la presencia de nubosidad que no permite el ingreso y salida de radiación en la superficie. La historia de este tipo de análisis muestra que la amplitud térmica en Bogotá no supera los 12°C.

Tabla 63: Amplitud térmica de las estaciones de la RMCAB en el primer trimestre de 2013.

AMPLITUD TÉRMICA			
ESTACIÓN	JUN	JUL	AGO
Guaymaral 2m 1997	14.3	11.5	11.2
Usaquén 1997	10.8	7.9	8.1
Suba 1997	14.8	11.7	11.5
Las ferias 2000	11.1	4.2	8.4
Parque Simón Bolívar	14.0	10.7	10.6
Fontibón 1999	7.5	7.7	6.8
Puente Aranda 1999	8.9	6.9	6.3
Kennedy 2005	9.3	6.7	6.9
Carvajal 1997	11.1	8.3	8.3
Tunal 2006	13.5	10.4	8.0
San Cristóbal 2009	9.6	7.5	3.9

A continuación se presenta los valores de temperatura trimestral en las estaciones RMCAB. Se observa que Carvajal alcanzó los valores más altos y que Tunal y San Cristóbal presentaron los más bajos.

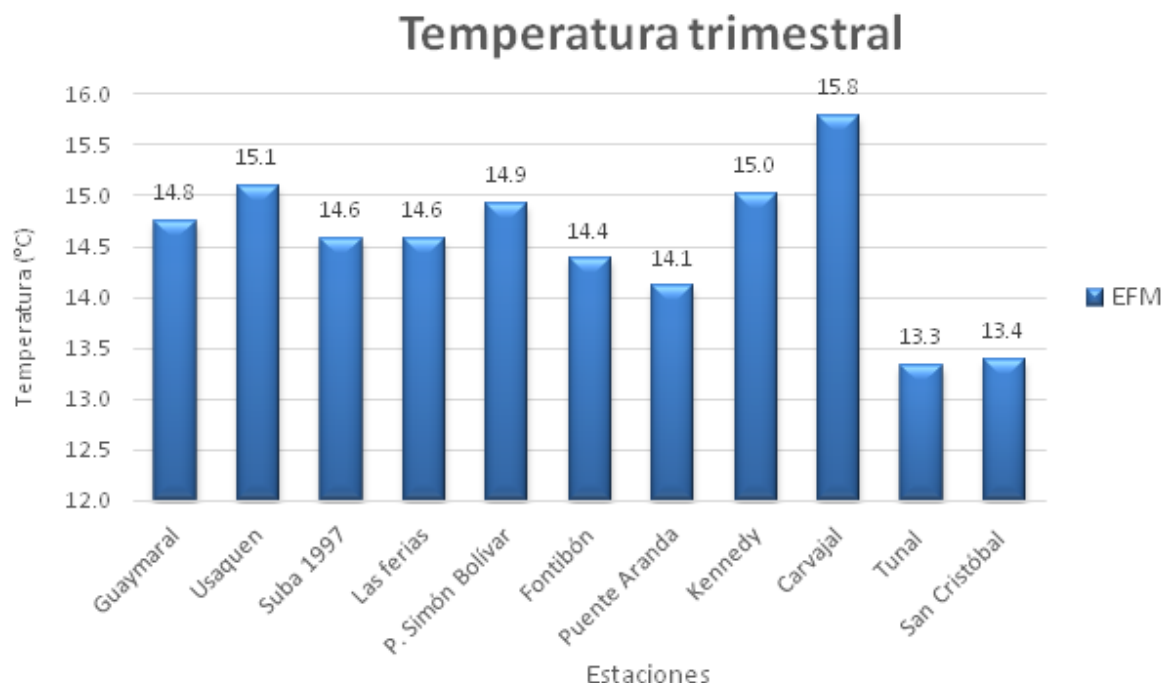


Figura 86. Gráfica de la temperatura promedio del primer trimestre para cada una de las estaciones de la RMCAB en 2013. Fuente RMCAB.

Los mapas de las Figura 87 muestran a la ciudad de Bogotá con la distribución de las estaciones geográficamente y la interpolación de los promedios de temperatura para el trimestre EFM de 2013 sobre esta superficie. Cada isoterma está separada según se esquematiza en la barra de colores. Los sectores sombreados principalmente al Oriente y Sur, corresponden a terrenos que por su condición orográfica entre otros, no pueden ser representados mediante métodos de interpolación. En estos mapas se puede observar que la menor temperatura se encuentra al Suroriente de la capital. Los mayores promedios se encuentran en gran parte del Occidente de la ciudad.

Los mapas de la Figura 88 presentan la temperatura mensual sobre la ciudad de Bogotá en los cuales se observa la evolución en las distintas localidades de Bogotá. Como se puede notar, marzo fue el mes de mayor temperatura con altos valores en el Occidente; las menores temperaturas fueron registradas al Sur en el mes de febrero.

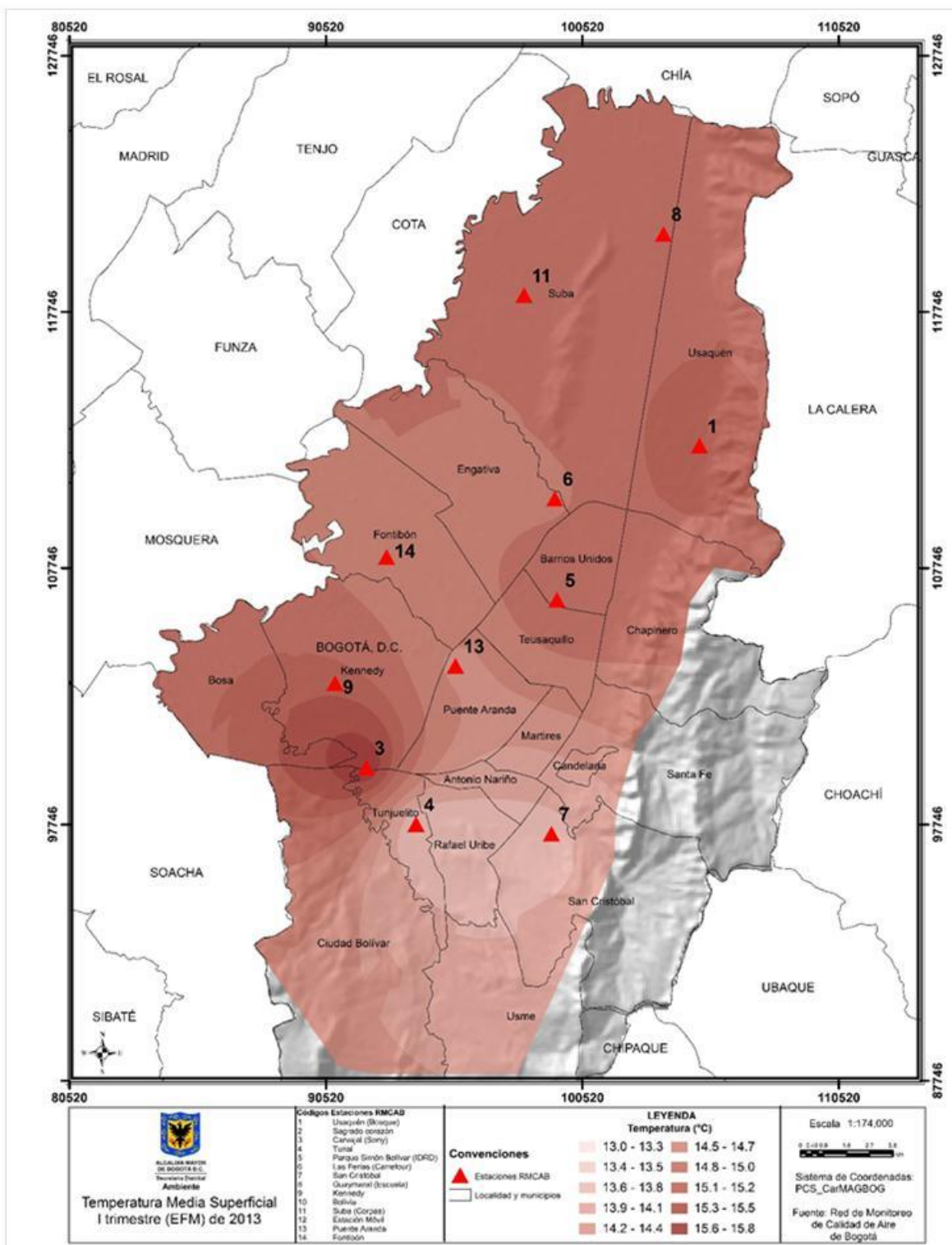


Figura 87. Mapa de Temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB para el I trimestre de 2013.
Fuente RMCAB

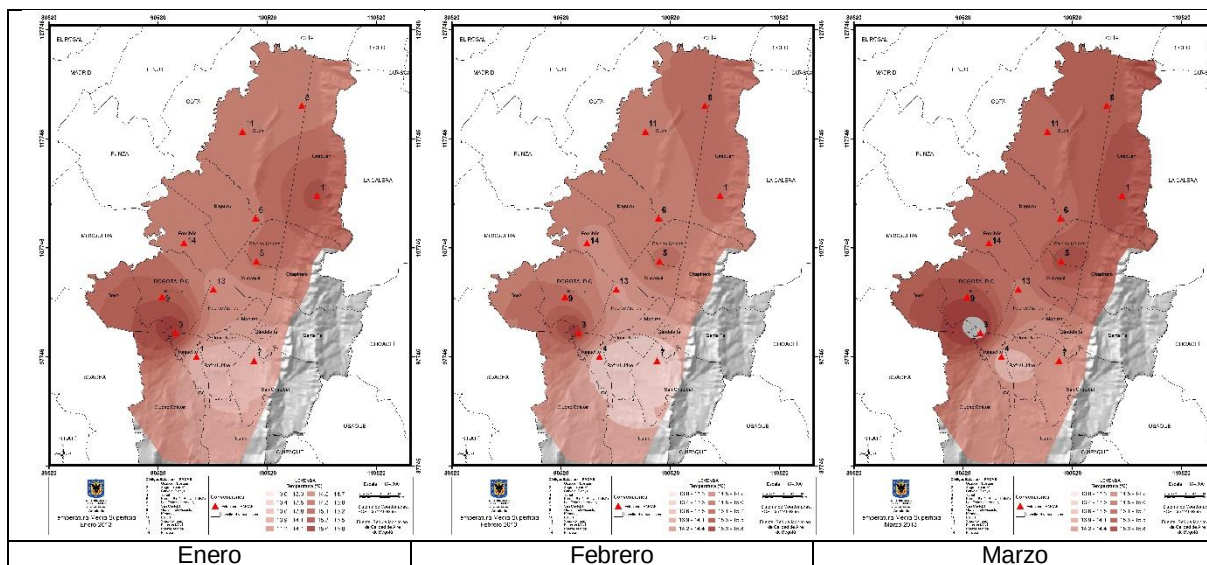
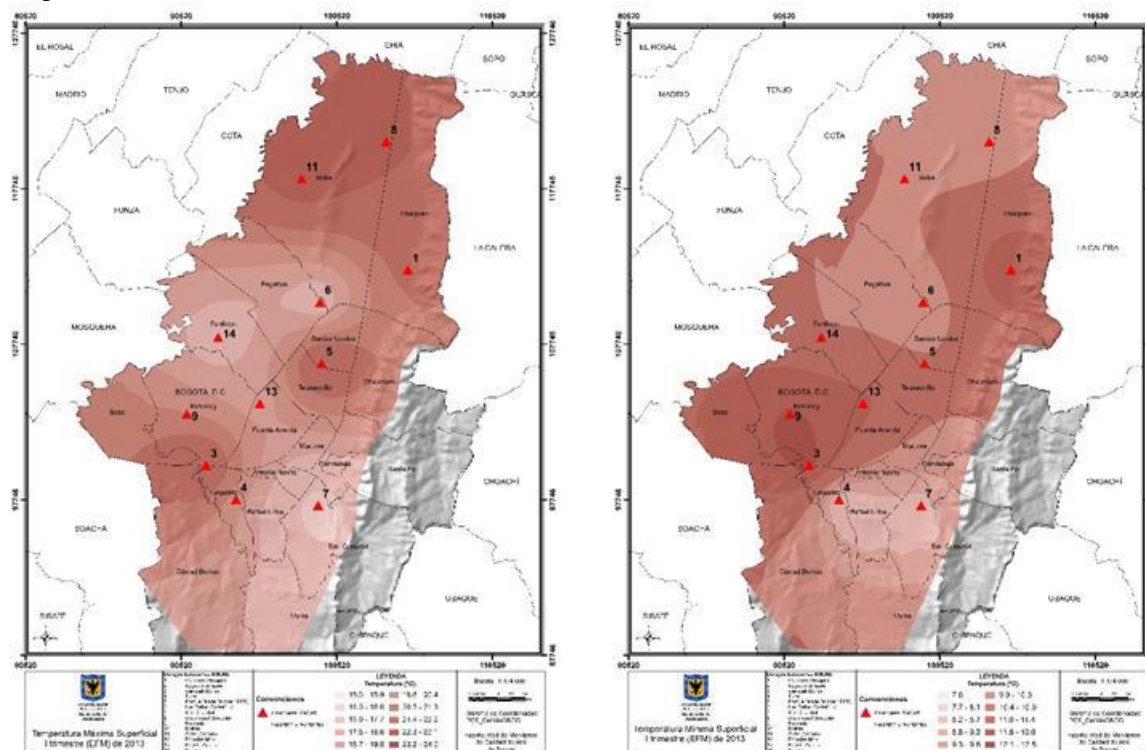


Figura 88. Temperatura promedio mensual para el I trimestre de 2013.

De igual manera se presentan los mapas de temperatura máxima y mínima promedio de las estaciones de la RMCAB. La Figura 89 muestra estas temperaturas las cuales se registran en horas de la tarde y en horas de la madrugada respectivamente y su seguimiento permite detectar zonas con susceptibilidad de heladas y/o alto consumo de energía, entre otros.



Promedio Temperatura máxima EFM 2013

Promedio Temperatura mínima EFM 2013

Figura 89. Temperatura máxima y mínima de las estaciones de la RMCAB.

La Figura 89 muestra que los valores mas altos de temperaturas máximas se observaron en el sector Norte de la ciudad, las mínimas más bajas hacia el Suroriente de la capital.

5.4. RADIACIÓN SOLAR

El comportamiento de la radiación solar global se puede apreciar en la Figura 90, la cual muestra los valores promedio de 2006 - 2012 de radiación mensual para todas las estaciones de la RMCAB que miden esta variable (Tabla 46) y su comparación con el promedio de radiación global en el trimestre. Se puede observar en la Figura 90 que la radiación en el trimestre fue menor en su acumulado respecto al periodo histórico de referencia, salvo en el mes de enero el cuál fue mayor por una diferencia de 336.3 W/m^2 , lo que representa un 8.1%; así mismo se observa una deficiencia en radiación considerable para el mes de febrero con una amplia diferencia de 764.2 W/m^2 . La Tabla 64 muestra la variación porcentual de la radiación con respecto al periodo histórico.

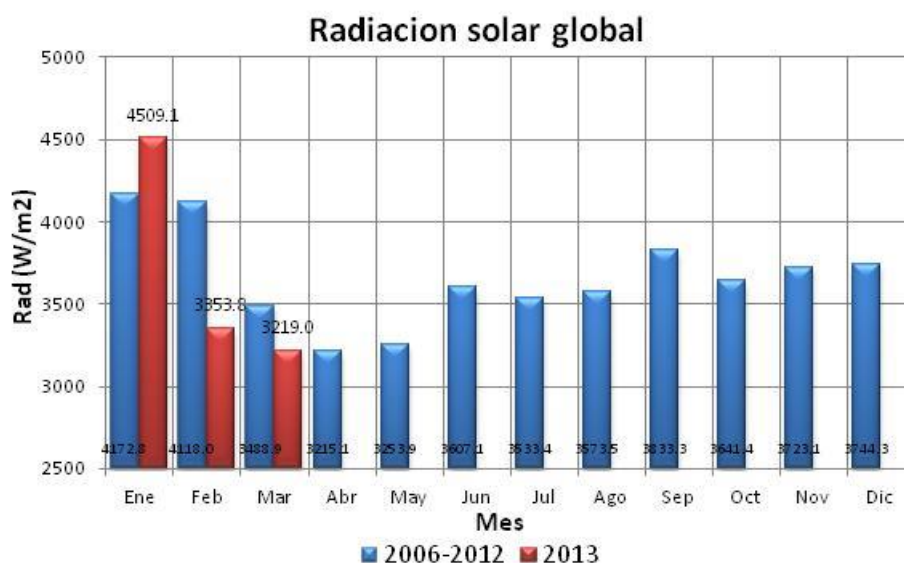


Figura 90. Gráfica de la radiación solar global mensual de las estaciones de la RMCAB en el periodo 2006-2012 y su comparación hasta marzo de 2013. Fuente RMCAB

Tabla 64. Variación Porcentual de la radiación solar global mensual promedio de Bogotá en 2013.

ENE	FEB	MAR
8.1%	-17.5%	-7.2%

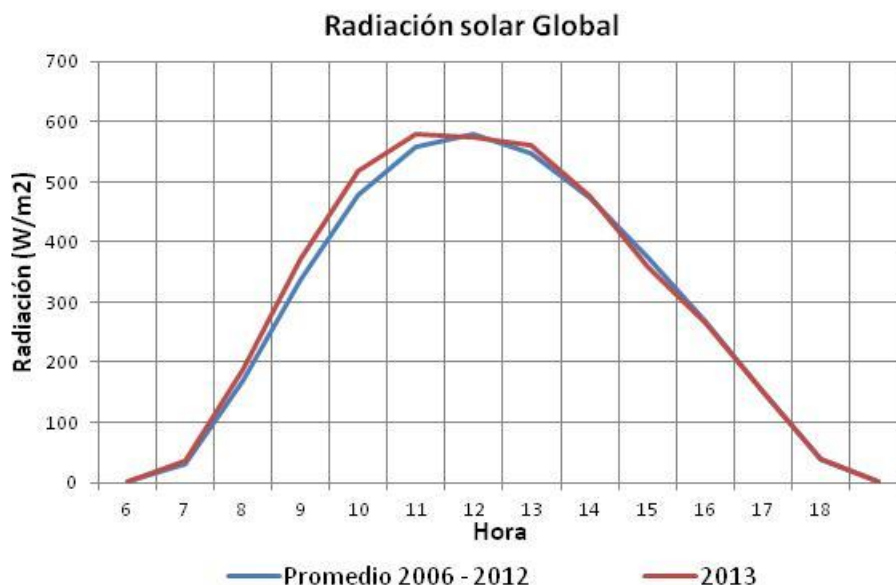


Figura 91. Gráfica de la radiación solar global horaria de las estaciones de la RMCAB para el trimestre EFM de 2013 y el promedio 2006-2012. Fuente RMCAB

La Figura 91 muestra el comportamiento entre la radiación solar global horaria para el trimestre y el promedio en el periodo 2006-2012. El comportamiento fue ligeramente mayor especialmente en horas de la mañana.

Las Figura 92 y Figura 93 esquematizan el comportamiento horario en cada una de las estaciones donde se mide esta variable.

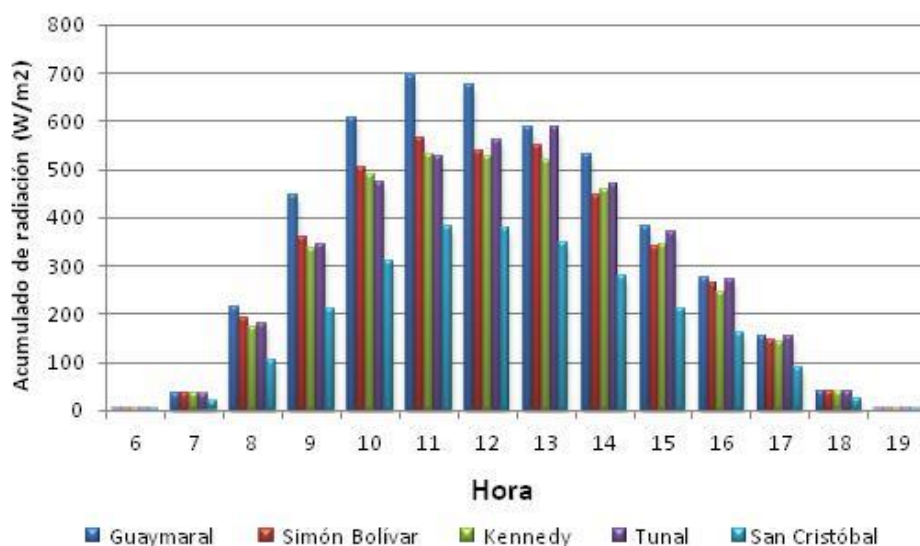


Figura 92. Comportamiento horario de la radiación para las estaciones de la RMCAB. Fuente RMCAB.

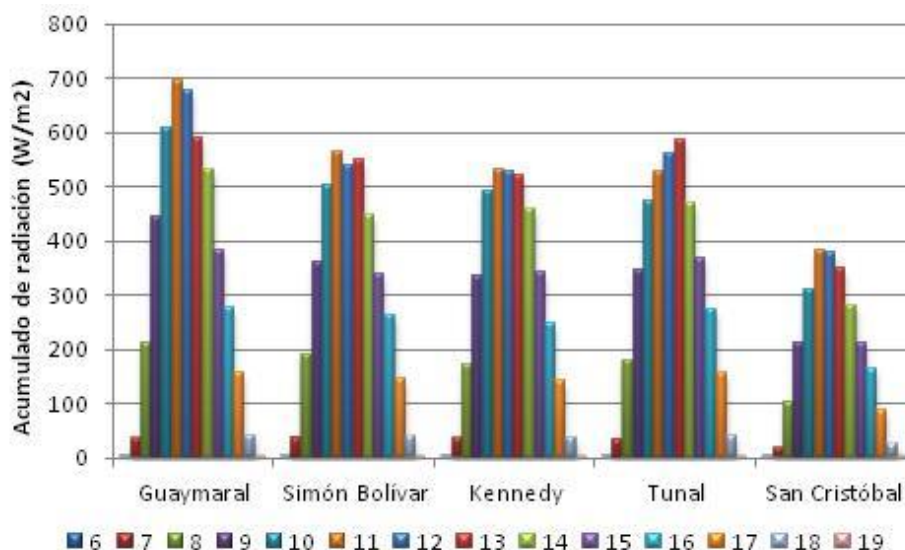


Figura 93. Comportamiento de la radiación en las estaciones a nivel horario. Fuente RMCAB

Similar a la figura anterior, la Figura 93 presenta estas condiciones discriminadas por estación. La Figura 94 presenta el resumen del acumulado horario para el trimestre, en donde se aprecia que la estación con mayor acumulado de radiación se presentó en Guaymaral seguido de la estación Tunal.

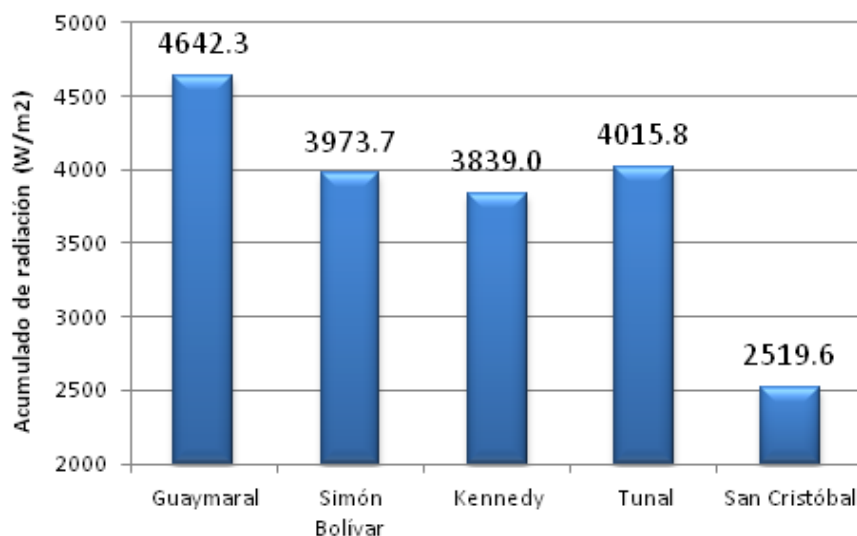


Figura 94. Acumulado de radiación desde las 6 hasta las 18 hrs, EFM 2013. Fuente RMCAB

5.5. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El peso del aire de la atmósfera ejerce una presión sobre la superficie de la tierra. Esta presión es conocida como presión atmosférica. Generalmente, cuanto más aire hay sobre una zona más alta es la presión, esto significa que la presión atmosférica cambia con la

altitud a razón, en las capas atmosféricas más bajas, de un (1) mm Hg cada 10 metros (ó un (1) mb ó hPa cada ocho (8) metros). Para compensar esta diferencia y facilitar la comparación entre localizaciones con diferentes altitudes, la presión atmosférica es normalmente ajustada a la equivalente al nivel del mar. Este ajuste es conocido como presión barométrica, es decir, la presión barométrica es la presión atmosférica local más una corrección por la altitud geopotencial local. La presión atmosférica, además de la altitud, depende de muchas otras variables como la situación geográfica, la temperatura, la humedad y las condiciones meteorológicas. Debido a la relación que existe entre la presión atmosférica y el tiempo en un lugar hace de ésta una variable fundamental que varía significativamente en latitudes medias y altas. En los trópicos la variación es menos notoria, dependiendo más de la altitud.

Los datos de presión atmosférica se registraron en las estaciones mostradas en la Tabla 46. La ciudad de Bogotá está situada en la sabana del mismo nombre, sobre el altiplano cundiboyacense (Cordillera Oriental de los Andes) y presenta mayor altitud en su parte oriental junto a los cerros, cuyo clima está influenciado por la convección producto del ascenso forzado de masas de aire, entre otros. Aunque el tiempo actúa de manera considerable en los valores de presión, en general se observan variaciones entre las estaciones debidas a la diferencia que hay entre la altitud y el fenómeno de marea barométrica que produce dos crestas y dos valles en el comportamiento diario. La Figura 95 presenta la serie de tiempo en el trimestre en donde se observa una ligera tendencia al aumento en lo corrido del año. Así mismo, las estaciones que miden la variable de presión presentaron un comportamiento regular según su ubicación, tal como se observa en la Figura 96 .

Serie temporal de Presión

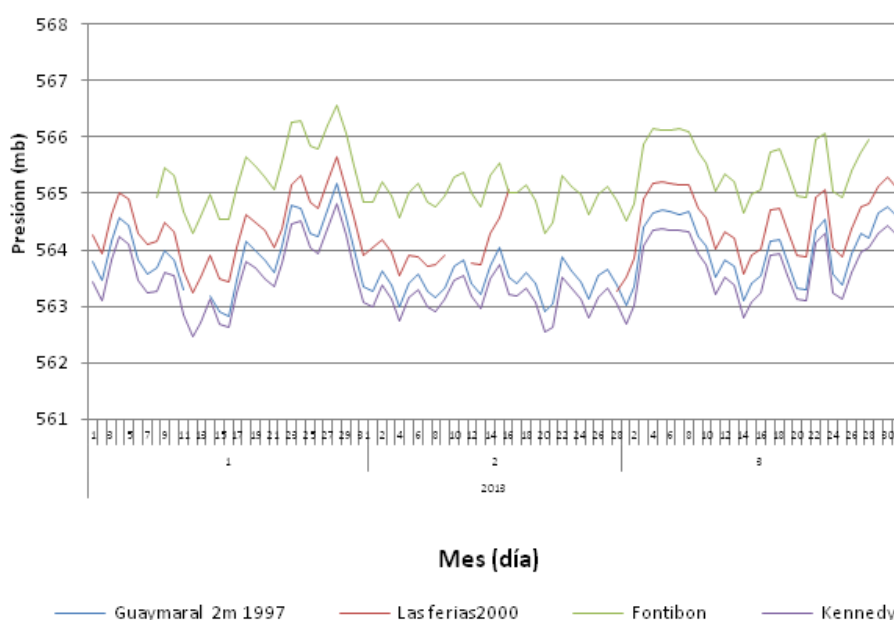


Figura 95. Serie de presión de las estaciones de la RMCAB en el primer trimestre de 2013. Fuente RMCAB

Tabla 65. Representatividad de los datos en (%) para la variable presión.

Estación	ENE	FEB.	MAR.	EFM
Guaymaral (Escuela)	91	99	100	96
Las Ferias (Carrefour)	99	39	100	80
Fontibón	75	99	88	88
Kennedy	99	100	100	100

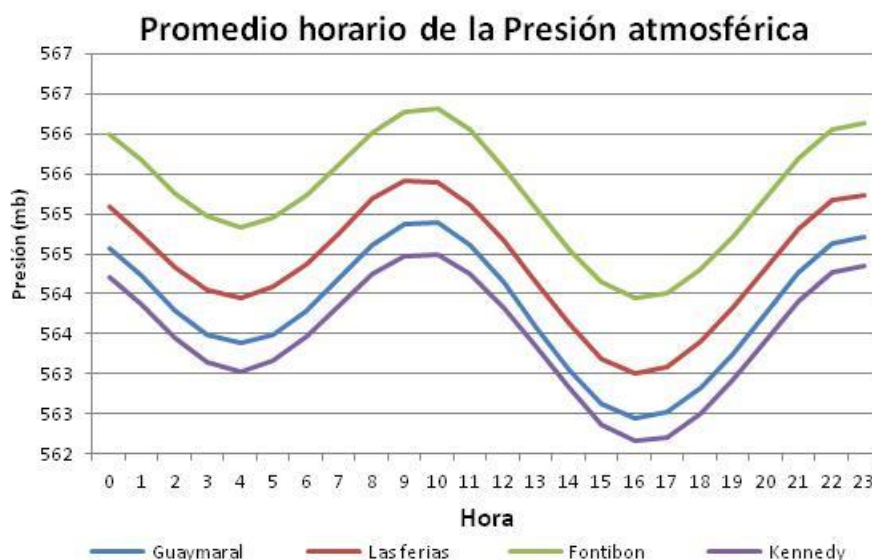


Figura 96. Gráfica de la Presión barométrica para cada hora en las estaciones de la RMCAB para el trimestre EFM. Fuente RMCAB

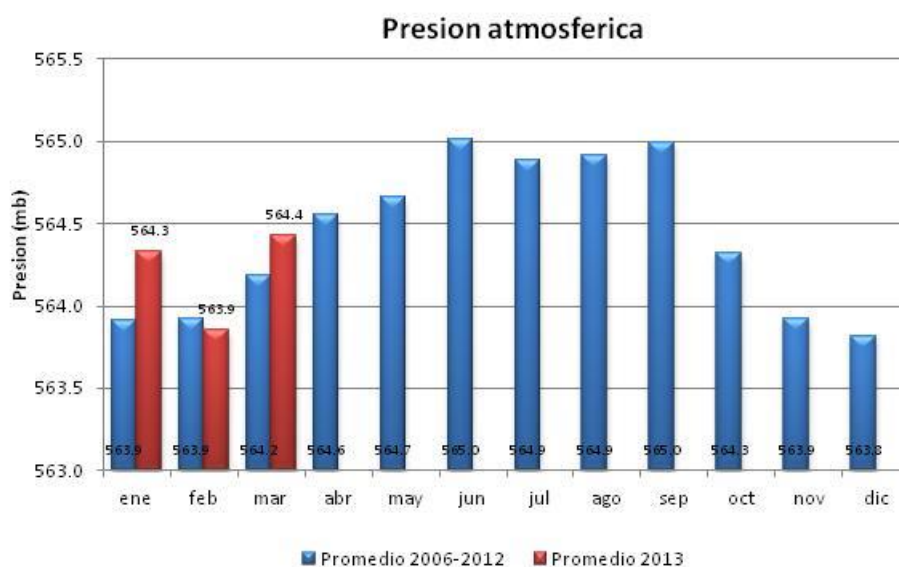


Figura 97. Presión atmosférica mensual de las estaciones de la RMCAB. Fuente RMCAB.

La Figura 97 muestra la presión atmosférica discriminada mensualmente, se observa la monomodalidad característica para la ciudad de Bogotá y que en general en lo corrido del año la presión estuvo por encima del promedio histórico, salvo en el mes de febrero. Como se observa en la Figura 98, el trimestre fue el mayor reportado al igual que en 2010.

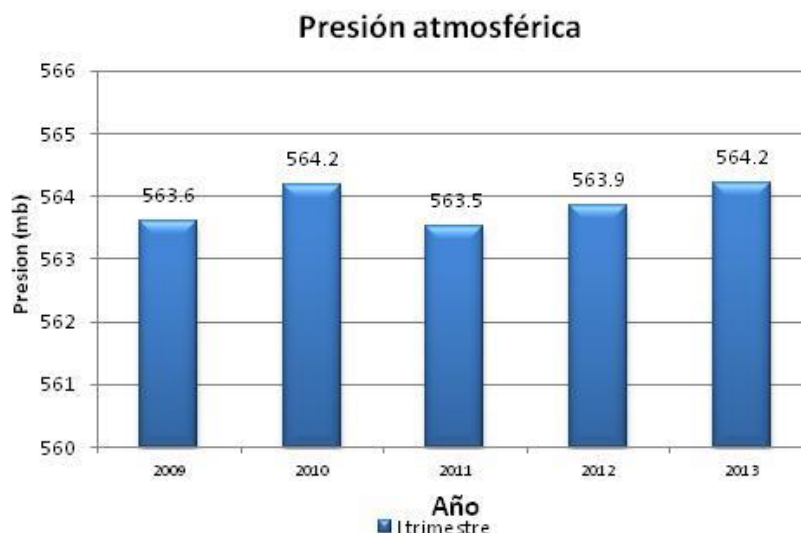


Figura 98. Comparación de la presión en los trimestres EFM. Fuente RMCAB

5.6. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa fue monitoreada por las estaciones de la RMCAB como se describió en la Tabla 46. En la Figura 99 se aprecia la serie temporal de las estaciones activas de la RMCAB en el trimestre. La Figura 100 muestra que la humedad relativa en el trimestre estuvo moderadamente por debajo del promedio 2002-2012, en especial el mes de enero en donde la diferencia alcanzó los 7 puntos de diferencia.

Tabla 66. Porcentaje de representatividad de los datos de humedad relativa en el trimestre.

Estación	ENE	FEB.	MAR	EFM
Guaymaral (Escuela)	91	99	100	96
Las Ferias (Carrefour)	99	39	100	80
Parque Simón Bolívar (IDRD)	99	99	99	99
Kennedy	99	100	100	100
Tunal	98	99	76	91
San Cristóbal	88	99	55	81
Bolivia	100	70	87	86

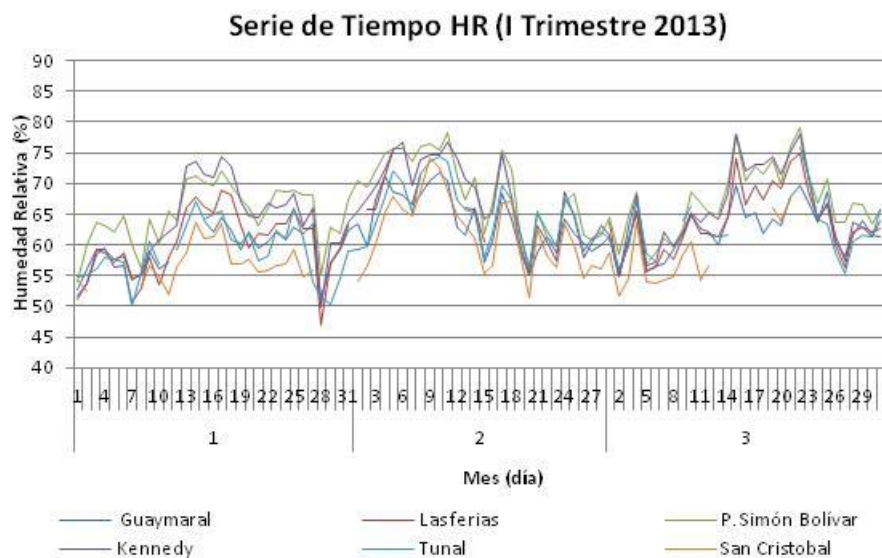


Figura 99. Serie de humedad relativa para las estaciones de la RMCAB en el primer trimestre de 2013. Fuente RMCAB

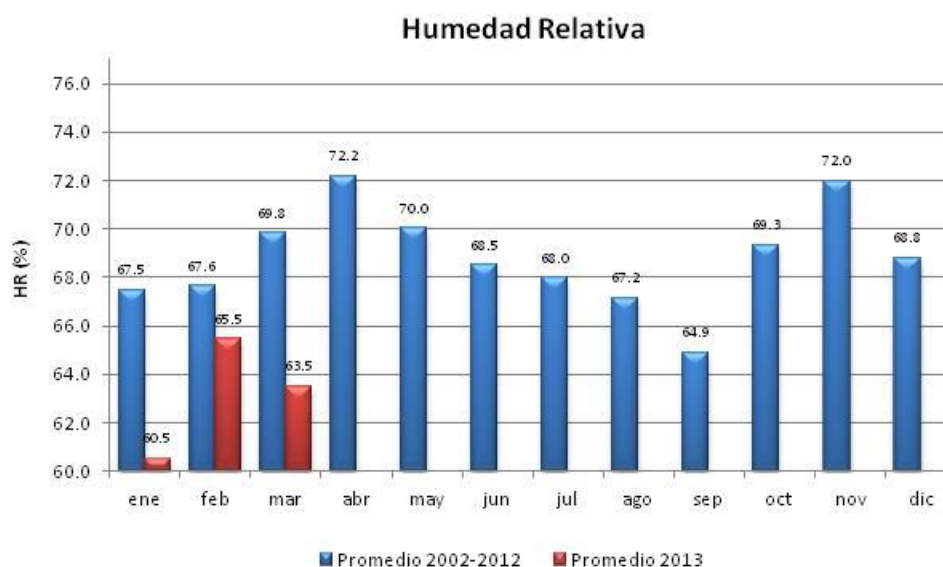


Figura 100. Humedad relativa mensual media del periodo 2002- 2012 y su comparación con los meses de 2013. Fuente RMCAB

La Tabla 67 presenta el porcentaje de variación de cada uno de los meses del primer semestre del año. En los últimos años se observa un decrecimiento de la humedad en la ciudad, tal como se observa en la Figura 101.

Tabla 67. Porcentaje de variación de la humedad relativa con respecto a los promedios de los meses históricos

ENE	FEB	MAR
-10%	-3%	-9%

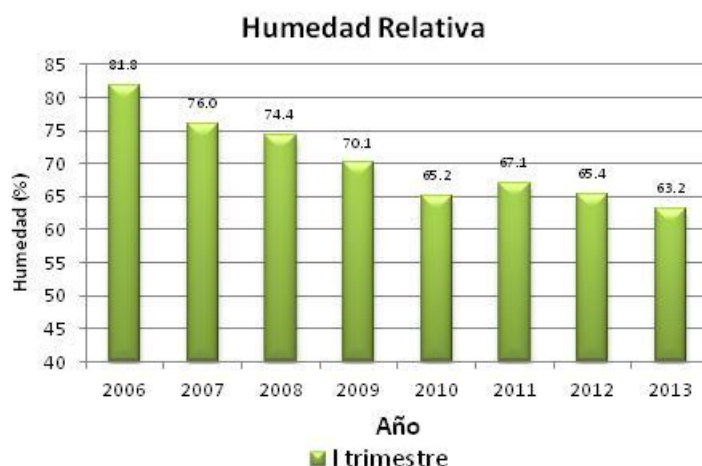


Figura 101. Humedad relativa del primer trimestre en el periodo 2006-2013. Fuente RMCAB

El comportamiento horario de la humedad relativa varía de acuerdo a la incidencia de la radiación solar y de la temperatura entre otros, evidenciándose los datos máximos en horas de la madrugada cuando se observa la mayor estabilidad atmosférica y los valores mínimos en horas de la tarde, cuando la temperatura es máxima. Esto se observa en la Figura 102, en donde se nota que la humedad horaria se mantuvo siempre por debajo del promedio histórico reportado en los últimos años.

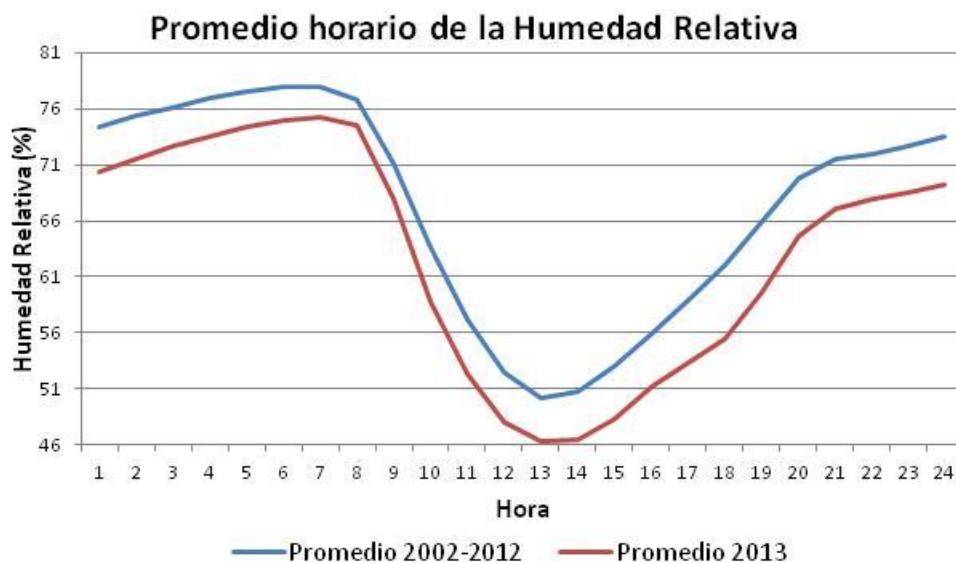


Figura 102. Promedio horario de la humedad en el primer trimestre 2002-2012 y su comparación con el primer trimestre del año 2013.

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:

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

Se adoptan las convenciones siguientes para efecto de la aplicación de la ecuación establecida en la presente definición:

$C[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ = Concentración dada en peso de un contaminante por unidad de volumen de aire en microgramos por metro cúbico.

$C[\text{ppm}]$ = Concentración por unidad de volumen de aire en partes por millón.

$\text{PM}[\text{kg}/\text{kmol}]$ = Peso molecular del agente contaminante conocido en kilogramos por kmol.

24.466 = Volumen de una kmol en m^3/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.

Hidrometeoro: Fenómeno formado por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen a través de la atmósfera. Las partículas acuosas pueden estar en suspensión, ser remontadas por el viento desde la superficie terrestre o ser depositadas sobre objetos situados en la atmósfera libre. Entre los principales se encuentran la lluvia, llovizna, nieve, granizo, niebla, neblina, rocío, escarcha, chubasco y tromba.

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

Isohuma: Línea que une puntos con un mismo valor de humedad relativa sobre un plano.

Isotaca: Línea trazada en un mapa que une los puntos de igual velocidad del viento.

Isoterma: Es una línea trazada sobre un mapa con la que se unen puntos, donde la temperatura tiene el mismo valor.

Isoyeta: Es una línea trazada sobre un mapa con la que se unen puntos, donde se registra igual cantidad de precipitación.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nivel de emergencia (Nivel IV): Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar

enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

G = Promedio geométrico

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

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

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

Rango crítico: Véase Rango de tolerancia

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

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

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

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

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

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

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

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

Unidades: Las unidades más utilizadas son:

Nm³/h: Metros cúbicos por hora en condiciones Normales.

mg / Nm³: Miligramos por metro cúbico en condiciones Normales.

mg/m³: Miligramos por metro cúbico.

µg/m³: 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).

ANEXOS

ANEXO 1. LOCALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RMCAB

La RMCAB está conformada por trece estaciones automáticas y una estación móvil, las cuales 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 presentan los mapas de localización de las estaciones que conforman la RMCAB.

RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ - RMCAB

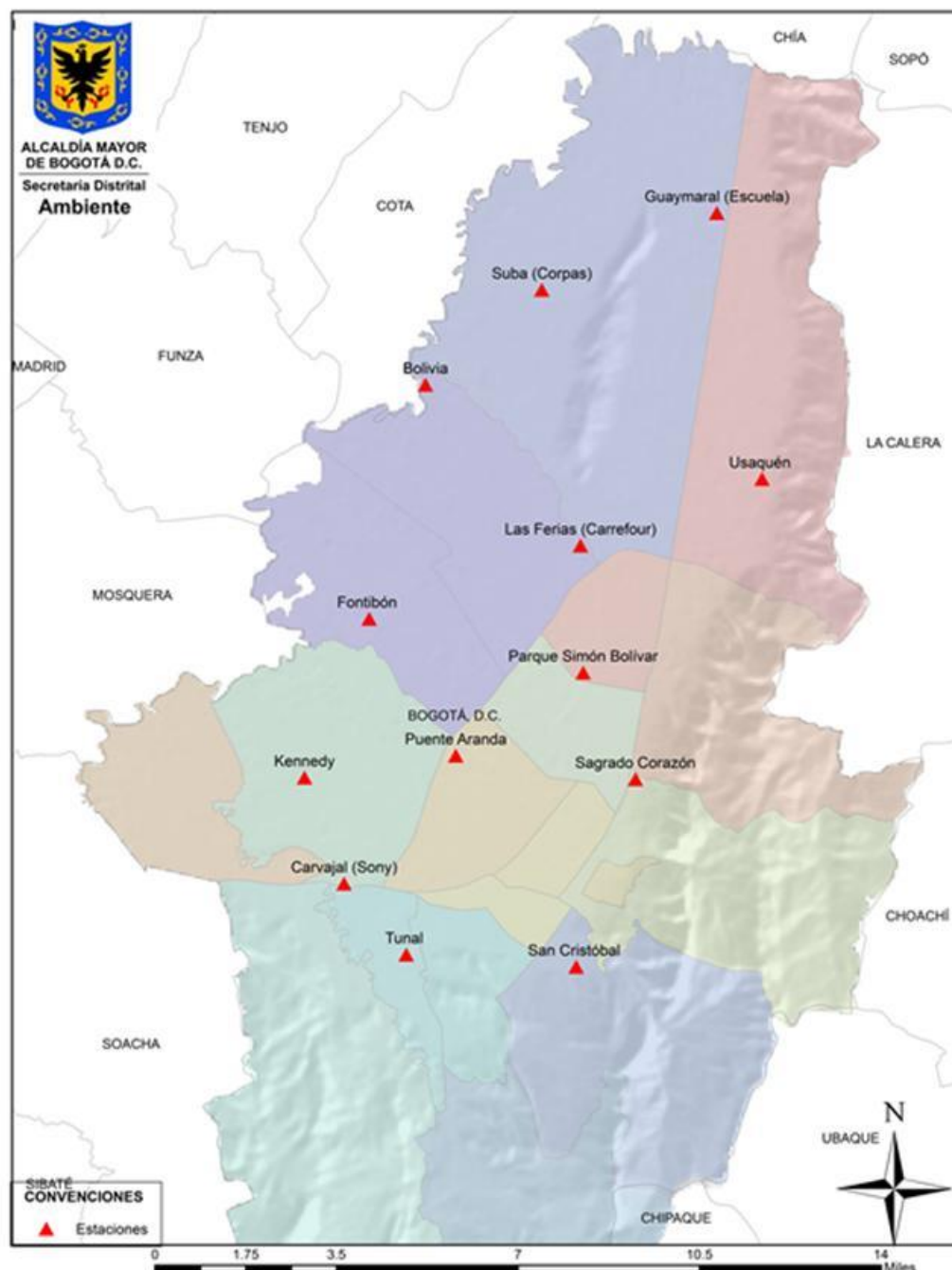


Figura 103. Distribución de las estaciones de la RMCAB

ANEXO 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), la cual fue modificada mediante Resolución 610 de 2010.

Tabla 68. Normas de Calidad del Aire

CONTAMINANTE	PERÍODO	NORMA	UNIDAD DE MEDIDA	COMENTARIOS
PARTÍCULAS PM ₁₀	Anual	50	µg/m ³	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días
	24 horas	100	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	25	µg/m ³	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días (valor guía)
	24 horas	50	µg/m ³	Concentración promedio horaria en 24 horas (valor guía)

ANEXO 3. ESCALAS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Tabla 69. 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 70. 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