



Abril

Informe mensual de
Calidad del Aire en Bogotá
Año 2017

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Enrique Peñalosa Londoño
Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Francisco José Cruz Prada
Secretario Distrital de Ambiente

Carlos Arturo Puerta Cárdenas
Subsecretario Distrital de Ambiente

Oscar Ferney López Espitia
Director de Control Ambiental

Oscar Alexander Ducuara Falla
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual

Edgar Alberto Rojas
Coordinador General RMCAB-SATAB-SIMCAB

Diana Alexandra Ramirez Cardona
Coordinador (a) Técnica RMCAB

Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez
Eaking Ballesteros Urrutia
Jhonathan Ramírez Gamboa
Yessica Natalia Ramírez Yara
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Marco Antonio Sánchez
Grupo de Operación de la RMCAB

1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM₁₀ en el mes de abril 2017.

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para abril de 2017

| Estación | Promedio PM ₁₀ (µg/m ³) | Máximo PM ₁₀ (µg/m ³) | Fecha Máximo PM ₁₀ | Excedencias 24h | Datos válidos (%) |
|----------------------|--|--|-------------------------------|-----------------|-------------------|
| Guaymaral | 31 | 62 | 05/04/2017 | 0 | 90% |
| Usaquén | 42 | 91 | 07/04/2017 | 0 | 100% |
| Suba* | 53 | 84 | 06/04/2017 | 0 | 70% |
| Las Ferias | 39 | 91 | 07/04/2017 | 0 | 93% |
| C.D.A.R. | 34 | 89 | 07/04/2017 | 0 | 97% |
| MinAmbiente | 32 | 71 | 07/04/2017 | 0 | 100% |
| Puente Aranda | 49 | 103 | 07/04/2017 | 1 | 100% |
| Kennedy | 56 | 104 | 07/04/2017 | 1 | 100% |
| Carvajal - Sevillana | 76 | 124 | 07/04/2017 | 3 | 83% |
| Tunal | 46 | 108 | 07/04/2017 | 1 | 97% |
| San Cristóbal | 26 | 62 | 07/04/2017 | 0 | 87% |

* Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

La Figura 1 presenta los promedios y máximos por estación de monitoreo con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente de la ciudad en la estación de Carvajal - Sevillana (**76 µg/m³**) y Kennedy (**56 µg/m³**). Las menores concentraciones se presentaron en la zona sur para la estación San Cristóbal (**26 µg/m³**) y en la zona norte la estación Guaymaral (**31 µg/m³**). La concentración máxima diaria para el mes fue de **124 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **108 µg/m³** en Tunal, **104 µg/m³** en Kennedy y **103 µg/m³** en Puente Aranda. El valor máximo diario de estas estaciones sobrepasó la norma diaria (100 µg/m³), y se presentaron en total 6 excedencias a la norma diaria, 3 de las cuales ocurrieron en la estación Carvajal-Sevillana. Para las demás estaciones, los valores máximos no superan la norma diaria establecida. Los valores máximos se presentaron en su mayoría el día 07 de Abril, en las estaciones Usaquén, Las Ferias, Centro de Alto Rendimiento, MinAmbiente Puente Aranda, Kennedy, Carvajal-Sevillana Tunal y San Cristóbal.

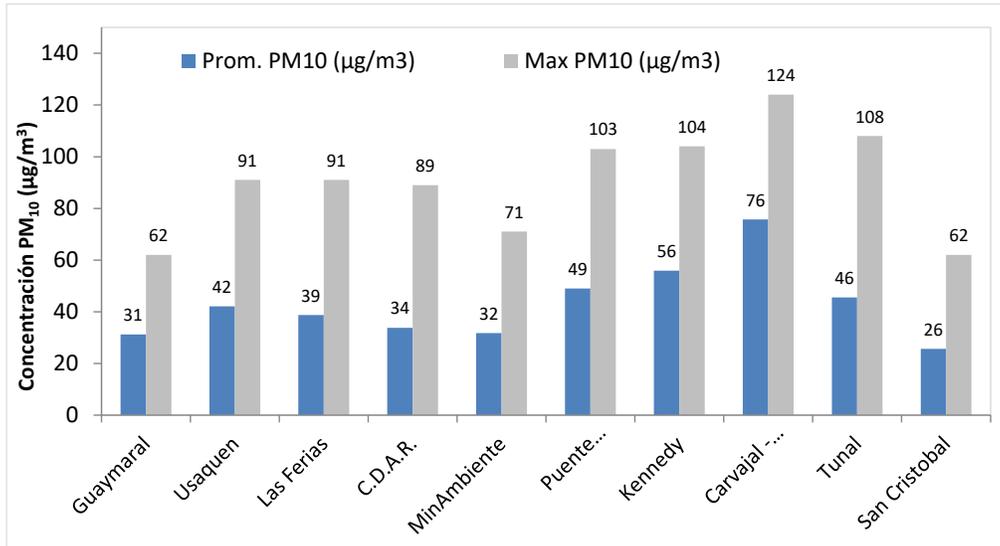


Figura 1. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM₁₀ - abril 2017.

La Figura 2 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las concentraciones diarias comparadas con respecto a la norma nacional diaria. En la gráfica se agrupan los datos por zonas de acuerdo a la ubicación de las estaciones (Norte, Centro, Suroccidente y Sur). De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en la zona suroccidente (Puente Aranda, Carvajal-Sevillana y Kennedy), especialmente en la primera y segunda semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona centro (MinAmbiente), en la segunda semana del mes.

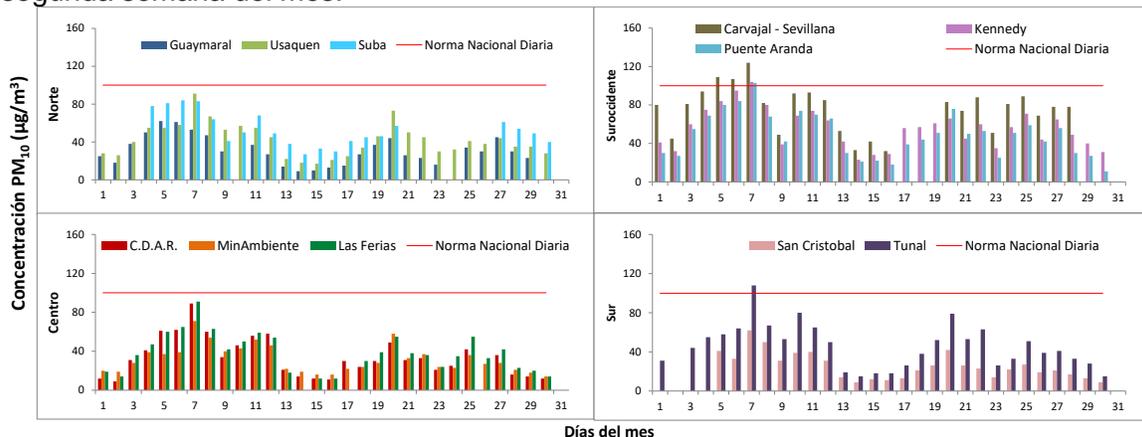


Figura 2. Comportamiento diario de las concentraciones de PM₁₀ para abril de 2017

En la Figura 3 se evidencia el comportamiento temporal de las concentraciones de PM₁₀ para el mes de abril a través de los últimos 3 años. Teniendo en cuenta las estaciones que tienen datos representativos para el año 2017, se observa que las estaciones Usaquén, Las Ferias, MinAmbiente, Puente Aranda y Kennedy presentaron disminución en las concentraciones frente a los valores del mismo mes de 2016; las estaciones Guaymaral, Centro de Alto Rendimiento, Tunal y San Cristóbal no registran valor en 2016, pero se

presenta un aumento frente al año 2015, y en Carvajal-Sevillana hubo una reducción en relación al 2015. En la estación de Suba solo se registró el valor en 2015 por lo cual no es posible realizar la comparación interanual.

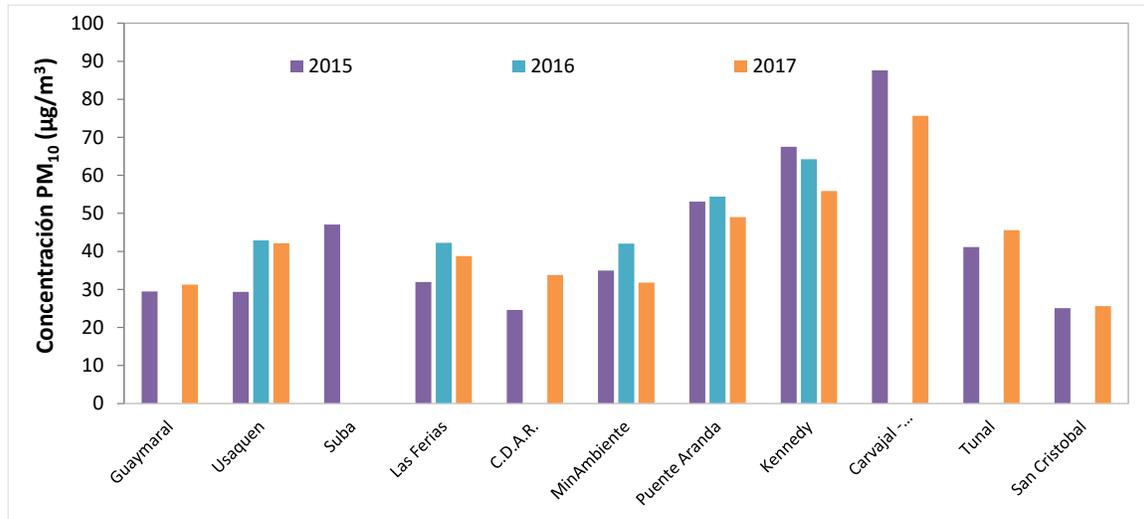


Figura 3. Comportamiento interanual PM₁₀ (2015-2016-2017) para los meses de abril

En la Figura 4 se representan los promedios mensuales de concentración de PM₁₀ registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de abril, mediante el uso de la interpolación Kriging para evidenciar mediante una escala de colores las concentraciones que se presentaron en diferentes zonas de la ciudad, y mediante un campo vectorial la velocidad y dirección del viento. De acuerdo a esta representación, se observa que en el suroccidente de la ciudad se presentan los mayores niveles de contaminación por PM₁₀, con concentraciones entre 62 y 80 µg/m³, en las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito y parte de Ciudad Bolívar, mientras que las concentraciones más bajas se registran al oriente de la ciudad, en las localidades de San Cristóbal, Candelaria y Santa Fe, y al norte, en la localidad de Usaquén, registrando concentraciones entre 24 y 27 µg/m³. En la zona suroccidente además se registran las mayores velocidades del viento, y la dirección del viento predomina en sentido norte - sur, lo cual contribuye a la dispersión de la contaminación, especialmente en horas de la tarde.

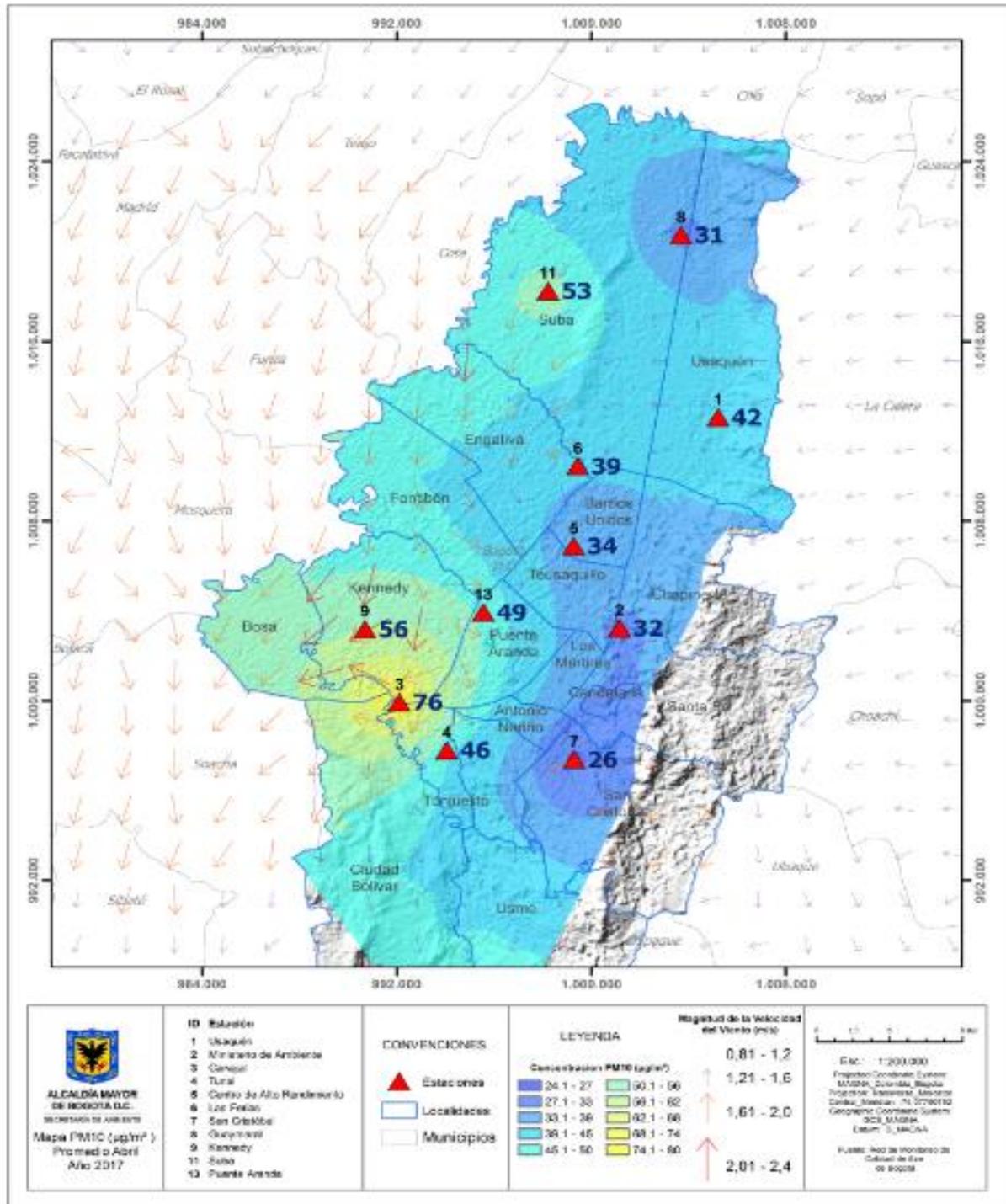


Figura 4 Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM₁₀ con base en el método de interpolación de Kriging

1.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM₁₀

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución 2410 de 2015, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indican el estado de la calidad del aire.

Basados en las concentraciones de PM₁₀, la Figura 5 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 24 horas en cada una de las estaciones de monitoreo con representatividad de datos superior al 75%. Se observa que predominan las categorías “favorable” y “moderada” para todas las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presenta la condición “moderada” en mayor proporción, con 80% del tiempo, mientras que la estación San Cristóbal presenta las mejores condiciones ambientales con una condición de calidad del aire “Favorable” el 96% del tiempo. (Tabla 2)

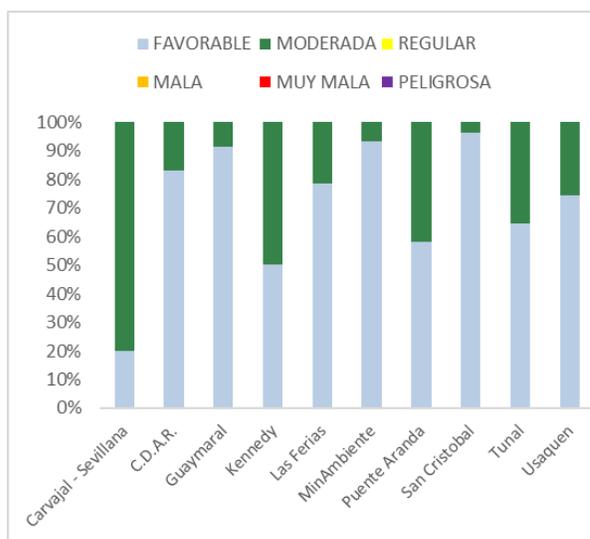


Figura 5. IBOCA para PM₁₀ por estación en abril 2017

Tabla 2. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM₁₀

| IBOCA PM ₁₀ | | |
|------------------------|-----------|----------|
| ESTACIÓN | FAVORABLE | MODERADA |
| Carvajal - Sevillana | 20% | 80% |
| C.D.A.R. | 83% | 17% |
| Guaymaral | 91% | 9% |
| Kennedy | 50% | 50% |
| Las Ferias | 79% | 21% |
| MinAmbiente | 93% | 7% |
| Puente Aranda | 58% | 42% |
| San Cristobal | 96% | 4% |
| Tunal | 64% | 36% |
| Usaquen | 75% | 25% |

2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{2.5}

La Tabla 3 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{2.5} en el mes de abril de 2017.

Tabla 3. Resumen de datos de PM_{2.5} para abril de 2017

| Estación | Promedio. PM _{2.5} (µg/m ³) | Máximo PM _{2.5} (µg/m ³) | Fecha Máximo PM _{2.5} | Excedencias 24h | Datos Válidos (%) |
|-------------|--|---|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| Guaymaral | 18 | 32 | 08/04/2017 | 0 | 90% |
| Usaquén | 16 | 35 | 07/04/2017 | 0 | 93% |
| Suba | 22 | 42 | 11/04/2017 | 0 | 80% |
| Las Ferias* | 21 | 39 | 07/04/2017 | 0 | 73% |

| Estación | Promedio. PM _{2.5} (µg/m ³) | Máximo PM _{2.5} (µg/m ³) | Fecha Máximo PM _{2.5} | Excedencias 24h | Datos Válidos (%) |
|----------------------|---|---|-----------------------------------|--------------------|----------------------|
| MinAmbiente | 17 | 40 | 20/04/2017 | 0 | 100% |
| Puente Aranda | 20 | 42 | 07/04/2017 | 0 | 100% |
| Kennedy | 27 | 45 | 11/04/2017 | 0 | 100% |
| Carvajal - Sevillana | 30 | 48 | 07/04/2017 | 0 | 100% |
| Tunal | 23 | 51 | 07/04/2017 | 1 | 90% |
| San Cristóbal | 12 | 27 | 07/04/2017 | 0 | 87% |

* Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

La Figura 6 presenta los promedios y máximos por estación de monitoreo de PM_{2.5} con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana (**30 µg/m³**) y Kennedy (**27 µg/m³**); en estas estaciones se excedió la norma anual de 25 µg/m³ en el mes de análisis. Las menores concentraciones se presentaron en la zona sur en la estación de San Cristóbal (**12 µg/m³**) y en la zona norte la estación Usaquéen (**16 µg/m³**). La concentración máxima diaria para el mes fue de **51 µg/m³** en la estación Tunal, seguida de **48 µg/m³** en Carvajal - Sevillana y **45 µg/m³** en Kennedy. Se presentó una excedencia en el mes de Abril al comparar los valores máximos con la normativa diaria, (50 µg/m³) en la estación Tunal. Los valores máximos se presentaron en su mayoría el día 07 de Abril en las estaciones Usaquéen, Las Ferias, Puente Aranda, Carvajal-Sevillana, Tunal y San Cristóbal.

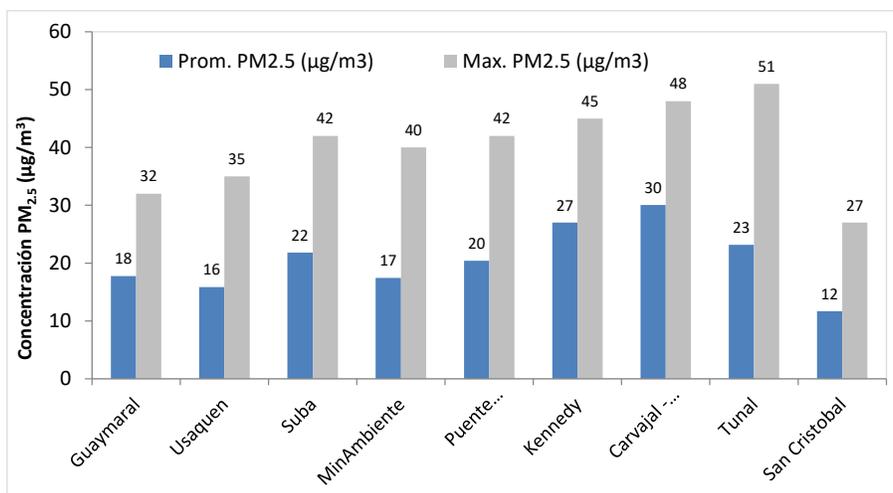


Figura 6. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM_{2.5}. abril - 2017

La Figura 7 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las concentraciones diarias comparadas con respecto a la norma nacional diaria. En la gráfica se agrupan los datos por zonas de acuerdo a la ubicación de las estaciones (Norte, Centro, Suroccidente y Sur). De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM_{2.5} se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana y Kennedy) y Sur (Tunal), especialmente en la primera y segunda semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona centro (MinAmbiente), en la tercera

semana del mes. En la estación Tunal se presentaron valores por encima de la norma diaria de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

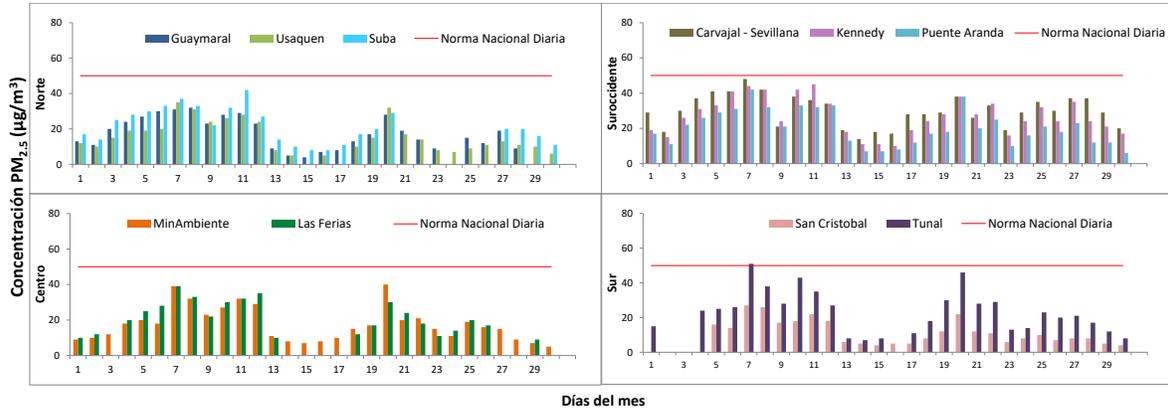


Figura 7. Comportamiento captura de datos $\text{PM}_{2.5}$ para abril de 2017

La Figura 8 muestra el comportamiento temporal de las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ para el mes de abril a través de los últimos 3 años. Según las estaciones que tienen datos representativos para el año 2017, se observa que en las estaciones Usaquén, MinAmbiente, Kennedy y Tunal hubo una disminución de las concentraciones con respecto a los valores del mismo mes de 2016, y en Suba hubo una reducción sobre el valor del 2015, mientras que en Guaymaral y San Cristóbal se observó un aumento según el valor reportado en 2015. La estación de Puente Aranda no posee registros históricos de 2015 y 2016, debido a que el monitor de $\text{PM}_{2.5}$ se instaló en Octubre de 2016.

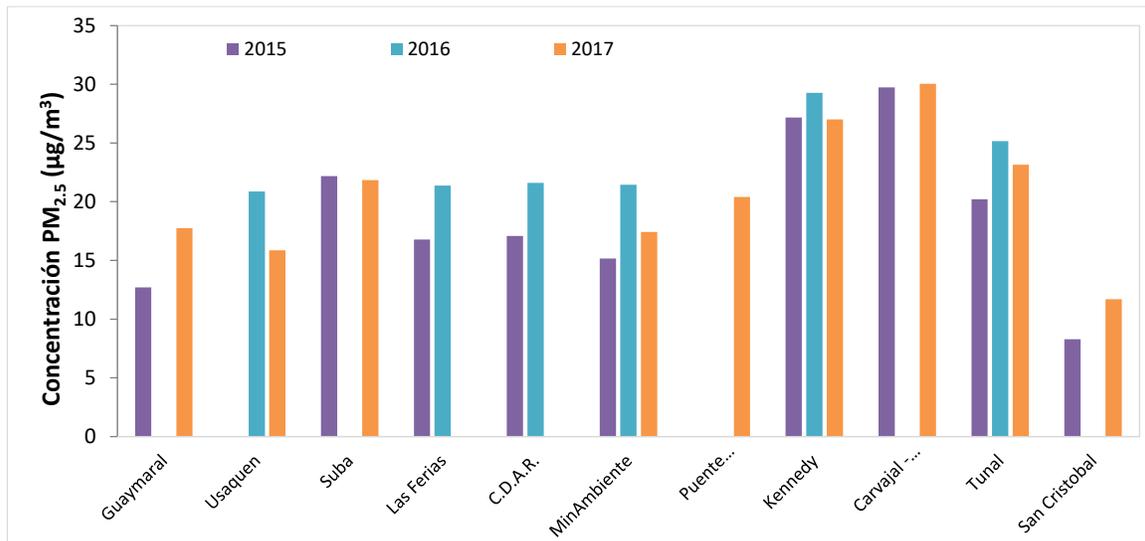


Figura 8. Comportamiento interanual $\text{PM}_{2.5}$ (2015-2016-2017) para los meses de abril

En la Figura 9 se representan los promedios mensuales de concentración de $\text{PM}_{2.5}$ registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de abril, mediante el uso de la interpolación Kriging para evidenciar mediante una escala de colores

las concentraciones que se presentaron en diferentes zonas de la ciudad, y mediante un campo vectorial la velocidad y dirección del viento. De acuerdo a esta representación, se observa que en el suroccidente de la ciudad se presentan los mayores niveles de contaminación por $PM_{2.5}$, con concentraciones entre 25 y 30 $\mu g/m^3$, en las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito, parte de Ciudad Bolívar y Tunjuelito, mientras que las concentraciones más bajas se registran al oriente de la ciudad, en la localidad de San Cristóbal, registrando concentraciones entre 10 y 15 $\mu g/m^3$. En la zona suroccidente además se registran las mayores velocidades del viento, y la dirección del viento predomina en sentido norte - sur, lo cual contribuye a la dispersión de la contaminación, especialmente en horas de la tarde.

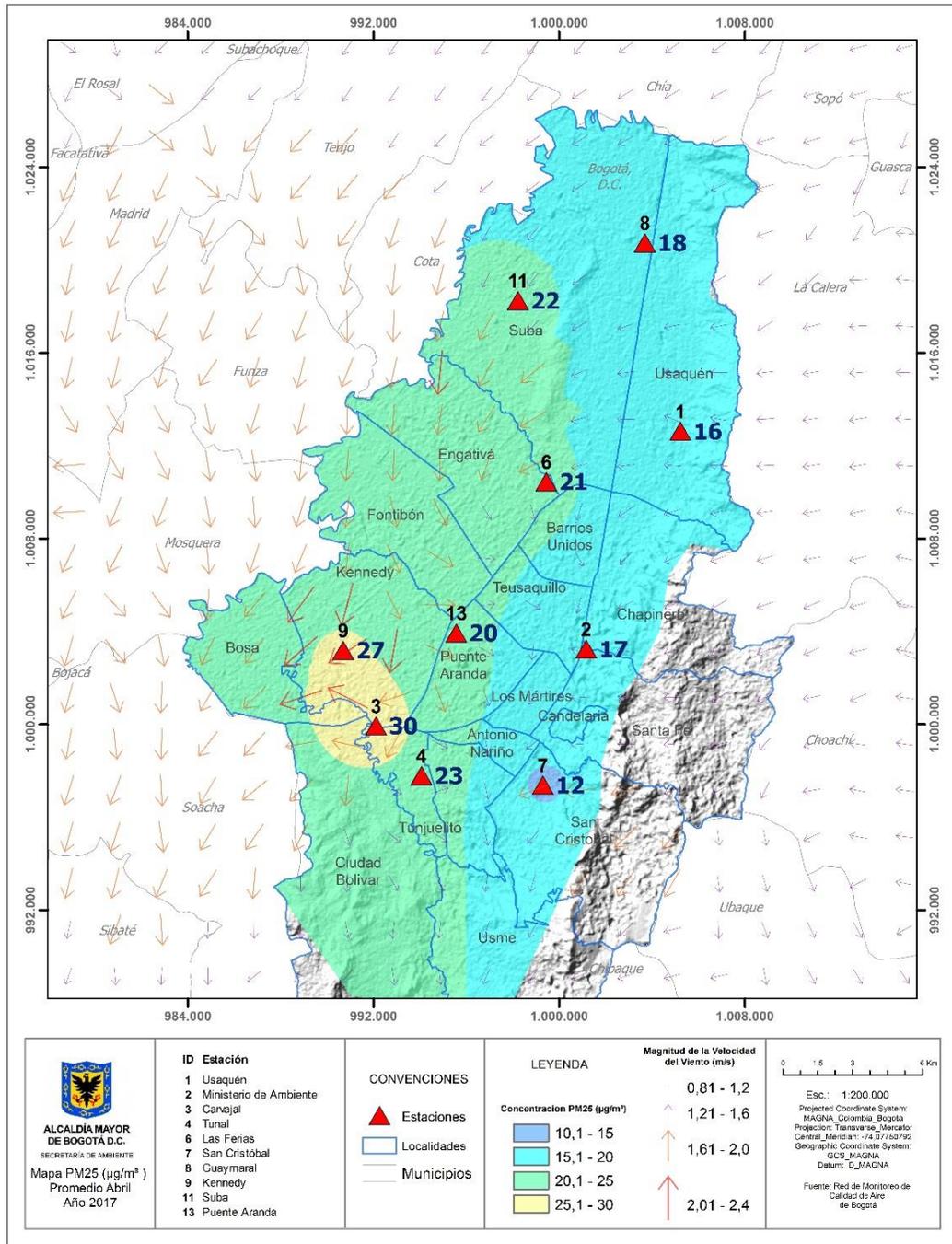


Figura 9. Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM_{2.5} con base en el método de interpolación de Kriging

2.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM_{2.5}

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución 2410 de 2015, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indican el estado de la calidad del aire.

Basados en las concentraciones de PM_{2.5}, la Figura 10 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 24 horas en cada una de las estaciones de monitoreo con representatividad de datos superior al 75%. Se observa que predominan las categorías “favorable”, “moderada” y “regular. La estación Carvajal - Sevillana presenta el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición “moderada” el 70% del tiempo y “regular” el 30% del mes de Abril, mientras que la estación San Cristóbal presenta el mejor estado con una condición de “favorable” el 58% del tiempo y “moderada” el 42% restante, como se observa en la Tabla 4.

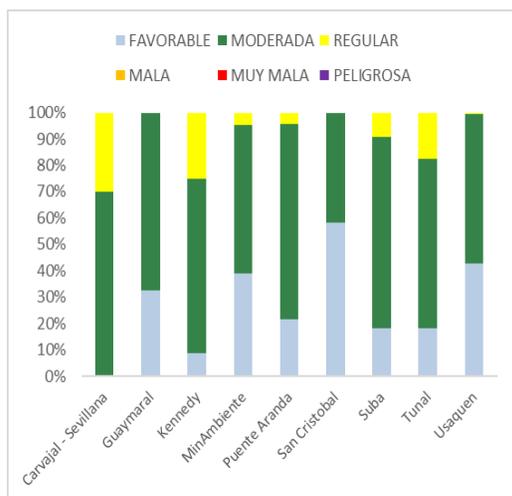


Figura 10. IBOCA para PM_{2.5} por estación en abril 2017

Tabla 4. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM_{2.5}

| IBOCA PM _{2.5} | | | |
|-------------------------|-----------|----------|---------|
| ESTACIÓN | FAVORABLE | MODERADA | REGULAR |
| Carvajal - Sevillana | 0% | 70% | 30% |
| Guaymaral | 33% | 67% | 0% |
| Kennedy | 9% | 66% | 25% |
| MinAmbiente | 39% | 56% | 5% |
| Puente Aranda | 22% | 74% | 4% |
| San Cristobal | 58% | 42% | 0% |
| Suba | 18% | 70% | 9% |
| Tunal | 18% | 64% | 18% |
| Las Ferias | 18% | 74% | 8% |
| Usaquen | 43% | 57% | 0% |

3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O₃). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 5 muestra los datos obtenidos para ozono - O₃ - en el mes de abril de 2017.

Tabla 5. Resumen de datos de O₃ para abril de 2017

| Estación | Prom. O ₃ 8h (µg/m ³) | Max. O ₃ 8h (µg/m ³) | Fecha máximo O ₃ | Excedencias 8h | Datos Válidos (%) |
|-----------|--|---|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Guaymaral | 21 | 64 | 03/04/2017 | 0 | 97% |

| Estación | Prom. O ₃ 8h (µg/m ³) | Max. O ₃ 8h (µg/m ³) | Fecha máximo O ₃ | Excedencias 8h | Datos Válidos (%) |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Usaquén | 27 | 64 | 07/04/2017 | 0 | 99% |
| Suba | 28 | 82 | 07/04/2017 | 2 | 97% |
| Las Ferias | 21 | 56 | 03/04/2017 | 0 | 100% |
| C.D.A.R.* | N.R. | 88 | 07/04/2017 | 3 | 70% |
| MinAmbiente | 26 | 74 | 04/04/2017 | 0 | 100% |
| Puente Aranda* | N.R. | 44 | 07/04/2017 | 0 | 73% |
| Kennedy | 13 | 39 | 07/04/2017 | 0 | 100% |
| Carvajal - Sevillana | 18 | 67 | 07/04/2017 | 0 | 100% |
| Tunal | 14 | 40 | 07/04/2017 | 0 | 96% |
| San Cristóbal | 14 | 40 | 07/04/2017 | 0 | 100% |

* Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

La Figura 11 presenta los promedios y máximos por estación de monitoreo de O₃ con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en el noroccidente de la ciudad en la estación de Suba (**28 µg/m³**), y Usaquén (**27 µg/m³**). Las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en las estaciones Kennedy (**13 µg/m³**), Tunal y San Cristóbal (**14 µg/m³**). Se puede observar que existe una dinámica diferente para este contaminante frente al material particulado en términos de localización y horas de concentración máxima. La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **82 µg/m³** en la estación Suba, seguida de **74 µg/m³** en la estación MinAmbiente, y de **67 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana.

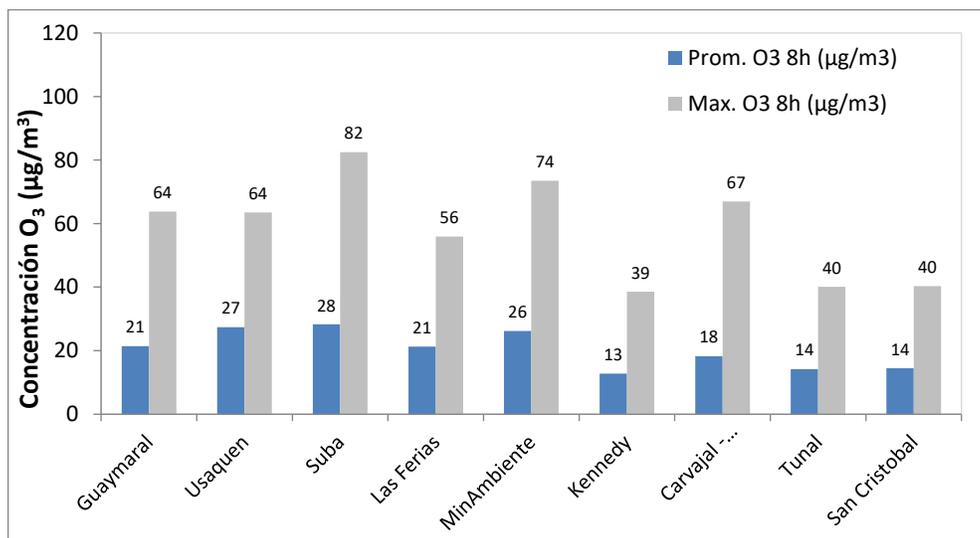


Figura 11. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de O₃ - abril 2017.

La Figura 12 muestra el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las

concentraciones comparadas con respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo a las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O₃ se presentaron en las estaciones Guaymaral, Suba y MinAmbiente, especialmente en la primera y segunda semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en las estaciones San Cristóbal y Kennedy, en la primera semana del mes. En abril de 2017, se presentaron 5 excedencias a la norma: 3 en Centro de Alto Rendimiento y 2 en Suba. Ninguna estación superó el valor guía recomendado por la OMS de 100 µg/m³.

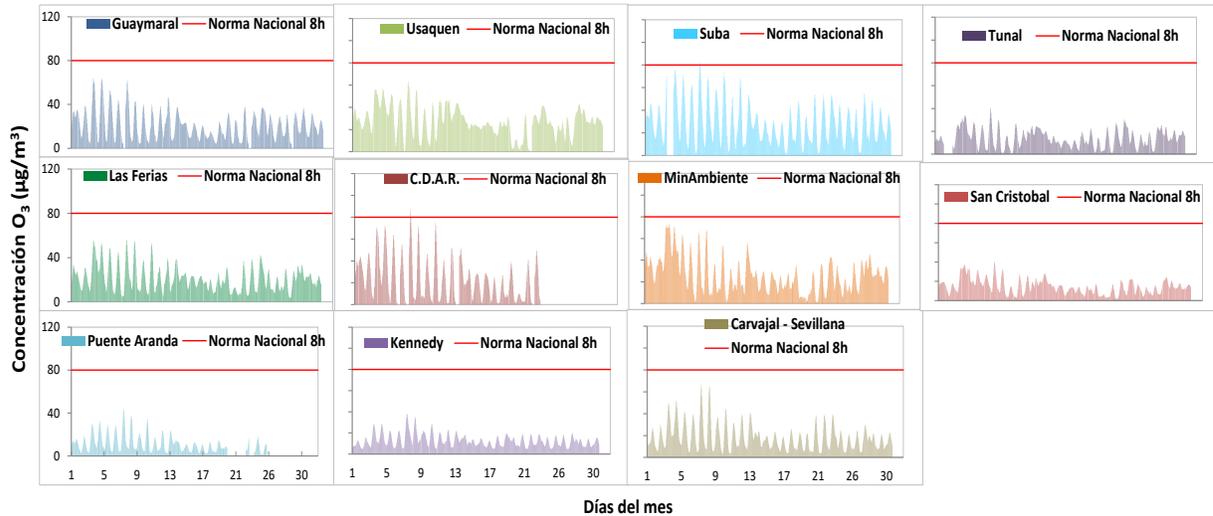


Figura 12. Comportamiento 8h de O₃ para abril 2017 y comparación con norma nacional.

La Figura 13 muestra el comportamiento temporal de las concentraciones de O₃ del mes de abril a través de los últimos 3 años. Según los valores de concentración registrados en 2017, en las estaciones Guaymaral, Usaquén y Kennedy se presentó una reducción en las concentraciones frente a los valores del año 2016, y en la estación de Las Ferias hay una reducción con respecto al valor del año 2015. En las estaciones Suba, y Carvajal-Sevillana las concentraciones aumentaron en relación al valor del 2015, y en MinAmbiente sobre el valor del 2016.

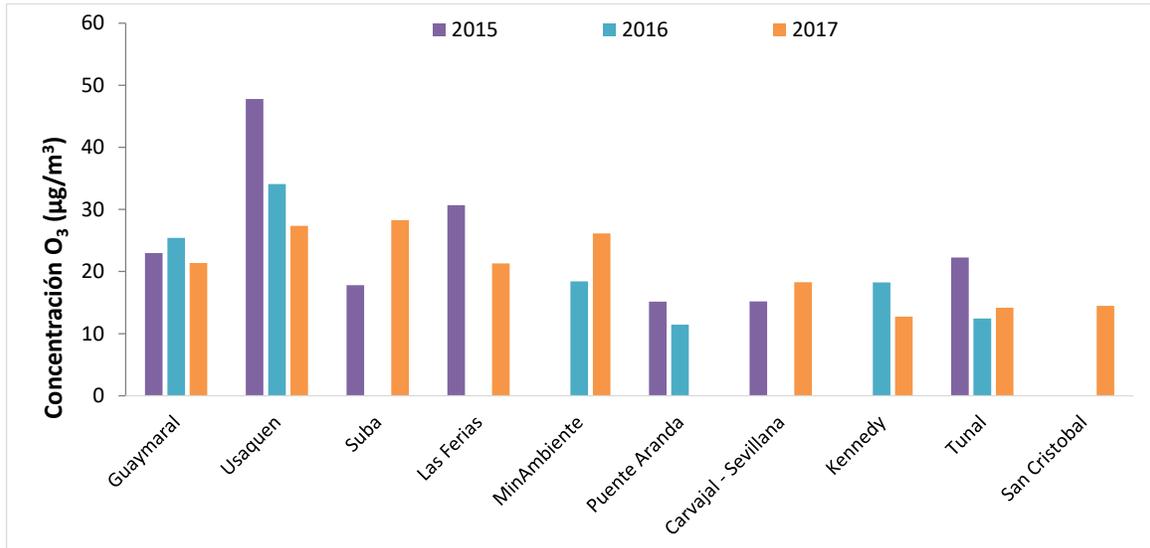


Figura 13. Comportamiento interanual O₃ (2015-2016-2017) para los meses de abril

3.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – O₃

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución 2410 de 2015, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indican el estado de la calidad del aire.

Basados en las concentraciones de O₃, la Figura 14 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de 8 horas en cada una de las estaciones de monitoreo con representatividad de datos superior al 75%. En la Tabla 6 se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB, con un 100% del tiempo del mes de abril.

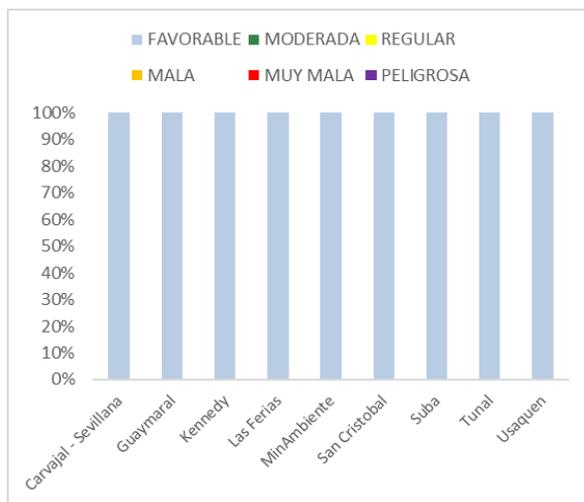


Figura 14. IBOCA para O₃ por estación en abril 2017

Tabla 6. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para O₃

| IBOCA O ₃ | |
|----------------------|-----------|
| ESTACIÓN | FAVORABLE |
| Carvajal - Sevillana | 100% |
| Guaymaral | 100% |
| Kennedy | 100% |
| Las Ferias | 100% |
| MinAmbiente | 100% |
| San Cristobal | 100% |
| Suba | 100% |
| Tunal | 100% |
| Usaquen | 100% |

4 COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE SO₂, NO₂, CO.

La Figura 15, Figura 17 y Figura 19 presentan los promedios y máximos por estación de monitoreo de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) con captura de datos superior a 75% y la Figura 16, Figura 18 y Figura 20 presentan los promedios diarios de NO₂ y SO₂, y 8 horas de CO. Igualmente se presentan en la Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9 el resumen de datos válidos, las excedencias y la comparación con la norma, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas, e históricamente se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010 en sus respectivos tiempos de exposición. Por tanto, sus efectos potenciales en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado y ozono.

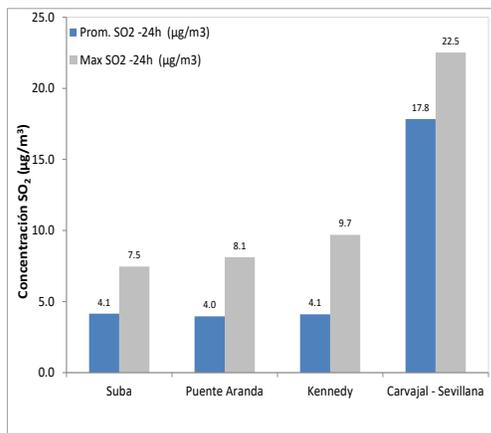


Figura 15. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de SO₂, abril 2017.

Tabla 7. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂, abril 2017.

| Estación | Prom. SO ₂ - 24h (µg/m ³) | Máximo SO ₂ - 24h (µg/m ³) | Fecha máximo SO ₂ | Exced. 24h | Datos Válidos (%) |
|----------------------|--|---|------------------------------|------------|-------------------|
| Suba | 4.1 | 7.5 | 05/04/2017 | 0 | 97% |
| C.D.A.R.* | N.R. | 5.8 | 20/04/2017 | 0 | 45% |
| Puente Aranda | 4.0 | 8.1 | 28/04/2017 | 0 | 97% |
| Kennedy | 4.1 | 9.7 | 11/04/2017 | 0 | 97% |
| Carvajal - Sevillana | 17.8 | 22.5 | 25/04/2017 | 0 | 97% |

* Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

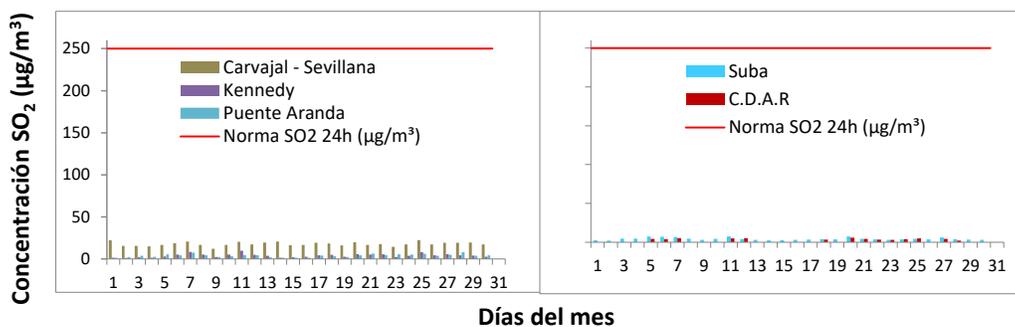


Figura 16. Comportamiento diario de SO₂ para abril 2017 y comparación con norma nacional

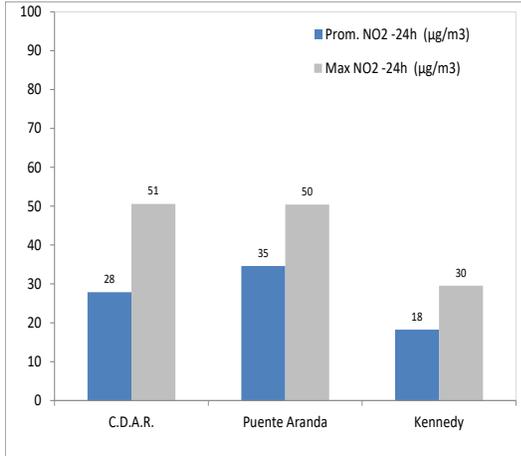


Figura 17. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de NO₂. abril 2017.

Tabla 8. Resumen de los promedios 24 horas para NO₂. abril 2017.

| Estación | Prom. NO ₂ - 24h (µg/m ³) | Max NO ₂ - 24h (µg/m ³) | Fecha máximo NO ₂ | Exce d. 24h | Datos Válidos (%) |
|---------------|--|--|------------------------------|-------------|-------------------|
| Las Ferias* | N.R. | 58 | 07/04/2017 | 0 | 71% |
| C.D.A.R. | 28 | 51 | 07/04/2017 | 0 | 94% |
| Puente Aranda | 35 | 50 | 07/04/2017 | 0 | 77% |
| Kennedy | 18 | 30 | 04/04/2017 | 0 | 90% |
| Tunal | N.R. | 93 | 20/04/2017 | 0 | 74% |

* Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

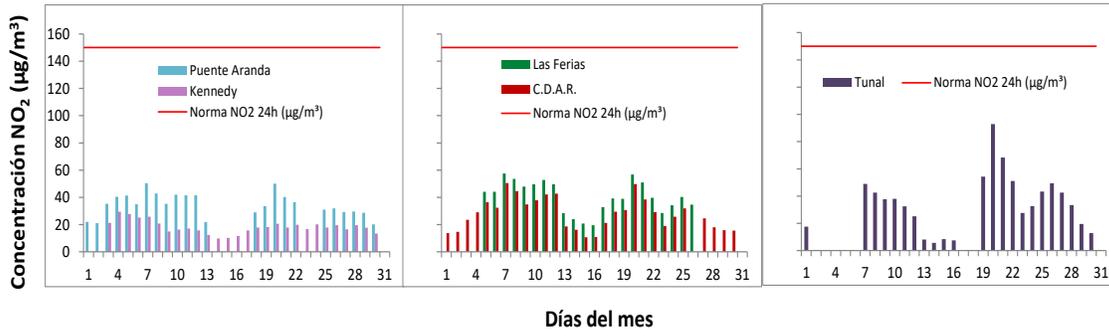


Figura 18. Comportamiento diario de NO₂ para abril 2017 y comparación con norma nacional

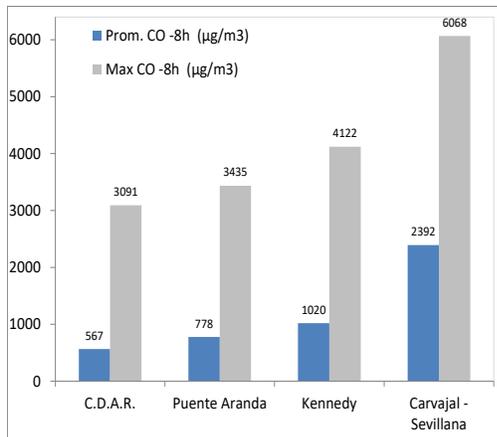


Figura 19. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de CO. abril 2017

Tabla 9. Resumen de los promedios 8 horas para CO. abril 2017.

| Estación | Prom. CO -8h (µg/m ³) | Máx. CO -8h (µg/m ³) | Fecha máximo CO | Exce d. 8h | Datos Válidos (%) |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------|-------------------|
| Las Ferias* | N.R. | 3320 | 20/04/2017 | 0 | 57% |
| C.D.A.R. | 567 | 3091 | 03/04/2017 | 0 | 92% |
| Puente Aranda | 778 | 3435 | 06/04/2017 | 0 | 94% |
| Kennedy | 1020 | 4122 | 06/04/2017 | 0 | 96% |
| Carvajal - Sevillana | 2392 | 6068 | 21/04/2017 | 0 | 97% |
| Tunal* | N.R. | 3320 | 27/04/2017 | 0 | 42% |

* Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

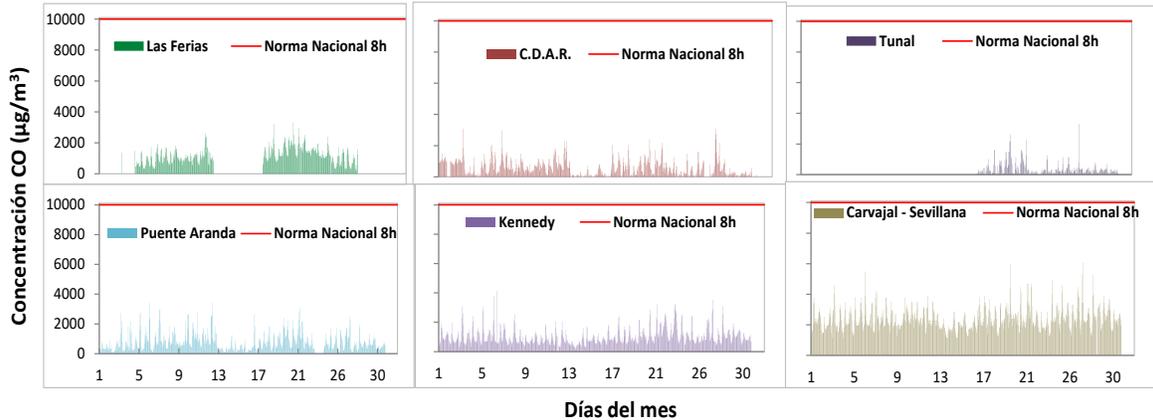


Figura 20. Comportamiento 8h de CO para abril 2017 y comparación con norma nacional

5 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

Si se compara la precipitación de los meses de abril, desde 2010 a 2017, se observa que abril de 2017 ha sido uno de los meses menos húmedos de los últimos ocho años, sobre todo hacia el sur y suroccidente de la ciudad. El mes más lluvioso de los últimos 8 años fue en 2011 para CDAR, en el que se registraron 255,4 mm Ver Figura 21

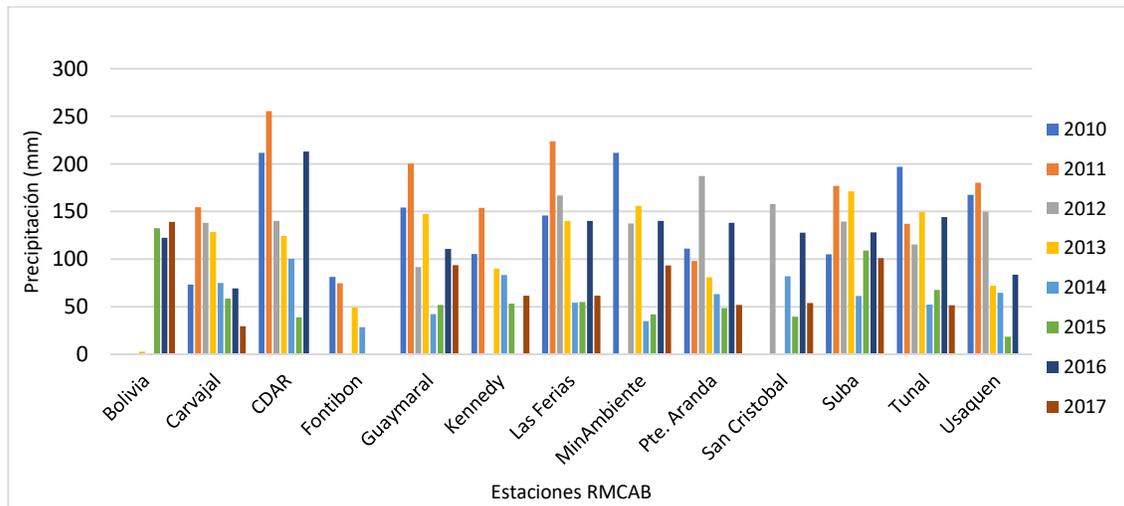


Figura 21. Variación interanual de la precipitación de los meses de abril 2010-2017

El número de días con lluvia fue importante; en general llovió entre 10 a 19 días, pero la cantidad precipitada fue menor que la esperada. La estación que mayor número de días reportó fue Suba con 19 días, mientras que Carvajal-Sevillana registró menor número de días de lluvia 10 días.

En la Figura 22 y la Tabla 10, se puede observar que de manera generalizada precipitó en toda la ciudad con diferentes intensidades, pero con valores relativamente bajos.

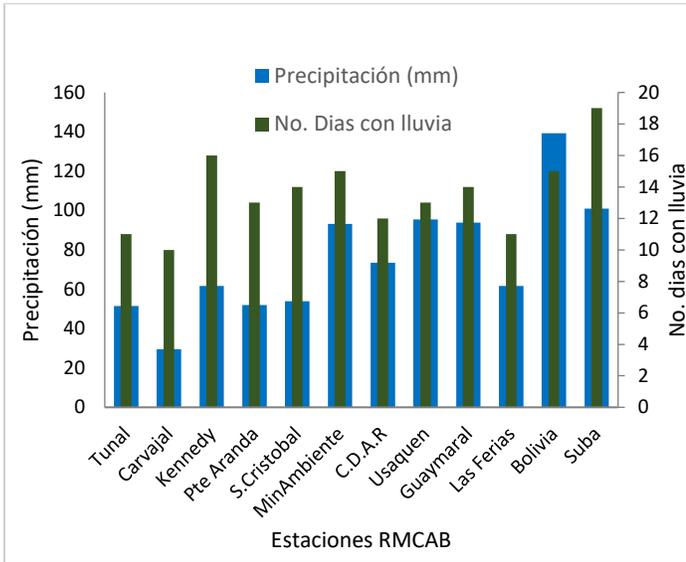


Figura 22 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (Abril-2017).

Tabla 10 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con lluvia (abril-2017)

| Estación | Precipitación acumulada (mm/mes) | Días con lluvia |
|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| Tunal | 51,5 | 11 |
| Carvajal | 29,5 | 10 |
| Kennedy | 61,7 | 16 |
| Pte Aranda | 51,9 | 13 |
| San Cristóbal | 53,9 | 14 |
| MinAmbiente | 93,2 | 15 |
| C.D.A.R | 73,5 | 12 |
| Usaquén | 95,4 | 13 |
| Guaymaral | 93,8 | 14 |
| Las Ferias | 61,7 | 11 |
| Bolivia | 139,2 | 15 |
| Suba | 101 | 19 |
| Promedio | | 13 |

6 COMPORTAMIENTO DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.

En el mes de abril, las velocidades del viento no presentaron cambios sustanciales a nivel promedio mensual. Ver tabla Tabla 11 y Figura 24.

En la Figura 23 se presenta el comportamiento interanual del viento para los meses de abril, en el período 2010 – 2017. Se observa que las velocidades durante los últimos ocho años son muy similares en unas estaciones, pero en otras una mayor variabilidad. En los últimos ocho años, el sector de la ciudad donde se han registrado las mayores velocidades en el mes de abril fue el occidental (estaciones de Kennedy, Carvajal y Puente Aranda). Las velocidades del viento en abril de 2017, frente a periodos anuales anteriores, se encuentran en un nivel intermedio en todas las estaciones.

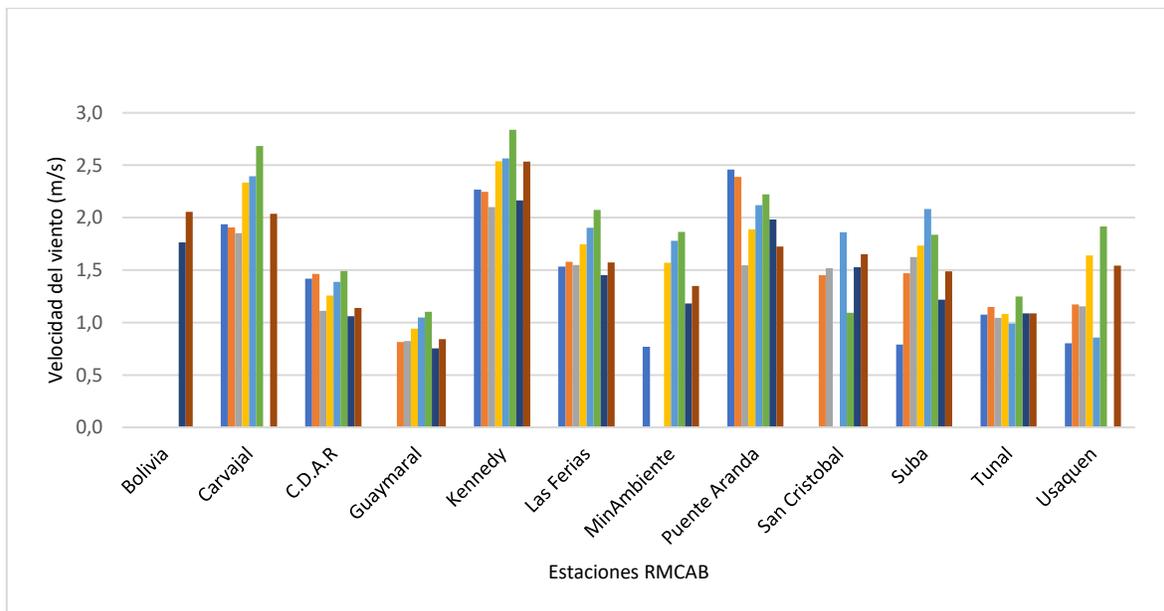


Figura 23. Comportamiento interanual de la velocidad del viento. Abril 2017.

Las máximas velocidades del viento en la ciudad se registraron en la estación de Puente Aranda (6,3 m/s), Kennedy y Bolivia (6,0 m/s). En general todas las estaciones de la RMCAB, reportaron valores mínimos muy cercanos a cero como promedio mínimo. (Tabla 11).

Cabe resaltar que en este mes los datos de dirección del viento de la estación de Kennedy fueron invalidados por inconsistencias en este periodo de tiempo.

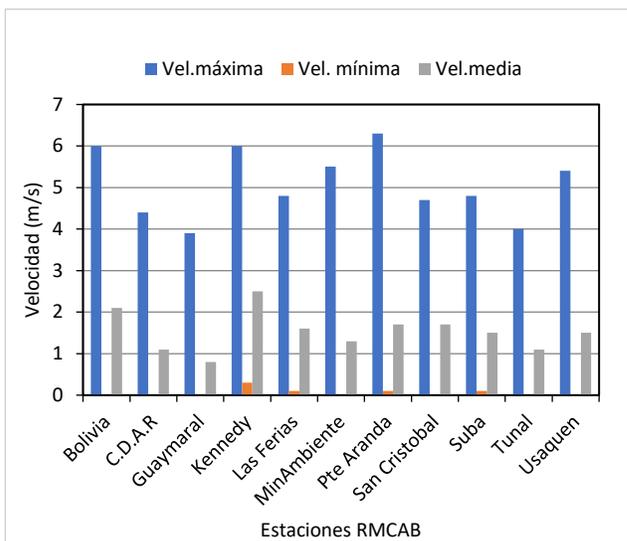


Figura 24 Velocidad del viento máxima, media y mínima por estaciones – Abril 2017

Tabla 11. Velocidades reportadas para abril de 2017

| Estación | Vel. Máxima (m/s) | Vel. Mínima (m/s) | Vel. Media (m/s) |
|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Bolivia | 6,0 | 0,0 | 2,1 |
| Carvajal | 4,9 | 0,0 | 2,0 |
| C.D.A.R | 4,4 | 0,0 | 1,1 |
| Guaymaral | 3,9 | 0,0 | 0,8 |
| Kennedy | 6,0 | 0,3 | 2,5 |
| Las Ferias | 4,8 | 0,1 | 1,6 |
| MinAmbiente | 5,5 | 0,0 | 1,3 |
| Pte. Aranda | 6,3 | 0,1 | 1,7 |
| San Cristóbal | 4,7 | 0,0 | 1,7 |
| Suba | 4,8 | 0,1 | 1,5 |
| Tunal | 4,0 | 0,0 | 1,1 |
| Usaquén | 5,4 | 0,0 | 1,5 |
| Promedio Ciudad | 5,0 | 0,1 | 1,5 |

6.1 COMPORTAMIENTO ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.

El aire en movimiento propicia, en la mayoría de los casos, un lavado aerodinámico de los contaminantes que diariamente recibe la ciudad por las actividades antrópicas locales y vecinas, de allí su importancia en la dispersión de los contaminantes de la ciudad.

El mapa de la Figura 25, es una representación aproximada que describe el estado medio de la dirección y velocidad del viento para el mes de abril, en el cual se observa persistencia de vientos del norte, oriente y occidente. En promedio, los vientos desde el mes de enero han tenido un comportamiento semejante en cuanto a sus direcciones predominantes. En el sector norte de la ciudad predominan los vientos del norte y noreste, hacia el sector occidental los vientos del noroeste y del oeste, en la zona de los cerros orientales predominan los vientos del este y noreste, y en el sur de la ciudad vientos del este y del oeste. Las mayores velocidades en promedio, ocurrieron hacia el noroccidente de la ciudad (2,5 m/s) y las mínimas hacia el norte (0,8 m/s). (Figura 23 y Figura 40)

Para el mes de abril, se marcan las componentes sur y suroeste, equilibrando los vientos del norte y noreste. Ver Figura 40.

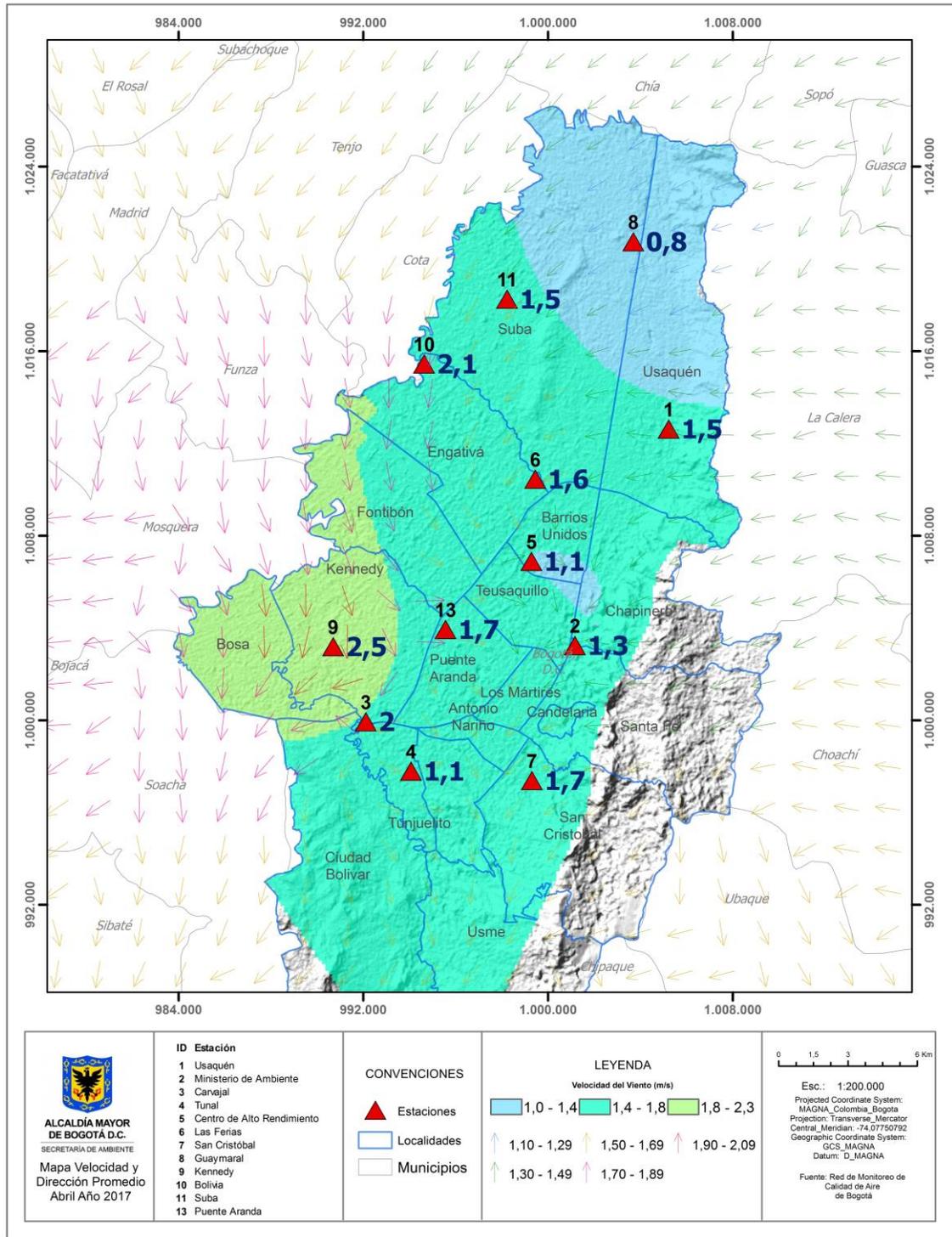


Figura 25 Velocidad (Superficie en colores) y Dirección (Vectores) del Viento de Bogotá, con base en el método de interpolación de Kriging – Abril 2017

7 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Con la disminución de las precipitaciones para el mes de abril, respecto al mes anterior, hubo un ligero incremento en la temperatura media superficial de la ciudad. La media máxima de abril alcanzó los 23,4 °C y la media mínima de abril fue de 6,9 °C, para una expansión térmica de 16,5 °C.

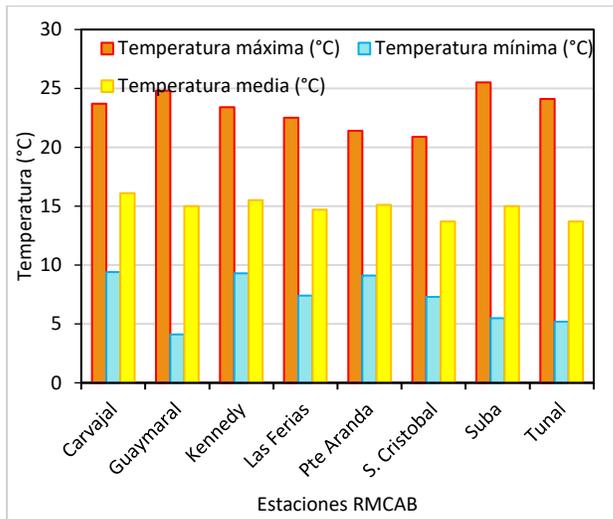


Figura 26 Temperaturas media, máxima y mínima promedio por estaciones y promedio ciudad. abril 2017

Tabla 12. Resumen Temperaturas media, máxima y mínima promedio por estaciones y promedio ciudad. abril 2017

| Estación | Temp. máxima (°C) | Temp. mínima (°C) | Temp. media (°C) |
|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Carvajal | 23,7 | 9,4 | 16,1 |
| C.D.A.R. | 24,3 | 4,7 | 15,2 |
| Guaymaral | 24,8 | 4,1 | 15 |
| Kennedy | 23,4 | 9,3 | 15,5 |
| Las Ferias | 22,5 | 7,4 | 14,7 |
| Puente Aranda | 21,4 | 9,1 | 15,1 |
| San Cristóbal | 20,9 | 7,3 | 13,7 |
| Suba | 25,5 | 5,5 | 15 |
| Tunal | 24,1 | 5,2 | 13,7 |
| Promedio | 23,4 | 6,9 | 14,9 |

Espacialmente, en abril las mayores temperaturas continúan registrándose hacia el sector sur occidental de la ciudad, con un máximo promedio en el área de influencia de la estación de Kennedy (15,5 °C). Las temperaturas más bajas se registraron hacia el sector del Tunal y San Cristóbal (13,7 °C). El resto de la ciudad presentó temperaturas entre 14,7 y 15 °C. (Figura 27)

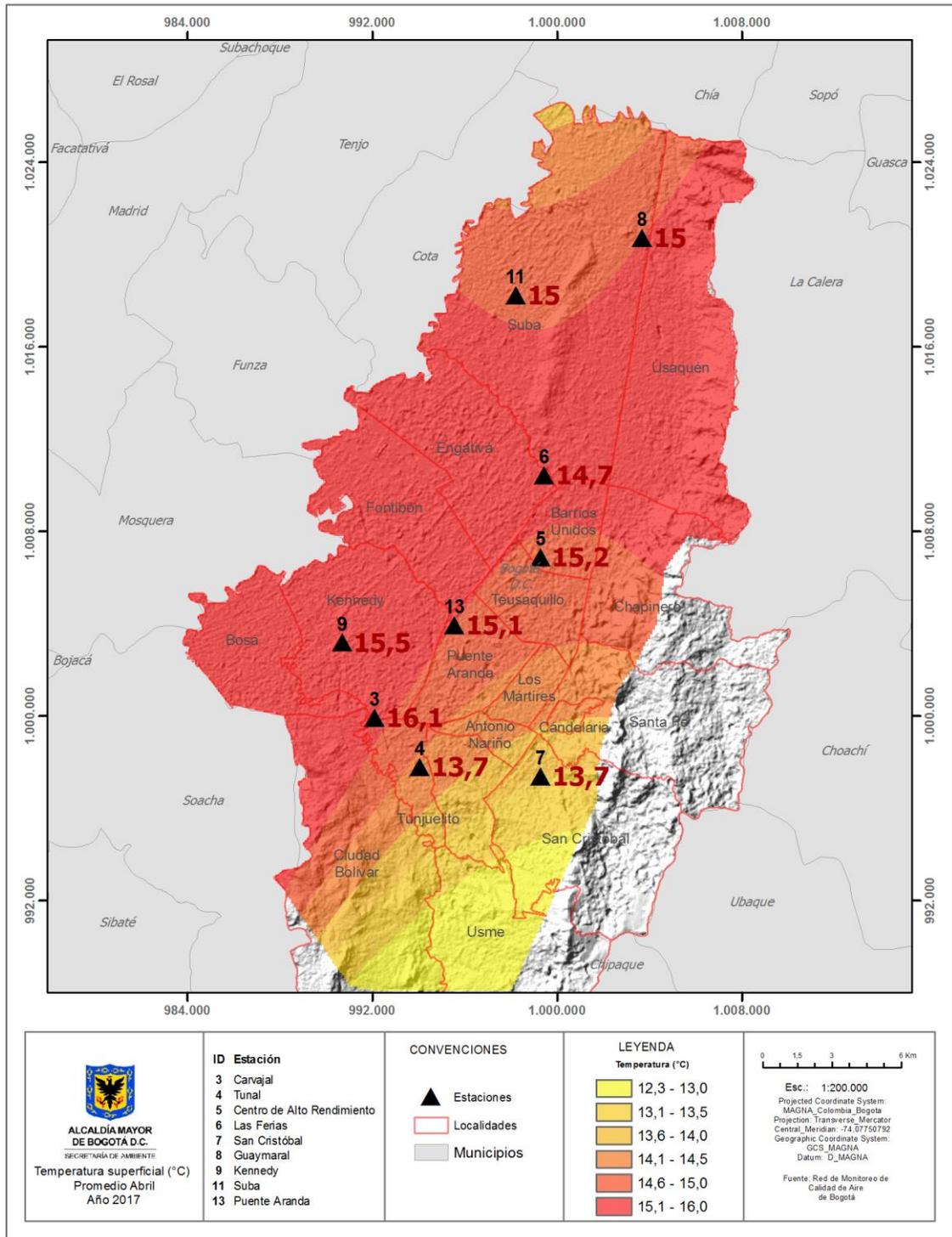


Figura 27 Mapa de Temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – Abril 2017

8 COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR Y SU RELACIÓN CON LAS CONCENTRACIONES DE OZONO.

Comparado con el mes de marzo, en abril hubo un ligero incremento en la cantidad de radiación entrante en gran parte de la ciudad. Este incremento probablemente se relaciona con la disminución en la cobertura nubosa y consecuente reducción de las precipitaciones en abril. De este modo, salvo hacia el centro de la ciudad, en el norte paso de 340 a 355 W/m^2 , en el suroccidente de 589 a 606 W/m^2 y en el sur de 613 a 689 W/m^2 .

En las estaciones del Tunal y San Cristóbal se incrementaron las concentraciones de ozono en horas de la madrugada, registrando niveles de hasta 13 $\mu g/m^3$, y alcanzando los 24 $\mu g/m^3$ hacia el mediodía.

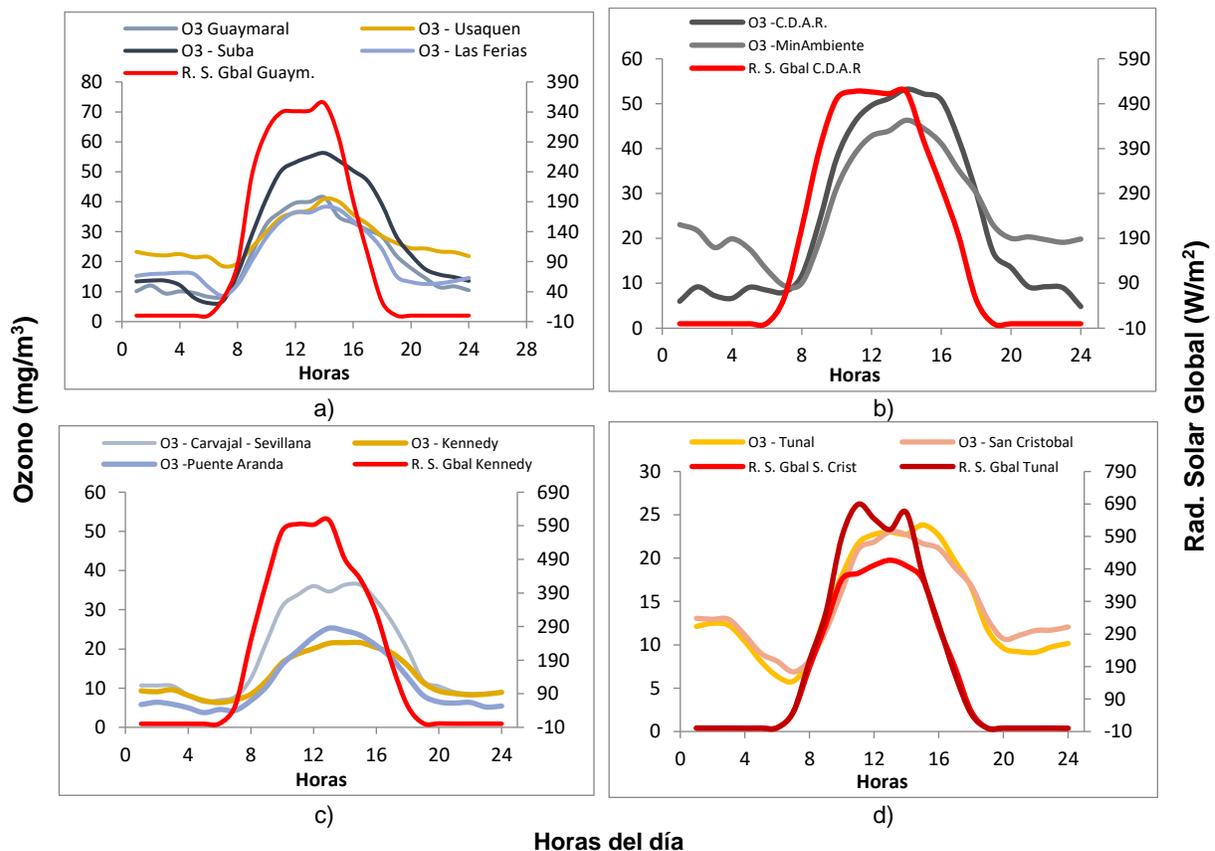


Figura 28. Comportamiento horario de O3 ($\mu g/m^3$) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2), abril 2017. a) - zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

ANEXOS

A. Comportamiento horario de las concentraciones de PM₁₀

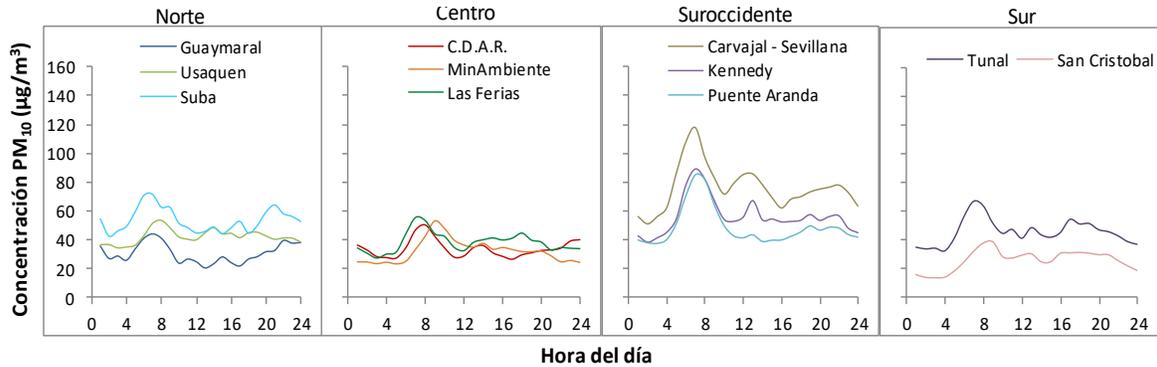


Figura 29. Comportamiento horario de las concentraciones de PM₁₀ para abril de 2017.

B. Comportamiento horario de las concentraciones de PM_{2.5}

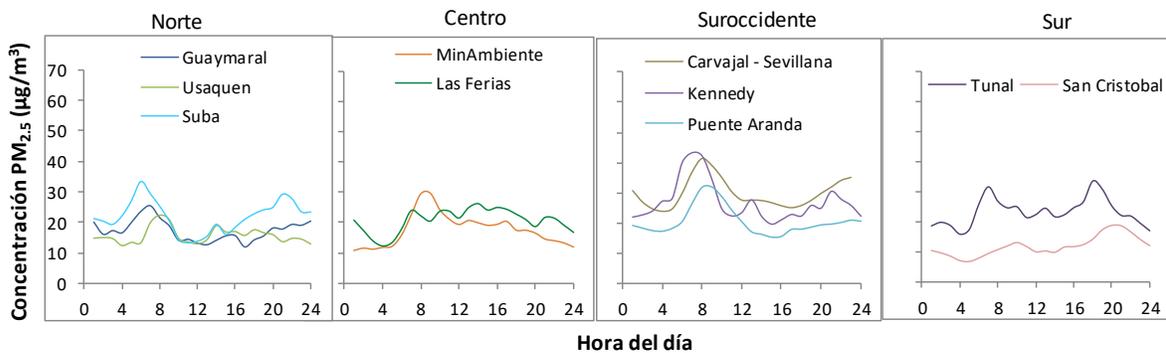


Figura 30. Comportamiento horario de las concentraciones de PM_{2.5} para abril de 2017.

C. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃

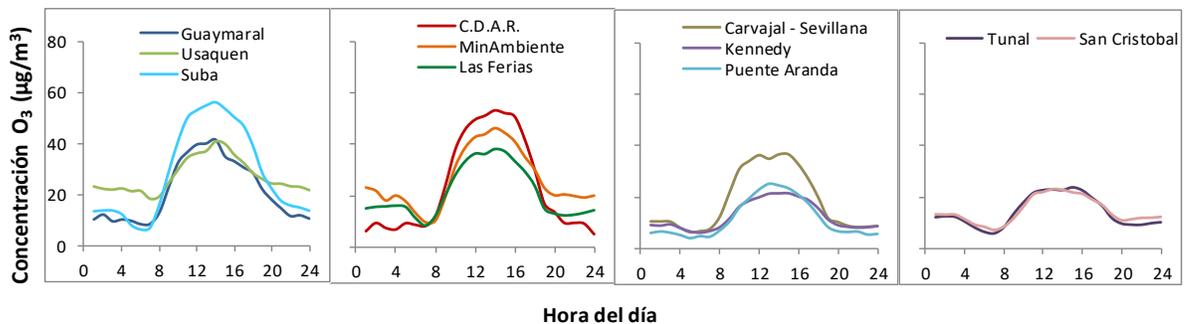


Figura 31. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ para abril 2017.

D. Comportamiento horario de las concentraciones de SO₂

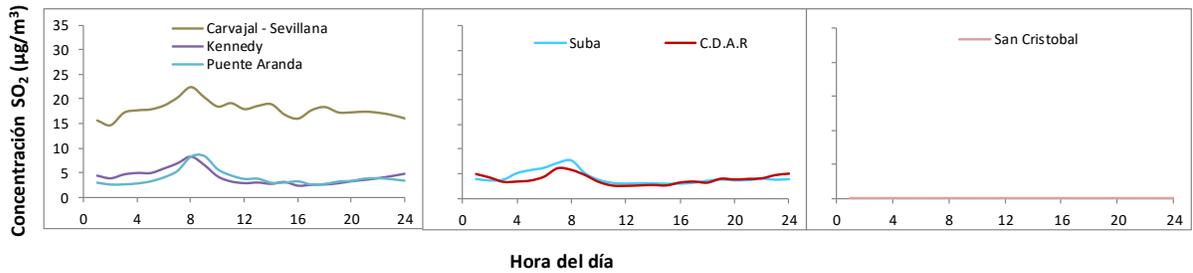


Figura 32. Comportamiento horario de las concentraciones de SO_2 para abril 2017.

E. Comportamiento horario de las concentraciones de NO_2

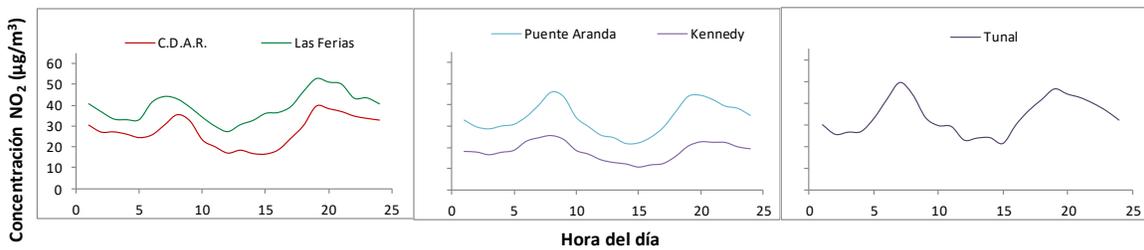


Figura 33. Comportamiento horario de las concentraciones de NO_2 para abril 2017.

F. Comportamiento horario de las concentraciones de CO

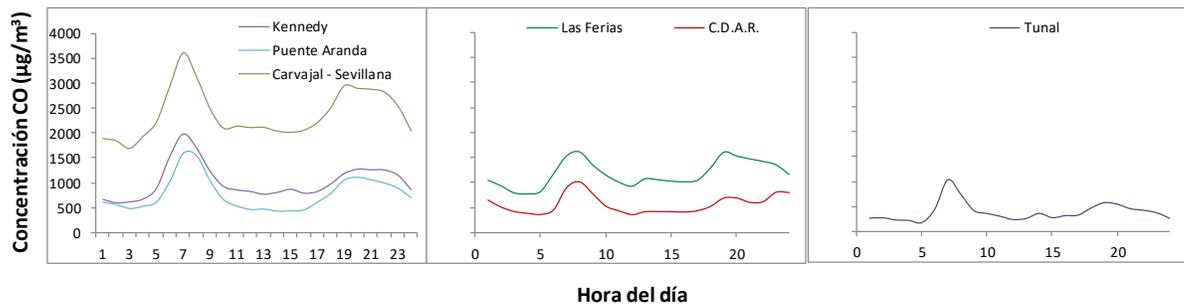


Figura 34. Comportamiento horario de las concentraciones de CO para abril 2017.

G. Relación de concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10}

El cálculo de la relación de concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} para cada una de las estaciones consideró únicamente aquellos promedios mensuales con una representatividad temporal igual o superior a 75%. Una relación alta implica una mayor participación de material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$) el cual está relacionado de forma más directa con los procesos de combustión y con los productos de reacciones secundarias atmosféricas.

Las fracciones más altas de $\text{PM}_{2.5}$ en PM_{10} fueron observadas las estaciones de Centro de Alto Rendimiento y Guaymaral, mientras que las menores en fueron observadas en Carvajal

- Sevillana y Suba. La relación global para la ciudad fue de **0,47**, lo que indica que las fracciones gruesa y fina tienen igual importancia a nivel ciudad para el mes de abril de 2017. (Tabla 13)

Tabla 13. Relación PM_{2.5}/PM₁₀ por estación - abril de 2017.

| Abril 2017 | | | |
|----------------------|---|--|--|
| Estación | Promedio PM _{2.5} (µg/m ³) | Promedio PM ₁₀ (µg/m ³) | Relación PM _{2.5} /PM ₁₀ |
| Guaymaral | 18 | 31 | 0.57 |
| Usaquén | 16 | 42 | 0.38 |
| Suba | 22 | N.R. | N.A. |
| Las Ferias | N.R. | 39 | N.A. |
| C.D.A.R. | N.A. | 34 | N.A. |
| MinAmbiente | 17 | 32 | 0.55 |
| Puente Aranda | 20 | 49 | 0.42 |
| Kennedy | 27 | 56 | 0.48 |
| Carvajal - Sevillana | 30 | 76 | 0.40 |
| Tunal | 23 | 46 | 0.51 |
| San Cristóbal | 12 | 26 | 0.46 |

H. Promedios ciudad para PM₁₀, PM_{2.5} y O₃

En las Figuras Figura 35, Figura 36 y Figura 37 se muestran los promedios anuales a abril de 2017 para PM₁₀, PM_{2.5}, y O₃, cuyos valores son de **45 µg/m³**, **22 µg/m³** y **18 µg/m³** respectivamente. Los valores reportados para PM₁₀, y PM_{2.5} se calculan con base en los datos diarios de concentración y el valor de O₃ reportado es calculado con base en la media móvil 8 horas hasta el mes de corte; es decir, los promedios de la ciudad reportados en enero de 2017 corresponde al promedio de datos de concentración diaria (PM₁₀, y PM_{2.5}) y 8 horas (O₃) de **120 días** (cuatro meses) de las estaciones que tuvieron una captura de datos superior al 75%.

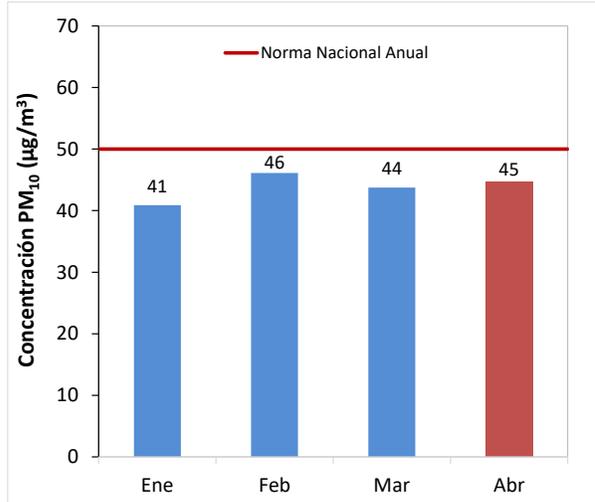


Figura 35. Promedio de PM₁₀ corte a abril 2017

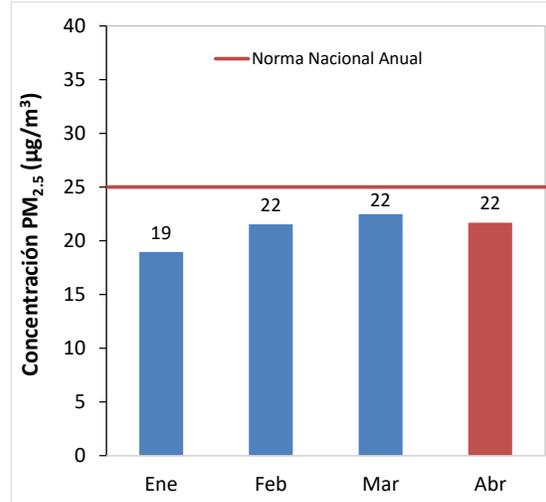


Figura 36. Promedio de PM_{2.5} corte a abril 2017

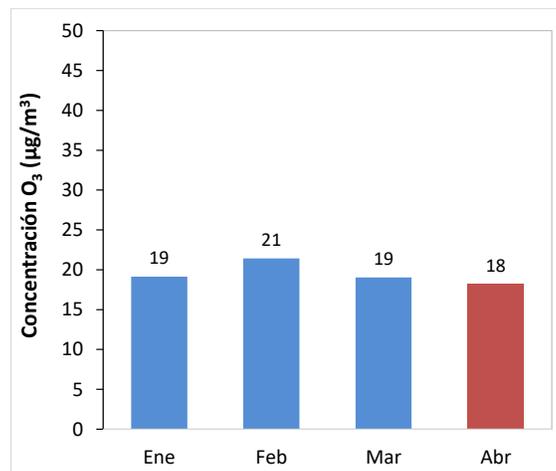


Figura 37. Promedio de O₃ corte a abril 2017

I. Velocidades del viento promedio Ciudad

La Figura 38 describe la variabilidad de la velocidad del viento diurno durante el mes de abril. Se observa una ligera tendencia decreciente con el transcurrir del mes, de alrededor de 1,6 m/s hasta 1,3 m/s. Esto confirma la disminución de la velocidad media diurna del viento de abril con respecto a marzo (1,6 m/s).

En cuanto al comportamiento del viento a nivel diario, se observa que el promedio mensual diario del mes en abril fue de 1,6 m/s, con variaciones entre 1,0 a 2,2 m/s. Es decir, la viabilidad del viento en el mes de abril, fue considerable. Esto pudo haber contribuido con una mejor dispersión de los contaminantes.

El comportamiento del perfil horario del viento para este mes, no presentó cambios

significativos en relación con el mes anterior. La velocidad promedio horario del viento más bajo fue de 0,9 m/s, en promedio y ocurrió entre las 4 y 5 AM. Su máximo promedio horario alcanzó los 2,3 m/s entre la 1 y 2 PM. Figura 39.

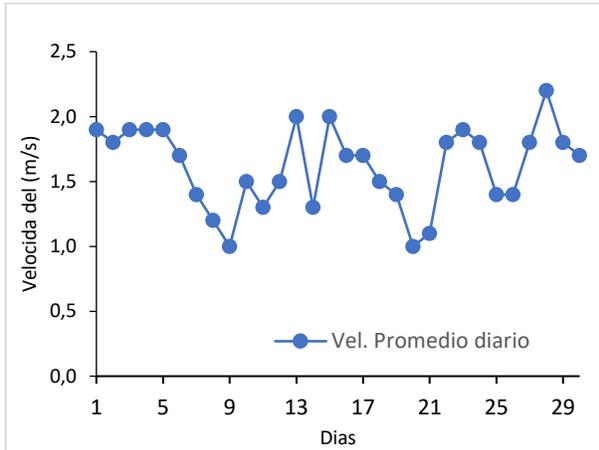


Figura 38. Velocidad promedio diaria del viento – Abril - 2017

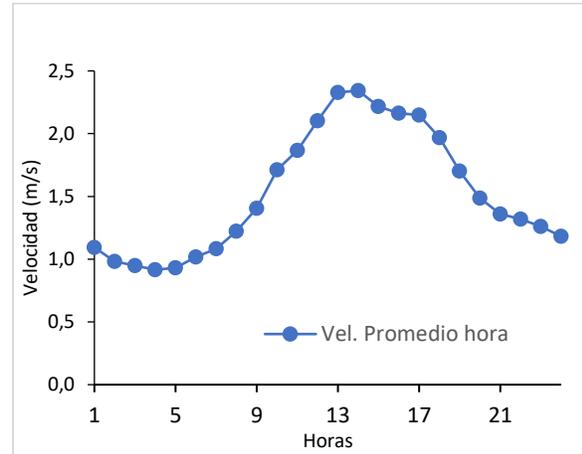


Figura 39 Perfil horario de la velocidad viento - Abril 2017

J. Rosas de viento consolidadas para Abril 2017

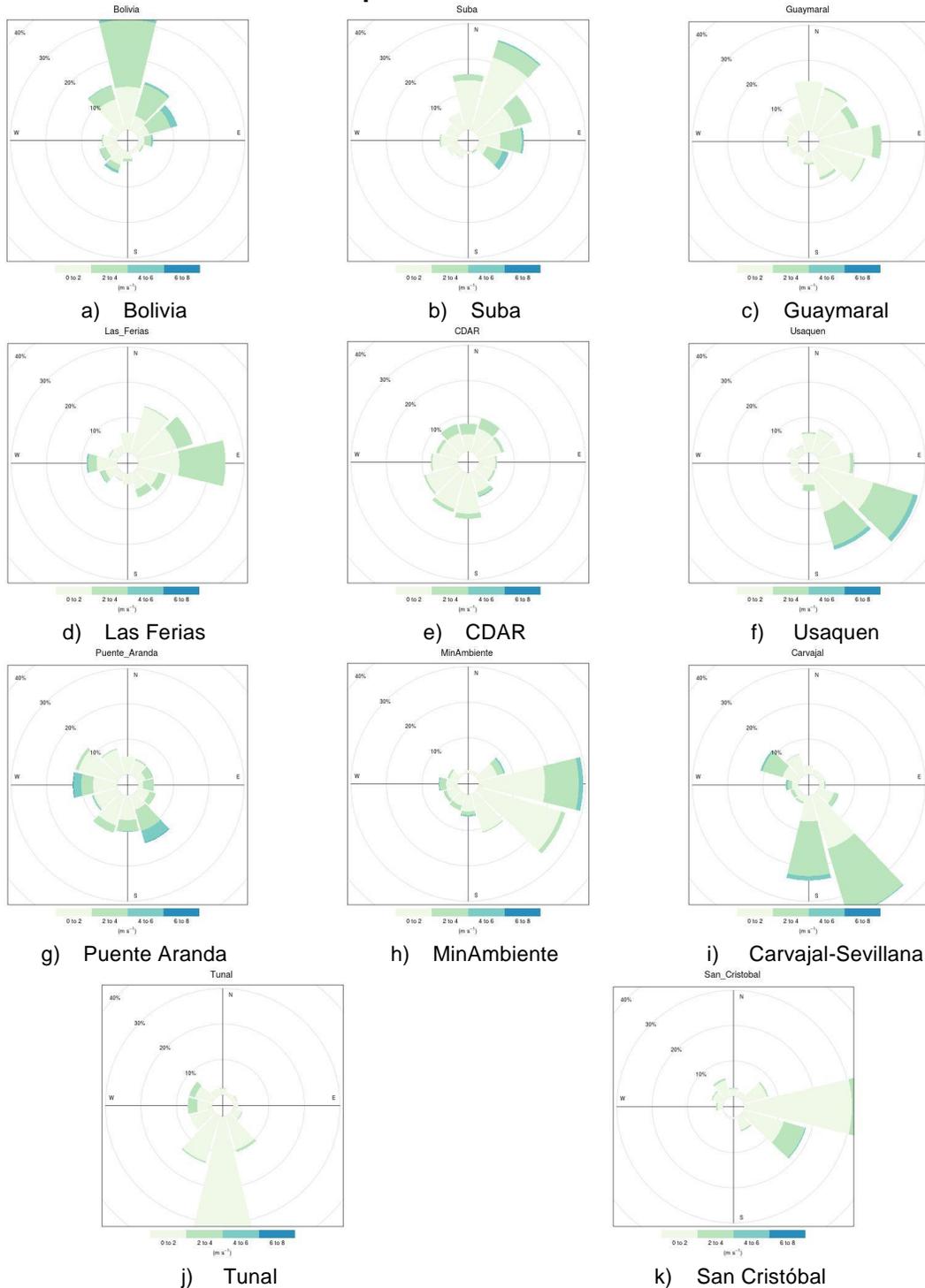


Figura 40. Rosas de viento - Abril 2017. a) Bolivia b) Suba, c) Guaymaral, d) Las Ferias, e) C.D.A.R., f) Usaqué, g) Puente Aranda, h) MinAmbiente, i) Carvajal-Sevillana, j) Tunal, k) San Cristóbal.

K. Valores de velocidad promedio y de dirección del viento predominante en grupos horarios y diario en las estaciones de la RMCAB.

En la Tabla 14 se observa que en las madrugadas persisten vientos con velocidades muy bajas, inferiores a 1,6 m/s, producto de la pérdida de energía y consecuente enfriamiento del suelo bogotano y sus alrededores. Una vez ingresan los rayos solares y calentamiento de la superficie, se activa el transporte horizontal y vertical del aire que dinamizan los flujos de aire en la mañana e incremento de su velocidad (1,1 a 2,3 m/s), alcanzando su máximo en horas de la tarde (1,7 a 2,7 m/s), para debilitarse nuevamente en horas nocturnas (0,6 a 2,4).

Respecto a la dirección del viento, en el mes de abril, en las madrugadas y mañanas los vientos tuvieron en promedio, una predominancia de vientos del norte y noreste, hacia el norte de la ciudad (Guaymaral, Usaquén Suba y Las Ferias). En la madrugada, hacia el sector de Usaquén hubo predominio de vientos del este. En el centro norte de la ciudad vientos con componente sur y suroeste como lo registró la estación C.D.A.R. Hacia el centro de la ciudad, dominaron vientos con una marcada componente este, tal como se observa en la estación de MinAmbiente. Hacia el sur, en la madrugada hubo predominio de vientos del noroeste (sector de Kennedy y Puente Aranda), suroeste (sector de Tunal) y del sureste (sector de Carvajal-Sevillana). El sector de San Cristóbal estuvo influenciado por vientos con una fuerte componente este, tanto en la madrugada, mañana, tarde y noche, con pequeñas variaciones en el transcurso del día.

En horas de la tarde, hacia el norte de la ciudad, los vientos presentaron un cambio en su predominancia; Usaquén y Guaymaral con vientos del sureste, Suba y Las Ferias fueron influenciados por vientos del este y sureste. En el centro - oriente la componente predominante fue de vientos del sureste y este (C.D.A.R., MinAmbiente y San Cristóbal). En el suroccidente de la ciudad, predominaron los vientos del suroeste.

Entrada la noche, en noroccidente de la ciudad estuvo influenciada por vientos del noroeste, salvo el extremo norte de la ciudad donde predominaron los vientos del norte, al extremo sur, vientos del este, y el suroccidente, vientos del sur y suroeste.

Tabla 14 Valores de velocidad promedio y de dirección del viento predominante en grupos horarios y diario en las estaciones de la RMCAB.

| Estación | Velocidad promedio del viento | | | | Promedio de la dirección del viento (°) | | | |
|---------------|-------------------------------|--------|-------|-------|---|--------|-------|-------|
| | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche |
| Bolivia | 1,6 | 2,3 | 2,7 | 1,6 | 346 | 15 | 92 | 343 |
| Guaymaral | 0,4 | 1,0 | 1,4 | 0,6 | 21 | 58 | 122 | 74 |
| Usaquén | 1,0 | 1,6 | 2,0 | 1,6 | 99 | 99 | 134 | 128 |
| Suba | 0,9 | 2,0 | 2,0 | 1,1 | 21 | 42 | 80 | 29 |
| Las Ferias | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 1,5 | 33 | 79 | 131 | 73 |
| C.D.A.R. | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 0,8 | 215 | 47 | 106 | 356 |
| MinAmbiente | 0,9 | 1,2 | 2,0 | 1,2 | 121 | 128 | 128 | 116 |
| Puente Aranda | 0,9 | 1,6 | 2,8 | 1,6 | 285 | 191 | 185 | 221 |

| Estación | Velocidad promedio del viento | | | | Promedio de la dirección del viento (°) | | | |
|---------------|-------------------------------|--------|-------|-------|---|--------|-------|-------|
| | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche |
| Kennedy | 1,5 | 2,6 | 3,7 | 2,4 | N.R | N.R | N.R | N.R |
| Carvajal | 1,3 | 2,0 | 2,9 | 2,0 | 158 | 159 | 207 | 182 |
| Tunal | 0,6 | 1,1 | 1,7 | 1,0 | 201 | 197 | 208 | 194 |
| San Cristóbal | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 1,8 | 90 | 78 | 89 | 94 |

L. Temperatura media, diaria y horario Ciudad

El comportamiento mensual de la temperatura media diaria confirma la temperatura media de la ciudad para este mes en alrededor de 15 °C con una variabilidad de 2°C aproximadamente. (Figura 41)

El perfil horario de temperatura del mes de abril, nos muestra que la temperatura promedio horaria más baja fue de 11,2 °C registrada a las 6 A.M, en tanto que el promedio de la máxima horaria, aproximadamente (19,3 °C), se presentó entre la 1 y 3 PM. (Figura 42). Es de anotar que la dispersión de los contaminantes es propiciada por el incremento de temperatura superficial que activa los vientos y contribuye con el ascenso de los contaminantes hasta niveles que sean menos nocivos para los ciudadanos.

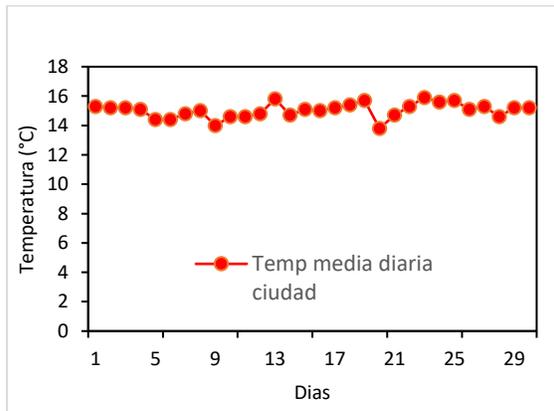


Figura 41 Temperatura media diaria – Abril 2017

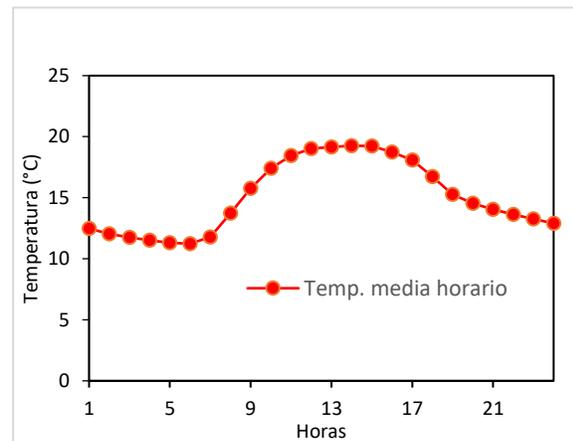


Figura 42 Perfil horario de la temperatura -Abril 2017.

FIN DEL INFORME