

Agosto

**Informe** mensual de  
**Calidad del Aire en Bogotá**  
Año 2017

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá

Estación Carvajal



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

**BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE



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**  
Coordinadora Técnica RMCAB

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

**Edison Yesid Ortiz Duarte**  
Líder del Sistema Integrado de Modelación de Calidad de Aire de Bogotá - SIMCAB

**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 PM<sub>10</sub>

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM<sub>10</sub> en el mes de agosto de 2017, incluyendo los promedios mensuales de concentración, concentraciones diarias máximas y fecha de ocurrencia, número de excedencias a la norma diaria y porcentaje de datos válidos en el mes.

Tabla 1. Resumen de datos de PM<sub>10</sub> para agosto de 2017

Estación	Promedio PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máximo PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo PM <sub>10</sub>	Excedencias 24h	Datos válidos (%)
Guaymaral	26	45	02/08/2017	0	100%
Usaquén	27	51	02/08/2017	0	94%
Suba	50	91	02/08/2017	0	100%
Las Ferias	31	60	18/08/2017	0	97%
C.D.A.R.	26	58	02/08/2017	0	97%
MinAmbiente	23	50	18/08/2017	0	100%
Puente Aranda	40	67	02/08/2017	0	100%
Kennedy	54	84	02/08/2017	0	100%
Carvajal - Sevillana	64	107	02/08/2017	1	100%
Tunal*	33	48	01/08/2017	0	71%
San Cristóbal	25	42	19/08/2017	0	97%

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

La Figura 1 presenta los promedios mensuales y máximos diarios 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 las estaciones Carvajal - Sevillana (**64 µg/m<sup>3</sup>**) y Kennedy (**54 µg/m<sup>3</sup>**), y en la zona norte en la estación Suba (**50 µg/m<sup>3</sup>**). Las menores concentraciones se presentaron en la zona centro para la estación MinAmbiente (**23 µg/m<sup>3</sup>**) y en la zona sur en la estación San Cristóbal (**25 µg/m<sup>3</sup>**). Se observa en este mes la predominancia de las altas concentraciones en la zona suroccidente, en contraste a las concentraciones del corredor oriental de la ciudad, que son las más bajas de la ciudad. Esto se debe posiblemente a la mayor velocidad de los vientos en la zona cercana a los cerros orientales, que contribuye a la dispersión de los contaminantes en la zona oriental.

La concentración máxima diaria para el mes fue de **107 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **91 µg/m<sup>3</sup>** en Suba y **84 µg/m<sup>3</sup>** en Kennedy; el valor máximo reportado en la estación Carvajal - Sevillana sobrepasó la norma nacional diaria (100 µg/m<sup>3</sup>). Los valores máximos en las diferentes estaciones se presentaron en su mayoría el día 02 de agosto, en las estaciones Guaymaral, Usaquén, Suba, Centro de Alto Rendimiento, Puente Aranda, Kennedy y Carvajal-Sevillana.

Los días 2 y 3 de agosto las estaciones de la RMCAB registraron aumentos significativos en las concentraciones de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, entre las 6:00 y 7:00 en la zona suroccidental de Bogotá; este evento se puede atribuir a la dinámica de ciudad en ese intervalo de tiempo donde se presenta los mayores picos de actividad vehicular e industrial del día, capa límite muy baja, e

inversión térmica debido a las bajas temperaturas de la noche y a la baja nubosidad que reduce el volumen de dilución de contaminantes. De igual forma se registraron picos de concentración de material particulado en la localidad de Suba, probablemente asociado al fenómeno descrito anteriormente, a fenómenos de transporte de contaminantes y a dinámicas propias de la zona de monitoreo.

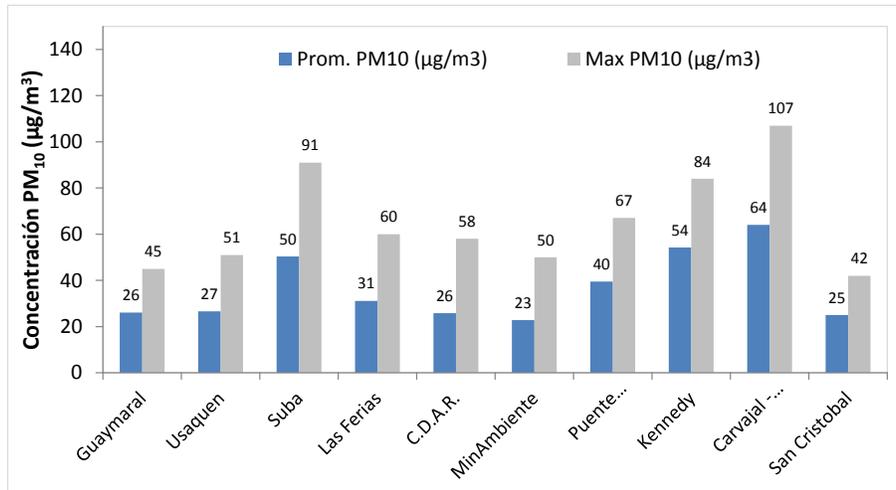


Figura 1. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM<sub>10</sub>. agosto 2017

La Figura 2 presenta las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> comparadas respecto a la norma nacional. 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<sub>10</sub> se presentaron en la zona suroccidente (Puente Aranda, Carvajal-Sevillana y Kennedy), y norte (Suba), especialmente en la primera semana del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona centro (Centro de Alto Rendimiento), en la cuarta semana del mes. En el mes de agosto de 2017 se presentó una excedencia a la norma nacional diaria de PM<sub>10</sub> (100 µg/m<sup>3</sup>) en la estación Carvajal-Sevillana, el segundo día del mes.

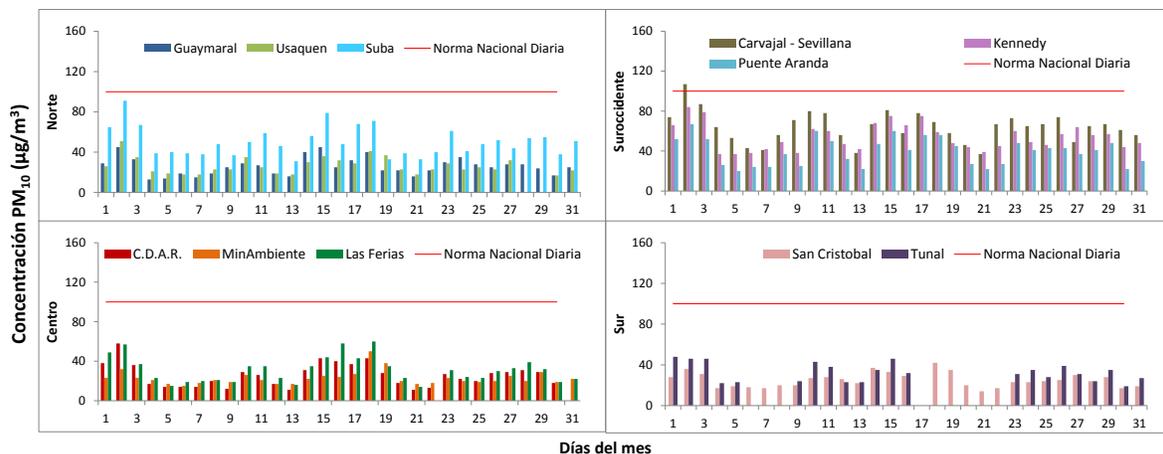


Figura 2. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> para agosto de 2017

En la Figura 3 se evidencia el comportamiento interanual de las concentraciones de  $PM_{10}$  para el mes de agosto para los últimos 3 años. Teniendo en cuenta las estaciones que tienen datos representativos para los años 2017, 2016 y 2015, se observa que en las estaciones Usaquén y Carvajal-Sevillana hubo disminución en las concentraciones frente a los valores del mismo mes de 2016, mientras que en las estaciones Las Ferias, Centro de Alto Rendimiento, Kennedy y San Cristóbal aumentaron las concentraciones sobre el mismo mes el 2016. En el mes de agosto, las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy tienden a presentar las concentraciones más altas, mientras que las estaciones Centro de Alto Rendimiento y San Cristóbal tienden a registrar las menores concentraciones de  $PM_{10}$ .

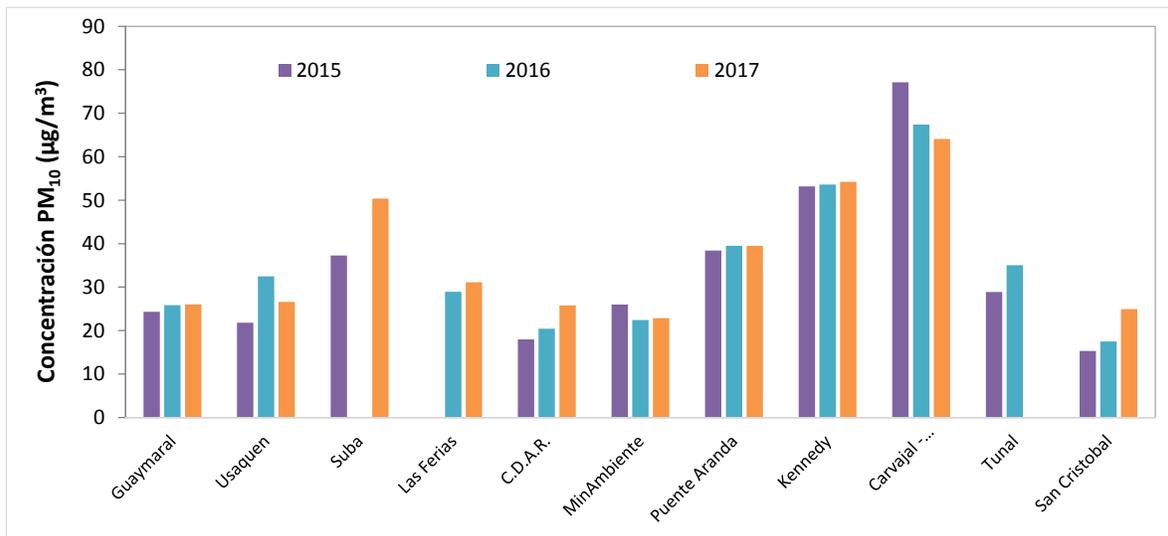


Figura 3. Comportamiento interanual de las concentraciones  $PM_{10}$  (2015-2016-2017) para los meses de agosto

En la Figura 4 se representan los promedios mensuales de concentración de  $PM_{10}$  registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de agosto, 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 que rigen su transporte en la atmósfera.

De acuerdo a esta representación, se observa que en el suroccidente de la ciudad se presentan los mayores niveles de contaminación por  $PM_{10}$ , con concentraciones entre 50 y 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en las localidades de Bosa, Kennedy, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, mientras que las concentraciones más bajas se registraron al oriente de la ciudad, en las localidades de San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén, registrando concentraciones entre 23 y 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la zona suroccidente además se registran las mayores velocidades del viento, y la dirección del viento predomina en sentido oriente-occidente, debido al movimiento de las masas de aire desde los cerros orientales hacia áreas de menor altitud.

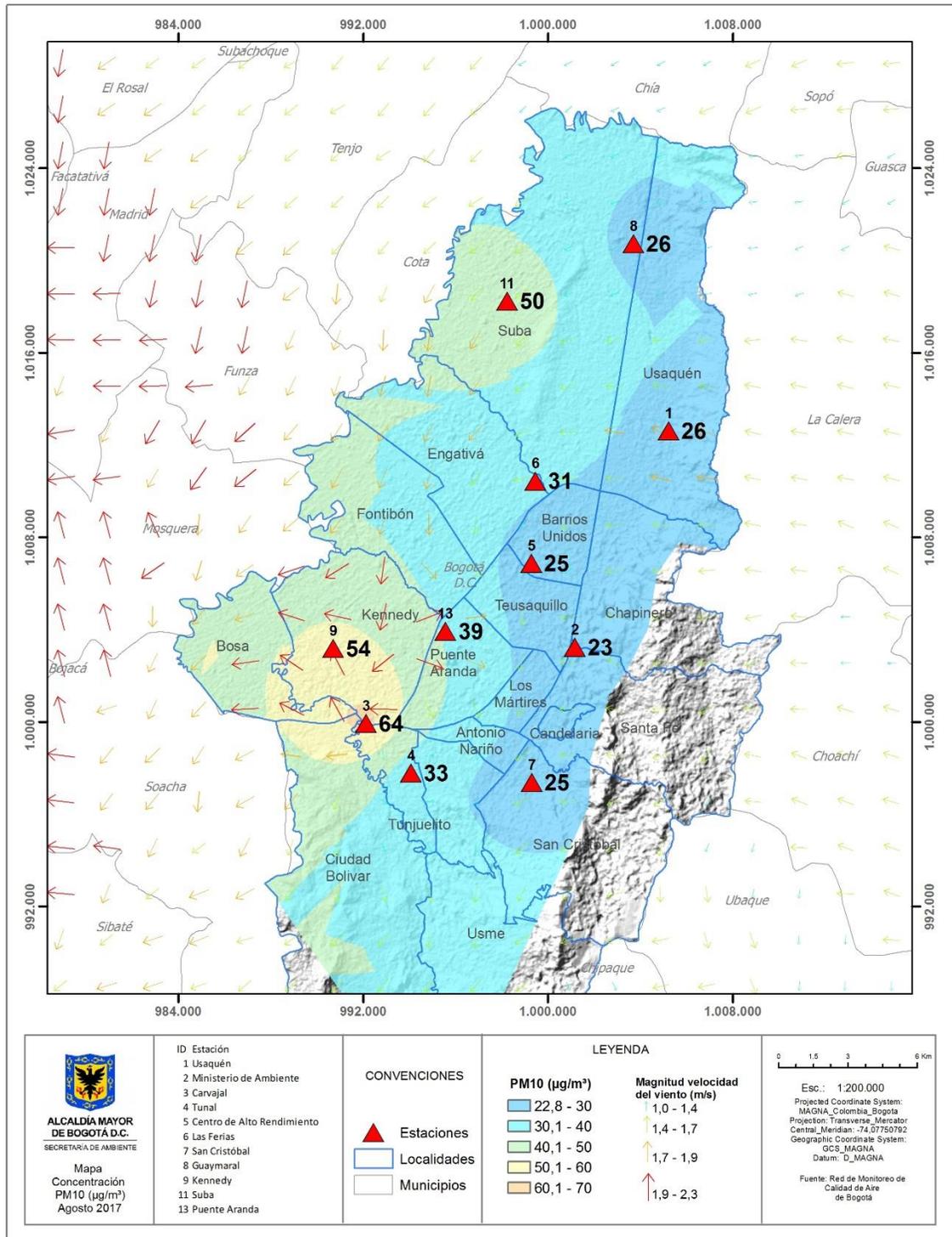


Figura 4. Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM<sub>10</sub> con base en el método de interpolación de Kriging – agosto 2017

### 1.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM<sub>10</sub>

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<sub>10</sub>, 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 de calidad del aire “moderada” en mayor proporción, con 77% del tiempo, mientras que las estaciones Guaymaral, MinAmbiente, San Cristóbal y Usaquén presentan las mejores condiciones ambientales con una condición de “Favorable” el 100% del tiempo, como se observa en la Tabla 2.

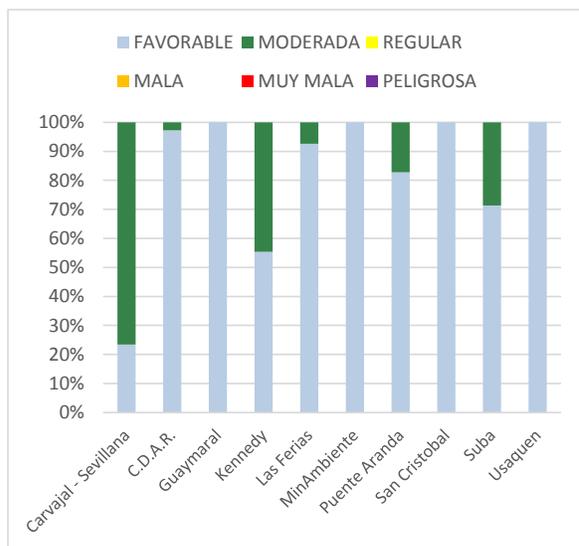


Figura 5. IBOCA para PM<sub>10</sub> por estación en agosto 2017

Tabla 2. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM<sub>10</sub>

IBOCA PM <sub>10</sub>		
ESTACIÓN	FAVORABLE	MODERADA
Carvajal - Sevillana	23%	77%
C.D.A.R.	97%	3%
Guaymaral	100%	0%
Kennedy	55%	45%
Las Ferias	93%	7%
MinAmbiente	100%	0%
Puente Aranda	83%	17%
San Cristobal	100%	0%
Suba	71%	29%
Usaquen	100%	0%

## 2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM<sub>2.5</sub>

La Tabla 3 muestra los datos obtenidos para material particulado PM<sub>2.5</sub> en el mes de agosto de 2017, incluyendo los promedios mensuales de concentración, concentraciones diarias máximas y fecha de ocurrencia, número de excedencias a la norma diaria y porcentaje de datos válidos en el mes.

Tabla 3. Resumen de datos de PM<sub>2.5</sub> para agosto de 2017

Estación	Promedio PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máximo PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo PM <sub>2.5</sub>	Excedencias 24h	Datos válidos (%)
Guaymaral	12	20	18/08/2017	0	100%
Usaquén	9	21	02/08/2017	0	81%
Suba	16	29	02/08/2017	0	100%

Estación	Promedio PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máximo PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo PM <sub>2.5</sub>	Excedencias 24h	Datos válidos (%)
Las Ferias	12	24	18/08/2017	0	94%
C.D.A.R.	10	23	02/08/2017	0	94%
MinAmbiente	9	29	18/08/2017	0	100%
Puente Aranda	14	25	02/08/2017	0	100%
Kennedy	25	35	02/08/2017	0	90%
Carvajal - Sevillana	29	46	02/08/2017	0	100%
Tunal	16	33	18/08/2017	0	90%
San Cristóbal	9	20	18/08/2017	0	90%

La Figura 6 presenta los promedios mensuales y máximos diarios 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 (**29 µg/m<sup>3</sup>**) y Kennedy (**25 µg/m<sup>3</sup>**); las menores concentraciones se presentaron en las estaciones San Cristóbal, MinAmbiente y Usaquén (**9 µg/m<sup>3</sup>**). En este contaminante se observa el mismo patrón del PM<sub>10</sub> sobre las concentraciones altas en la zona suroccidente y concentraciones bajas en el corredor oriental de la ciudad.

La concentración máxima diaria para el mes fue de **46 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **35 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Kennedy; ningún valor máximo reportado sobrepasó la norma nacional diaria (50 µg/m<sup>3</sup>). Los valores máximos se presentaron en su mayoría el día 2 de agosto en las estaciones Usaquén, Suba, Centro de Alto Rendimiento, Puente Aranda, Kennedy y Carvajal-Sevillana. Esta situación coincide con el evento de altas concentraciones del 2 y 3 de agosto, probablemente causado por inversión térmica y baja nubosidad en las noches.

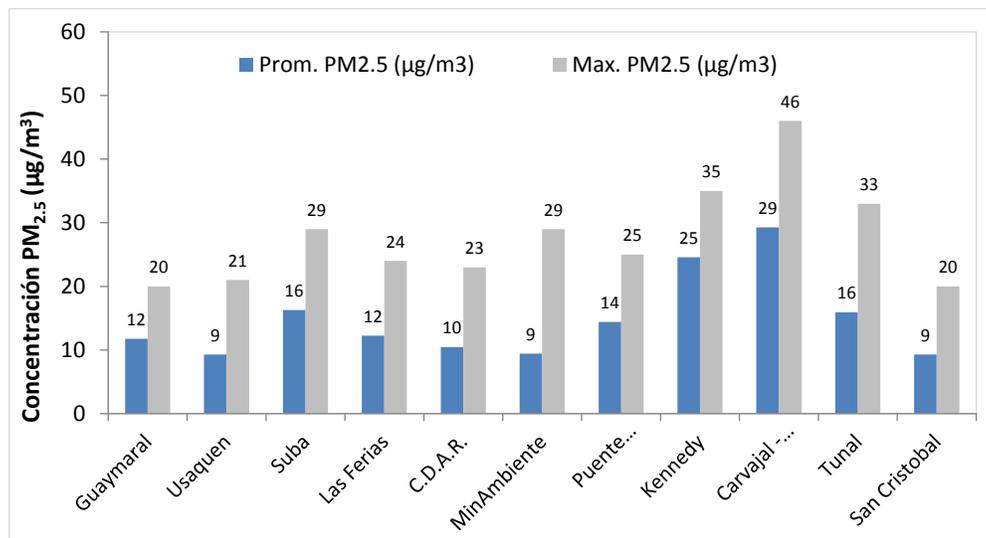


Figura 6. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de PM<sub>2.5</sub> - agosto 2017

La Figura 7 presenta las concentraciones diarias de  $PM_{2.5}$  comparadas respecto a la norma nacional. 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), especialmente en la primera y tercera semanas del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona centro (Centro de Alto Rendimiento), en la segunda semana del mes. En el mes de agosto de 2017 no se presentaron excedencias de las concentraciones diarias en comparación con la norma nacional diaria de  $PM_{2.5}$  ( $50 \mu g/m^3$ ).

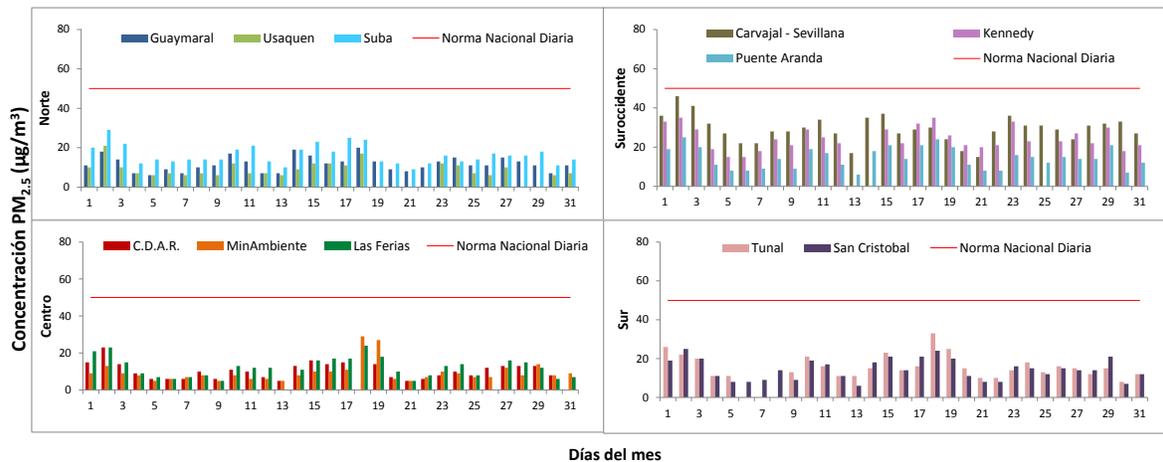


Figura 7. Comportamiento de las concentraciones diarias  $PM_{2.5}$  para agosto de 2017

La Figura 88 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  para el mes de agosto de los últimos 3 años. Según las estaciones que tienen datos representativos para los años 2017, 2016 y 2015, se observa que en las estaciones MinAmbiente y Kennedy hubo una disminución de las concentraciones con respecto a los valores del mismo mes de 2016, mientras que en las estaciones Guaymaral, Usaquén, Centro de Alto Rendimiento, Carvajal-Sevillana, Tunal y San Cristóbal se observa un aumento según el valor reportado en el año anterior. Aunque las estaciones Suba y Las Ferias no tuvieron valor representativo de  $PM_{2.5}$  en 2016, los valores de 2017 fueron menores a los reportados en el año 2015. La estación de Puente Aranda no posee registros históricos de 2015 y 2016, debido a que el monitor de  $PM_{2.5}$  se instaló en octubre de 2016.

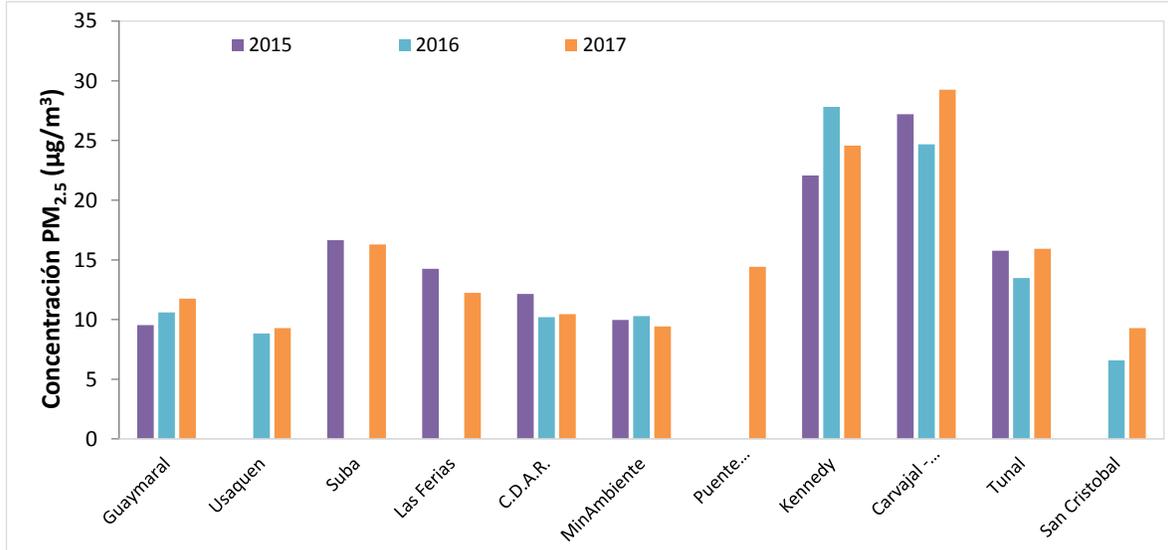


Figura 8. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> (2015-2016-2017) para los meses de agosto

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se representan los promedios mensuales de concentración de PM<sub>2.5</sub> registrados por las 11 estaciones que monitorearon este contaminante en el mes de agosto, 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<sub>2.5</sub>, con concentraciones entre 25 y 30 µg/m<sup>3</sup>, en la intersección de las localidades de Bosa, Kennedy, Ciudad Bolívar y Tunjuelito, mientras que las concentraciones más bajas se registran en la zona oriental de la ciudad, registrando concentraciones entre 9 y 15 µg/m<sup>3</sup>. En la zona suroccidente además se registran las mayores velocidades del viento, y la dirección del viento predomina en sentido oriente - occidente, dada la influencia de la topografía de la ciudad.

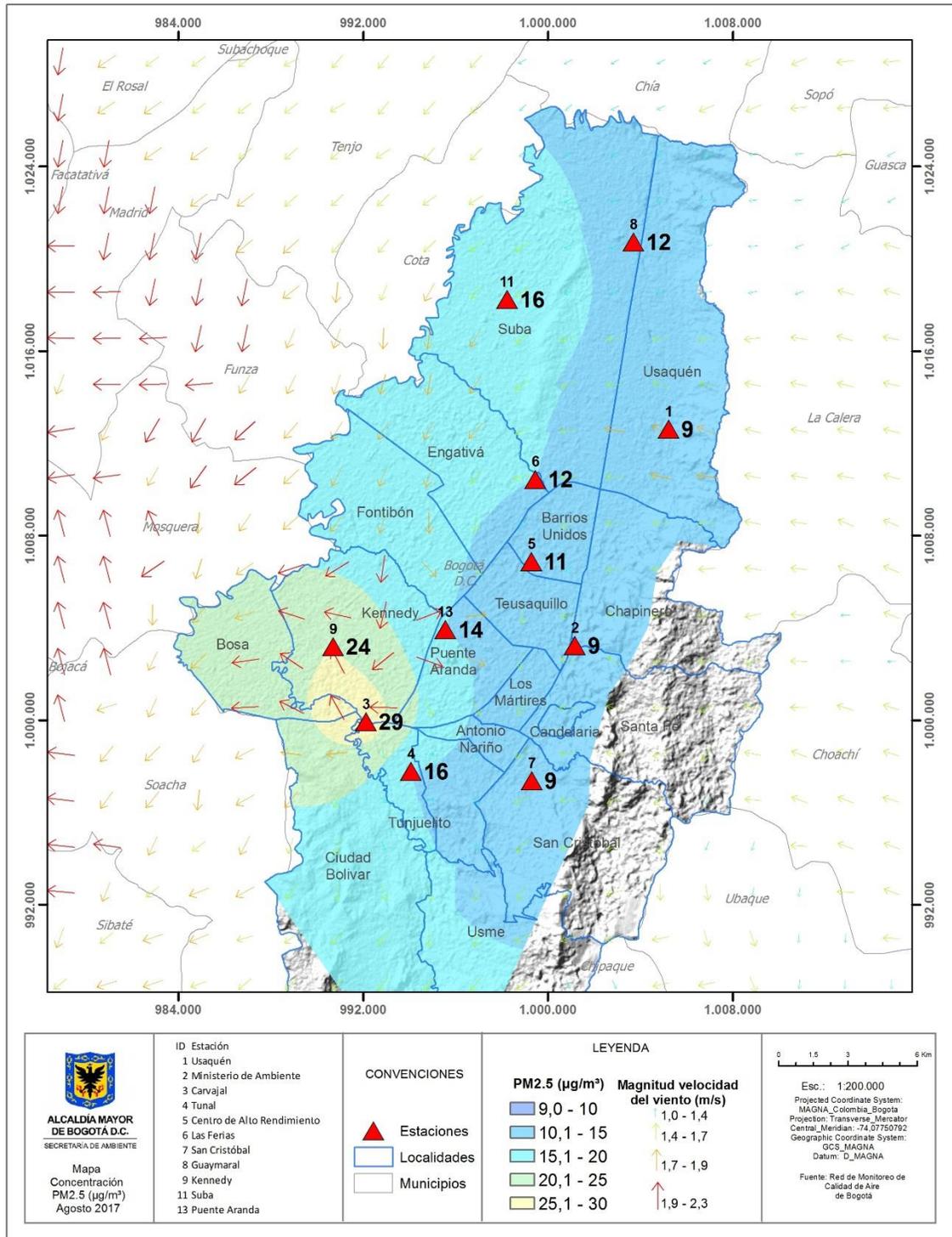


Figura 9. Distribución espacial de los promedios mensuales de concentración de PM<sub>2.5</sub> con base en el método de interpolación de Kriging – agosto 2017

## 2.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – PM<sub>2.5</sub>

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<sub>2.5</sub>, 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 en el mes de agosto 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 86% del tiempo y “regular” el 14% del tiempo, mientras que las estaciones Usaquén y MinAmbiente presentan el mejor estado con una condición de “favorable” el 88% y 86% del tiempo respectivamente, como se observa en la Tabla 4.

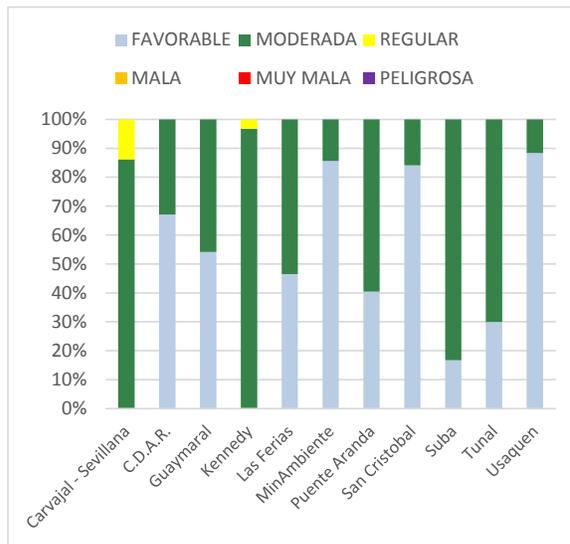


Figura 10. IBOCA para PM<sub>2.5</sub> por estación en agosto 2017

Tabla 4. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para PM<sub>2.5</sub>

IBOCA PM <sub>2.5</sub>			
ESTACIÓN	FAVORABLE	MODERADA	REGULAR
Carvajal - Sevillana	0%	86%	14%
C.D.A.R.	67%	33%	0%
Guaymaral	54%	46%	0%
Kennedy	0%	97%	3%
Las Ferias	46%	54%	0%
MinAmbiente	86%	14%	0%
Puente Aranda	40%	60%	0%
San Cristóbal	84%	16%	0%
Suba	18%	90%	0%
Tunal	30%	70%	0%
Usaquén	88%	12%	0%

## 3 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 5 presenta los datos obtenidos para ozono - O<sub>3</sub> - en el mes de agosto de 2017, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas y fecha de ocurrencia, número de excedencias a la norma 8 horas y porcentaje de datos válidos en el mes.

Tabla 5. Resumen de datos de O<sub>3</sub> para agosto de 2017

Estación	Promedio O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Máximo. O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo O <sub>3</sub>	Excedencias 8h	Datos válidos (%)
Guaymaral	24	77	18/08/2017	0	100%
Usaquén	31	58	18/08/2017	0	97%
Suba	29	94	18/08/2017	6	100%

Estación	Promedio O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Máximo. O <sub>3</sub> 8h (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo O <sub>3</sub>	Excedencias 8h	Datos válidos (%)
Las Ferias	22	50	31/08/2017	0	100%
MinAmbiente	27	53	27/08/2017	0	100%
Puente Aranda	12	35	27/08/2017	0	100%
Kennedy	12	26	02/08/2017	0	94%
Carvajal - Sevillana	18	51	27/08/2017	0	99%
Tunal	19	56	16/08/2017	0	89%
San Cristóbal	18	50	31/08/2017	0	95%

La Figura 11 presenta las concentraciones mensuales y máximas 8 horas por estación de monitoreo con captura de datos superior a 75%. Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en el norte de la ciudad en la estación de Usaquén (**31 µg/m<sup>3</sup>**) y la estación Suba (**29 µg/m<sup>3</sup>**); las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en las estaciones Puente Aranda y Kennedy (**12 µg/m<sup>3</sup>**). Según estas concentraciones, se puede observar que existe una dinámica diferente para este contaminante frente al material particulado en términos de localización y horas de concentración máxima, siendo la zona norte la que ha presentado las concentraciones más altas en la ciudad.

La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **94 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Suba, seguida de **77 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Guaymaral, y de **58 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Usaquén; estos valores máximos fueron registrados el 18 de agosto, en contraste a la fecha en que se registró mayor número de valores máximos de PM<sub>10</sub>, siendo en este caso la tercera y cuarta semanas las que registraron la mayor contaminación por ozono en el mes.

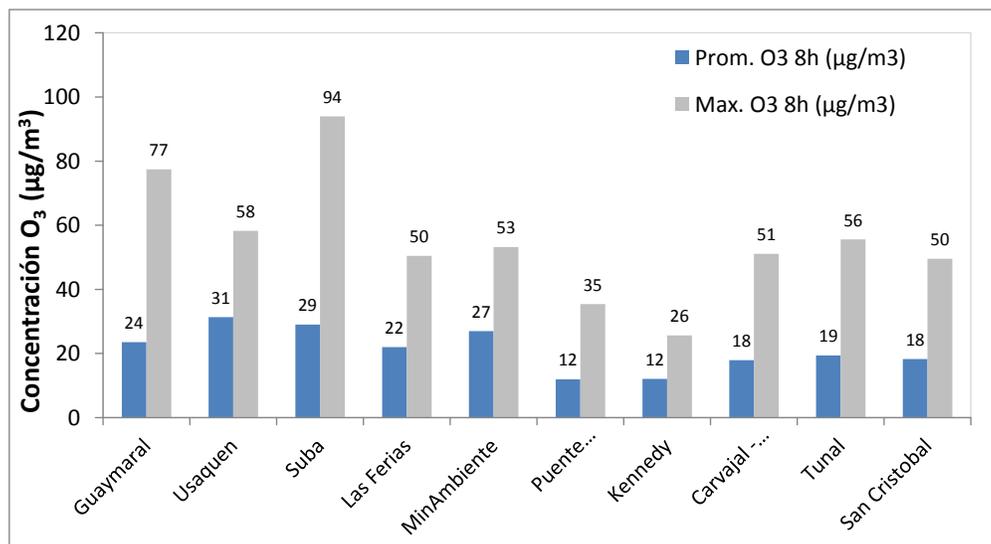


Figura 11. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de O<sub>3</sub> - agosto 2017.

La Figura 122 presenta el comportamiento de la captura de datos durante el mes y las concentraciones comparadas respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo a las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O<sub>3</sub> se presentaron en las estaciones

Guaymaral, Suba y Usaquén, especialmente en la tercera semana del mes; las concentraciones más bajas se observan en las estaciones Kennedy y San Cristóbal, en la primera semana del mes.

En el mes de agosto de 2017, se presentaron seis excedencias a la norma 8 horas de O<sub>3</sub> (80 µg/m<sup>3</sup>) en la estación Suba, el día 18 de Agosto entre las 6PM y 10 PM, sin embargo, ninguna estación superó el valor guía recomendado por la OMS de 100 µg/m<sup>3</sup>.

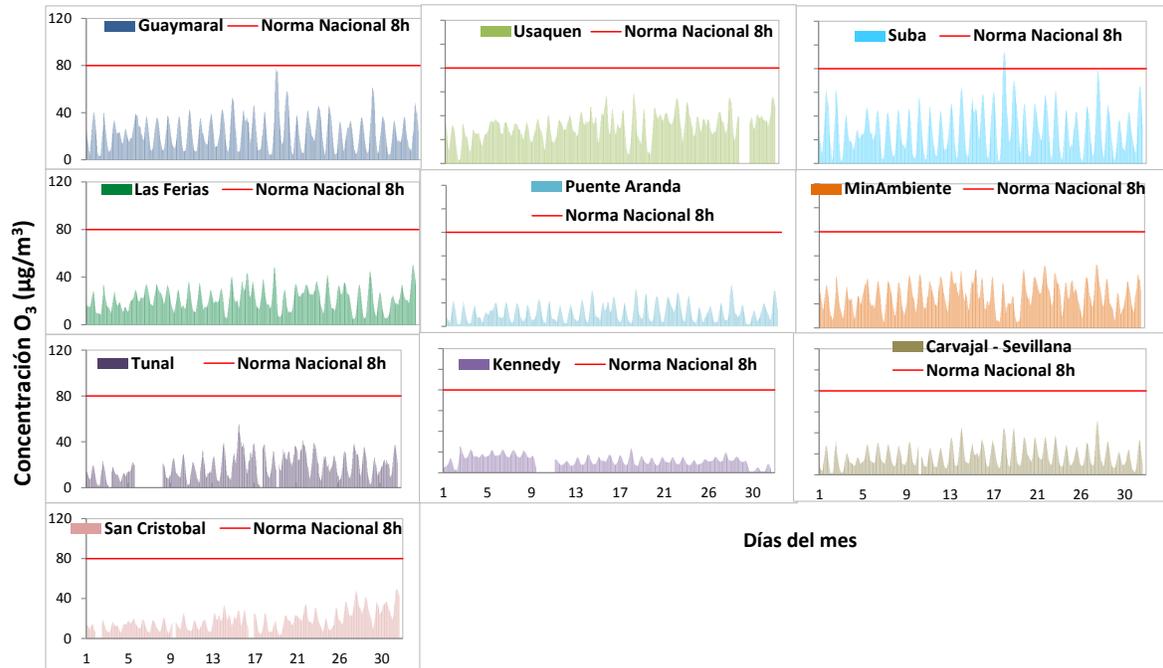


Figura 12. Comportamiento de las concentraciones de O<sub>3</sub> para agosto 2017 y comparación con norma nacional.

La Figura 13 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> del mes de agosto de los últimos 3 años. Según los valores de concentración registrados por las estaciones que tienen datos representativos para los años 2017, 2016 y 2015, en las estaciones Usaquén y Puente Aranda se presentó una reducción en las concentraciones frente a los valores del año 2016, en las estaciones Guaymaral y MinAmbiente las concentraciones fueron similares a las del 2015, y en las estaciones San Cristóbal y Kennedy la concentración aumentó sobre la registrada el año anterior. En las estaciones Las Ferias y Tunal las concentraciones se redujeron con respecto al valor del 2015, mientras que en la estación Carvajal-Sevillana, la concentración del 2017 fue mayor a la registrada en el 2015.

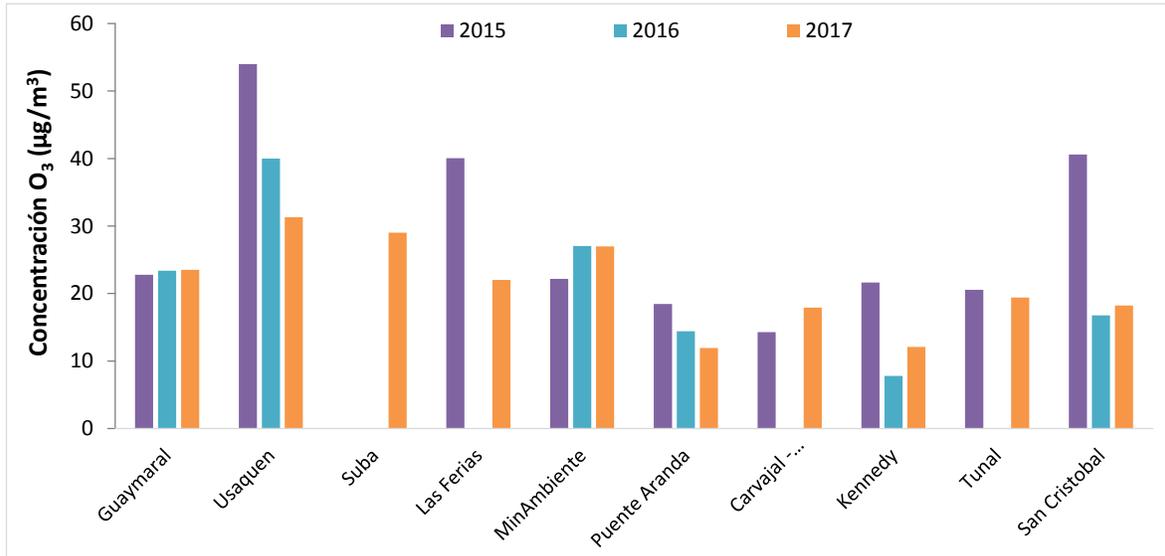


Figura 13. Comportamiento interanual O<sub>3</sub> (2015-2016-2017) para los meses de agosto

### 3.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA) – O<sub>3</sub>

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 O<sub>3</sub>, 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 agosto.

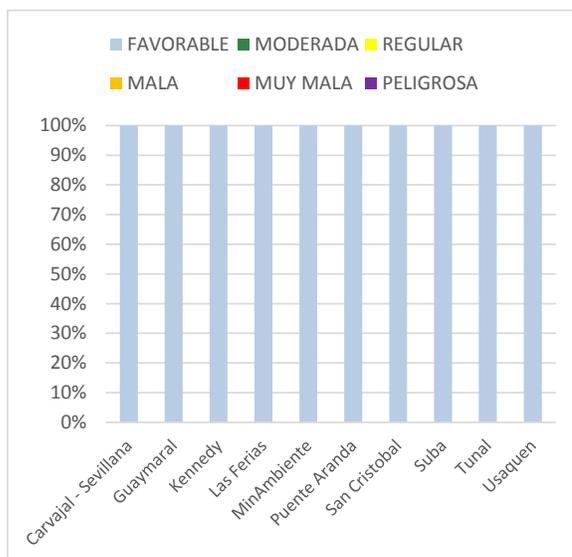


Figura 14. IBOCA para O<sub>3</sub> por estación en agosto 2017

Tabla 6. Porcentaje del tiempo por categoría de IBOCA para O<sub>3</sub>

IBOCA O <sub>3</sub>	
ESTACIÓN	FAVORABLE
Carvajal - Sevillana	100%
Guaymaral	100%
Kennedy	100%
Las Ferias	100%
MinAmbiente	100%
Puente Aranda	100%
San Cristobal	100%
Suba	100%
Tunal	100%
Usaquen	100%

#### 4 COMPORTAMIENTO DIARIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO.

La Figura 15, Figura 17, y Figura 19 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas por estación de monitoreo de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) 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 NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 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.

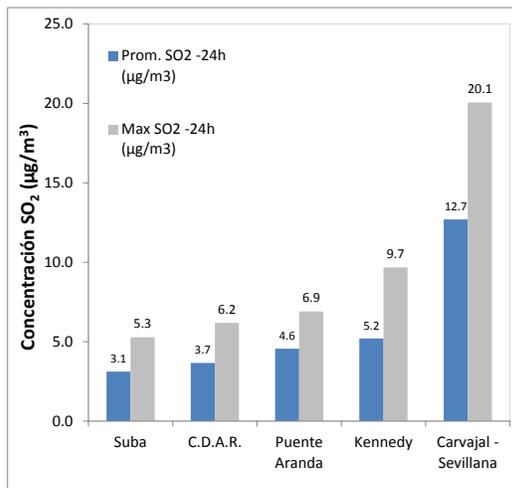


Figura 15. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de SO<sub>2</sub>. agosto 2017.

Tabla 7. Resumen de los promedios 24 horas para SO<sub>2</sub>. agosto 2017.

Estación	Prom. SO <sub>2</sub> -24h (µg/m <sup>3</sup> )	Max SO <sub>2</sub> -24h (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo SO <sub>2</sub>	Exced. 24h	Datos válidos (%)
Suba	3.1	5.3	26/08/2017	0	100%
C.D.A.R.	3.7	6.2	02/08/2017	0	97%
Puente Aranda	4.6	6.9	23/08/2017	0	100%
Kennedy	5.2	9.7	02/08/2017	0	84%
Carvajal - Sevillana*	12.7	20.1	03/08/2017	0	100%

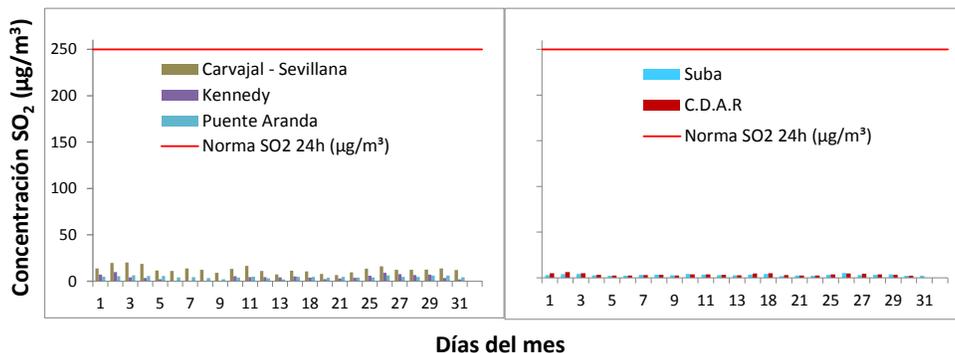


Figura 16. Comportamiento diario de SO<sub>2</sub> para agosto 2017 y comparación con norma nacional

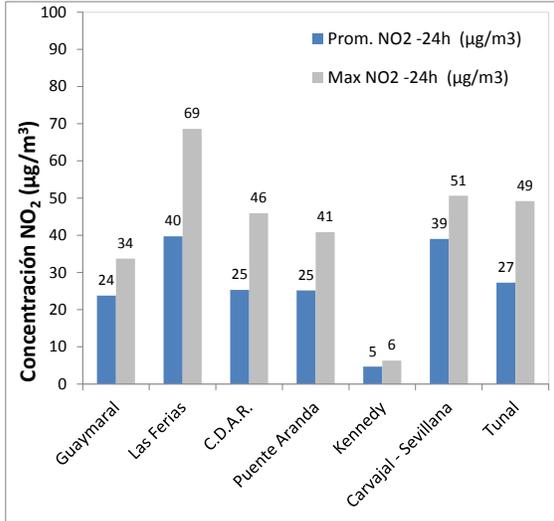


Figura 17. Promedios de las concentraciones diarias y valores máximos de NO<sub>2</sub>. agosto 2017

Tabla 8. Resumen de los promedios 24 horas para NO<sub>2</sub>. agosto 2017.

Estación	Prom. NO <sub>2</sub> -24h (µg/m <sup>3</sup> )	Max NO <sub>2</sub> -24h (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo NO <sub>2</sub>	Exced. 24h	Datos válidos (%)
Guaymaral	24	34	15/08/2017	0	94%
Las Ferias	40	69	19/08/2017	0	97%
C.D.A.R.	25	46	18/08/2017	0	97%
Puente Aranda	25	41	19/08/2017	0	100%
Kennedy	5	6	02/08/2017	0	90%
Carvajal - Sevillana	39	51	15/08/2017	0	100%
Tunal	27	49	19/08/2017	0	90%

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

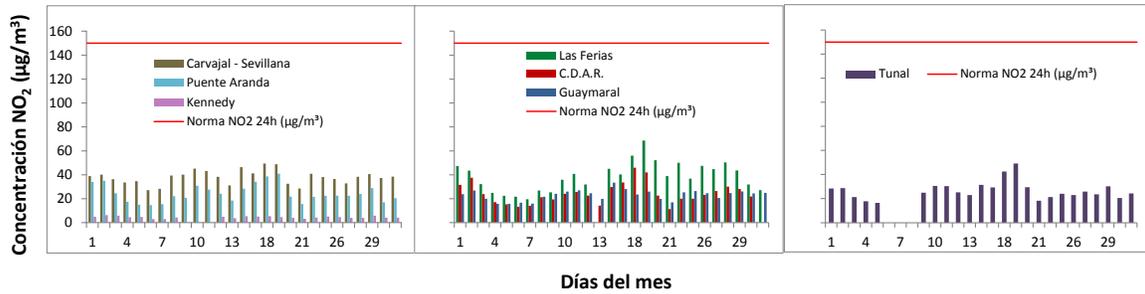


Figura 18. Comportamiento diario de NO<sub>2</sub> para agosto 2017 y comparación con norma nacional

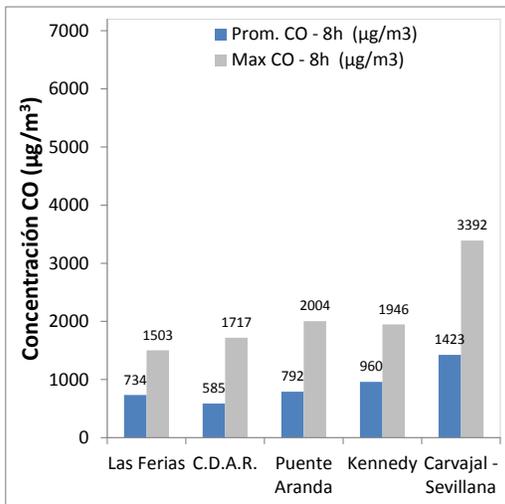


Figura 19. Promedios de las concentraciones 8 horas y valores máximos de CO agosto 2017

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

Estación	Prom. CO -8h (µg/m <sup>3</sup> )	Max CO -8h (µg/m <sup>3</sup> )	Fecha máximo CO	Exced. 8h	Datos válidos (%)
Las Ferias	734	1503	18/08/2017	0	95%
C.D.A.R.	585	1717	02/08/2017	0	99%
Puente Aranda	792	2004	03/08/2017	0	98%
Kennedy	960	1946	03/08/2017	0	100%
Carvajal - Sevillana	1423	3392	03/08/2017	0	99%
Tunal	N.R.	973	29/08/2017	0	9%

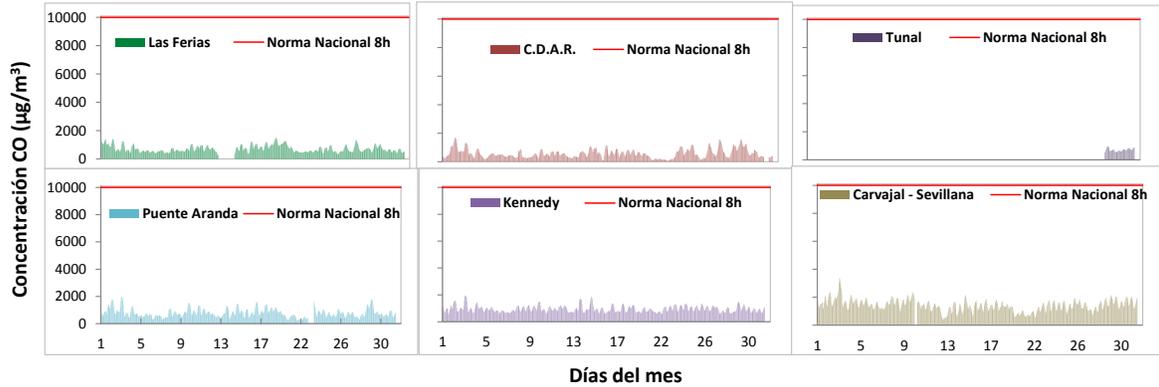


Figura 20. Comportamiento 8h de CO para agosto 2017 y comparación con norma nacional

## 5 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

De acuerdo con la estacionalidad de la precipitación en la ciudad, se ha considerado el mes de agosto como el más seco del año. Sin embargo, agosto de 2017 fue un mes con abundantes lluvias; el más lluvioso de los últimos ocho años. (Ver Figura 22 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este comportamiento probablemente fue propiciado por la temporada de huracanes, particularmente por la influencia del huracán Harvey, cuyos coletazos influyeron en la ocurrencia de altos niveles de precipitación como se observa en la Figura 21 y Figura 22.

Producto de estos eventos, el sector de la ciudad que recibió la mayor cantidad de lluvia (109,9 mm) fue el noroccidente, representado por la estación Bolivia. Se destaca un acumulado máximo diario de 50 mm y la máxima horaria de 22,5 mm, de La estación de Bolivia coincidiendo con el paso de Harvey por el país entre el 18 y 19 de agosto. (Figura 22.)



Figura 21. 19/08/2017. Paso de Harvey por Colombia produce intensas lluvias. Fuente: NOAA (2017)

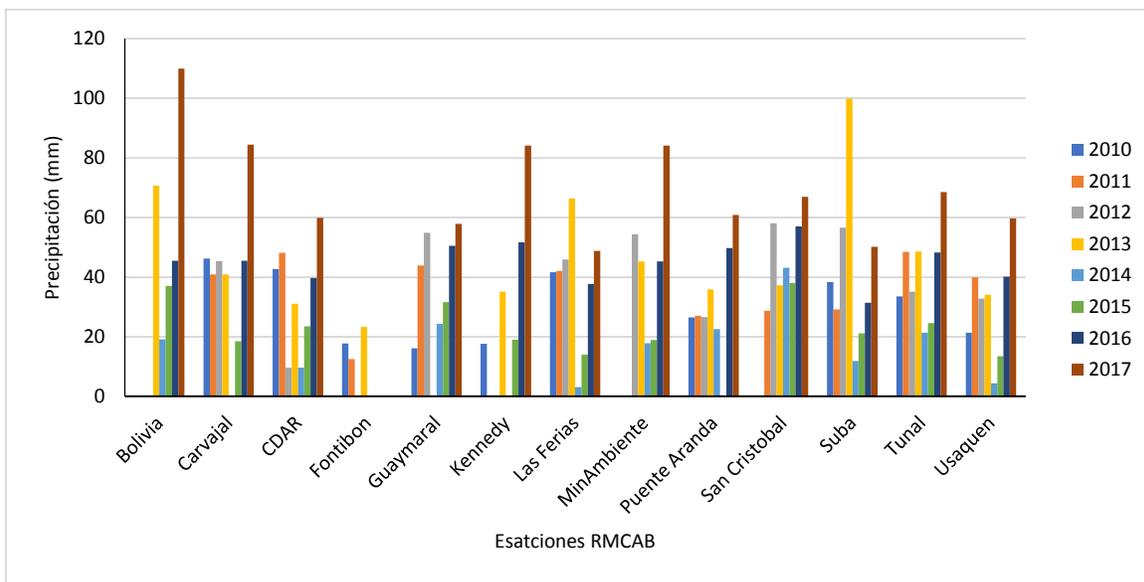


Figura 22. Variación interanual de la precipitación en los meses de agosto 2010-2017- RMCAB

El acumulado mensual por sectores de la ciudad se comportó así: sector norte y noroccidente (La Ferias, Bolivia y Suba), entre 49 a 109 mm, sector suroccidental (Tunal, Carvajal, Kennedy y Puente Aranda), entre 61 a 85 mm; por el corredor de los cerros orientales (San Cristóbal, MinAmbiente, CDAR, Usaquén y Guaymaral) entre 58 a 84 mm.

Pese a que en agosto el número de días fue relativamente bajo (12-18 días, 16 días en promedio) respecto al mes de julio (24-26 días), los eventos de lluvia fueron más intensos, como se evidencia en la estación Bolivia (Tabla 10 y Figura 23.), lo que da cuenta de la influencia del paso del huracán Harvey y la cantidad de agua acumulada durante este mes.

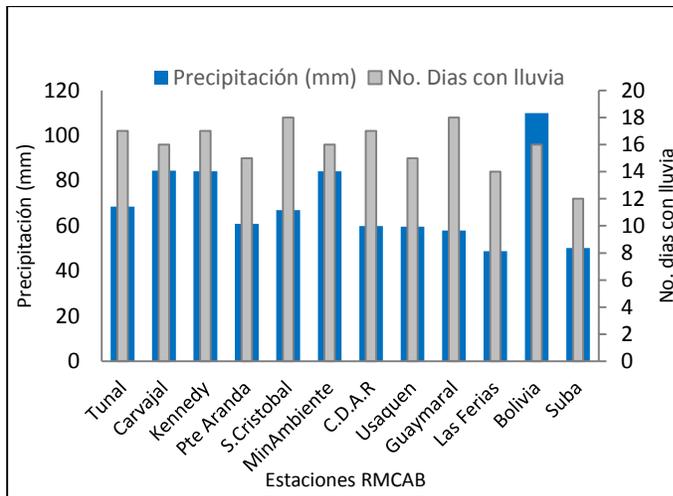


Figura 23 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (agosto-2017). RMCAB

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

Estación	Precipitación (mm/mes)	Días con lluvia
Tunal	68,5	17
Carvajal	84,4	16
Kennedy	84,1	17
Puente Aranda	60,9	15
S. Cristóbal	66,9	18
MinAmbiente	84,1	16
C.D.A.R	59,9	17
Usaquén	59,7	15
Guaymaral	57,9	18
Las Ferias	48,8	14
Bolivia	109,9	16
Suba	50,2	12

## 6 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.

Al comparar el comportamiento interanual de la velocidad de viento en los últimos años, se puede observar que agosto de 2017 fue el mes con velocidades más bajas de los últimos ocho años, de acuerdo con los registros de la RMCAB. Ver Figura 24. Incluso en julio, se presentaron mayores velocidades del viento que en agosto. Ver Figura 25, Tabla 11 y Tabla 12.

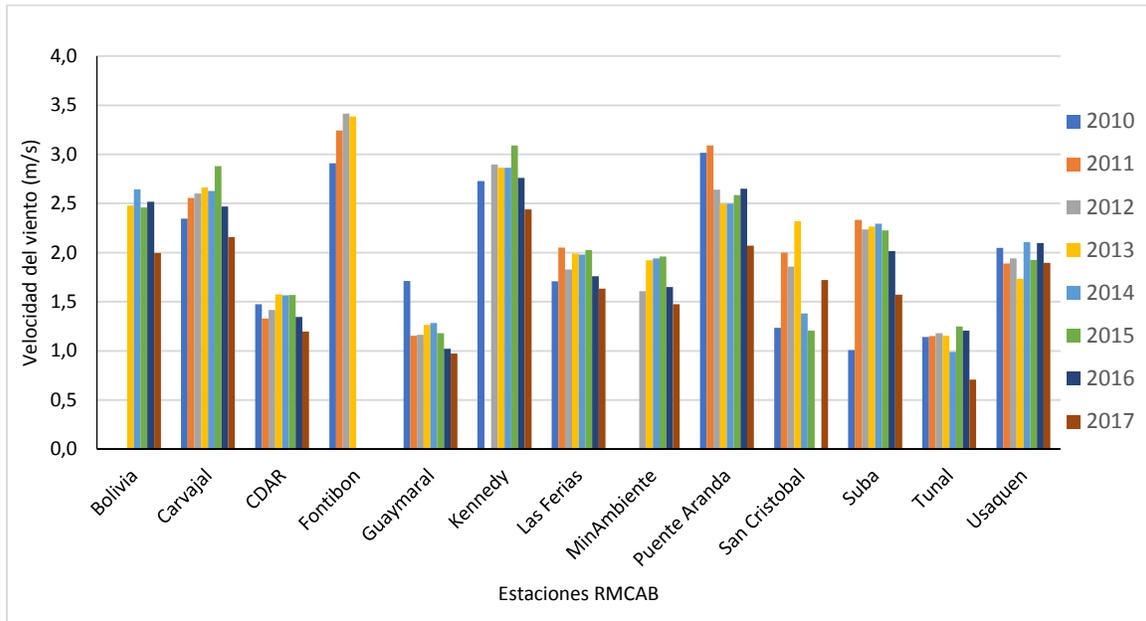


Figura 24. Comportamiento interanual de la velocidad del viento meses de agosto (2010-2017) -RMCAB

En el mes de agosto la velocidad media mensual del viento en la ciudad fluctuó entre 0,7 y 2,4 m/s. El promedio de la velocidad del viento en el mes de agosto fue de 1,6 m/s (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura 25).

En cuanto a los valores extremos de la velocidad del viento, las máximas medias del viento en el mes de agosto se registraron en las estaciones de Puente Aranda (6,5 m/s), Kennedy (6,0 m/s) y Bolivia (6,0 m/s). En lo que respecta a las velocidades mínimas, en general todas las estaciones de la RMCAB, reportaron valores tendientes a cero. (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**)

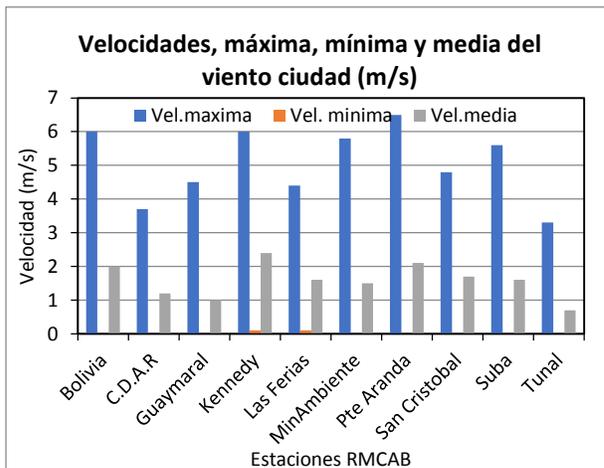


Figura 25. Velocidad del viento máxima, media y mínima por estaciones – agosto 2017

Tabla 11. Velocidades reportadas para agosto de 2017

Estación	Vel. máxima	Vel. mínima	Vel. media
Bolivia	6,0	0	2,0
Carvajal	5,2	0	2,2
C.D.A.R	3,7	0	1,2
Guaymaral	4,5	0	1,0
Kennedy	6,0	0,1	2,4
Las Ferias	4,4	0,1	1,6
MinAmbiente	5,8	0	1,5
Pte. Aranda	6,5	0	2,1
San Cristóbal	4,8	0	1,7
Suba	5,6	0	1,6
Tunal	3,3	0	0,7
Usaquén	5,9	0,1	1,9
<b>Prom. Ciudad</b>	<b>5,1</b>	<b>0,0</b>	<b>1,6</b>

Tabla 12. Velocidades reportadas para julio de 2017

Estación	Vel. máxima	Vel. mínima	Vel. media
Bolivia	5,4	0	2,5
Carvajal	5,7	0	2,5
C.D.A.R	4,1	0	1,3
Guaymaral	4,1	0	1,2
Kennedy	6,9	0,2	2,8
Las Ferias	4,1	0,1	1,7
MinAmbiente	6,5	0	1,7
Pte. Aranda	7,1	0,1	2,6
San Cristóbal	5,3	0	1,5
Suba	6,1	0,1	2,1
Tunal	3,1	0	1
Usaquén	6,7	0	2,3
<b>Prom. Ciudad</b>	<b>5,4</b>	<b>0,0</b>	<b>1,9</b>

Esta situación anormal del comportamiento de los vientos, incluso ha afectado la calidad del aire de la ciudad como se observó los días 2 y 3 de agosto, cuando se presentaron altas concentraciones de Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) en horas de la mañana, debido a un descenso en la fuerza del viento en dichas horas (7-10 am) que no favorecieron la dispersión de contaminantes en la ciudad generando aumento en las concentraciones de los mismos.

En un día considerado normal, como se representa en la Figura 26, conforme inicia el aumento de la radiación solar (6-7 am), la capa de aire sobre la superficie se calienta y genera energía turbulenta que contribuye con la mezcla y dispersión de los contaminantes. Sin embargo, este no fue el comportamiento del día 2 de agosto (Figura 27). Nótese que en las estaciones de Kennedy y Carvajal, se reportó que solo hasta las 10:00am la velocidad del viento comenzó a incrementarse lo cual se considera anormal, además en la estación de suba, la velocidad del viento se mantuvo casi persistente por debajo de los 0,5 m/s, entre la 1 am y las 10 am.

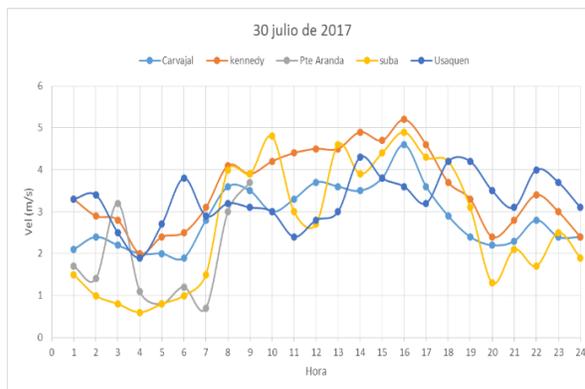


Figura 26. Velocidad del Viento en un día Normal

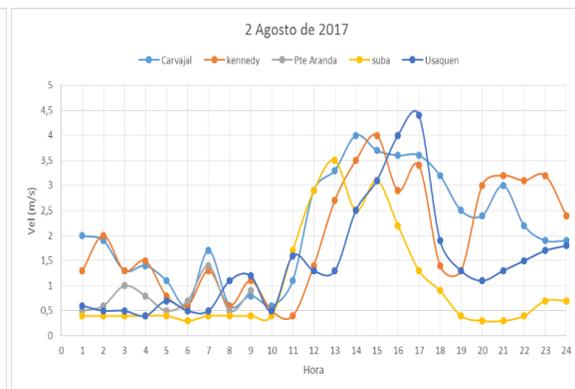


Figura 27. Velocidad del viento 02-Agosto

Comportamiento idéntico presentaron los vientos registrados en la estación Usaquéen. A lo anterior se suma el rápido descenso de la velocidad del viento entre las 3 y 4 pm en los sectores representados en las estaciones de la Figura 27, salvo en Carvajal.

## 6.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

El campo del viento del mapa de la Figura 28, representa una distribución aproximada del comportamiento promedio del viento durante el mes de agosto, en cuanto a dirección y velocidad. En este se observa la persistencia de los vientos del este y del noreste con velocidades, relativamente bajas que no superan los 1,7 m/s, comparadas con las observadas hacia el sector sur occidental que se caracteriza por presentar los vientos más fuertes de la ciudad. Así mismo se aprecia hacia el sector del Tunal y San Cristóbal, velocidades muy bajas lo que confirma el debilitamiento de los vientos en el mes de agosto.

En cuanto a los episodios de contaminación ocurridos en Suba durante el 2 y 3 de agosto si se observan las rosas de viento de las estaciones de Puente Aranda, Carvajal y Kennedy, es posible verificar que vientos del sur con velocidades considerables (3,0 - 5,7 m/s), con un 13% de ocurrencia, pudieron arrastrar y trasladar parte del material particulado concentrado en el sur occidente, hacia el sector de la estación de Suba, donde las velocidades son característicamente más débiles que las que se registran en el sector sur occidental de la ciudad, y su componente predominante del norte fue más débil que las de los vientos del sur, ofreciéndoles menos resistencia. Tal comportamiento se logra apreciar en la Figura 49 g), h) y j).

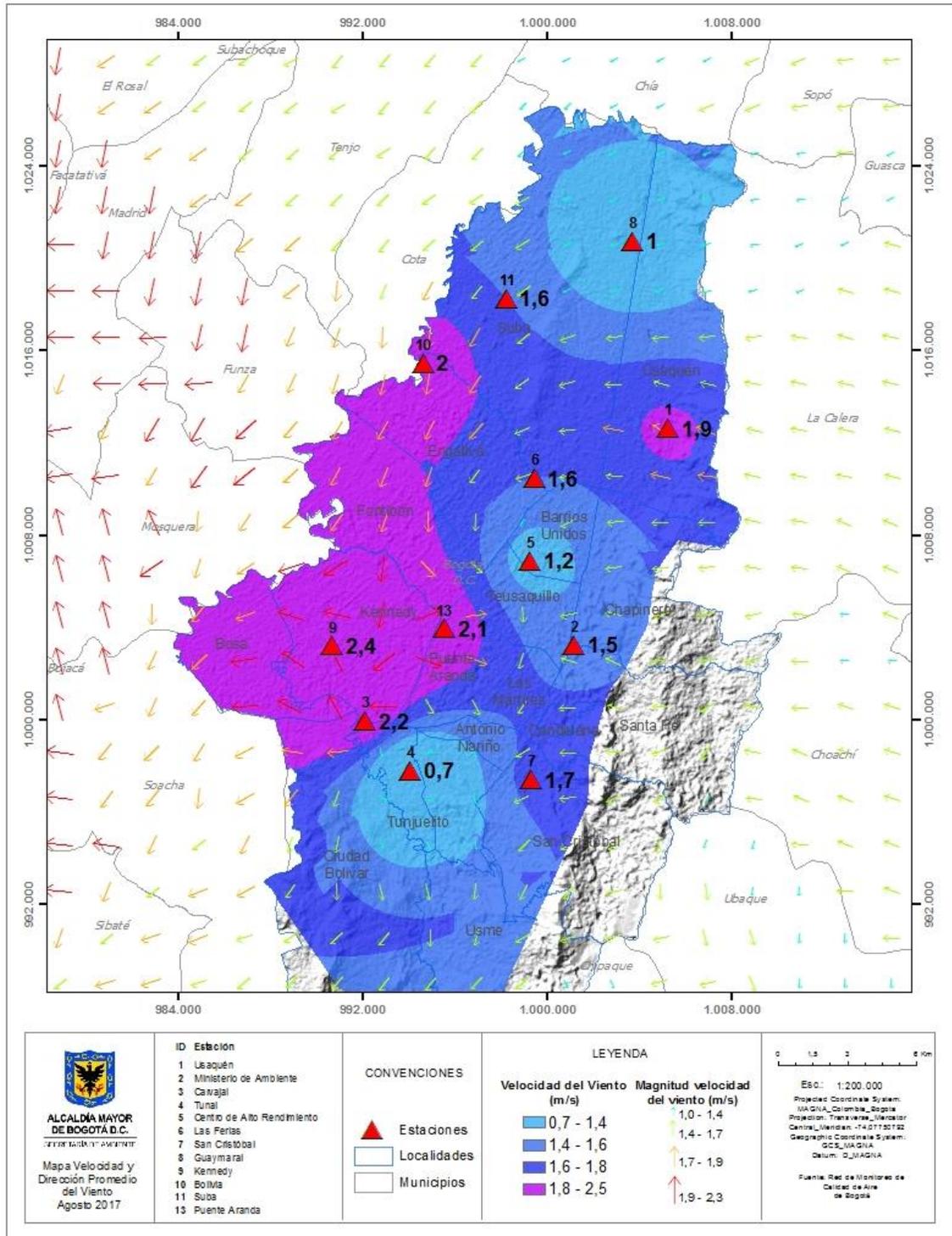


Figura 28. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en el método de interpolación de Kriging – agosto 2017

## 7 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

De acuerdo con los valores históricos de los meses de agosto, registrados en la RMCAB desde 2010 - 2017, el promedio de temperatura del mes de agosto de 2017 muestra un ligero descenso frente a 2016, y en algunas estaciones incluso desde 2014.

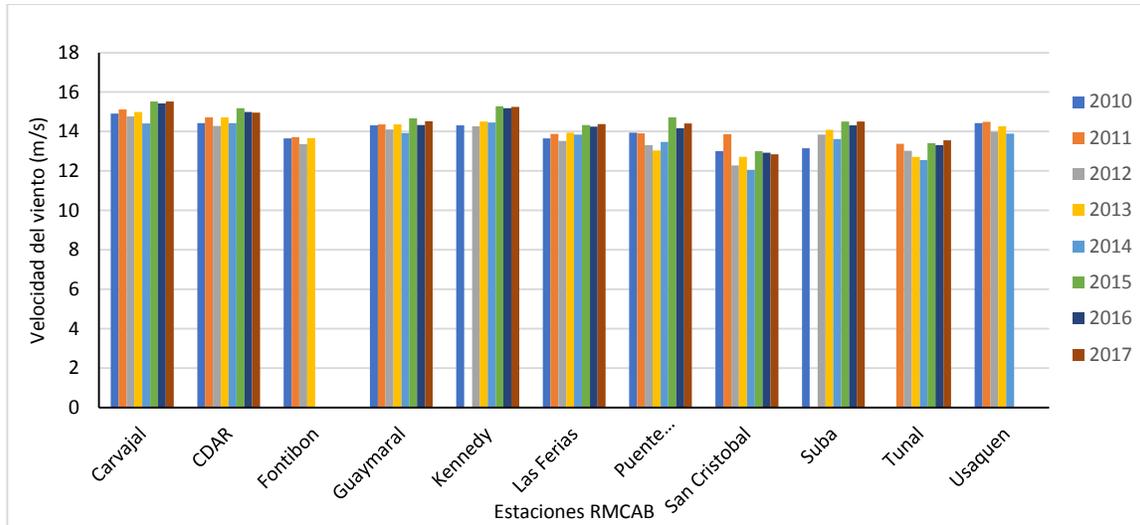


Figura 29. Comportamiento de la temperatura media – meses de agosto 2010 a 2017.

Las mayores temperaturas en el mes de agosto se registraron en el sector suroccidental de la ciudad, como ha ocurrido históricamente y las mínimas hacia los extremos norte y sur oriente de la ciudad. Ver Tabla 13 y Figura 30.

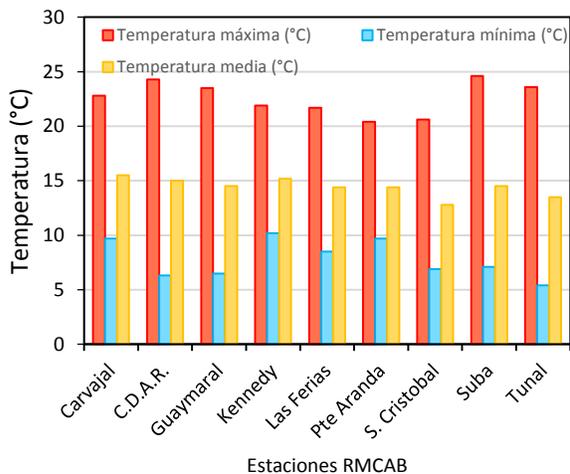


Figura 30 Temperaturas medias, máxima y mínima promedio por estaciones y promedio ciudad. agosto 2017.

Tabla 13. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima promedio por estaciones y promedio ciudad. agosto 2017

Estación	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)
Bolivia	N.R	N.R	N.R
Carvajal	22,8	9,7	15,5
C.D.A.R.	24,3	6,3	15
Guaymaral	23,5	6,5	14,5
Kennedy	21,9	10,2	15,2
Las Ferias	21,7	8,5	14,4
MinAmbiente	N.R	N.R	N.R
Pte Aranda	20,4	9,7	14,4
S. Cristóbal	20,6	6,9	12,8
Suba	24,6	7,1	14,5
Tunal	23,6	5,4	13,5
Usaquén	N.R	N.R	N.R
<b>Promedio</b>	<b>22,6</b>	<b>7,8</b>	<b>14,4</b>

La temperatura del aire a nivel del suelo juega un papel muy importante en el proceso de dispersión de los contaminantes. En condiciones normales, la temperatura del aire se enfría con la altura. Sin embargo, no siempre ocurre así. En condiciones normales la temperatura del aire disminuye con la altura; no obstante, por algunas circunstancias (cantidad de radiación solar, nubosidad, el uso del suelo, entre otros) ocurre lo contrario, es decir, la temperatura se incrementa con la altura. Este incremento de la temperatura del aire con la altura, denominado **inversión**, produce una especie de techo, una atmosfera muy estable, que impide que los contaminantes asciendan y se dispersen ocasionando un incremento en la concentración de los mismos en bajos niveles de la atmósfera, y eventos o episodios de contaminación como los ocurridos el 2 y 3 de agosto.

La Figura 31 presenta las gráficas tomadas de los registros del radiómetro de la Aeronáutica Civil para el día 2 de agosto, de 6 am a 9 am<sup>1</sup>. Dicho gráfico representa la profundidad de la atmosfera y el comportamiento de variables termodinámicas. La línea azul más intensa revela como la temperatura va disminuyendo con la altura. Pero también muestra que alrededor de los 700 mb la temperatura del aire, en lugar de disminuir aumenta con la altura (se invierte) en una relativa delgada capa de aire.

En el episodio ocurrido en la fecha antes señalada (2 de agosto) entre las 6 a 8 am, la temperatura del aire cerca del suelo estuvo más fría hasta cierta altura, produciendo esa especie de techo que impidió el ascenso del aire contaminado y lo retuvo por un tiempo aproximado de dos horas hasta cuando se rompió la inversión alrededor de las 8 am y redujo la concentración de material particulado.

---

<sup>1</sup> Imágenes obtenidas de la página de la Aeronáutica Civil:  
[http://meteorologia.aerocivil.gov.co/dynamic\\_product\\_category/show?category=Custom+Products&image\\_id=24389608&imagenname=Sounding+RADIOMET+Bogota+%2F+Eldorado+--+Hourly](http://meteorologia.aerocivil.gov.co/dynamic_product_category/show?category=Custom+Products&image_id=24389608&imagenname=Sounding+RADIOMET+Bogota+%2F+Eldorado+--+Hourly)

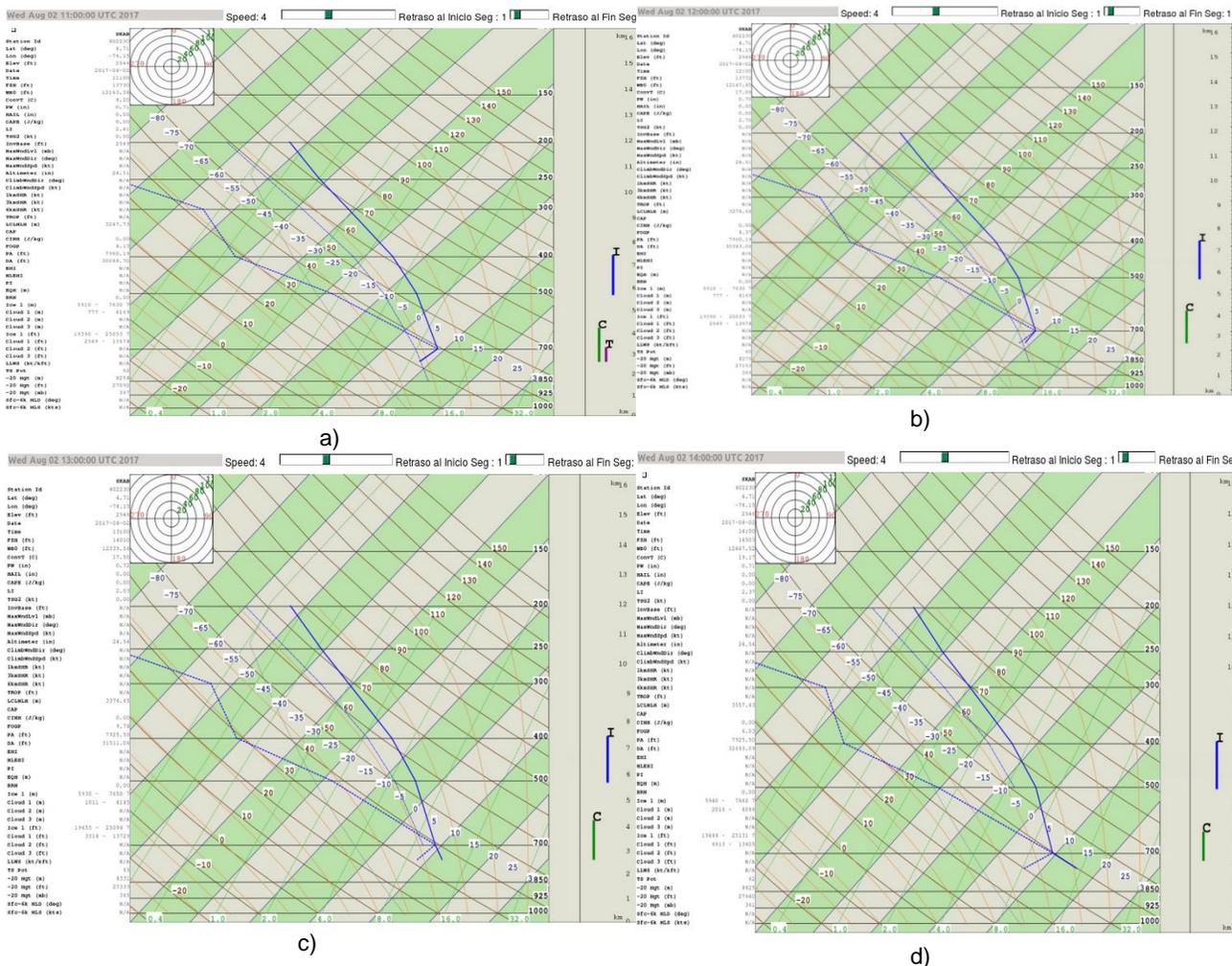


Figura 31. Imagen de radiometro A) 6:00am con Inversión térmica, b) 7:00am con Inversión térmica, c) 8:00am se rompe Inversión térmica, d) 9:00am sin Inversión térmica.

En cuanto al comportamiento espacial de la temperatura del aire en superficie, en el mes de agosto se siguen registrando las mayores temperaturas hacia el sector suroccidental de la ciudad, en inmediaciones de las estaciones de Carvajal y Kennedy (15,5 °C y 15,2 °C). Las más bajas temperaturas se reportaron, hacia el sector de San Cristóbal (12,8 °C), y el resto de la ciudad registró temperaturas entre 14,4 y 15 °C. Ver (Figura 32).

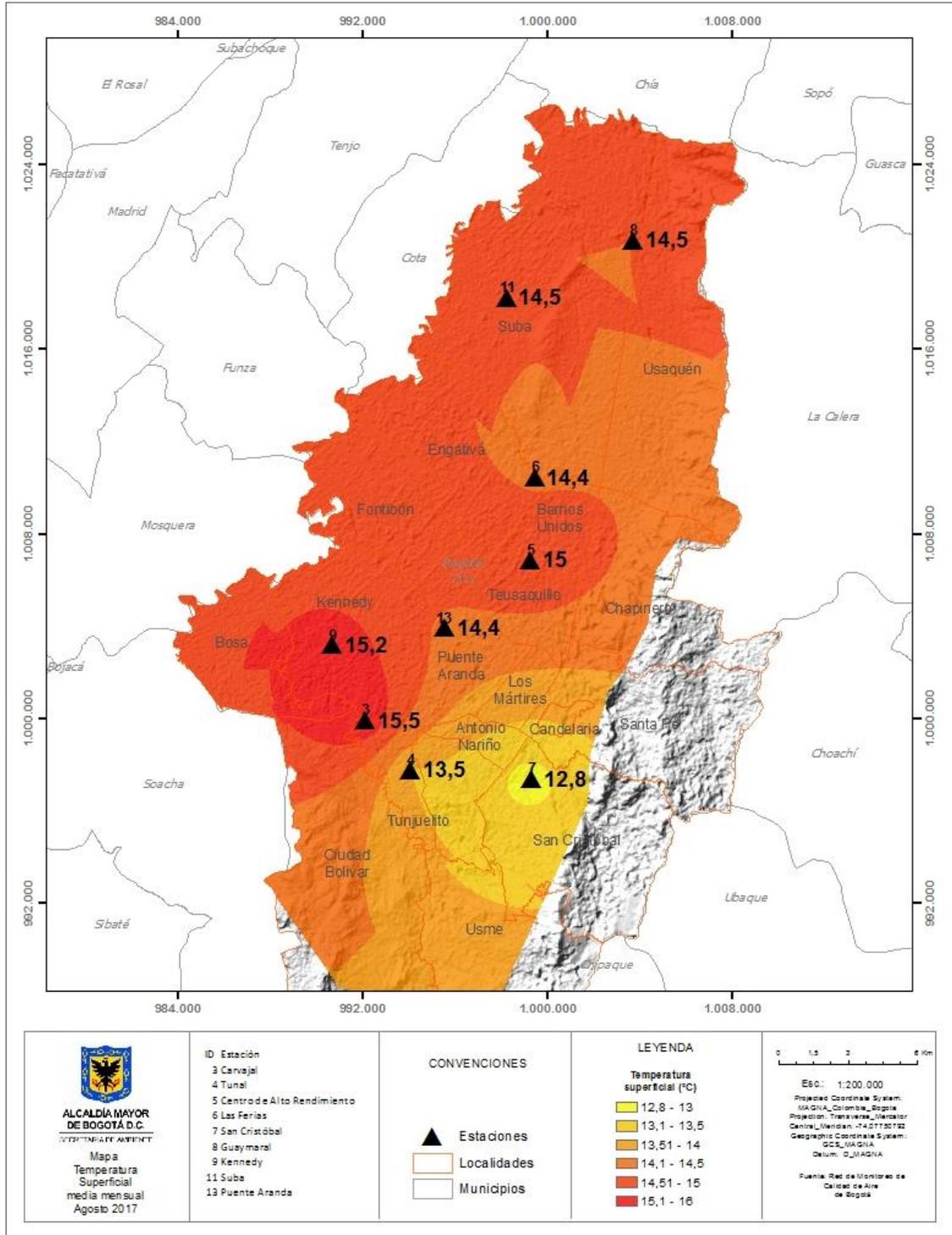


Figura 32 Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - agosto 2017

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

A continuación, se describe la cantidad de energía máxima media recibida al medio día, por sector de la ciudad: al norte 430 W/m<sup>2</sup>, al centro 617 W/m<sup>2</sup>, al suroccidente 593 W/m<sup>2</sup> y al sur 771 W/m<sup>2</sup>. Del mismo modo, asociado a ciclo horario de radiación solar, las máximas concentraciones de Ozono, se presentaron entre las 12 m y las 5 pm, con valores entre 16,8 µg/m<sup>3</sup> en el sector sur occidental de la ciudad hasta 54,6 µg/m<sup>3</sup> hacia el noroccidental, como se observa en la Figura 33 a), b), c) y d).

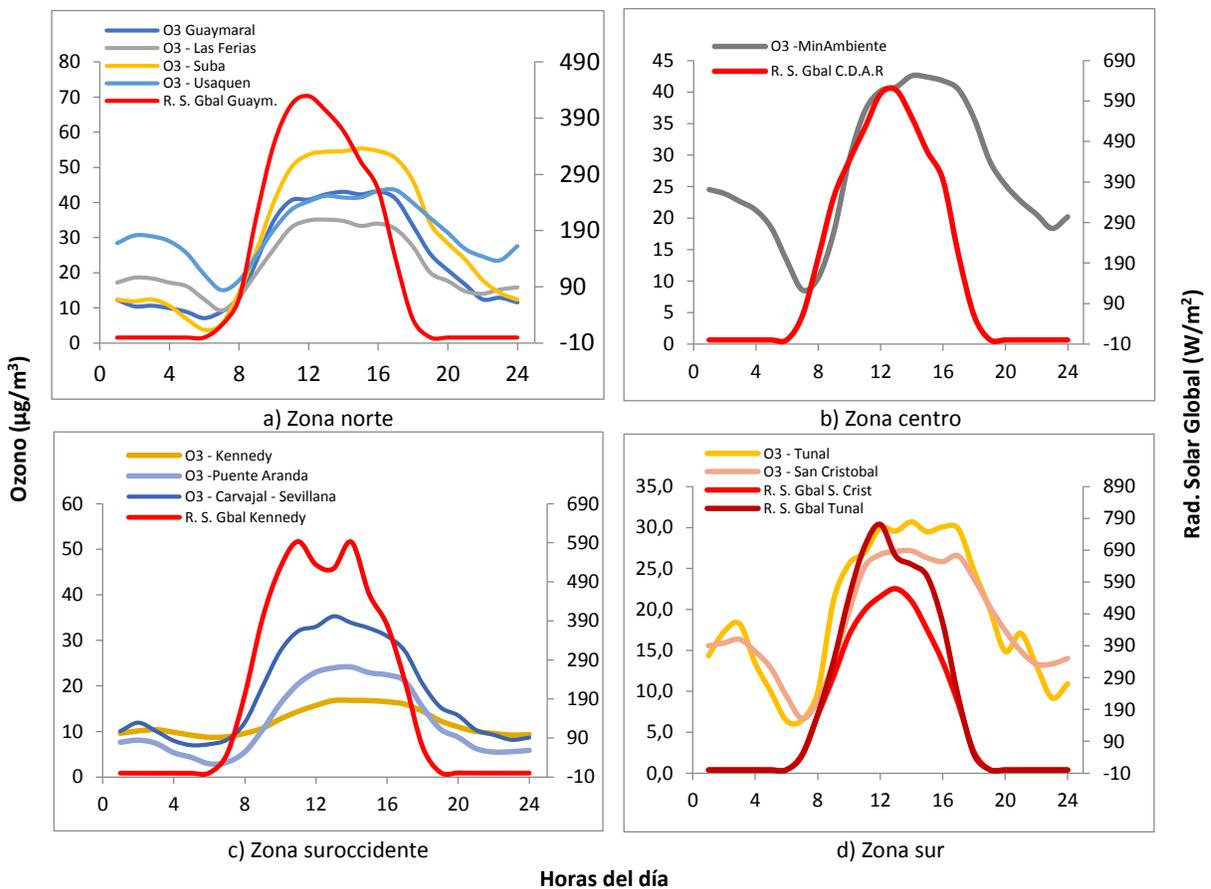


Figura 33. Comportamiento horario de O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>), agosto 2017. a) - zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

## **10. REPORTE MENSUAL DE VALIDACIÓN SIMCAB**

### **10.1. MODELO WRF**

Teniendo en cuenta los datos de todas las estaciones de la RMCAB, se realiza una validación a nivel ciudad tanto de las variables continuas (temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, presión atmosférica y radiación solar) como de la precipitación.

Los diagramas de Taylor (ver Figura 34) y los Box Plot (Ver Figura 35) de las variables continuas mencionadas, indican que, con respecto al mes anterior, la temperatura mejoró un poco la correlación con los datos observados pero aumentó levemente el RMSE posicionándose sobre los 2°C, sin embargo el BIAS se redujo a un valor de -0,5 °C lo que indica que el modelo sigue subestimando la temperatura. La desviación estándar del modelo este mes estuvo por debajo de la observada.

En términos de la humedad relativa, este mes el modelo presentó menos ajuste con los datos observados que en el mes anterior, ya que el RMSE se ubicó por encima de 10%. La desviación estándar tanto modelada como observada aumentó, mientras que la correlación disminuyó levemente. La humedad relativa estuvo sobrestimada en casi todas las horas del día con un BIAS de 7.75% (Ver Tabla 14).

El comportamiento de la velocidad del viento modelado mejoró levemente con respecto al mes anterior, en términos de RMSE y de desviación estándar; la correlación no mostró un cambio aparente. Una vez más se aprecia que la mayor sobrestimación se da entre las 10 am y las 5 pm. (Ver Figura 35)

La radiación solar muestra de nuevo un comportamiento similar al del mes anterior. El RMSE una vez más está por encima de 200 W/m<sup>2</sup>, con tendencia a la sobrestimación especialmente entre las 9 AM y las 5 PM.

En términos de presión, aunque el RMSE y la desviación estándar no cambiaron con respecto al mes anterior, se observa que hubo una mejoría en la correlación, la cual se ubica en 0,8. (Ver Figura 35).

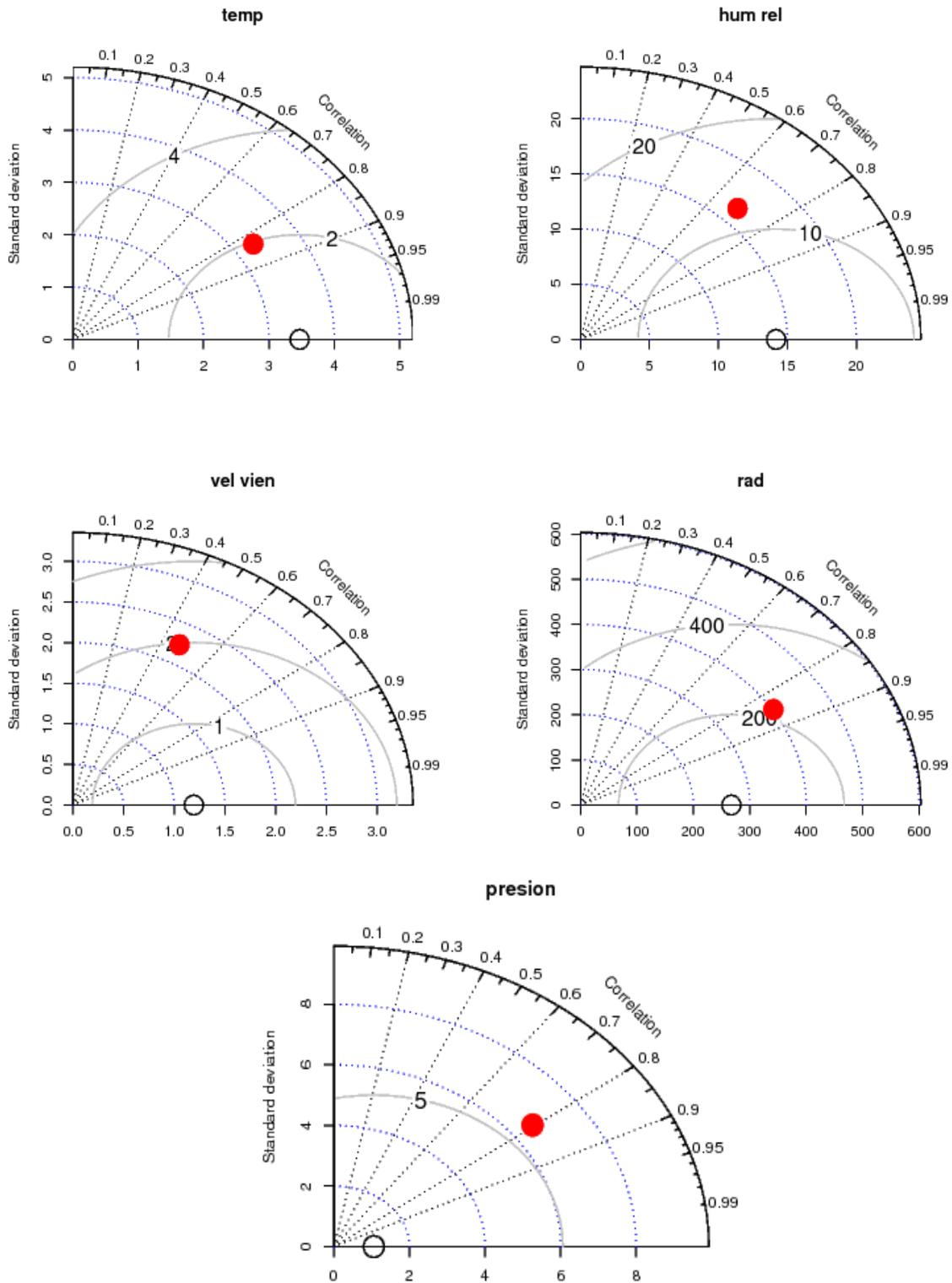


Figura 34. Diagramas de Taylor parámetros meteorológicos. Agosto 2017

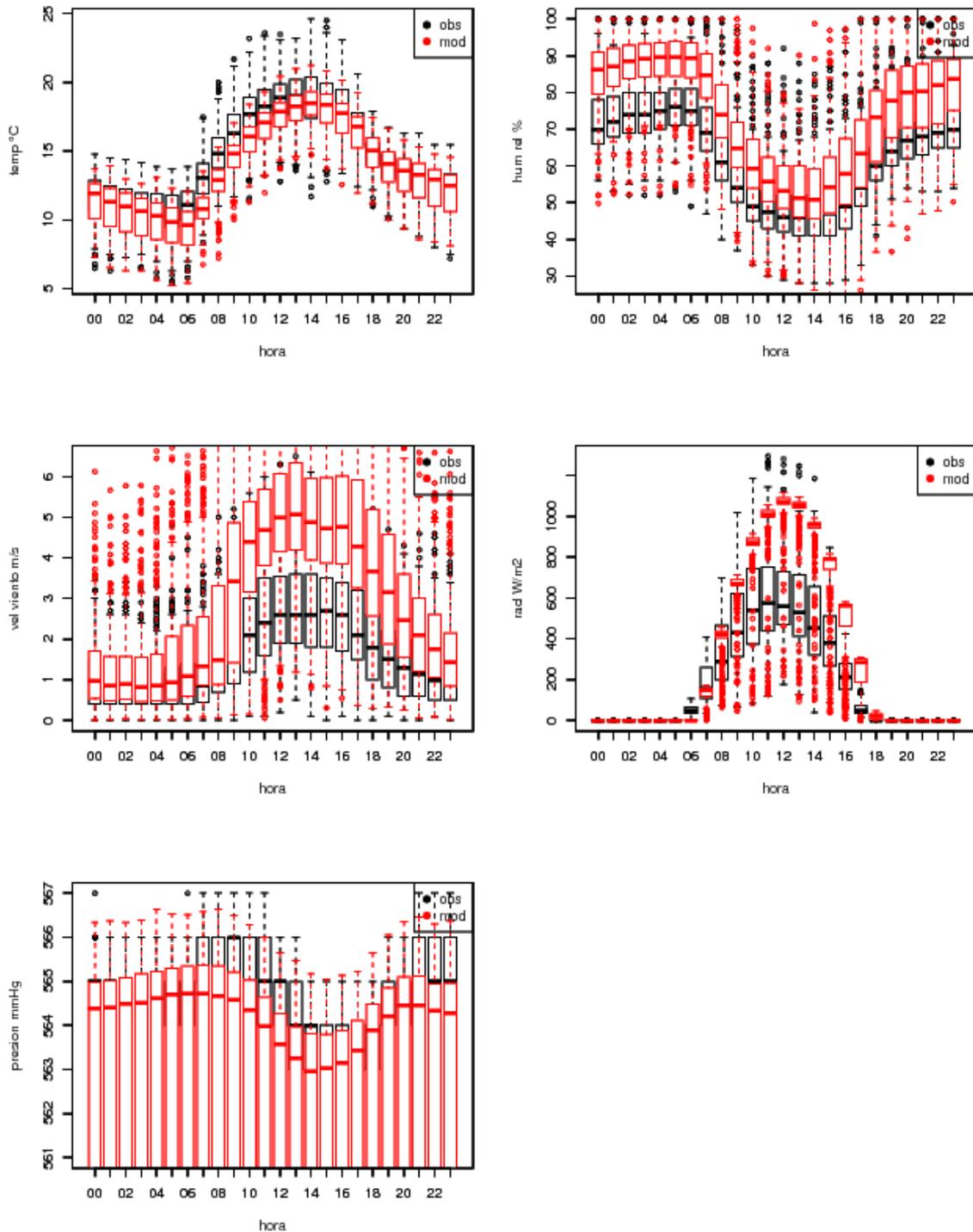


Figura 35. Box Plot parámetros meteorológicos – Agosto 2017

En términos de precipitación (ver Tabla 14) la validación se realiza con tablas de contingencia como variable categórica (llover – no llover). Los resultados indican que este mes, aunque se aumentó el

BIAS, hubo mejores resultados en términos de percent correct y, lo que es más importante, hubo una mejor Probabilidad de detección de lluvias (POD), lo que indica que el modelo este mes simuló bien los pocos eventos de lluvia sobre la ciudad.

Tabla 14. Datos estadísticos de Precipitación por estación - agosto 2017

ESTACIÓN	THREAT SCORE	POD	FAR	PERCENT CORRECT	BIAS
Carvajal-Sevillana	0.54	0.88	0.42	0.58	1.53
Centro de Alto Rendimiento	0.48	0.76	0.43	0.55	1.35
Guaymaral	0.39	0.61	0.48	0.45	1.17
Kennedy	0.52	0.78	0.39	0.58	1.28
Las Ferias	0.46	0.79	0.48	0.58	1.5
MinAmbiente	0.48	0.75	0.43	0.58	1.31
Puente Aranda	0.52	0.87	0.44	0.58	1.56
San Cristóbal	0.54	0.74	0.33	0.61	1.11
Suba	0.33	0.67	0.6	0.48	1.67
Tunal	0.54	0.78	0.36	0.61	1.22
Usaquén	0.39	0.6	0.47	0.55	1.13

## 10.2. MODELO CMAQ

A partir de los datos medidos en las estaciones de la RMCAB, se realizó una validación del modelo fotoquímico CMAQ para los contaminantes PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y CO.

Para el material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), se realizó el diagrama de Taylor para los promedios diarios, dado que éstos valores son los que se comparan con la normatividad actual. Para PM<sub>10</sub>, el modelo tiene una correlación de Pearson cercana a 0.6, adicionalmente, el modelo presenta un RMSE cercano a 20 µg/m<sup>3</sup>; Por otro lado, para PM<sub>2.5</sub> el modelo tiene una correlación con respecto a los datos observados de 0.55, con un RMSE de 10 µg/m<sup>3</sup>.

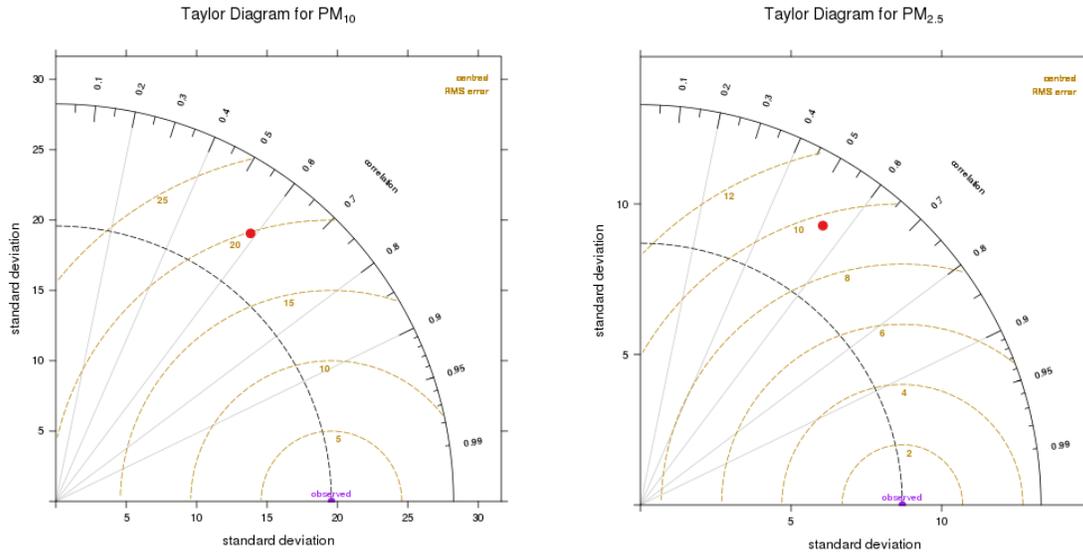
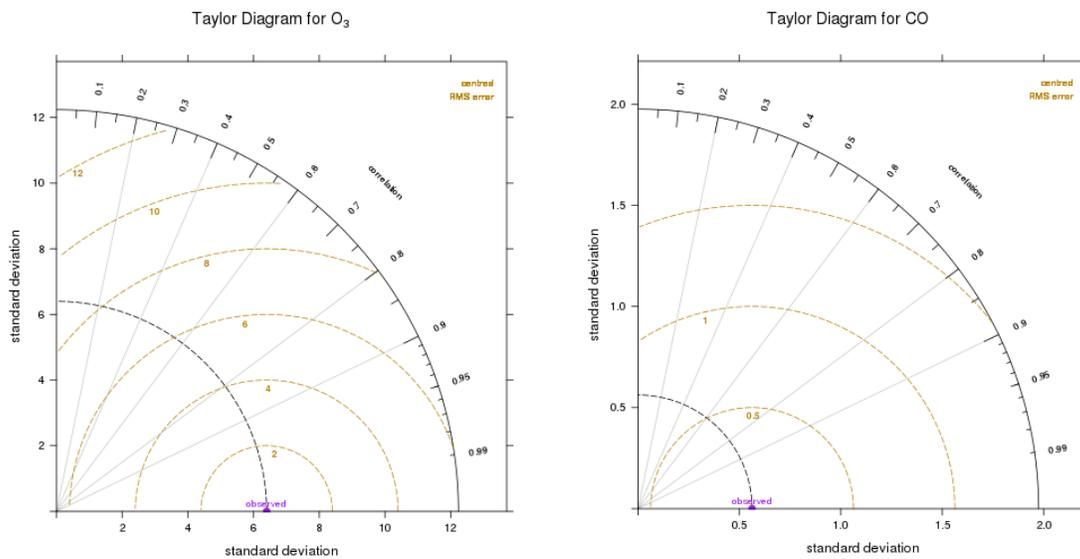


Figura 36. Diagramas de Taylor para material particulado en métrica diaria

En cuanto a los gases, el ozono es el que mejor se representa en métrica horaria por el modelo con un RMSE menor a 10 ppb; para los gases, no se muestra el punto de modelado, ya que la correlación fue negativa y el punto esta fuera del área del gráfico.



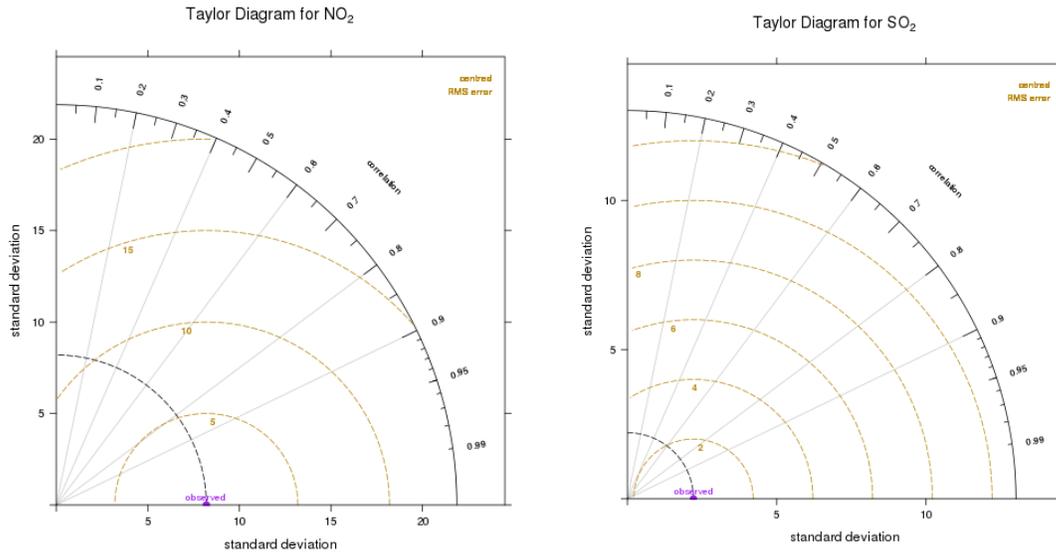


Figura 37. Diagramas de Taylor para NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>, en métrica horaria

Dado que el material particulado es el contaminante más crítico en la ciudad, se presentan en la Tabla 15 los valores de sesgos (bias), los cuales muestran el comportamiento promedio de los sesgos del modelo para el mes de agosto, por estación. De esta tabla se puede concluir que las estaciones de CDAR, Carvajal-Sevillana y Guaymaral, es donde ocurren las mayores sobrestimaciones por parte del modelo, mientras que el modelo tiende a subestimar las concentraciones en las estaciones de Suba y Usaquén, principalmente.

Tabla 15. Sesgos en los promedios diarios de material particulado determinados para agosto por el modelo (IC 95%).

Estación	Sesgo diario PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Sesgo diario PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Carvajal	11 ± 49	-6 ± 24
CDAR	13 ± 26	10 ± 16
Guaymaral	11 ± 23	1 ± 11
Kennedy	1 ± 36	-3 ± 19
Las Ferias	1 ± 23	1 ± 13
MinAmbiente	3 ± 14	2 ± 8
Puente Aranda	9 ± 36	9 ± 19
San Cristóbal	-11 ± 9	-2 ± 10
Suba	-30 ± 30	-8 ± 9
Tunal	1 ± 34	-3 ± 20
Usaquén	-13 ± 16	-5 ± 6

## ANEXOS

### A. Características de las estaciones de la RMCAB y métodos de referencia

Tabla 16. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Característica	Guaymaral (Escuela de Ingeniería)	Usaquén (Bosque)	Suba (Corpas)	Bolivia	Las Ferias (Carrefour Calle 80)	Centro de Alto Rendimiento (Parque Simón Bolívar / IDRD)	Min. Ambiente (Sagrado Corazón)	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal	Móvil	
Ubicación	Latitud	4°47'1.52"N	4°42'37.26"N	4°45'40.49"N	4°44'9.12"N	4°41'26.52"N	4°39'30.48"N	4°37'31.75"N	4°37'54.36"N	4°37'30.18"N	4°35'44.22"N	4°34'34.41"N	4°34'21.19"N	---
	Longitud	74°2'39.06"W	74°1'49.50"W	74° 5'36.46"W	74°7'33.18"W	74°4'56.94"W	74°5'2.28"W	74°4'1.13"W	74°7'2.94"W	74°9'40.80"W	74°8'54.90"W	74°7'51.44"W	74°5'1.73"W	---
	Altitud	2580 m	2570 m	2571 m	2574 m	2552 m	2577 m	2621 m	2590 m	2580 m	2563 m	2589 m	2688 m	---
	Altura del suelo	0 m	10 m	6 m	0 m	0 m	0 m	15 m	10 m	3 m	3 m	0 m	0 m	
	Localidad	Suba	Usaquén	Suba	Engativá	Engativá	Barrios Unidos	Santa Fe	Puente Aranda	Kennedy	Kennedy	Tunjuelito	San Cristóbal	---
	Dirección	Autopista Norte # 205-59	Carrera 7B Bis # 132-11	Carrera 111 # 159A-61	Avenida Calle 80 # 121-98	Avenida Calle 80 # 69Q-50	Calle 63 # 59A-06	Calle 37 # 8-40	Calle 10 # 65-28	Carrera 80 # 40-55 sur	Autopista Sur # 63-40	Carrera 24 # 49-86 sur	Carrera 2 Este # 12-78 sur	---
	Tipo de zona	Suburbana	Urbana	Suburbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana
	Tipo de estación	Tráfico	Tráfico	Tráfico	---	Tráfico	De fondo	Tráfico	Industrial	Tráfico	Tráfico Industrial	Tráfico	De fondo	
	Localización toma muestra	Zona Verde	Azotea	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	
	Altura punto de muestra	4 m	13 m	9 m	4.6 m	4.6 m	4.6 m	18 m	13 m	7 m	6 m	3 m	4 m	
Altura viento	10 m	19 m	10 m	10 m	10 m	10 m	19 m	20 m	10 m	13 m	10 m	10 m		
Var. Meteorológicas	PM <sub>10</sub>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	PM <sub>2.5</sub>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	O <sub>3</sub>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	NO <sub>x</sub>	X				X	X		X	X	X	X	X	X
	CO		X			X	X		X	X	X	X	X	X
	SO <sub>2</sub>			X			X		X	X	X	X		X
Var. Meteorológicas	V. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	D. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Temperatura	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X
	Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R. Solar	X					X			X		X	X	X
	H. Relativa	X				X	X			X		X	X	X
	Presión Atm.	X				X				X				X

Los métodos de medición utilizados por los equipos de la RMCAB se muestran en la Tabla 17. Estos métodos se encuentran descritos en el Título 40 del CFR (*Code of Federal Regulations*), los cuales están aprobados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos.

Tabla 17. Principios de medición de los equipos de la RMCAB y métodos de referencia EPA

Contaminante	Principio de Medición	Método de referencia EPA
PM <sub>10</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122
PM <sub>2.5</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0609-183
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087
NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088
SO <sub>2</sub>	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100

### B. Comportamiento horario de las concentraciones de PM<sub>10</sub>

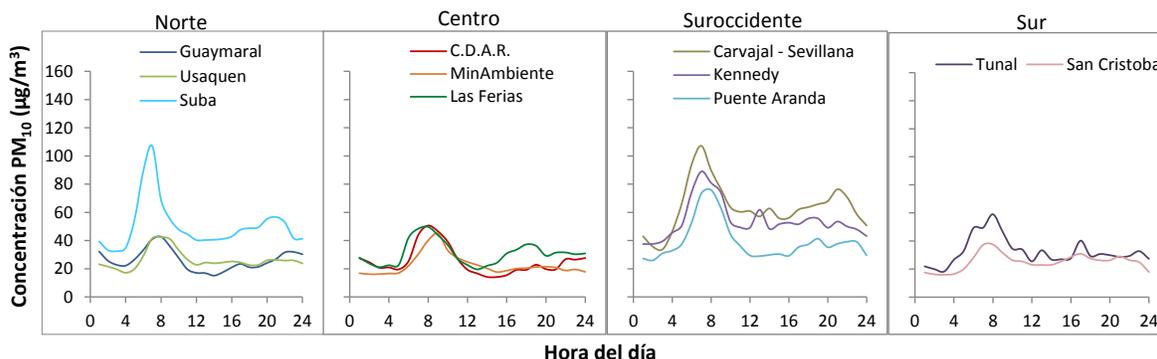


Figura 38. Comportamiento horario de PM<sub>10</sub> para agosto de 2017

### C. Comportamiento horario de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>

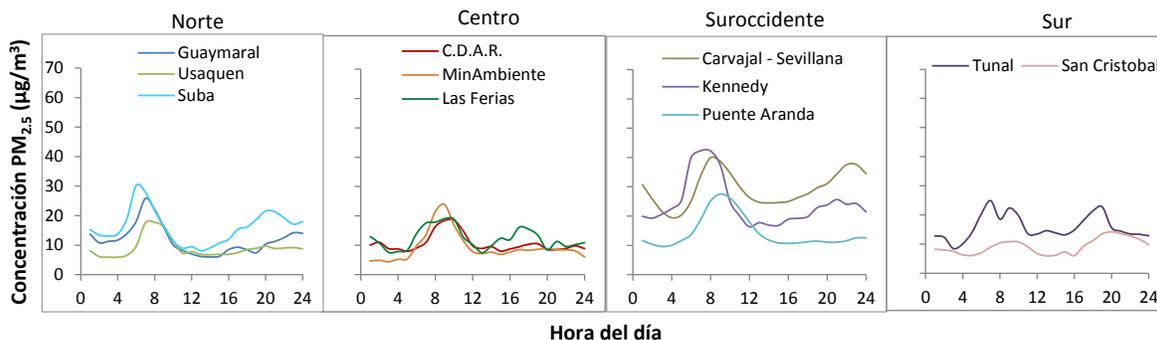


Figura 39. Comportamiento horario de PM<sub>2.5</sub> para agosto de 2017.

#### D. Comportamiento horario de las concentraciones de O<sub>3</sub>

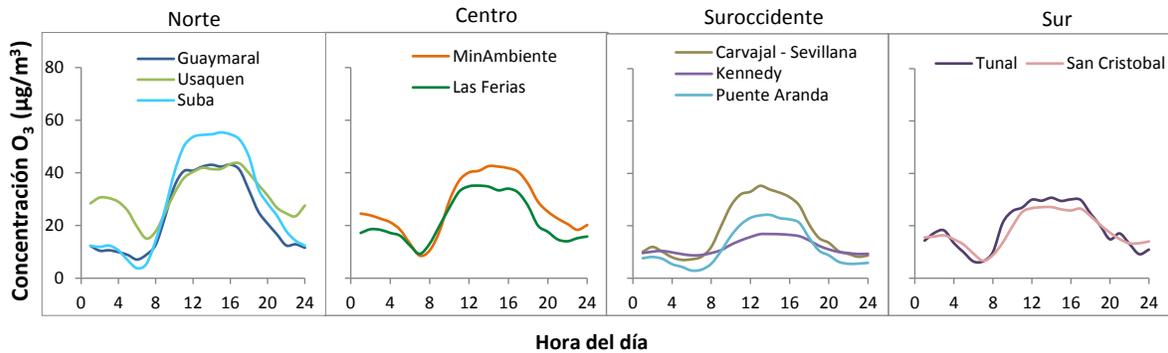


Figura 40. Comportamiento horario de O<sub>3</sub> para agosto 2017.

#### E. Comportamiento horario de las concentraciones de SO<sub>2</sub>

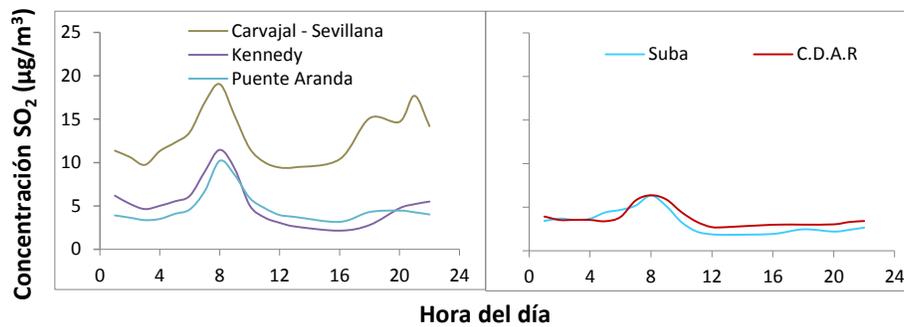


Figura 41. Comportamiento horario de SO<sub>2</sub> para agosto 2017.

#### F. Comportamiento horario de las concentraciones de NO<sub>2</sub>

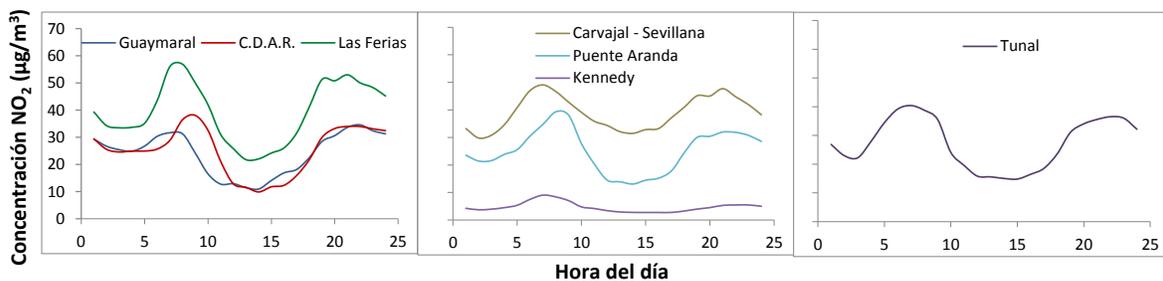


Figura 42. Comportamiento horario de NO<sub>2</sub> para agosto 2017.

### G. Comportamiento horario de las concentraciones de CO

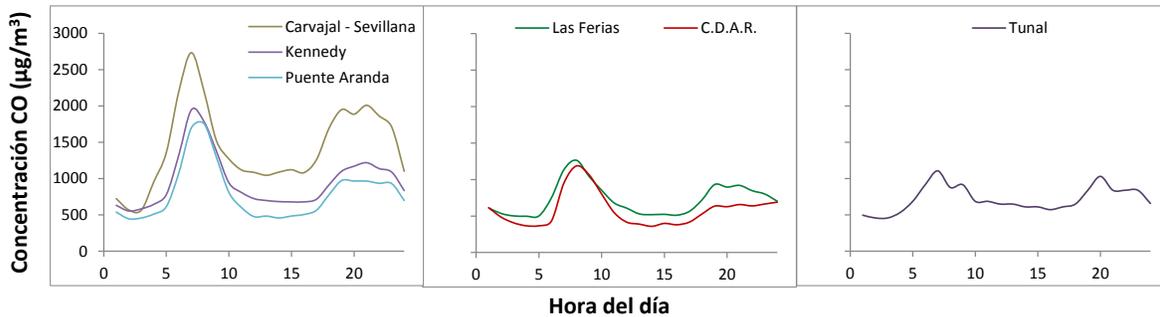


Figura 43. Comportamiento horario de CO para agosto 2017.

### H. Relación PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>

El cálculo de la relación de concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> 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 (PM<sub>2.5</sub>) 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 PM<sub>2.5</sub> en PM<sub>10</sub> fueron observadas las estaciones de Carvajal-Sevillana, Kennedy y Guaymaral, mientras que las menores en fueron observadas en Usaqué y Suba. La relación global para la ciudad fue de 0,40, lo que indica que la fracción gruesa tuvo mayor predominancia sobre la fracción fina a nivel ciudad para el mes de agosto de 2017. (Tabla 19)

Tabla 18. Relación PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> por estación - agosto de 2017.

Agosto 2017			
Estación	Promedio PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Promedio. PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Relación PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>
Guaymaral	12	26	0.45
Usaquén	9	27	0.35
Suba	16	50	0.32
Las Ferias	12	31	0.39
C.D.A.R.	10	26	0.40
MinAmbiente	9	23	0.41
Puente Aranda	14	40	0.36
Kennedy	25	54	0.45
Carvajal - Sevillana	29	64	0.46
Tunal	16	N.R.	N.A.
San Cristóbal	9	25	0.37

## I. Promedios ciudad para PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub>

En la Figura 44, Figura 45 y Figura 46 se muestran los promedios anuales acumulados a agosto de 2017 para PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, y O<sub>3</sub>, cuyos valores son de **40 µg/m<sup>3</sup>**, **18 µg/m<sup>3</sup>** y **18 µg/m<sup>3</sup>** respectivamente. Los valores reportados para PM<sub>10</sub>, y PM<sub>2.5</sub> se calculan con base en los datos diarios de concentración y el valor de O<sub>3</sub> reportado es calculado con base en la media móvil 8 horas hasta el mes de corte; es decir, los promedios reportados en agosto de 2017 corresponde al promedio de datos de concentración diaria (PM<sub>10</sub>, y PM<sub>2.5</sub>) y 8 horas (O<sub>3</sub>) de **243 días** (ocho meses) de las estaciones que tuvieron una captura de datos superior al 75%.

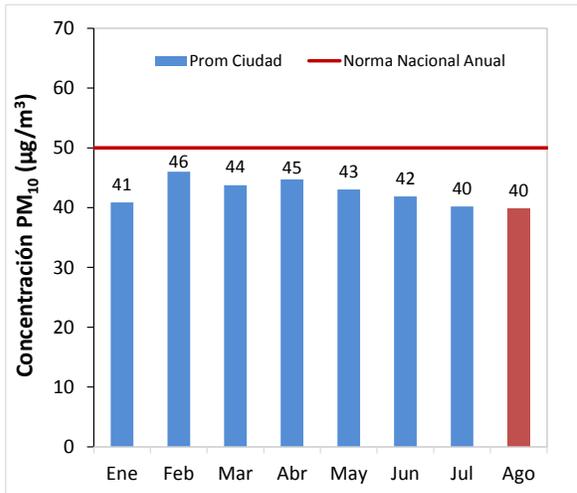


Figura 44. Promedio de PM<sub>10</sub> corte a agosto 2017

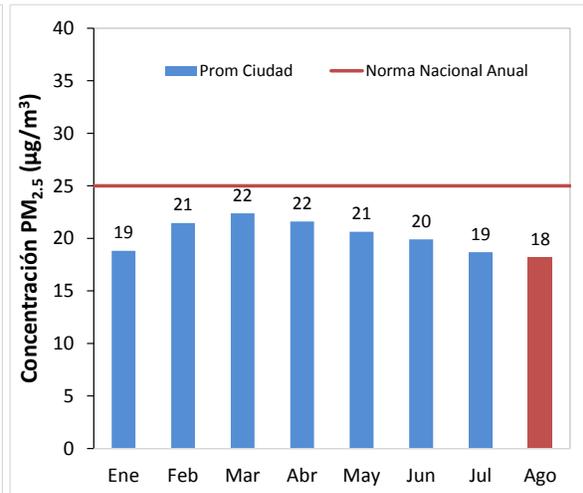


Figura 45. Promedio de PM<sub>2.5</sub> corte a agosto 2017

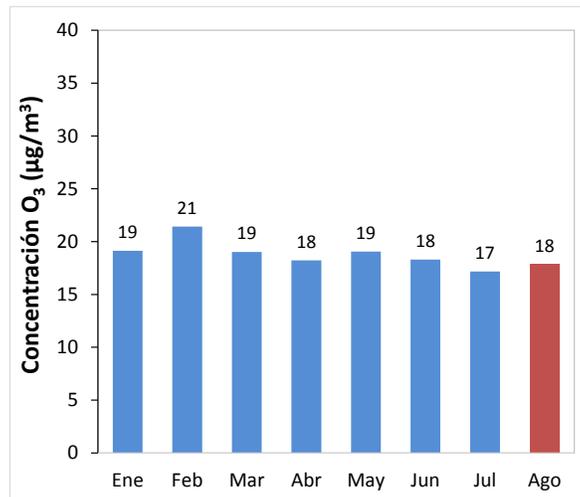


Figura 46. Promedio de O<sub>3</sub> corte a agosto 2017

### J. Velocidades del viento promedio Ciudad

La Figura 47 muestra el comportamiento de la velocidad media del viento diario durante el mes de agosto. Se observa que la velocidad media diaria estuvo alrededor de 1,7 m/s, con variaciones entre 1,3 m/s a 2,3 m/s.

En la Figura 48 se representa el perfil de la velocidad media horaria del viento en el mes de agosto. Las velocidades del viento promedio horas, en la madrugada, se promedió en 0,9 m/s a las 5 AM. En agosto la velocidad media máxima horaria (2,9 m/s) ocurrió entre la 1 PM y las 2 PM. Como se presentó anteriormente, en agosto las velocidades del viento fueron menores que en el mes de julio.

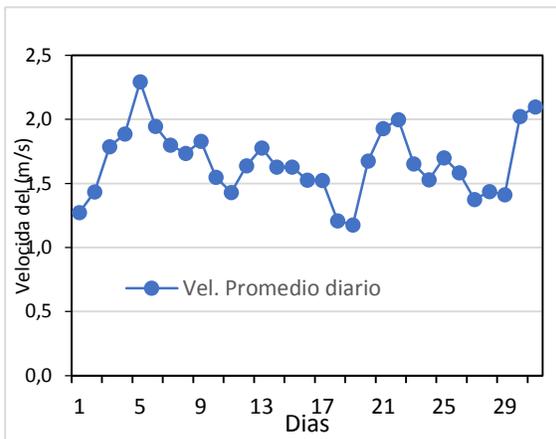


Figura 47 Velocidad media diaria del viento – agosto 2017

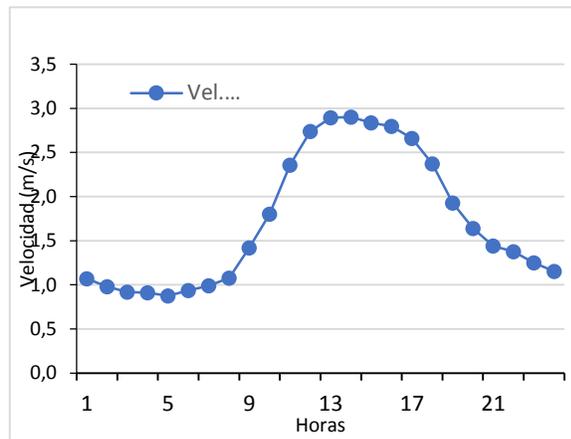
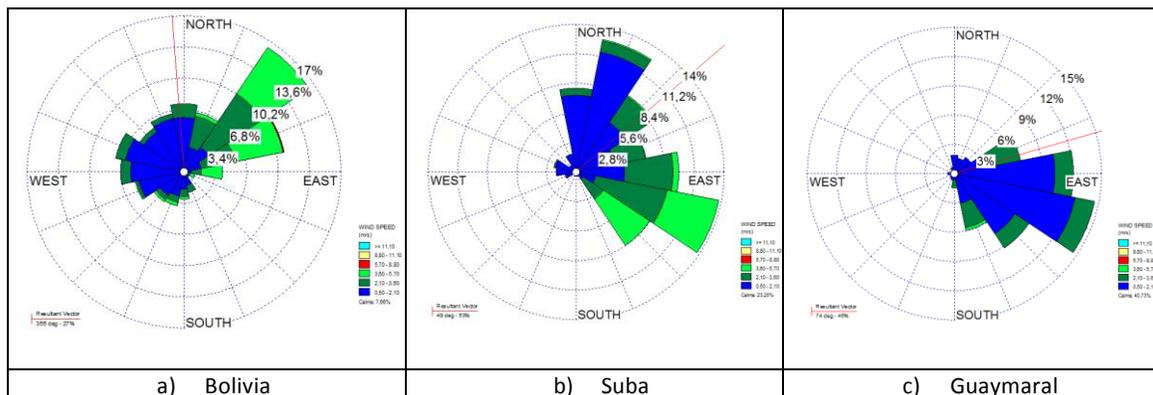


Figura 48. Perfil horario del viento – agosto 2017

### K. Rosas de viento consolidadas para agosto 2017



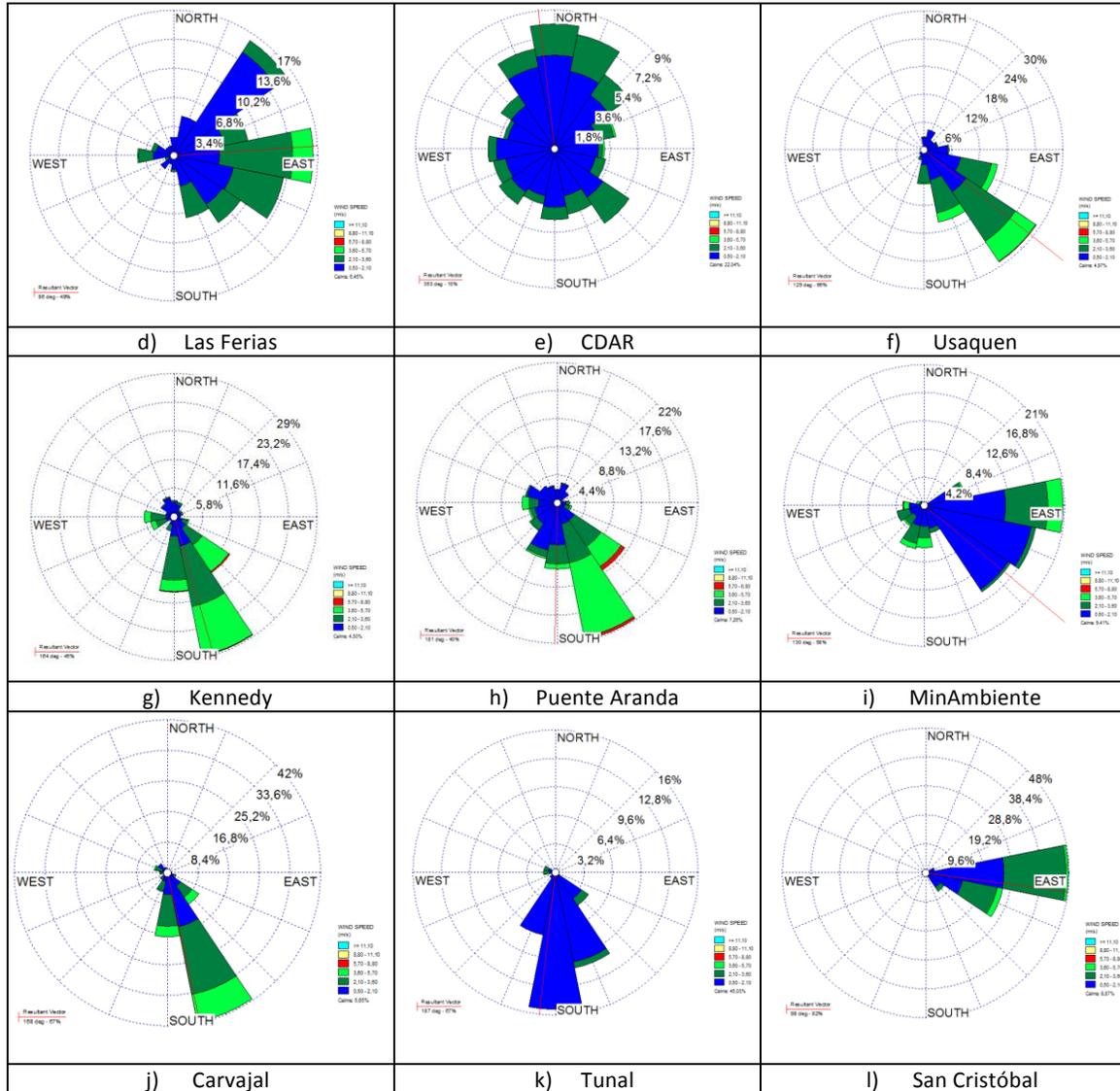


Figura 49. Rosas de viento - agosto 2017. a) Bolivia, b) Suba, c) Guaymaral, d) Las Ferias, e) C.D.A.R., f) Usaquén, g) Kennedy, h) Puente Aranda, i) MinAmbiente, j) Carvajal-Sevillana, k) Tunal, l) San Cristóbal.

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

En la Tabla 19 se observa el comportamiento de los promedios de velocidad y dirección del viento en cuatro fracciones del día para el mes de agosto: madrugada, mañana, tarde y noche. En las mañanas, ocurrieron velocidades del viento bajas como es de esperarse en ausencia de radiación solar. En las horas de la mañana no hubo el incremento esperado de la velocidad del viento. Ello confirma lo observado en la Figura 27, es decir velocidades muy bajas hasta las 10 am. En horas de la tarde, las velocidades del viento alcanzaron su máximo, con velocidades no mayores a 3,7 m/s. En julio fueron superiores. Ya en horas de la noche las velocidades del viento disminuyeron su fuerza, como es normal.

En las madrugadas del mes de agosto las direcciones se distribuyeron así: sector norte y cerros orientales de la ciudad (Usaquén, MinAmbiente, San Cristóbal) vientos del este; el sector noroccidente Suba y Guaymaral presentaron componente Noreste sesgada al Norte; en el suroccidente (Puente Aranda y Carvajal-Sevillana), vientos del Suroeste y del Sur, hacia el centro la componente fue oeste.

En las mañanas los vientos tuvieron predominio del este y noreste hacia el sector norte y noroccidente de la ciudad (Guaymaral, Bolivia y Suba). En el sector suroccidente, predominaron los vientos del sur y sureste. Los cerros orientales estuvieron influenciados por vientos del sureste y del este.

En las tardes, hacia el sector noroccidental (Guaymaral, Bolivia y Suba) predominaron vientos del este; hacia el sur occidente de la ciudad predominaron los vientos del sur, y hacia los cerros orientales (Usaquén, MinAmbiente, San Cristóbal) vientos del este y sur este, y hacia el centro de la ciudad vientos del noroeste.

En las horas de la noche, los vientos en el sector noroccidental (Guaymaral, Bolivia y Suba) noroeste, noreste y este. Hacia el sector noroccidental (Puente Aranda y Carvajal-Sevillana) predominaron vientos del sur y sureste; al largo de los cerros oriental (Usaquén, MinAmbiente, San Cristóbal) predominaron los vientos del este y en el centro geométrico de la ciudad, vientos del noroeste.

Tabla 19 Valores de velocidad promedio y de dirección del viento predominante en grupos horarios y diario en las estaciones de la RMCAB – agosto 2017.

Estación	Velocidad promedio del viento (m/s)				Dirección promedio del viento (°)			
	Madrugada (0-5)	Mañana (6-12)	Tarde (1-6)	Noche (7-11)	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche
Bolivia	1,1	2,1	3,3	1,5	294	2	73	323
Guaymaral	0,4	1,1	1,8	0,6	21	70	118	62
Usaquén	1,3	1,6	2,7	1,9	101	132	151	122
Suba	0,6	1,8	2,8	1,0	21	49	105	27
Las Ferias	1,1	1,6	2,3	1,4	35	83	125	82
C.D.A.R.	0,6	1,2	1,9	1,0	294	347	68	329
MinAmbiente	0,8	1,3	2,3	1,3	124	160	158	110
Puete Aranda	0,9	2,0	3,5	1,8	273	171	160	188
Kennedy	1,3	2,3	3,7	2,4	30	139	174	179
Carvajal - Sevillana	1,3	2,1	3,3	2,0	171	154	174	175
Tunal	0,3	0,7	1,3	0,5	203	183	179	193
San Cristóbal	1,5	1,4	2,3	1,7	89	93	106	97
<b>Promedio</b>	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>	<b>2,5</b>	<b>1,4</b>				

### M. Temperatura media, diaria y horaria Ciudad

El comportamiento de la temperatura diaria del mes de agosto no presentó variaciones considerables; el promedio mensual se mantuvo alrededor de  $14,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ . (Figura 50).

El perfil de la temperatura media horaria del mes de agosto, permiten observar que las temperaturas más bajas en horas de la madrugada fueron de  $10,5^{\circ}\text{C}$  alrededor de las 6 am, en tanto que las más altas de alcanzaron los  $18,9^{\circ}\text{C}$ , cerca de las 2 pm. (Figura 51).

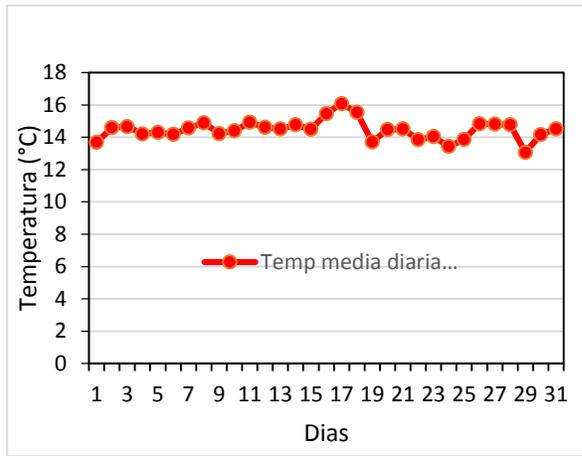


Figura 50. Temperatura media diaria – agosto 2017

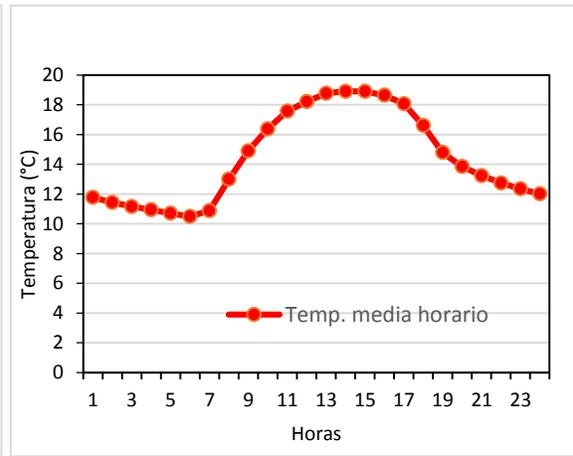


Figura 51. Perfil horario de la temperatura - agosto 2017

**FIN DEL INFORME**