

Junio 2019

Informe mensual de Calidad Del Aire en Bogotá

**Red de Monitoreo de Calidad
del Aire de Bogotá - RMCAB**

126PM04-PR84-M-3 V4.0

Estación Tunal



**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

Oscar Ferney López Espitia
Subsecretario General y de Control Disciplinario

Carmen Lucía Sánchez Avellaneda
Directora de Control Ambiental

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

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado de la RMCAB

Luis Álvaro Hernández González
Coordinador Técnico de la RMCAB

DAissy Lizeth Zambrano Bohórquez
Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Jesús Alberto Herrera Dallos
Grupo de Operación de la RMCAB

1 INTRODUCCIÓN

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB es propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA desde el año 1997, la cual realiza el monitoreo de los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se presenta el análisis de los datos registrados durante el mes de junio de 2019, teniendo en cuenta que se muestran los resultados que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75% del tiempo.

En la siguiente tabla se muestran las estaciones activas para el mes de junio de 2019, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas. La estación móvil no se encuentra en funcionamiento desde el 30 de mayo de 2019, debido a que se encuentra en revisión el proceso del suministro eléctrico necesario para el correcto funcionamiento de los equipos.

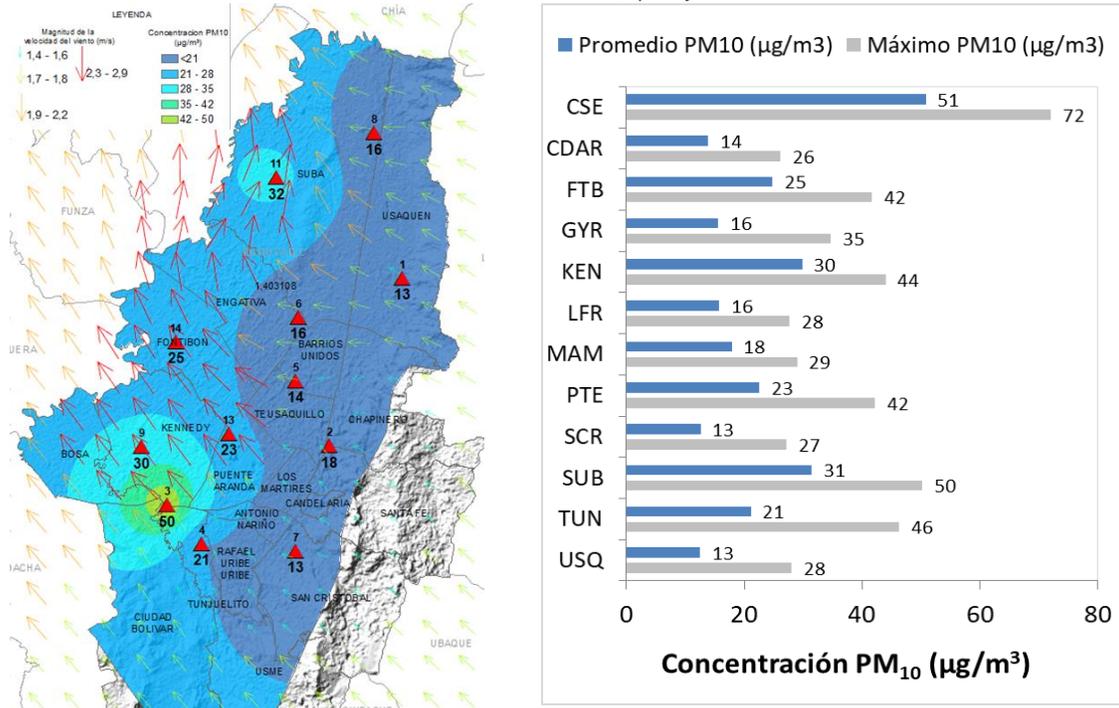
Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal	Bolivia
Abrev.	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MAM	FTB	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR	BOL
No. Estación	8	1	11	6	5	2	14	13	9	3	4	7	10

2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM₁₀ en el mes de junio de 2019, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

En este mes las concentraciones promedio mensual más altas se presentaron en el suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana (**50.8 µg/m³**) y Kennedy (**29.9 µg/m³**), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona oriental de la ciudad, en la estación San Cristóbal (**12.6 µg/m³**) y Usaquén (**12.6 µg/m³**). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a **72.1 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, y **50.3 µg/m³** en Usaquén. En este mes ningún registro diario sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³).

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para junio de 2019



Estación	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ
Prom. PM₁₀ (µg/m³)	50.8	13.8	24.8	15.6	29.9	15.8	17.9	22.6	12.6	31.4	21.2	12.6
Máx. PM₁₀ (µg/m³)	72.1	26.2	41.7	34.8	44.0	27.7	29.0	42.3	27.2	50.3	46.4	28.0
Excedencias 24h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Datos válidos (%)	87%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	93%	100%	100%	100%

La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ del mes comparadas con el valor máximo establecido por la norma nacional. De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en la zona suroccidental (Carvajal-Sevillana y Kennedy) y occidente (Fontibón), principalmente en la primera mitad del mes.

Las concentraciones diarias más bajas se observaron en la zona suroriental (San Cristóbal) y zona nororiental (Usaquén), en la tercera semana del mes. En junio se evidenció una disminución notable de las concentraciones en relación a los primeros meses del año, posiblemente por aumento en la velocidad del viento en horas del mediodía, y aumento de las precipitaciones hacia la tercera semana del mes, lo que contribuyó con la dispersión de los contaminantes. En el mes de junio de 2019 no se presentaron excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM₁₀ según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (75 µg/m³).

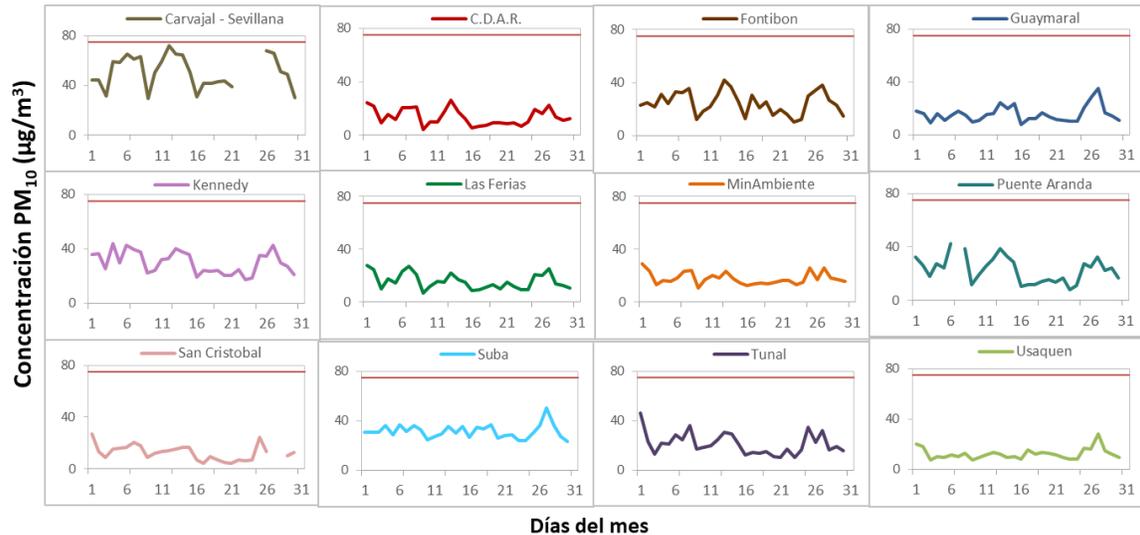


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para junio de 2019

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM₁₀ para el mes de junio en los últimos 4 años. Se observa que las concentraciones de 2019 son las más bajas del mismo mes para los últimos 4 años, y se observa en general una tendencia a la reducción de las concentraciones con el tiempo, aunque los registros más altos corresponden al año 2017. La estación Usaquén registró la mayor reducción en el 2019 con respecto al mes de junio del año anterior, con 14 µg/m³ de diferencia.

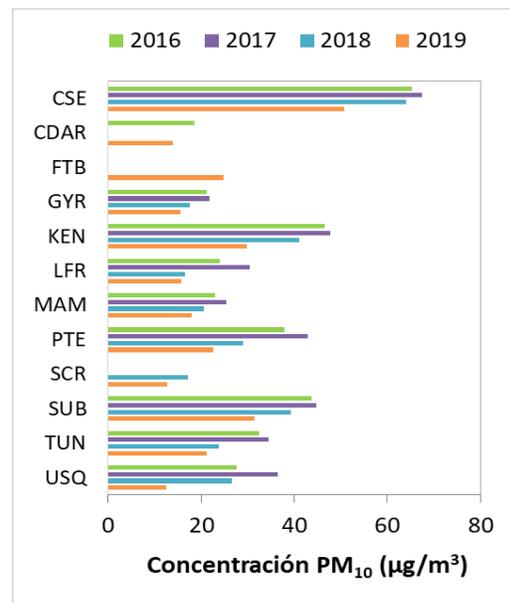


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM₁₀ (2016-2017-2018-2019) para los meses de junio

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

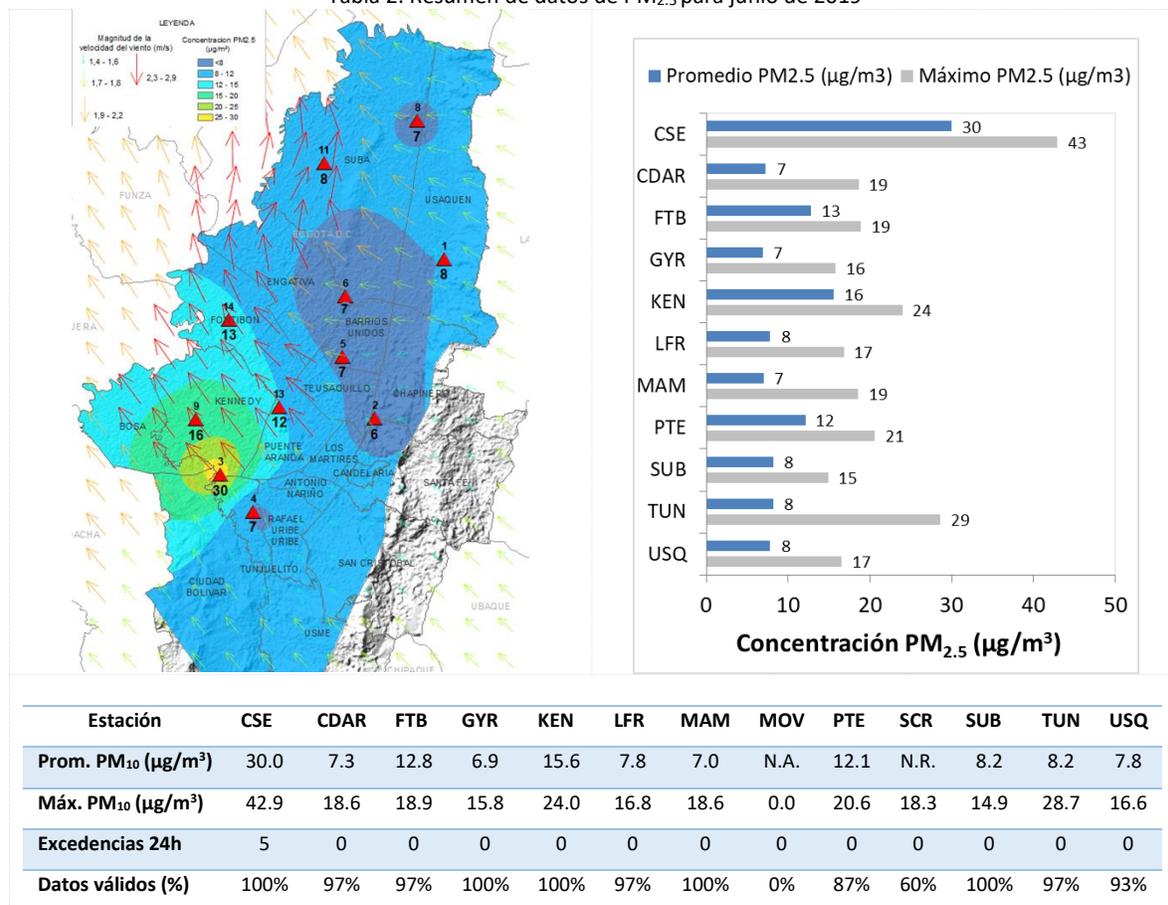
La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{2.5} en el mes de junio de 2019, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y el porcentaje

de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se evidencia que las concentraciones promedio mensual más altas se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en las estaciones Carvajal - Sevillana con **30.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** y Kennedy con **15.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ; mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte de la ciudad en Guaymaral con **6.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** y MinAmbiente con **7.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . La concentración máxima diaria de $\text{PM}_{2.5}$ más alta en el mes fue de **42.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **28.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en Tunal; la concentración máxima registrada en Carvajal-Sevillana excedió la norma nacional diaria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Cabe resaltar que los promedios mensuales se calcularon con base en los datos mayores a cero, dado que se registraron concentraciones bastante bajas durante el mes en estaciones como Las Ferias, Usaquén y Centro de Alto Rendimiento, sin embargo dichos datos se incluyeron dentro del porcentaje de datos válidos del mes.

Tabla 2. Resumen de datos de $\text{PM}_{2.5}$ para junio de 2019



La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de $\text{PM}_{2.5}$ comparadas con el nivel máximo permisible establecido por la norma nacional. 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), la primera semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona suroriental (San Cristóbal) y en la zona nororiental (Usaquén), en la tercera semana del mes. Al igual que en PM_{10} , se observa la reducción notable de las concentraciones en la segunda y tercera semanas del mes, influenciada por el aumento de la velocidad del viento hacia el mediodía, la mayor frecuencia de precipitaciones, y reducción de la flota vehicular por la temporada de vacaciones. En junio de 2019 se presentaron cinco (5) excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de $PM_{2.5}$ ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en la estación Carvajal-Sevillana.

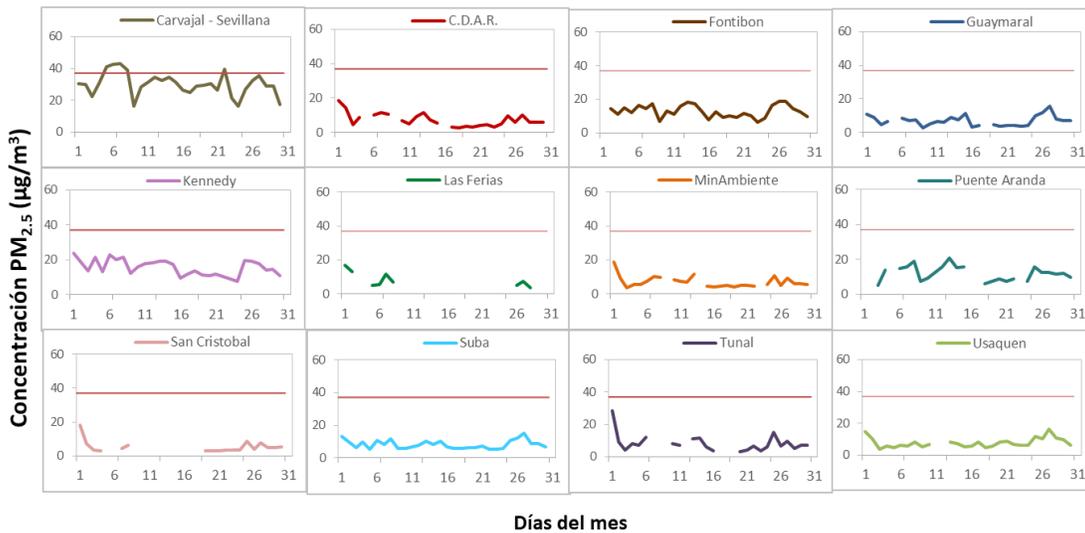


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias $PM_{2.5}$ para junio de 2019

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ para el mes de junio en los últimos 4 años. La estación Carvajal-Sevillana ha tenido los registros más altos de la ciudad durante este periodo ($34 \mu\text{g}/\text{m}^3$), siendo la concentración registrada en Carvajal para el mes de junio de 2019 la más alta en la ciudad, mientras que en otras estaciones hay una tendencia a la reducción de las concentraciones en el tiempo, en las estaciones Kennedy, Las Ferias, Puente Aranda y Tunal los registros más altos se obtuvieron en el 2016. En la estación Suba se registró la mayor disminución respecto al año anterior, con $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

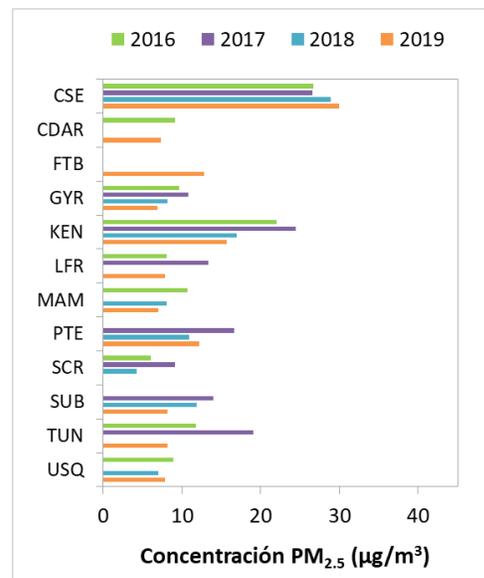


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ (2016-2017-2018-2019) para los meses de junio

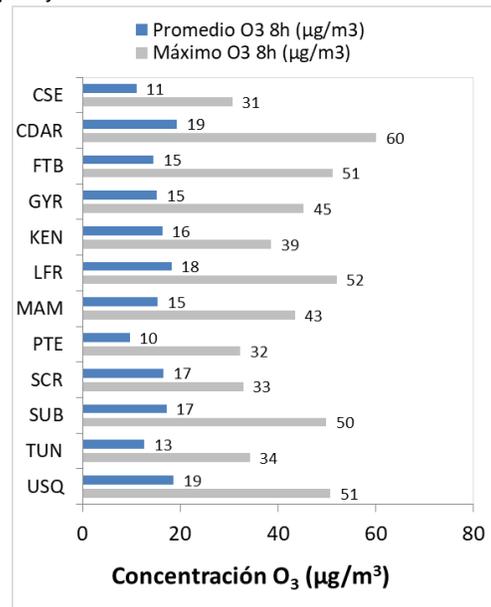
4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O₃). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono (O₃) en el mes de junio de 2019, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas, número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual con base en datos 8 horas se presentaron en la estación Centro de Alto Rendimiento con **19.360 µg/m³** y Usaquéen con **18.635 µg/m³**, mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona suroccidente, en las estaciones Puente Aranda con **9.703 µg/m³** y Carvajal - Sevillana con **11.061 µg/m³**. La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **60.184 µg/m³** en la estación Centro de Alto Rendimiento, seguida de **52.067 µg/m³** en la estación Las Ferias; las concentraciones máximas registradas en las estaciones no excedieron la norma nacional 8 horas (100 µg/m³).

Tabla 3. Resumen de datos de O₃ para junio de 2019

Est.	Prom. O ₃ (µg/m ³)	Máx. O ₃ (µg/m ³)	Exc. 8h	Datos válidos (%)
CSE	11.061	30.673	0	100%
CDAR	19.360	60.184	0	98%
FTB	14.573	51.184	0	100%
GYR	15.196	45.322	0	89%
KEN	16.343	38.651	0	100%
LFR	18.198	52.067	0	100%
MAM	15.372	43.483	0	100%
PTE	9.703	32.275	0	100%
SCR	16.641	32.913	0	100%
SUB	17.195	49.933	0	100%
TUN	12.712	34.286	0	100%
USQ	18.635	50.742	0	100%



La Figura 5 presenta el comportamiento de la captura de datos durante el mes de junio 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 O₃ se presentaron en las estaciones Usaquéen y Centro de Alto Rendimiento, en la segunda y tercera semanas; mientras que las concentraciones más bajas se observaron en el suroccidente, en las estaciones Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, en la primera mitad del mes. La reducción en las concentraciones puede haber sido influenciada por el cambio en el comportamiento de las variables meteorológicas, que incidió en la dispersión de los contaminantes, y por ende se puede generar menor cantidad de ozono. En

junio de 2019, no se registraron excedencias de los promedios 8 horas de concentración con respecto a la norma nacional 8 horas de O₃ según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (100 µg/m³).

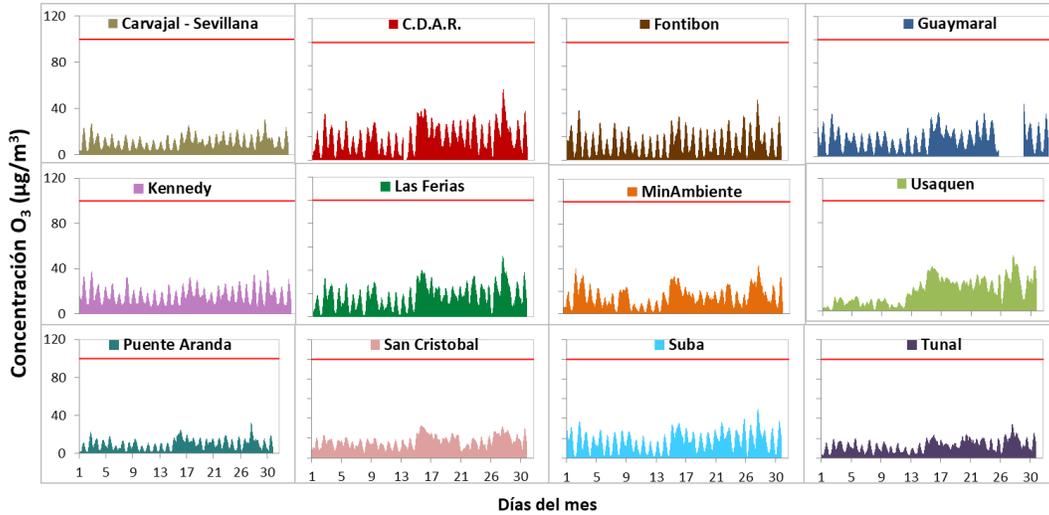


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para junio 2019 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ del mes de junio en los últimos 4 años. Se observa que en las estaciones MinAmbiente, San Cristóbal y Tunal las concentraciones más altas se registraron en el año 2018, y en la estación Usaquén en el año 2016.

La estación Tunal registró la mayor reducción en relación al mismo mes del año anterior con 11 µg/m³, mientras que el mayor aumento se obtuvo en la estación Las Ferias con 9 µg/m³ sobre el valor del 2018.

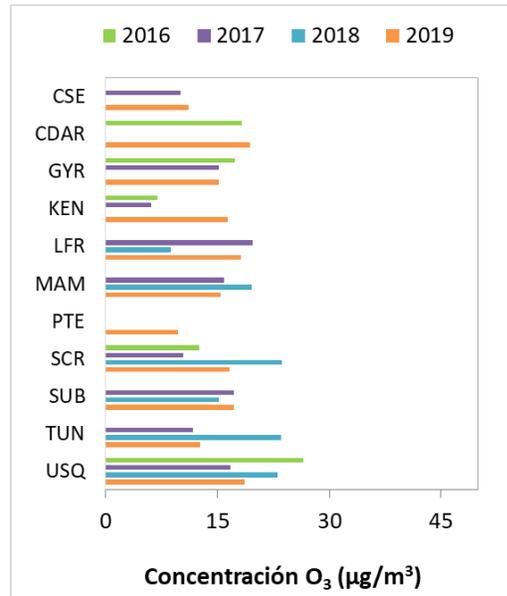
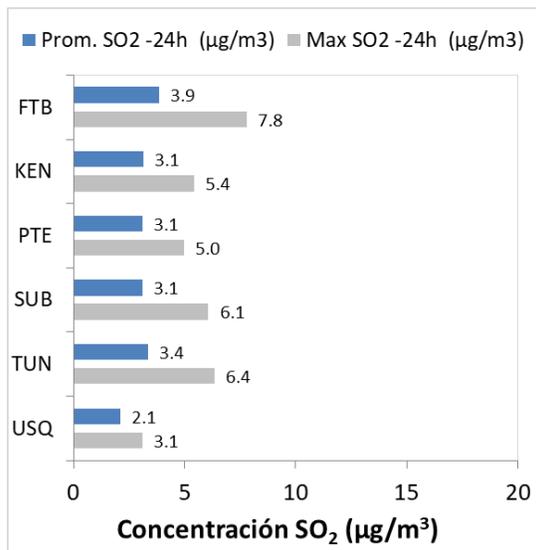


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2016-2017-2018-2019) para los meses de junio

5 COMPORTAMIENTO DIARIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE SO₂, NO₂, CO.

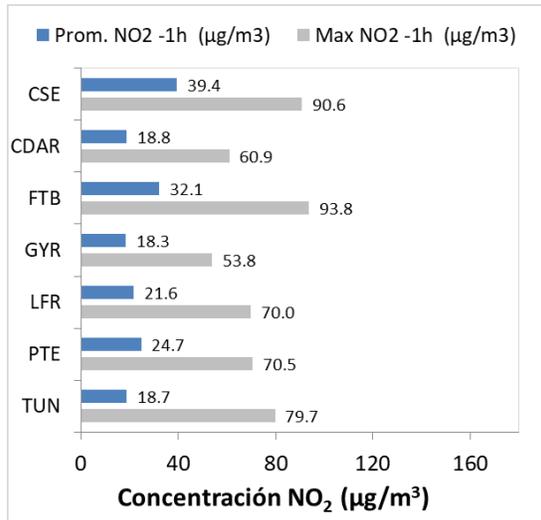
La Tabla 4, Tabla 5, y Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), correspondientes al mes de junio de 2019. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el mes de junio de 2019, e históricamente las concentraciones se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017 del MADS) en sus respectivos tiempos de exposición. Adicionalmente, la afectación a la salud pública causada por los efectos potenciales de estos contaminantes es menor que la generada por el material particulado y el ozono.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂, junio 2019.



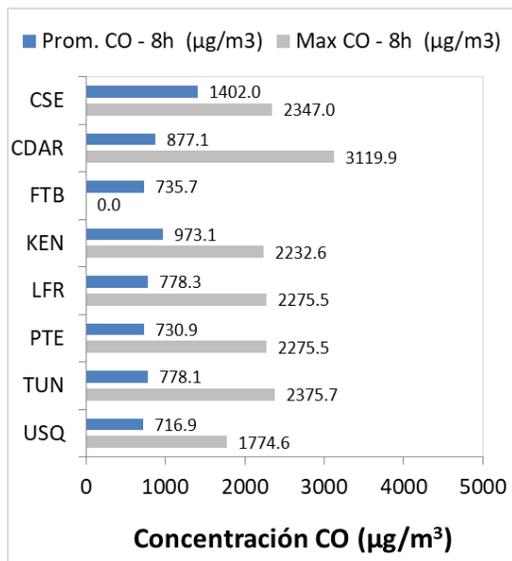
Est.	Prom. SO ₂ (µg/m ³)	Máx. SO ₂ (µg/m ³)	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE*	12.1	17.0	0	0	17%
CDAR*	1.1	2.1	0	0	67%
FTB	3.9	7.8	0	0	100%
KEN	3.1	5.4	0	0	100%
PTE	3.1	5.0	0	0	100%
SUB	3.1	6.1	0	0	97%
TUN	3.4	6.4	0	0	100%
USQ	2.1	3.1	0	0	100%

Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO₂, junio 2019.



Est.	Prom. NO ₂ (µg/m ³)	Máx. NO ₂ (µg/m ³)	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	39.4	90.6	0	87%
CDAR	18.8	60.9	0	99%
FTB	32.1	93.8	0	100%
GYR	18.3	53.8	0	99%
KEN	N.A.	N.R.	0	0%
LFR	21.6	70.0	0	99%
PTE	24.7	70.5	0	100%
TUN	18.7	79.7	0	97%

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO, junio 2019.



Est.	Prom. CO (µg/m ³)	Máx. CO (µg/m ³)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	1402.0	2347.0	0	0	100%
CDAR	877.1	3119.9	0	0	86%
FTB	735.7	N.R.	0	0	100%
KEN	973.1	2232.6	0	0	100%
LFR	778.3	2275.5	0	0	100%
MOV	N.A.	N.R.	0	0	0%
PTE	730.9	2275.5	0	0	83%
TUN	778.1	2375.7	0	0	94%
USQ	716.9	1774.6	0	0	100%

5.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 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 y que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un momento determinado, sin embargo, puede ser calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer la importancia en términos de afectación para cada uno.

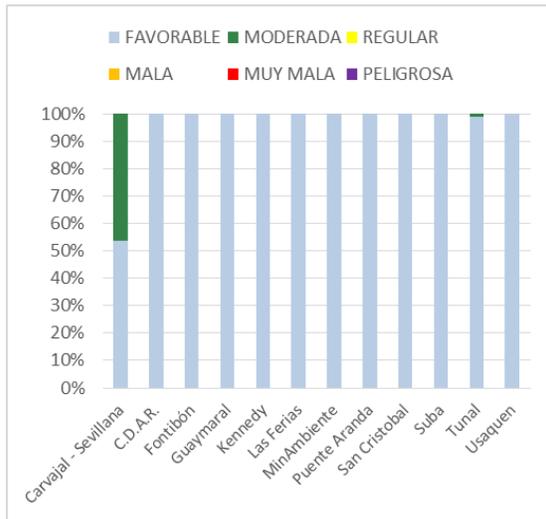


Figura 7. IBOCA para PM₁₀ por estación en junio 2019

La Figura 7 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo registrados en el mes de junio. Se observa que predomina la categoría “favorable” en la mayoría de las estaciones, la categoría “moderada” solo se registró en la estación Carvajal-Sevillana durante un 47% del mes, registrando la condición más desfavorable de calidad del aire

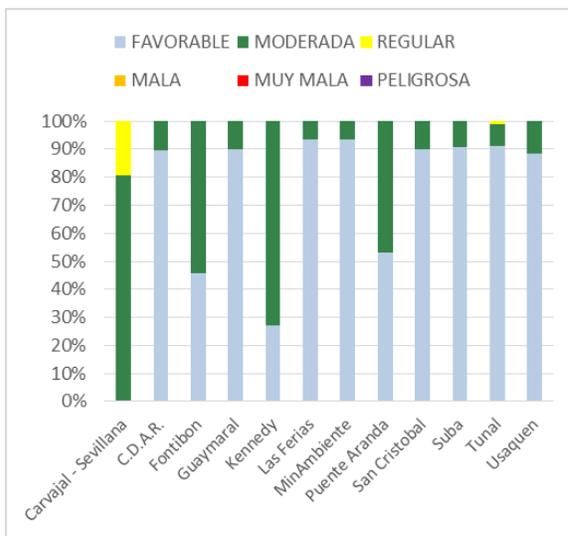


Figura 8. IBOCA para PM_{2.5} por estación en junio 2019

La Figura 8 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones PM_{2.5} de 24 horas en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de junio predominan las categorías “moderada” y “favorable”. La estación Carvajal-Sevillana presentó el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición “moderada” durante el 81% del mes, “regular” el 19% del tiempo, mientras que las estaciones MinAmbiente y Las Ferias presentaron el mejor estado de la calidad del aire con una condición “favorable” el 93% del mes y “moderada” el 7% del tiempo.

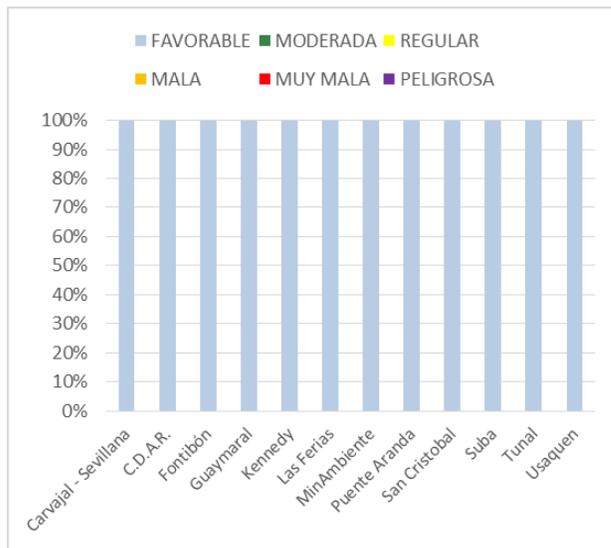


Figura 9. IBOCA para O₃ por estación en junio 2019

La Figura 9 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada una de las estaciones de monitoreo. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB, con un 100% del tiempo del mes de junio.

6. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

Históricamente el mes de junio representa la transición entre el primer periodo de lluvias del año y el segundo periodo seco del mismo en la Sabana de Bogotá. De allí, que durante este mes se haya evidenciado un descenso en los acumulados de precipitación. Sin embargo, durante el mes de junio se presentaron acumulados importantes de precipitación, sobre todo en el sector de Kennedy donde el total acumulado alcanzó los 140 mm durante el mes, como se observa en la Figura 10. Es importante anotar que en junio de 2018 este acumulado solo alcanzó los 80 mm de lluvia en el sector de Kennedy. Asimismo, en mayo de 2019 esta estación registró los mayores acumulados. Estos eventos revisten importancia en la medida que las lluvias contribuyen con el arrastre de partículas o aerosoles en la atmosfera, favoreciendo la limpieza de la ciudad por lavado atmosférico. Más aun cuando es uno de los sectores con mayores niveles de contaminación de la ciudad.

Adicionalmente, se registraron lluvias importantes en los sectores de Bolivia y San Cristóbal, aunque en este último, por el número de días registrados frente al total acumulado, se podría deducir que posiblemente las lluvias no fueron intensas. Es deducible además, que espacialmente las lluvias no solo fueron frecuentes, sino generalizadas en gran parte la ciudad, con más de 20 días con lluvia en 10 de las 11 estaciones que cumplieron con el criterio de representatividad temporal; sin embargo, en 8 de ellas sus acumulados fueron relativamente bajos, los cuales no contribuyen eficientemente con el lavado atmosférico. Ver Tabla 7. Se debe anotar que las estaciones sin datos, no cumplieron con el criterio de representatividad temporal.

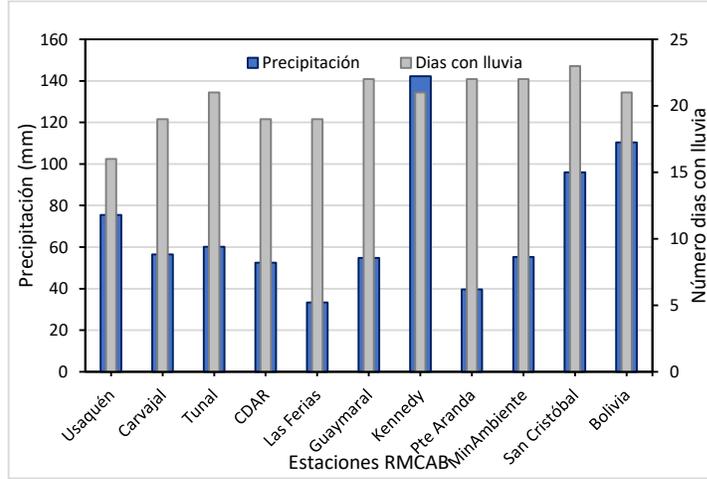


Figura 10 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (junio-2019).

Tabla 7 Precipitación acumulada media mensual por estaciones y número de días con lluvia (junio -2019)

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
Usaquén	76	16
Carvajal	56	19
Tunal	60	21
CDAR	53	19
Las Ferias	33	19
Guaymaral	55	22
Kennedy	142	21
Suba	108	17
Puente Aranda	40	22
MinAmbiente	55	22
San Cristóbal	96	23
Móvil 7ma	No Data	No Data
Bolivia	110	21
Fontibón	No Data	No Data

7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Durante el mes de junio se observa una importante disminución de la temperatura del aire en la ciudad, sobre todo en hacia el suroriente de la ciudad, aunque se destaca todo el norte donde las temperaturas fueron superiores durante el mes de mayo (alrededor de entre 15,0 °C a 15,1 °C). Esta reducción, puede estar asociada a las lluvias frecuentes y espacialmente generalizadas durante el mes de junio. Ver Figura 11

En cuanto a los valores extremos, se observa una mayor amplitud térmica hacia los sectores de Tunal y CDAR y Guaymaral. Estas variaciones fuertes variaciones de valores bajos de temperatura, con altos incrementos, posiblemente se traducen en pulsos energéticos que propician la turbulencia de la atmosfera y los procesos de mezcla. Ver Tabla 11 y Figura 12.

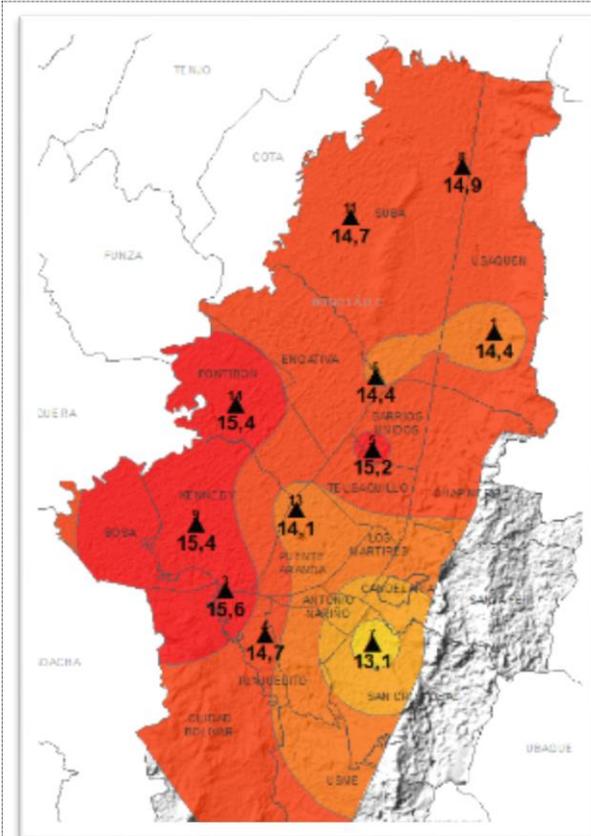


Figura 11. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – (junio 2019)

Tabla 8. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima absolutas por estaciones y promedio ciudad. junio 2019

Estación	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)
Usaquén	8,6	21,8	14,4
Carvajal	11,0	22,6	15,6
Tunal	7,5	25,8	14,7
CDAR	7,4	23,9	15,2
Las Ferias	9,6	21,0	14,4
Guaymaral	5,8	23,0	14,9
Kennedy	11,2	23,7	15,4
Suba	7,1	23,7	14,7
Puente Aranda	10,4	20,3	14,1
MinAmbiente	No Data	No Data	No Data
San Cristóbal	7,6	19,9	13,1
Móvil 7ma	No Data	No Data	No Data
Bolivia	No Data	No Data	No Data
Fontibón	10,7	21,6	15,4
Promedio	8,8	23,0	14,8

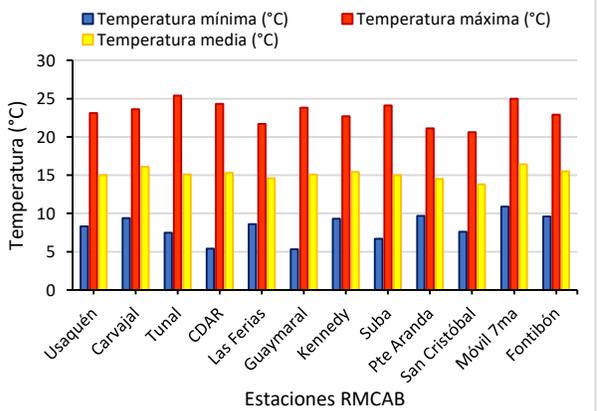


Figura 12. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones (junio 2019)

8. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.

Durante el mes de junio se observó un incremento en las velocidades del viento, con respecto al mes anterior. Se nota que hacia el flanco occidental de la ciudad los vientos se incrementaron con velocidades de entre 2,5 m/s en el sector de Suba a 2,8 m/s en Puente Aranda; en mayo Suba registró un promedio de 1,1 m/s. Esta situación favorece la reducción de la contaminación atmosférica en la ciudad, sobre todo con vientos del este, los cuales no solo los mezclan, sino que los transportan fuera de la ciudad haciéndola más limpia. Ver Figura 13 y la Figura 15.

Durante este mes se presentaron velocidades extremas de la velocidad del viento las cuales alcanzaron magnitudes de hasta 10 m/s, hacia el sector de la estación de MinAmbiente, velocidades poco frecuentes la ciudad, pero muy favorables para la depuración de la atmósfera. Ver Tabla 9. Estas velocidades extremas registradas en la estación de MinAmbiente, se hacen visibles en las rosas del viento. Ver Figura 15 I).

En cuanto a dirección del viento se refiere, el promedio vectorial permite deducir un claro predominio de vientos del sureste al sur de la ciudad y un predominio más generalizado de los vientos del este a lo largo de los cerros. Sin embargo, se observa una ligera divergencia del flujo hacia el sector de Suba y Bolivia, los cuales adoptaron una componente sur como se observa en la Figura 13.

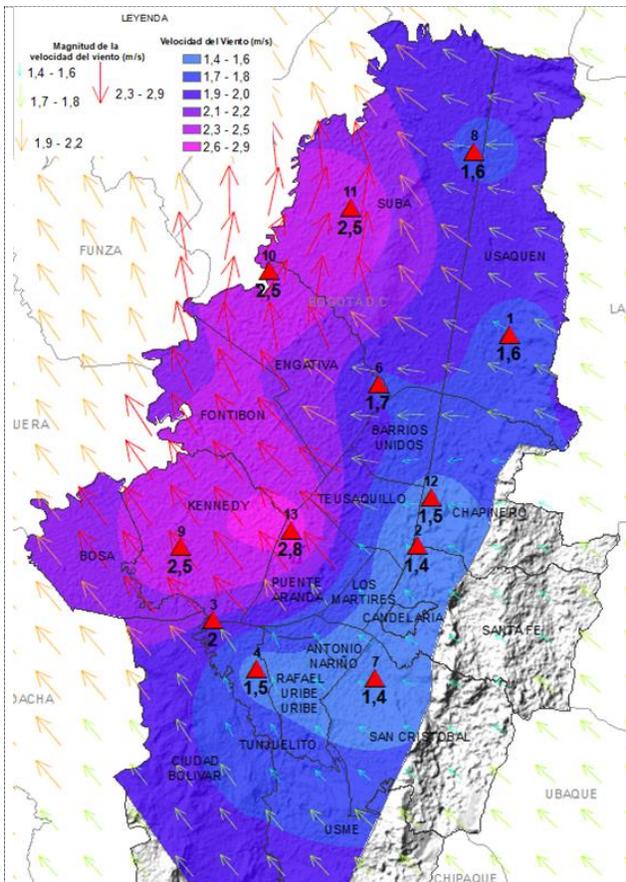


Figura 13. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – (junio 2019)

Tabla 9. Velocidades reportadas para junio de 2019

Estación	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. media
Usaquén	0,1	5,9	1,6
Carvajal	0,1	6	2
Tunal	0,1	3,6	1,5
CDAR	0	3,8	1,3
Las Ferias	0,1	4,4	1,7
Guaymaral	0,6	4,9	1,6
Kennedy	0,1	8	2,5
Suba	0	5,1	1,5
Puente Aranda	0,2	8	2,8
MinAmbiente	0,1	10,2	1,4
San Cristóbal	0	5,5	1,4
Móvil 7ma	No Data	No Data	No Data
Bolivia	0	6,6	2,5
Fontibón	No Data	No Data	No Data
Promedio Ciudad	0,1	6,5	2,0

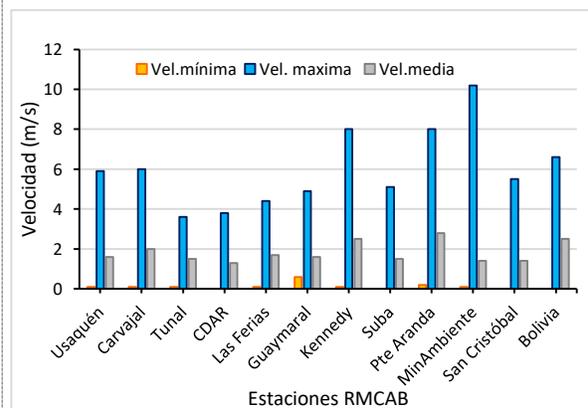
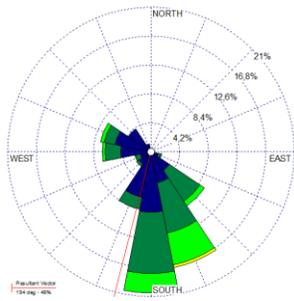
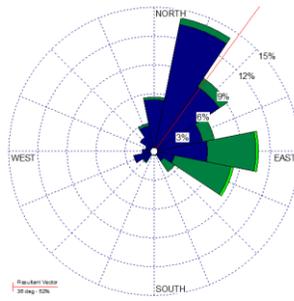


Figura 14 Velocidad del viento media, máxima y mínima absoluta por estación – (junio 2019)

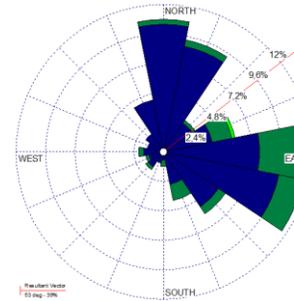
Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual-SCAAV
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB



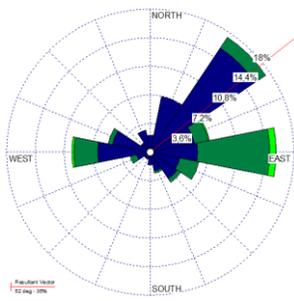
a) Bolivia



b) Suba

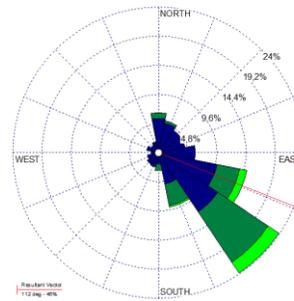


c) Guaymaral



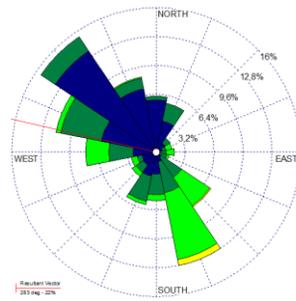
d) Las Ferias

N.A



f) Usaquén

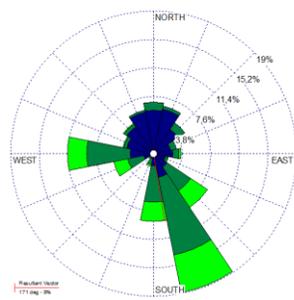
N.A



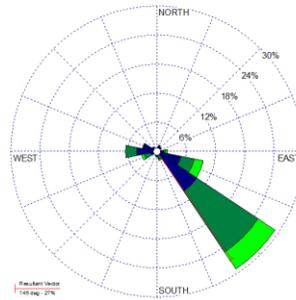
h) CDAR

N.A

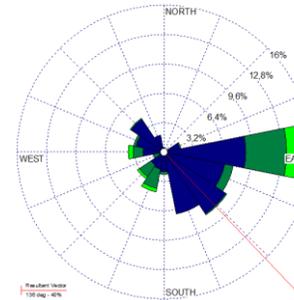
g) Fontibón



h) Puente Aranda



i) Móvil 7ma



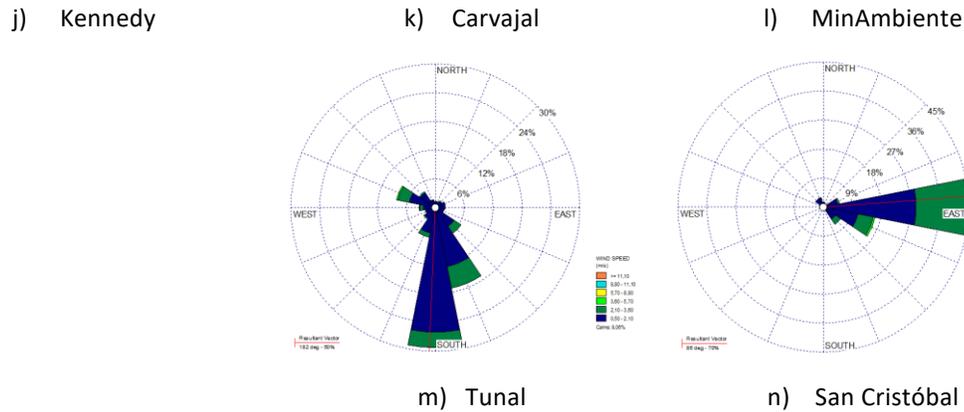


Figura 15. Rosas de viento – junio de 2019.

7.1. Estimación de la Altura de la Capa Límite

De acuerdo con los registros de las estaciones de alta precisión de la RMCAB, durante el mes de junio la altura de la capa de mezcla promedio en la ciudad de Bogotá, no presentó variaciones importantes con respecto al mes de mayo. La altura máxima media se mantuvo alrededor de los 1400 m, en torno a las seis de la tarde, y poco menos de 200 m en las horas de la madrugada y la noche hacia el norte de la ciudad representado por la estación de alta precisión de Guaymaral. Al sur de la ciudad tampoco se presentaron cambios de resaltar las condiciones se mantuvieron semejantes a las del mes de mayo; es decir, con una altura de capa de mezcla promedio menor a 200 m en las horas de la madrugada y parte de la noche, que está asociada a las fuerzas turbulentas mecánicas por débiles velocidades del viento por la ausencia de la radiación solar; asimismo un valor máximo alrededor de las 5 pm, con un fuerte descenso hasta las 6 de la tarde hasta aproximadamente 400 m y una tasa de descenso ligeramente lenta en horas de la noche. Figura 16 a) y b).

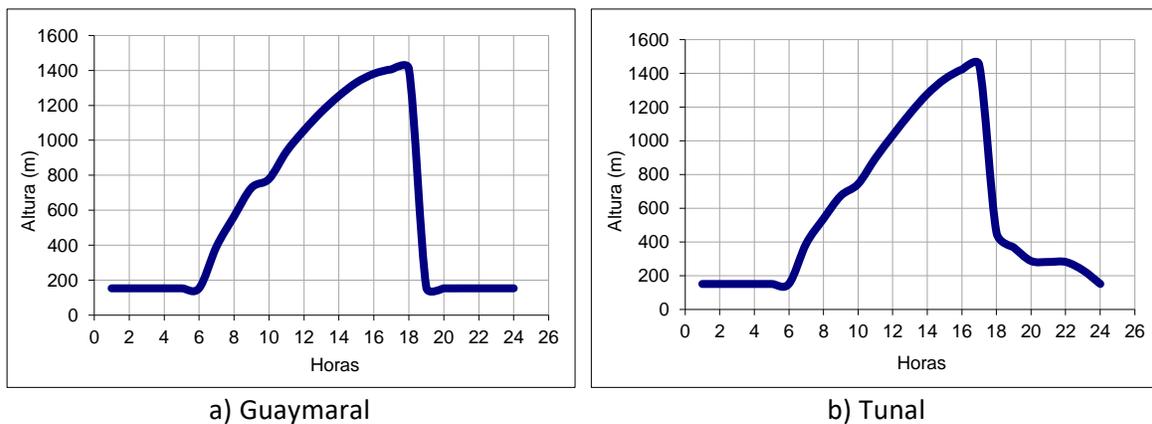


Figura 16. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal - junio de 2019

La Tabla 10 y la Tabla 11 resumen el comportamiento de algunos parámetros de escala usados para el cálculo de la altura de mezcla tanto mecánica como convectiva. Asimismo, Las categorías de estabilidad predominantes en el mes de junio durante las diferentes fracciones del día. Así pues, en horas de la madrugada y la noche, predominaron las estabildades E y F, lo que está relacionado con la disminución de la radiación solar y bajas velocidades del viento, que desfavorecen la dispersión de contaminantes en la atmósfera local. En horas de la mañana con la salida del sol, hasta caída la tarde las estabildades predominantes pasan desde la D hasta la A. es decir, pasando del estado neutral (categoría D), hasta condiciones inestables (A, B) que son más propicias para la dispersión de los contaminantes, cuando toma mayor fuerza la convección térmica y se eleva la altura de mezcla por la energía entrante del sol.

Tabla 10. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Guaymaral - junio de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Esta b
hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s								m/s	m	m	m	
1	0,6	12,1	0,0	-46,4	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
2	0,5	11,7	0,0	-46,6	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
3	0,5	11,4	0,0	-46,8	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,5	11,3	0,0	-46,9	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,5	11,2	0,0	-40,3	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	0,5	11,1	0,0	-33,6	1	6	-	7	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	0,7	11,9	59,3	7,1	1	6	0,23	7	13,3	0,14	1,8	-	-	-	0,29	-	219	392	D
8	0,9	14,6	199,5	104,2	1	6	0,23	7	55,3	0,14	1,8	-	-	-	0,42	-	390	564	C
9	1,1	16,9	370,0	215,1	1	6	0,25	6	103,5	0,18	1,8	-	-	-	0,55	-	591	728	B
10	1,3	18,2	472,3	285,7	1	6	0,31	6	134,2	0,35	1,8	-	-	-	0,57	-	778	778	B
11	1,7	19,0	484,7	301,6	1	6	0,38	7	140,9	0,68	1,8	-	-	-	0,58	-	936	936	B
12	1,7	19,4	433,3	267,2	1	6	0,38	7	125,5	0,66	1,8	-	-	-	0,56	-	1057	1057	B
13	1,9	19,7	425,4	262,1	1	6	0,43	7	123,1	0,94	1,8	-	-	-	0,58	-	1163	1163	B
14	1,9	19,4	399,5	244,2	1	6	0,43	7	115,4	0,93	1,8	-	-	-	0,57	-	1255	1255	B
15	1,9	19,1	358,2	215,9	1	6	0,43	7	103,0	0,99	1,8	-	-	-	0,57	-	1331	1331	B
16	1,8	18,7	252,3	143,6	1	6	0,41	7	71,2	0,82	1,8	-	-	-	0,52	-	1381	1381	C
17	1,4	18,0	158,1	65,6	1	6	0,33	5	36,9	0,42	1,8	-	-	-	0,42	-	1407	1407	C
18	1,4	16,6	51,9	-7,7	1	6	0,33	5	5,1	0,41	1,8	-	-	-	0,37	-	1410	1410	D
19	1,0	14,9	0,0	-44,3	1	6	-	5	-7,0	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	156	156	156	F
20	1,0	14,4	0,0	-44,8	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
21	0,7	13,9	0,0	-45,1	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
22	0,7	13,4	0,0	-45,5	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
23	0,6	13,0	0,0	-45,8	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
24	0,5	12,6	0,0	-46,1	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

Tabla 11. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Tunal - junio de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
1	0,8	11,7	0,0	-46,6	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
2	0,8	11,4	0,0	-60,3	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
3	0,8	11,1	0,0	-60,4	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z ₀	z _m	u ₀	N	H ₀	Q*	LN (z _m /z ₀)	C _{DN}	u ₀ ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
4	0,7	10,8	0,0	-60,6	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,7	10,7	0,0	-47,3	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	0,8	10,7	0,0	-40,6	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	0,8	11,7	58,0	6,1	1	6	0,23	7	12,9	0,14	1,8	-	-	-	0,29	-	217	390	D
8	1,1	14,5	179,6	90,6	1	6	0,25	7	49,4	0,18	1,8	-	-	-	0,40	-	375	538	C
9	1,2	17,1	326,6	192,5	1	6	0,27	7	93,5	0,23	1,8	-	-	-	0,51	-	564	674	B
10	1,4	18,7	424,3	260,3	1	6	0,32	7	122,8	0,40	1,8	-	-	-	0,55	-	744	744	B
11	1,6	19,7	448,7	277,9	1	6	0,37	7	130,1	0,63	1,8	-	-	-	0,56	-	896	896	B
12	1,9	19,9	468,4	291,5	1	6	0,43	7	136,0	0,99	1,8	-	-	-	0,60	-	1032	1032	B
13	2,0	20,5	516,7	318,1	1	6	0,46	6	147,5	1,17	1,8	-	-	-	0,62	-	1161	1161	B
14	2,0	20,5	511,1	314,4	1	6	0,46	6	145,8	1,20	1,8	-	-	-	0,62	-	1277	1277	B
15	1,9	20,3	428,1	257,9	1	6	0,45	6	120,9	1,07	1,8	-	-	-	0,59	-	1365	1365	B
16	1,9	19,5	312,5	171,9	1	6	0,44	5	83,3	1,04	1,8	-	-	-	0,56	-	1422	1422	B
17	1,7	18,7	204,9	78,0	1	6	0,38	2	42,0	0,69	1,8	-	-	-	0,47	-	1450	1450	C
18	1,7	16,3	0,0	-63,3	1	6	-	2	-20,4	-	1,8	0,23	0,06	0,61	0,34	456	456	456	F
19	1,4	14,5	0,0	-64,8	1	6	-	2	-16,5	-	1,8	0,23	0,06	0,47	0,28	368	368	368	F
20	1,2	13,7	0,0	-65,3	1	6	-	2	-12,9	-	1,8	0,23	0,06	0,28	0,22	288	288	288	F
21	1,2	13,1	0,0	-65,8	1	6	-	2	-12,7	-	1,8	0,23	0,06	0,27	0,21	282	282	282	F
22	1,2	12,6	0,0	-66,1	1	6	-	2	-12,7	-	1,8	0,23	0,06	0,27	0,21	282	282	282	F
23	1,1	12,3	0,0	-66,4	1	6	-	2	-10,4	-	1,8	0,23	0,06	0,13	0,18	233	233	233	F
24	1,0	12,1	0,0	-66,5	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

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

Con la disminución de las lluvias de la primera temporada lluviosa del año, el cielo se despeja y permite mayor ingreso de radiación solar; de allí que en el mes de junio hubo un ligero incremento en los acumulados de radiación solar, y con ello las concentraciones de ozono. Por ejemplo, en el sector de Kennedy los acumulados de radiación en la hora de mayor incidencia alcanzaron los 450 W/m² durante el mes de junio, entre tanto en mayo las cantidades de radiación rondaron los 416 W/m². Sin embargo, el incremento de las concentraciones de ozono no muestra incrementos sustanciales con respecto al mes anterior. Las concentraciones de ozono en el sector suroccidental por ejemplo no superaron los 22 µg/m³. Asimismo, hacia el norte de la ciudad donde normalmente se presentan las mayores concentraciones de ozono, el pico máximo promedio alcanzado durante el día, no superó los 30 µg/m³. Para el mes de junio no se reportan valores de radiación solar para la estación CDAR en razón a que no cumplió con el criterio de representatividad temporal. Ver Figura 17.

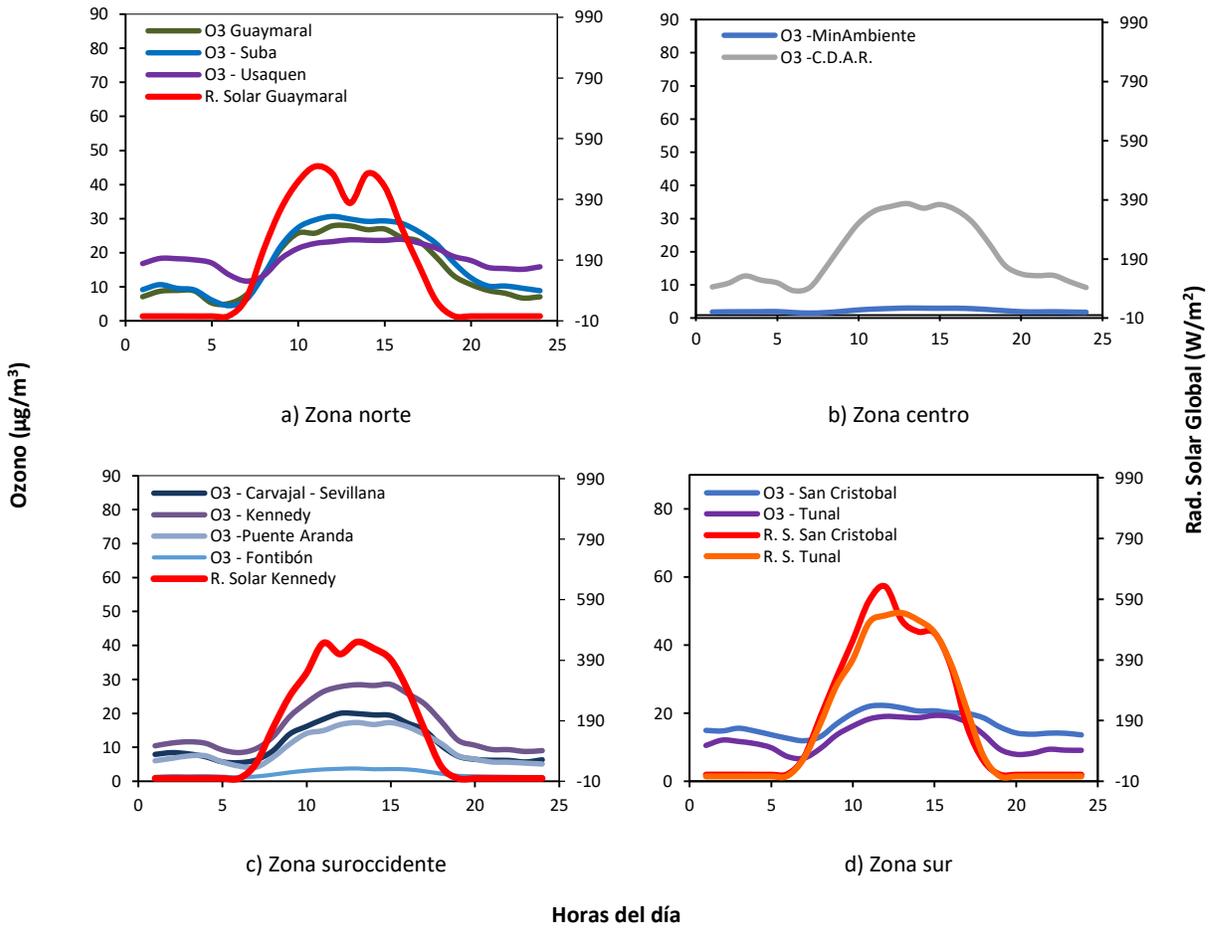


Figura 17. Comportamiento horario de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²), junio 2019. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

ANEXOS

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

Tabla 12. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Característica	Carvajal-Sevillana	Centro de Alto Rendimiento	Fontibón	Guaymaral	Kennedy	Las Ferias	Min. Ambiente	Estación Móvil	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunal	Usaquén	Bolivia	
Ubicación	Sigla	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ	BOL
	Código	60303	120305	90314	110308	80309	100306	170302	20312	160313	40307	110311	30304	10301	100210
	Latitud	4°35'44.22"N	4°39'30.48"N	4°40'41.67"N	4°47'1.52"N	4°37'30.18"N	4°41'26.52"N	4°37'31.75"N	4°38'32.75"N	4°37'54.36"N	4°34'21.19"N	4°45'40.49"N	4°34'34.41"N	4°42'37.26"N	4°44'9.12"N
	Longitud	74°8'54.90"W	74°5'2.28"W	74°8'37.75"W	74°2'39.06"W	74°9'40.80"W	74°4'56.94"W	74°4'1.13"W	74°5'2.28"W	74°7'2.94"W	74°5'1.73"W	74°5'36.46"W	74°7'51.44"W	74°1'49.50"W	74°7'33.18"W
	Altitud	2563 m	2577 m	2551 m	2580 m	2580 m	2552 m	2621 m	2583 m	2590 m	2688 m	2571 m	2589 m	2570 m	2574 m
	Altura del suelo	3 m	0 m	11 m	0 m	3 m	0 m	15 m	0 m	10 m	0 m	6 m	0 m	10 m	0 m
	Localidad	Kennedy	Barrios Unidos	Fontibón	Suba	Kennedy	Engativá	Santa Fe	Chapinero	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunjuelito	Usaquén	Engativá
	Dirección	Autopista Sur # 63-40	Calle 63 #59A-06	Carrera 104 #20 C - 31	Autopista Norte #205-59	Carrera 80 #40-55 sur	Avenida Calle 80 #69Q-50	Calle 37 #8-40	Carrera 7 con calle 60	Calle 10 #65-28	Carrera 2 Este #12-78 sur	Carrera 111 #159A-61	Carrera 24 #49-86 sur	Carrera 7B Bis #132-11	Avenida Calle 80 #121-98
	Tipo de zona	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Suburbana
	Tipo de estación	Tráfico Industrial	De fondo	De tráfico	De fondo	De fondo	De tráfico	De tráfico	De tráfico	Industrial	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo
	Localización toma muestra	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Andén	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde
	Altura punto de muestra	4.2 m	4.05m	15 m	4.8 m	7.71 m	4.02m	4.67 m	4 m	18.7 m	4.88 m	11.4 m	3.62 m	16.45m	4.6 m
	Altura del sensor de viento	13 m	10 m	17.4 m	10 m	10 m	10 m	19 m	12.3 m	20 m	10 m	10 m	10 m	19 m	10 m
Contaminantes	PM ₁₀	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PM _{2.5}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	O ₃	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	NO ₂	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	
	CO	X	X	X		X	X		X	X			X	X	
	SO ₂	X	X	X		X	X		X	X		X	X		
Var. Meteorológicas	V. Viento	X	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	X
	Temperatura	X	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	X
	R. Solar		X		X	X			X		X		X		
	H. Relativa		X	X	X	X	X		X		X		X		
Presión Atm.				X	X	X		X							

La elaboración de informes de calidad del aire hace parte de uno de los programas contenidos en el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2016 – 2020 “Bogotá Mejor para Todos”, cuyo cumplimiento es responsabilidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, al ser la autoridad ambiental del Distrito Capital. Además, uno de los procesos misionales de esta entidad es la “Evaluación, control y seguimiento”, dentro del cual se encuentra comprendido el monitoreo de la calidad del aire de la ciudad, el cual se realiza a través de las estaciones de la RMCAB.

La obtención de los datos de concentraciones de contaminantes y de variables meteorológicas se realiza a través de los registros en tiempo real de los equipos de monitoreo y sensores meteorológicos, cuyo funcionamiento y operatividad son verificados mediante la realización de mantenimientos preventivos y correctivos por parte del equipo de campo de la RMCAB, programados periódicamente mediante un software destinado para este fin.

Los métodos de medición utilizados por los monitores de la RMCAB se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio de 2018¹. Los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40 del CFR (*Code of Federal Regulations*), los cuales están aprobados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, de acuerdo con el método equivalente por el cual funciona cada monitor, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR². (Tabla 13)

Tabla 13. Técnicas de medición automáticas de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia EPA

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0609-183	L
		EQPM-0308-170	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0193-091	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

¹ United States Environmental Protection Agency. List of designated reference and equivalent methods. December 15, 2018. https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/amtic_list_dec_2017_update_1-20-2018_0.pdf

² 40 CFR Appendix Table A-1 to Subpart A of Part 53, Summary of Applicable Requirements for Reference and Equivalent Methods for Air Monitoring of Criteria Pollutants. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table_A-1_to_subpart_A_of_part_53

NOTA

El análisis realizado en el presente informe mensual corresponde a los datos recolectados por la Red de Monitoreo de Calidad el Aire de Bogotá – RMCAB durante el período comprendido entre el 1 y el 30 de Junio de 2019, y adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.

Este informe fue elaborado con base en el modelo de los informes periódicos de la RMCAB establecido en el procedimiento interno PA10-PR04 Generación y Control de Informes de la RMCAB (v. 5.0). Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno 126PM04-PR87 - Validación de datos de la RMCAB (v. 2.0).

Adicionalmente, los procesos de monitoreo de contaminantes en la RMCAB se realizan bajo los siguientes procedimientos internos:

PA10-PR02 (v. 10.0)	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
PA10-PR06 (v. 6.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de PM ₁₀ y PM _{2.5}
PA10-PR07 (v. 5.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NO _x , SO ₂ , CO y O ₃

Elaboró:

Eaking Alberto Ballesteros Urrutia – PROFESIONAL RMCAB
Edna Lizeth Montealegre Garzón – PROFESIONAL RMCAB
Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez – PROFESIONAL RMCAB
Edison Yesid Ortiz Durán – PROFESIONAL SIMCAB

Revisó:

Luis Álvaro Hernández González – PROFESIONAL ESPECIALIZADO RMCAB

Autorizó:

Oscar Alexander Ducuara Falla - SUBDIRECTOR DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL

FIN DEL INFORME