

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Tecnico No. 00995, 05 de julio del 2020



**INFORME MENSUAL
DE CALIDAD DEL
AIRE EN BOGOTÁ**

Mayo 2020

Estación Ferias

Red de Monitoreo de Calidad del Aire
de Bogotá - RMCAB





**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Claudia Nayibe López Hernández
Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C.

Carolina Urrutia Vásquez
Secretaria Distrital de Ambiente

Julio Cesar Pulido Puerto
Subsecretario General y de Control Disciplinario

Camilo Alexander Rincón Escobar
Director de Control Ambiental

Hugo Enrique Sáenz Pulido
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

Leonardo Quiñones Cantor
Profesional Especializado del SATAB

EdisonYesid Ortíz Durán
Líder del SIMCAB

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 PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 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 mayo de 2020, 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 mayo de 2020, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas.

Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal
Abrev.	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR
No. Estación	8	1	11	6	5	2	12	14	13	9	3	4	7

2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{10}

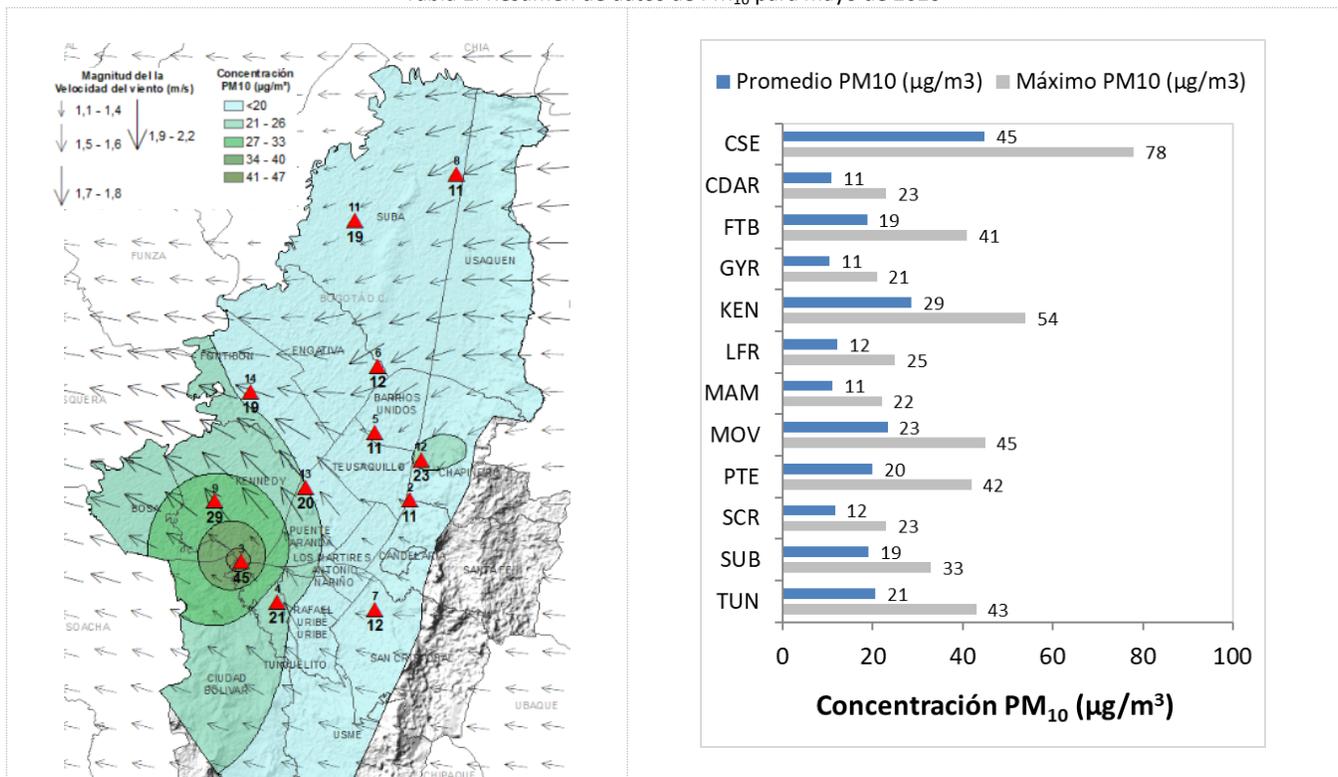
La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{10} en el mes de mayo de 2020, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo 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 la zona suroccidente de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana ($44.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la estación Kennedy ($28.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte en la estación Guaymaral ($10.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la zona centro en la estación Centro de Alto Rendimiento ($10.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a $78.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Carvajal - Sevillana, y $54.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

en la estación Kennedy, la concentración diaria máxima registrada en Carvajal-Sevillana sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En este mes se observó un descenso notable de las concentraciones de material particulado, dada la medida de cuarentena establecida en la ciudad debido a la contingencia causada por el COVID-19, por lo cual mejoraron en toda la ciudad. En la segunda semana del mes se pudo observar un incremento de las concentraciones tras la segunda fase de reactivación de actividades en la ciudad.

Tabla 1. Resumen de datos de PM_{10} para mayo de 2020



Estación	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN
Promedio PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44.8	10.9	18.9	10.5	28.6	12.1	11.3	23.4	19.9	11.7	19.1	20.6
Máxima PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78.0	22.9	41.2	21.0	54.0	25.4	22.3	45.2	41.9	23.4	33.0	42.5

Excedencias 24h	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Datos válidos (%)	100%	90%	100%	94%	100%	100%	94%	97%	100%	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 con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en el suroccidente de la ciudad (Carvajal-Sevillana y Kennedy), principalmente en la segunda semana de mayo. Las concentraciones diarias más bajas se observaron en la zona norte (Guaymaral y Suba) y en el suroriente de la ciudad (San Cristóbal), durante la primera semana del mes. En este periodo se registró una (1) excedencia 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), en la estación Carvajal-Sevillana.

El monitor de PM₁₀ de la estación Usaquén no registró información durante el mes de mayo de 2020 debido a que varios datos fueron invalidados, ya que registraban un comportamiento atípico respecto a las concentraciones de PM_{2.5}.

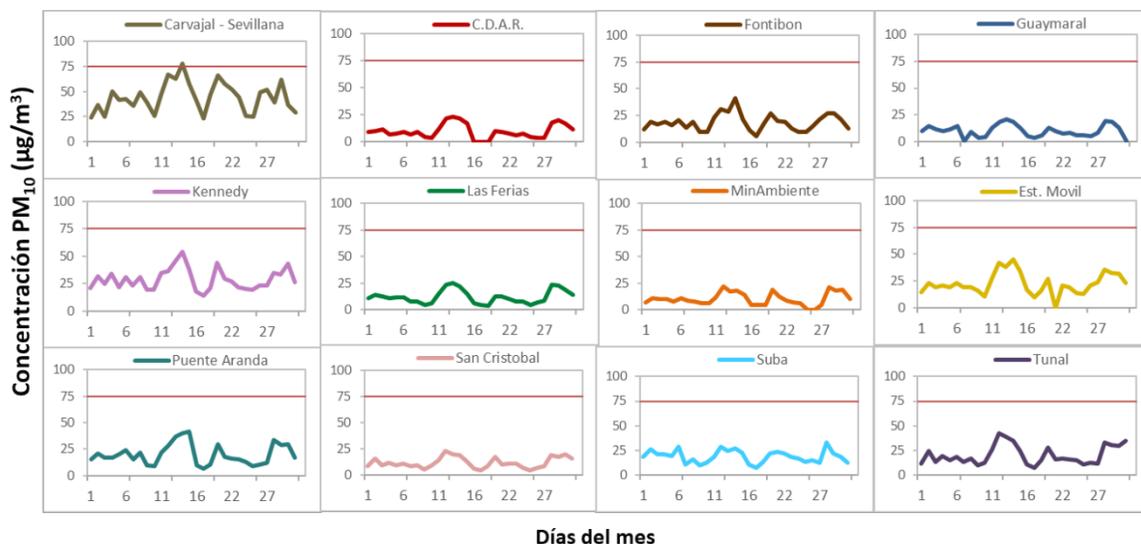


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para mayo de 2020

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM_{10} para el mes de mayo en los últimos 4 años. En general se observa que las concentraciones del año 2020 son las más bajas de este periodo desde el 2017 en todas las estaciones, la reducción más notable se registró en la estación Móvil 7ma con $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Se observa en la mayoría de las estaciones una tendencia a la reducción de las concentraciones de PM_{10} con el paso de los años, con lo cual los registros más altos se obtuvieron en el año 2017.

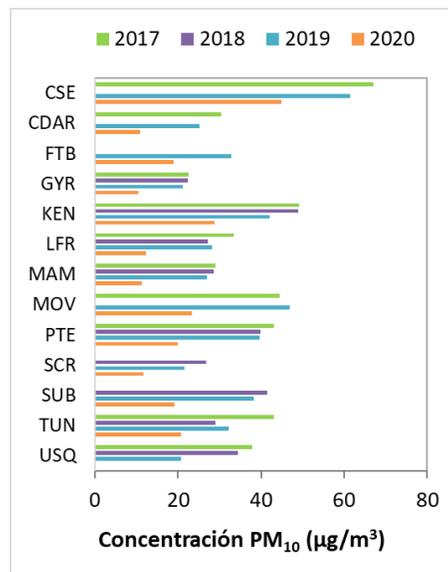


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{10} (2017-2018-2019-2020) para los meses de mayo

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

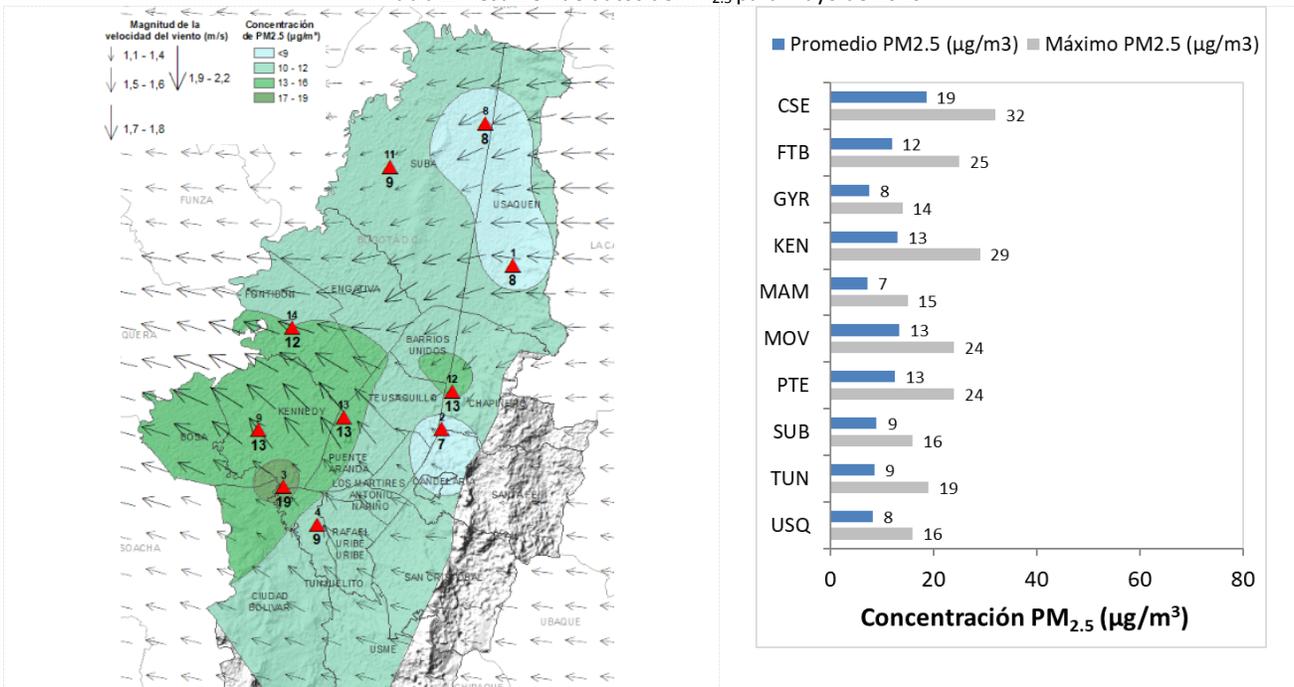
La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado $PM_{2.5}$ en el mes de mayo de 2020, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y el porcentaje de datos 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 mensuales más altas se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana con $18.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el centro de la ciudad en la estación Móvil 7ma con $13.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona centro-oriente, en la estación de MinAmbiente con $7.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el norte de la ciudad en la estación Guaymaral con $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima diaria de $PM_{2.5}$ más alta en el mes fue de $32.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **28.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en Kennedy; ninguna concentración máxima excedió la norma nacional diaria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Debido a las medidas de restricción definidas en el marco de la cuarentena a causa del COVID-19, en este mes se registraron las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ más bajas en lo transcurrido del año. Sin embargo, se mantiene la distribución espacial de las concentraciones, con los registros más bajos hacia la zona oriental de la ciudad, mientras que las concentraciones más altas prevalecen en la zona de influencia de la estación Carvajal-Sevillana.

Tabla 2. Resumen de datos de $\text{PM}_{2.5}$ para mayo de 2020



Estación	CSE	CDAR*	FTB	GYR	KEN	LFR*	MAM	MOV	PTE	SCR*	SUB	TUN	USQ
Promedio $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18.6	7.5	12.0	7.5	13.0	8.4	7.2	13.4	12.6	6.4	9.0	8.6	8.2
Máximo $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32.2	14.7	24.9	14.0	28.9	13.9	14.6	24.0	24.2	14.1	15.9	19.5	16.0
Excedencias 24h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Datos válidos (%)	100%	71%	100%	87%	100%	52%	97%	97%	100%	61%	100%	90%	81%

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

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ comparadas con el nivel máximo permisible establecido por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana, Kennedy y Puente Aranda) principalmente en la segunda semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona nororiental (Guaymaral, Usaquén), en la tercera semana del mes. En mayo de 2020 no se registraron excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de $PM_{2.5}$ ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Los monitores de $PM_{2.5}$ de las estaciones Centro de Alto Rendimiento, Las Ferias y San Cristóbal registraron datos con una representatividad temporal menor al 75%, en estas estaciones se invalidaron varios datos ya que algunos de ellos por debajo del umbral de medición del equipo, además de observar datos con un comportamiento diferente al del PM_{10} .

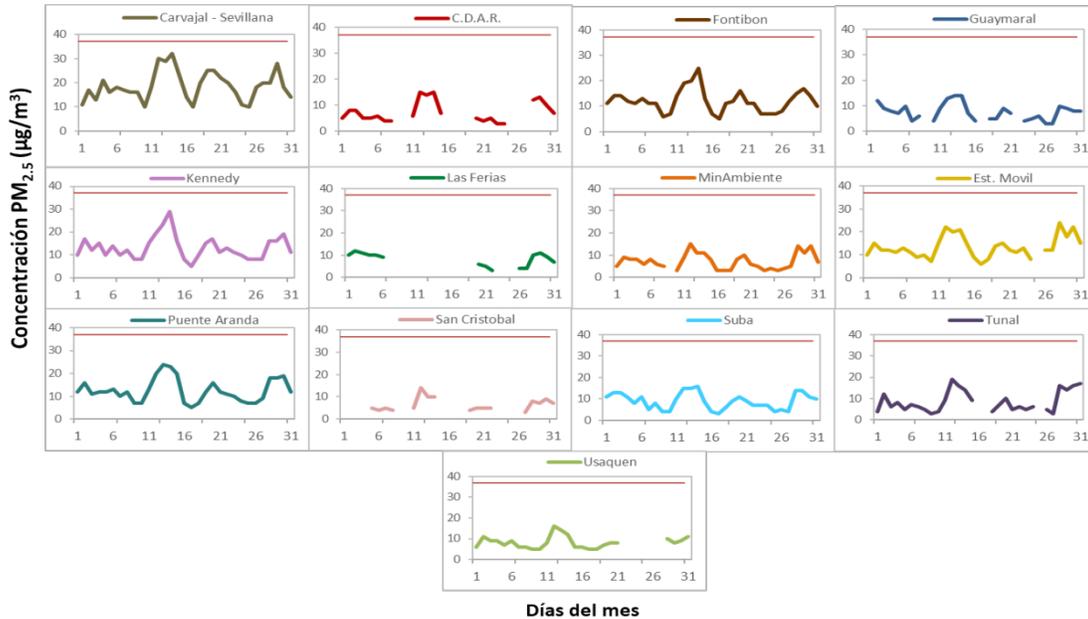


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias PM_{2.5} para mayo de 2020

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{2.5} para el mes de mayo en los últimos 4 años. Se evidencia que las concentraciones registradas en el 2020 fueron las más bajas desde el 2017, la mayor reducción respecto al 2019 se obtuvo en la estación Carvajal-Sevillana, con 16 µg/m³ de diferencia.

En varias estaciones hay una tendencia la disminución de las concentraciones con el paso del tiempo, sin embargo, en las estaciones del suroccidente de la ciudad y en la estación Móvil 7ma los registros más altos se observaron en el año 2019.

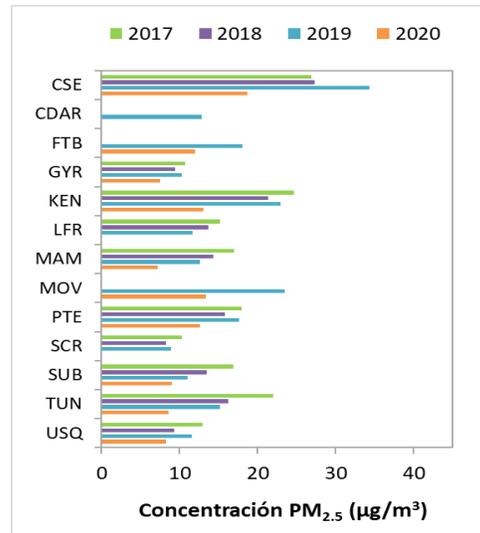


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{2.5} (2017-2018-2019-2020) para los meses de mayo

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

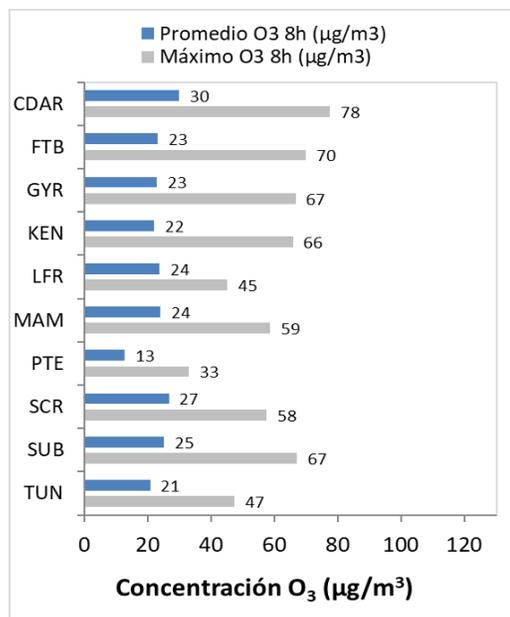
La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono (O₃) en el mes de mayo de 2020, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas, número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total 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 zona centro y suroriente de la ciudad, en la estación Centro de Alto Rendimiento con **29.960 µg/m³** y en San Cristóbal con **26.671 µg/m³** respectivamente, mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona centro-occidente y sur, en la estación Puente Aranda con **12.746 µg/m³** y la estación Tunal con **20.742 µg/m³**. En este mes se mantienen las concentraciones altas en la zona central de la ciudad, aunque disminuyeron ligeramente en la zona de influencia de la estación Kennedy, con lo cual se evidenció un aumento en el suroriente de la ciudad, como se evidenció en el último trimestre del año anterior. La concentración máxima más alta con base en promedios 8 horas fue de **77.573 µg/m³** en la estación Centro de Alto Rendimiento; la cual no excedió la norma nacional 8 horas (100 µg/m³).

Tabla 3. Resumen de datos de O₃ para mayo de 2020

Estación	Promedio O ₃ 8h (µg/m ³)	Máximo O ₃ 8h (µg/m ³)	Excedencias 8h	Datos válidos (%)
CSE*	13.965	38.946	0	68%
CDAR	29.960	77.573	0	100%
FTB	23.171	69.872	0	100%
GYR	22.819	66.708	0	100%
KEN	22.076	65.811	0	100%
LFR	23.694	45.175	0	100%
MAM	24.013	58.580	0	99%
PTE	12.746	33.035	0	99%
SCR	26.671	57.560	0	100%
SUB	25.181	67.174	0	99%
TUN	20.742	47.312	0	98%
USQ*	24.182	60.160	0	95%

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



La Figura 5 presenta el comportamiento de los datos promedio media móvil 8 horas durante el mes de mayo de 2020 y la comparación respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo con las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O₃ se presentaron en las zonas centro- y occidente de la ciudad, en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Fontibón, durante la segunda semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se observaron en la zona de influencia de las estaciones Puente Aranda y Tunal, en la cuarta semana del mes. Se evidencia que las concentraciones más altas de ozono se registran hacia el centro de la ciudad y tienden a aumentar hacia el suroriente y el occidente, debido a la influencia de las variaciones en los precursores de ozono por las restricciones a la actividad de las fuentes de emisión durante el mes. En mayo de 2020, 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).

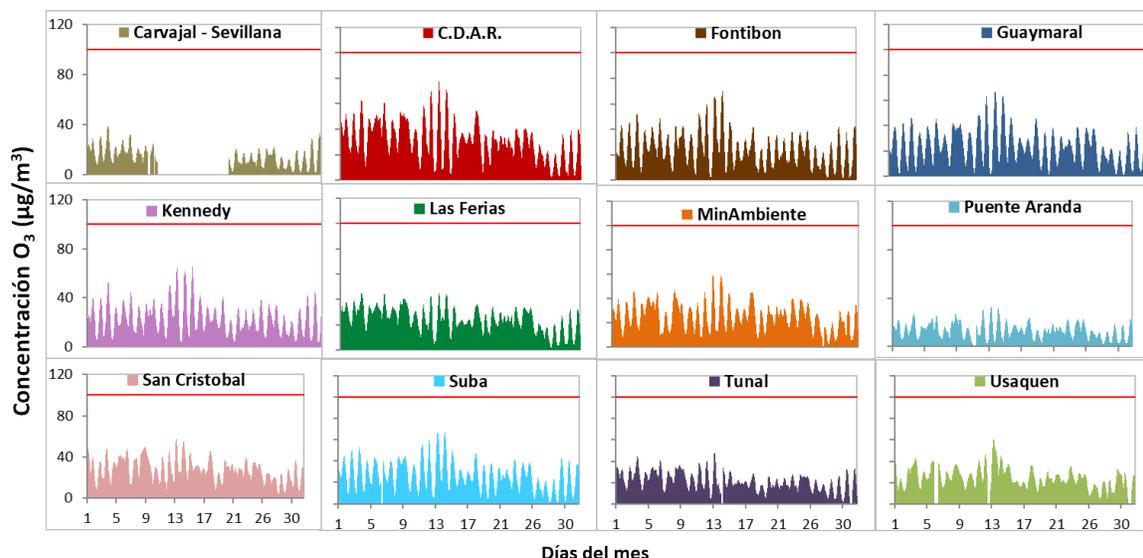


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para mayo 2020 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ del mes de mayo en los últimos 4 años. Se observa que las concentraciones registradas en el año 2020 fueron mayores a las registradas en los años anteriores, lo cual pudo ser causado por la influencia en la reducción de óxidos de nitrógeno y otros precursores de ozono en el mes, y la variación de la dinámica de la atmósfera respecto a años anteriores.

La estación Centro de Alto Rendimiento registró el mayor incremento en relación con el año 2019 con 12 µg/m³.

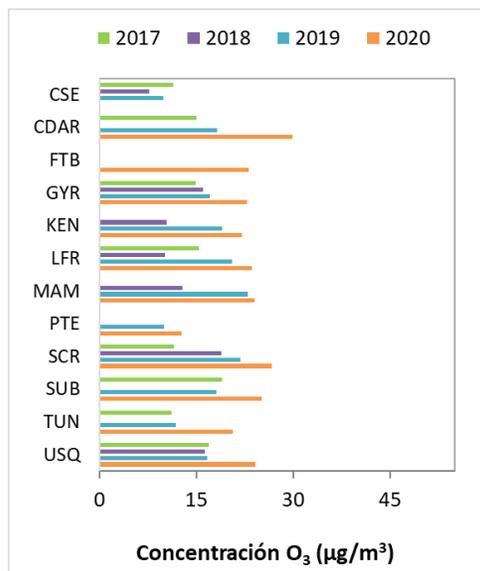
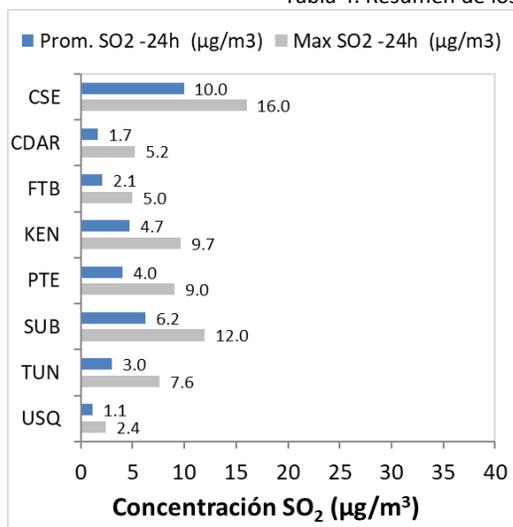


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2017-2018-2019-2020) para los meses de mayo

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

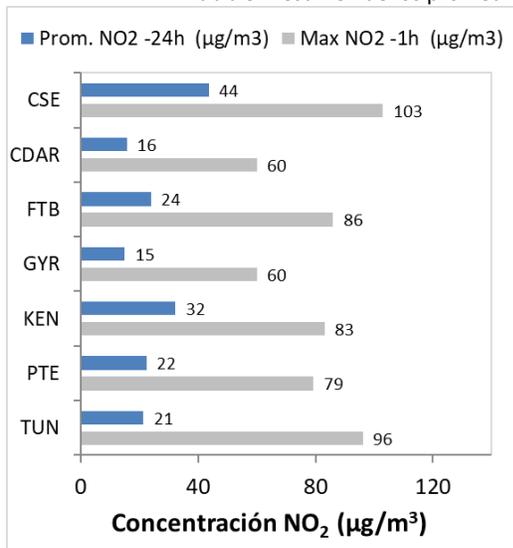
La Tabla 4, Tabla 5, y Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO), correspondientes al mes de mayo de 2020. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el mes, 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; además no se registraron excedencias a los niveles máximos permisibles para los diferentes tiempos de exposición establecidos en la norma. 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, mayo 2020.



Est.	Prom. SO ₂ (µg/m ³)	Máx. SO ₂ (µg/m ³)	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	10.0	16.0	0	0	100%
CDAR	1.7	5.2	0	0	100%
FTB	2.1	5.0	0	0	100%
KEN	4.7	9.7	0	0	100%
PTE	4.0	9.0	0	0	100%
SUB	6.2	12.0	0	0	100%
TUN	3.0	7.6	0	0	100%
USQ	1.1	2.4	0	0	77%

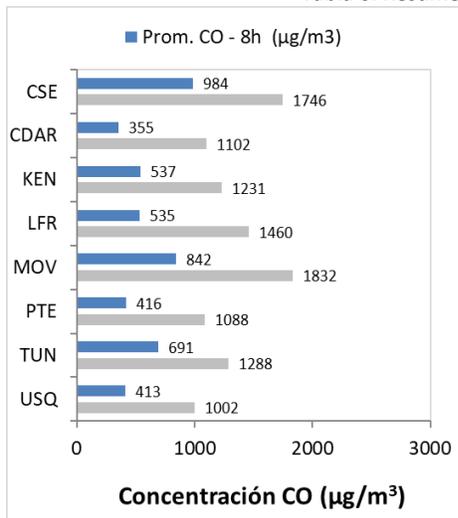
Tabla 5. Resumen de los promedios diarios y excedencias horarias para NO₂. mayo 2020.



Est.	Prom. NO ₂ (µg/m ³)	Máx. 1h NO ₂ (µg/m ³)	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	43.7	102.9	0	100%
CDAR	15.8	60.0	0	100%
FTB	23.9	85.9	0	100%
GYR	15.0	60.0	0	87%
KEN	32.4	83.1	0	100%
LFR*	15.8	75.0	0	74%
PTE	22.5	79.4	0	97%
TUN	21.3	96.1	0	100%

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

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO. mayo 2020.



Est.	Prom. CO (µg/m ³)	Máx. CO (µg/m ³)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	984.4	1746.0	0	0	100%
CDAR	355.2	1102.0	0	0	100%
KEN	537.2	1230.8	0	0	97%
LFR	534.6	1459.7	0	0	99%
MOV	842.4	1831.8	0	0	95%
PTE	416.4	1087.7	0	0	98%
TUN	691.4	1288.0	0	0	100%
USQ	412.6	1001.8	0	0	100%

6 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

La Red de Monitoreo de Black Carbon – RMBC, se encuentra asociada a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB, la cual es de propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente. Los instrumentos dispuestos para esta red se encargan de realizar monitoreo los aerosoles atmosféricos, que hace referencia a partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en la atmósfera y cuyo tamaño varía entre 0.001 y 100 μm .

La RMBC cuenta con ocho aethalómetros que funcionan en dos (2) longitudes de onda. La longitud de onda de 880 nm se utiliza para medir la concentración de black carbon (BC) del aerosol, el cual está formado por la combustión incompleta de combustibles fósiles, especialmente diésel, así como el aporte de las emisiones industriales, domésticas y por quema de biomasa. La longitud de onda de 370 nm proporciona una medida del “componente UV”, es decir, para medir concentraciones de brown carbon (UV-BC) del aerosol proveniente de la quema directa de biomasa, ya sea por la ocurrencia de incendios forestales, así como de la combustión de madera y carbono para la calefacción doméstica y la liberación biogénica de materia húmica, restos vegetales y de hongos.

6.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

Las concentraciones promedio mensuales de black carbon más altas en la longitud de onda 370 nm se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad, en las estaciones de Carvajal – Sevillana y Kennedy con 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente; por otro lado, las menores concentraciones se registraron en la zona centro oriental de la ciudad en las estaciones de Las Ferias y Usaquén con 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Las concentraciones máximas diarias más altas se presentaron en la estación de Tunal con 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la estación de Kennedy con 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones promedio mensuales de black carbon en la longitud de onda 880 nm se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad, en las estaciones de Carvajal – Sevillana y Kennedy con 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente; por otro lado, las menores concentraciones se registraron en la zona centro oriental de la ciudad en las estaciones de Las Ferias y Usaquén con 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Las concentraciones máximas diarias más altas se presentaron en la zona suroccidental y suroccidental, en la estación de Kennedy con 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida de la estación de Tunal con 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Adicionalmente, durante el mes de mayo, las estaciones que presentan una captura de datos menor al 75% son aquellas en las que se han presentado dificultades para acceder a la estación a realizar las labores

de mantenimiento preventivo y correctivo; en este caso, durante este mes ninguna estación presentó un porcentaje de datos menor al 75%.

Tabla 7. Resumen de datos obtenidos de black carbon en las dos longitudes de onda (370 nm y 880 nm) mayo de 2020.

Estación	Prom. 370 nm	Max. 370 nm	Prom. 880 nm	Max 880 nm	Datos capturados (%)
Carvajal - Sevillana	6	18	6	21	85
CDAR	2	6	2	15	100
Fontibón	4	12	4	18	100
Kennedy	5	13	5	36	100
Las Ferias	2	7	2	12	99
Min Ambiente	3	7	3	51	99
Tunal	4	8	4	32	97
Usaquén	1	8	1	6	100

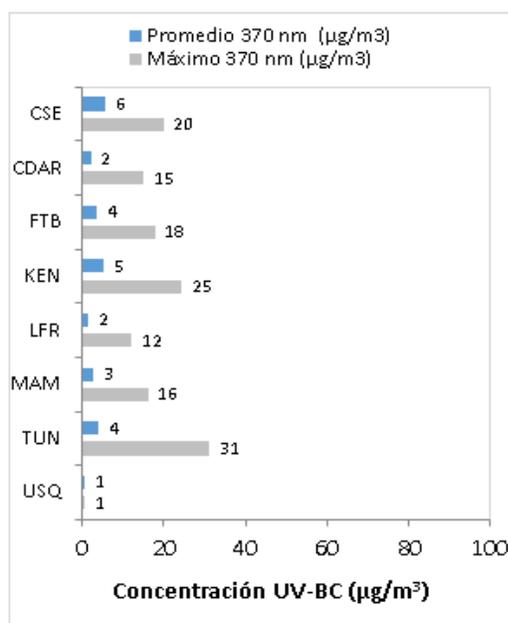
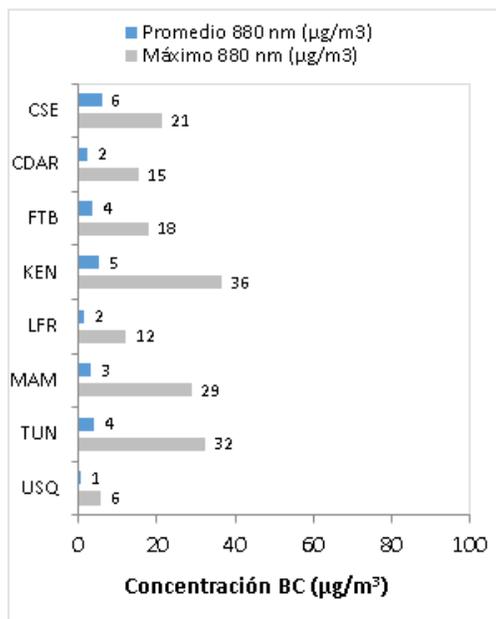


Figura 7. Promedios de concentraciones mensuales, valores máximos para las longitudes de onda 370 nm y 880 nm mayo de 2020

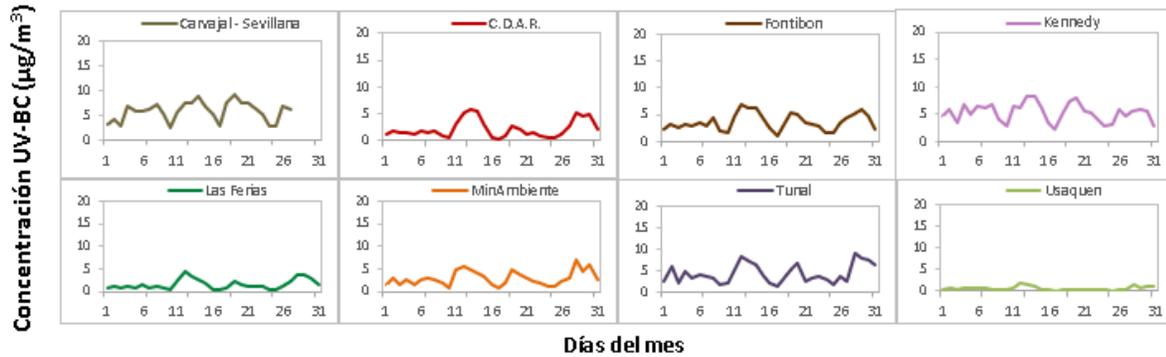


Figura 8. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 370 nm para mayo de 2020

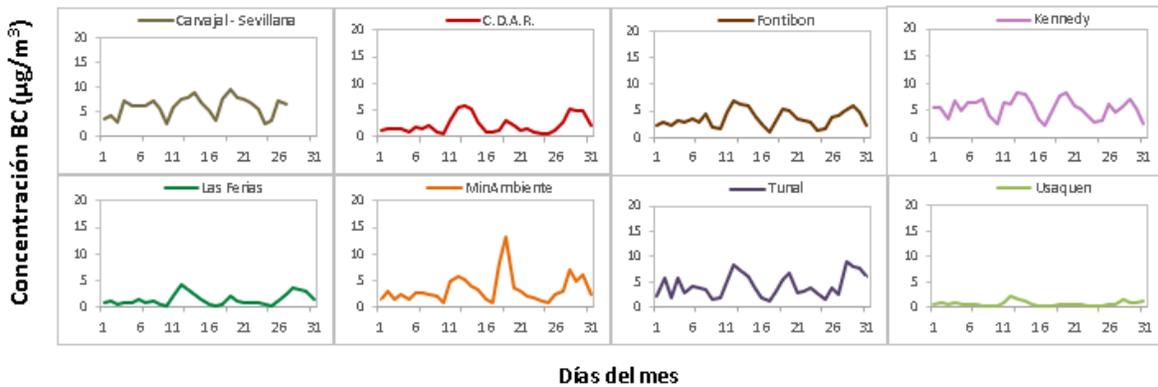


Figura 9. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 880 nm para mayo de 2020

En las Figuras 8 y 9 se presenta las concentraciones diarias de las longitudes de onda 370 nm y 880 nm. De acuerdo con la ubicación y su comportamiento, las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones de Carvajal – Sevillana, Kennedy y Tunal, presentando un comportamiento constante durante el mes.

Por otro lado, en las estaciones de Centro de Alto Rendimiento, Fontibón, Min Ambiente y Las Ferias, se evidencia que las concentraciones de Black Carbon (BC) fueron menores durante la primera semana; sin embargo, a partir del día 10 se presenta un leve incremento. Adicionalmente, la estación de Usaquén presenta unas concentraciones inferiores a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cabe resaltar que durante este la primera semana del mes las concentraciones de Black Carbon (BC) no superan los $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debido al periodo de Aislamiento Preventivo Obligatorio que fue declarado a nivel distrital a través del Decreto 090 de 2020 desde el 19 de marzo y a nivel nacional debido a la pandemia del Coronavirus COVID-19 desde el 24 de marzo de 2020. Sin embargo, a partir del día 10 y 11 del mes debido a la reactivación de sectores económicos en la ciudad, se pueden evidenciar los incrementos en dichas concentraciones.

7 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.

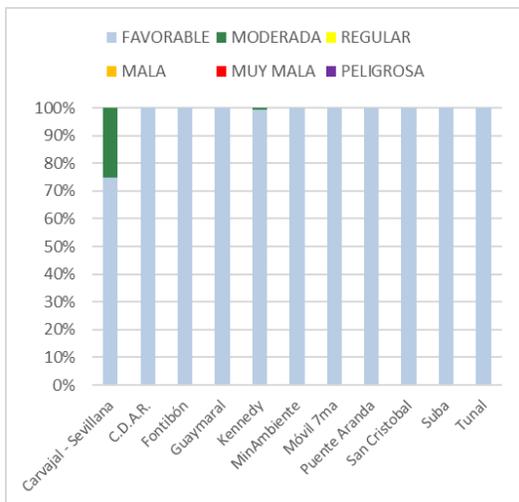


Figura 10. IBOCA para PM_{10} por estación en mayo 2020

La Figura 10 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{10} por estación de monitoreo registrados en el mes de mayo. Se observa que predominó la categoría “favorable” en todas las estaciones de la ciudad.

Solamente la estación Carvajal Sevillana registró la condición “Moderada” durante un 25% del mes y “Favorable” en el 75% restante.

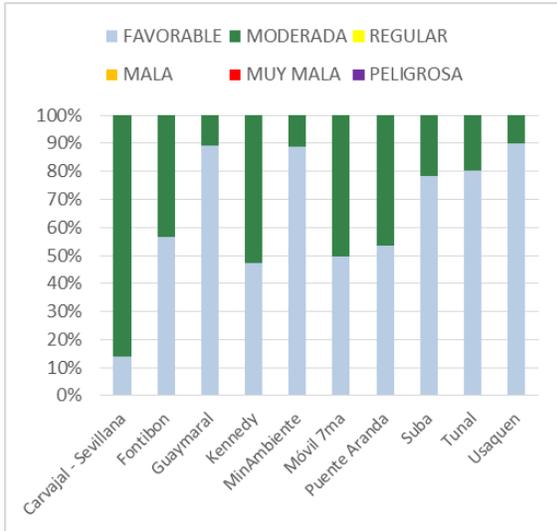


Figura 11. IBOCA para PM_{2.5} por estación en mayo 2020

La Figura 11 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 mayo predominan las categorías “favorable” y “moderada” en todas las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presentó la condición “moderada” por mayor tiempo, durante el 86% del mes, y “favorable” el 14% del tiempo restante. Por otro lado, la estación Usaquén presentó el mejor estado de la calidad del aire con una condición “favorable” el 90% del mes y “moderada” el 10% restante.

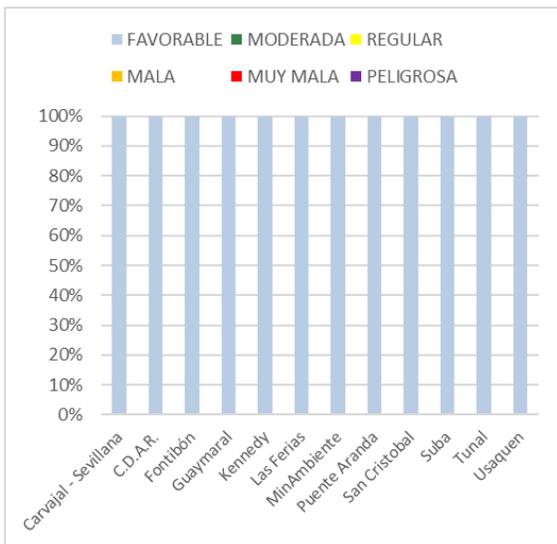


Figura 12. IBOCA para O₃ por estación en mayo 2020

La Figura 12 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 mayo, por lo cual no se observaron episodios de aumento de contaminación por ozono.

8 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

De acuerdo con los registros de la RMCAB, los registros de precipitación muestran un comportamiento atípico durante el mes de mayo de 2020. El mes de mayo junto con el mes de abril históricamente se han caracterizado por ser los meses más lluviosos del primer semestre del año. Sin embargo, los registros de la RMCAB dan cuenta de que este mes al igual que el anterior se vieron afectados posiblemente por la ocurrencia de un episodio El Niño caracterizado como débil; de acuerdo con la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, por sus siglas en inglés) los índices para los trimestres OND, NDE, DEF, EFM, FMA fueron 0,5, 0,5, 0,5, 0,6, y 0,5, respectivamente. Cabe anotar que estos trimestres corresponden a promedios trimestrales centrados en el mes de interés. Pese a las escasas lluvias registradas durante la mayoría de las estaciones en la ciudad de Bogotá, en Kennedy se registraron poco menos 200 mm de lluvia, acercándose a los registros históricos de los últimos años. En el resto de la ciudad el acumulado de las lluvias no superó los 100 mm.

En relación con el número de días con precipitación estos dan una indicación de que las lluvias en la ciudad de Bogotá fueron de baja intensidad toda vez que, aunque se presentaron eventos durante al menos 15 días en el mes la cantidad de agua acumulada permite deducir que fueron lluvias de poca intensidad. Ver Figura 13 y Tabla 8.

Con el régimen de lluvia presentado frente al número de días registrados, se puede presumir ocurrieron durante el mes de mayo, la contribución de las lluvias a la reducción de la contaminación posiblemente no fue el esperado. Sin embargo, como quiera que las condiciones de calidad del aire de la ciudad han presentado una notable mejora con ocasión del confinamiento obligatorio la efectividad de las lluvias como mecanismo de remoción de contaminantes se ve reducida.

En el mes de mayo se presentaron dos estaciones que no cumplieron con el criterio de representatividad temporal del 75%, razón por la cual no se presentan sus datos.

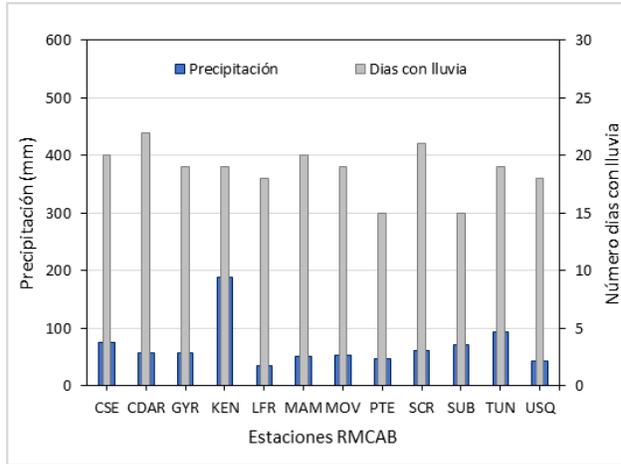


Figura 13. Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (mayo-2020).

Tabla 8. Precipitación acumulada media mensual por estaciones y número de días con lluvia (mayo -2020)

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
CSE	76	20
CDAR	58	22
GYR	57	19
KEN	188	19
LFR	35	18
MAM	52	20
MOV	54	19
PTE	48	15
SCR	61	21
SUB	72	15
TUN	94	19
USQ	44	18

9 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

De acuerdo con los registros de la RMCAB, en mayo de 2020 hubo una ligera disminución de la temperatura con respecto al mes anterior, posiblemente debido al leve incremento en las lluvias en mayo. Los sectores de la ciudad donde se observa una mayor reducción de la temperatura fueron: Tunal al sur de la ciudad y San Cristóbal hacia el sur oriente pasando de 14,7 °C en abril a 14,2 °C en el mes de mayo. Asimismo, se observa una ligera reducción hacia el centro geográfico de la ciudad, representado por la estación Las Ferias y el sector de Puente Aranda. El resto de la ciudad presentó un comportamiento semejante al mes de abril. Ver Figura 14.

Al igual que los valores medios, en mayo los valores extremos presentaron una reducción con respecto al mes anterior. En abril la temperatura máxima absoluta del mes estuvo por encima de 26 °C, entretanto, en mayo la máxima absoluta de toda la ciudad se presentó hacia el sector de Tunal con un valor de 25,5 °C, donde a su vez se presentó la mayor amplitud térmica cuya variación durante el día posiblemente favorezca la producción de vórtices turbulentos que contribuyen con la mezcla de los contaminantes por convección térmica. Ver Tabla 9 y Figura 15.

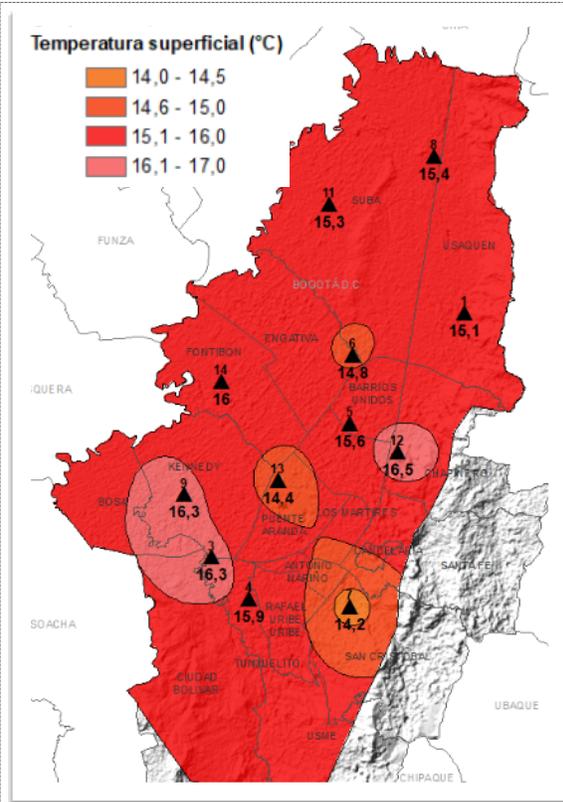


Figura 14. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – (mayo - 2020)

Tabla 9. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima absolutas por estaciones y promedio ciudad (mayo - 2020)

Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura a media (°C)
CSE	9,7	22,9	16,3
CDAR	7,9	24,6	15,6
FTB	10,3	21,5	16
GYR	7,2	23,5	15,4
KEN	9	24,9	16,3
LFR	9,5	21	14,8
MAM	No Data	No Data	No Data
MOV	11	24	16,5
PTE	8,8	20,3	14,4
SCR	8,3	20,9	14,2
SUB	8,8	24,6	15,3
TUN	7,5	25,5	15,9
USQ	9,5	22,2	15,1

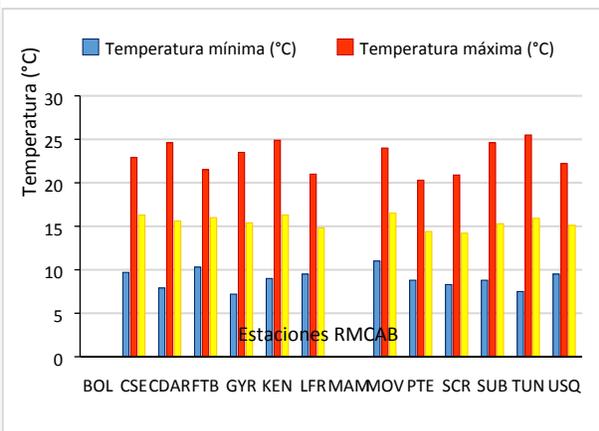


Figura 15. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones (mayo - 2020)

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

De acuerdo con los registros de la RMCAB, el comportamiento medio de los vientos presentó una variación en cuanto a dirección. En abril se presentaron diversos predominios en la ciudad. Por ejemplo, al sur

occidente de la ciudad predominaron los vientos del sur occidente; en el flanco oriental los alisios del suroriente. Entretanto durante el mes de mayo los registros de la red muestran un predominio muy marcado de la componente oriente confluyendo en el centro de la ciudad para luego continuar su trayectoria hacia el occidente. En el caso particular de abril cuando los vientos predominan del occidente y/o del suroccidente es normal que por arrastre o acumulación presenten incrementos en la contaminación de material particulado hacia el sector centro oriente, hacia el sector de Usaquén; mientras que con vientos predominantemente del oriente se favorece el transporte y la mezcla por fuera de la ciudad y reduce la posibilidad de su acumulación tal como se observa en los mapas de PM_{10} y $PM_{2.5}$. Aunque debe anotarse que las bajas concentraciones en gran parte de la ciudad, sobre todo hacia el norte y el corredor de los cerros orientales de sur a norte, obedece en gran medida a la disminución del tráfico vehicular y las actividades industriales, debidas a las medidas de confinamiento por el evento de la pandemia.

En relación con la velocidad media del viento, se observa que hacia el norte y centro geográfico de la ciudad de la ciudad se presentó un incremento importante con respecto a lo que normalmente ocurre. Posiblemente esto se deba al hecho de que, al no presentarse confluencias entre vientos de distintas direcciones al interior de la ciudad, su velocidad se pudo desarrollar sin restricciones. Ver Figura 16. Las velocidades máximas absolutas se registraron en las estaciones de Guaymaral (9,9 m/s) y San Cristóbal (6,5 m/s). Ver Tabla 10 y Figura 17.

Este comportamiento, puede observarse en las rosas de vientos, de cada una de las estaciones de la RMCAB, las cuales además de mostrar las direcciones del viento predominantes y la resultante promedio de los vientos durante el mes de mayo, permite observar los vientos más frecuentes y el porcentaje de ocurrencia de cada uno de ellos. Ver Figura 18.

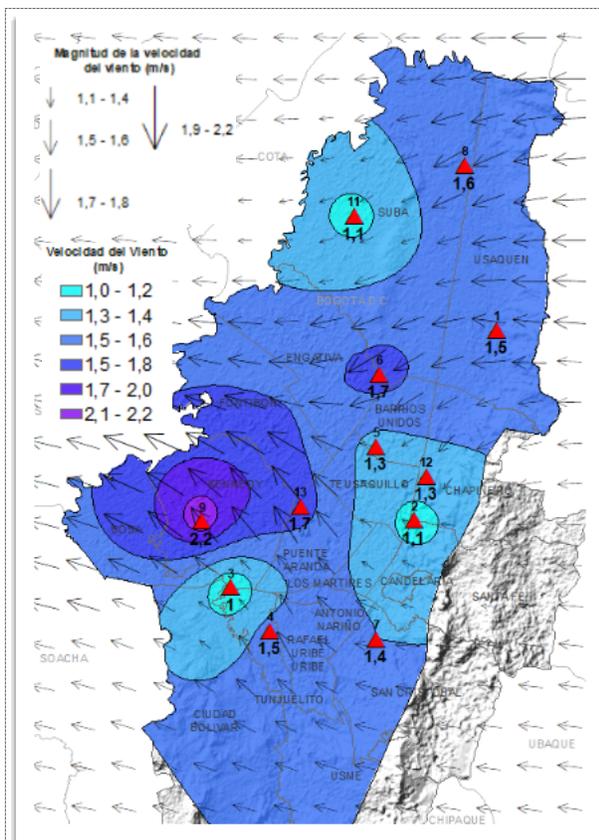


Figura 16. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging (mayo - 2020)

Tabla 10. Velocidades reportadas para mayo de 2020

Estación	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. media
CSE	0,0	4,8	1,0
CDAR	0,0	4,2	1,3
GYR	0,2	9,2	4,1
KEN	0,6	4,6	1,6
LFR	0,1	5,7	2,2
MAM	0,0	5,2	1,7
MOV	0,0	6,0	1,1
PTE	0,1	5,5	1,3
SCR	0,0	6,5	1,7
SUB	0,0	4,7	1,4
TUN	0,0	4,6	1,1
USQ	0,4	3,8	1,5

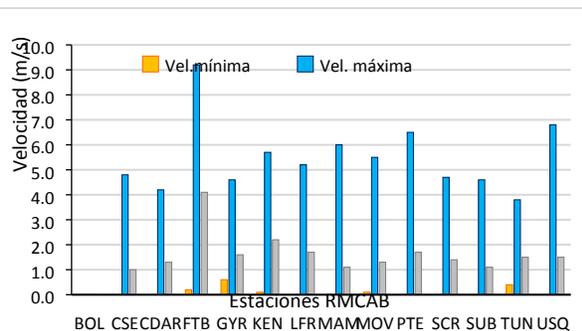
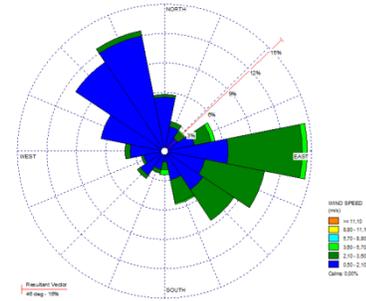
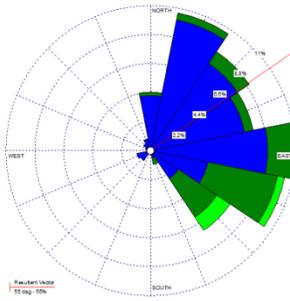
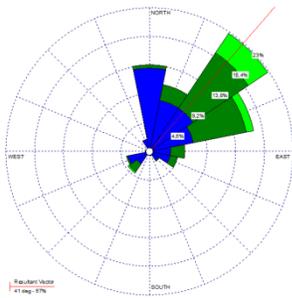


Figura 17. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación (mayo - 2020)

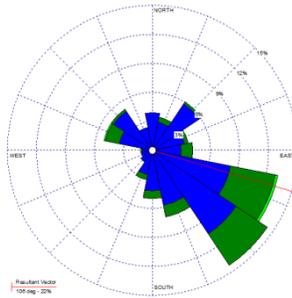
N.A.



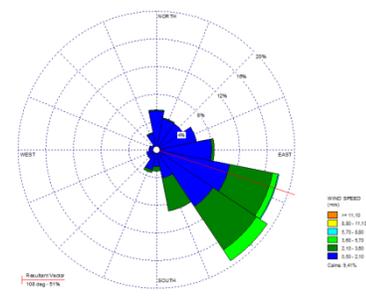
a) Bolivia



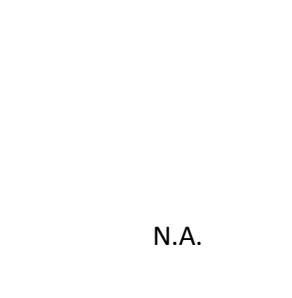
b) Suba



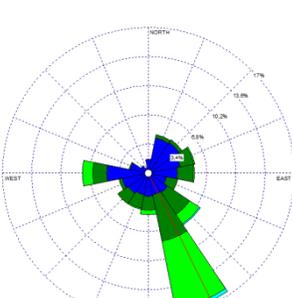
c) Guaymaral



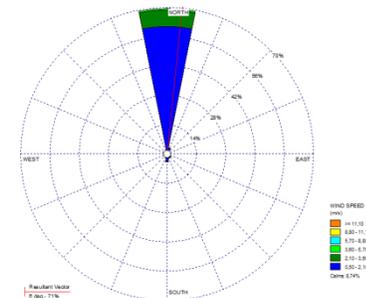
d) Las Ferias



e) CDAR

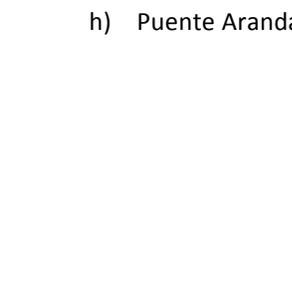


f) Usaquén



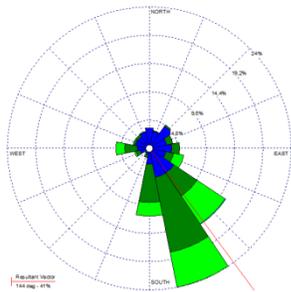
N.A.

g) Fontibón

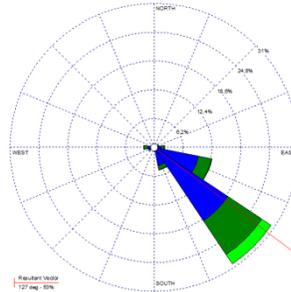


h) Puente Aranda

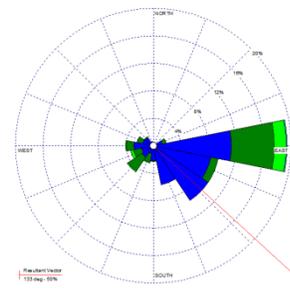
i) Móvil 7ma



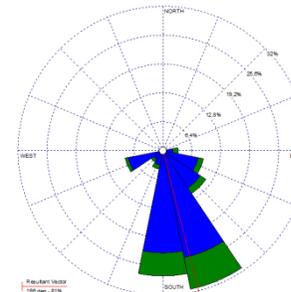
j) Kennedy



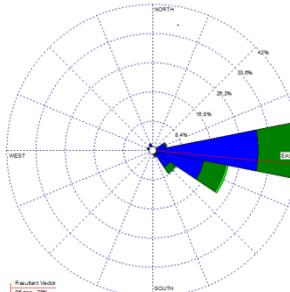
k) Carvajal



l) MinAmbiente



m) Tunal



n) San Cristóbal

Figura 18. Rosas de viento – mayo de 2020

10.1 ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE LA CAPA LÍMITE

En el mes de mayo se observa una reducción en la altura máxima de la capa límite con respecto al mes anterior; la altura máxima registrada durante el mes de abril estuvo ligeramente por encima de los 1500 m aproximadamente, tanto al norte como el sur de la ciudad, mientras que en mayo la altura máxima superó levemente los 1400 m. Esta reducción de la altura de la capa límite está relacionada con la cantidad de radiación entrante a la ciudad. Como quiera que el incremento de la altura de capa de mezcla está asociado principalmente a las fuerzas convectivas, con la disminución de la radiación solar incidente también su contribución al proceso de expansión de la altura de la capa de mezcla se redujo. Como es normal en horas de la madrugada y en horas nocturnas, la altura la capa mezcla desciende por la pérdida de energía entrante sobre todo en horas de la madrugada, toda vez que en las horas de la tarde la energía residual acumulada permite que la tasa de descenso sea gradual. Así pues, en las horas

de la madrugada y noche la altura de la capa de mezcla estuvo entre 200 y 300 m como se observa en la Figura 19 a) y b).

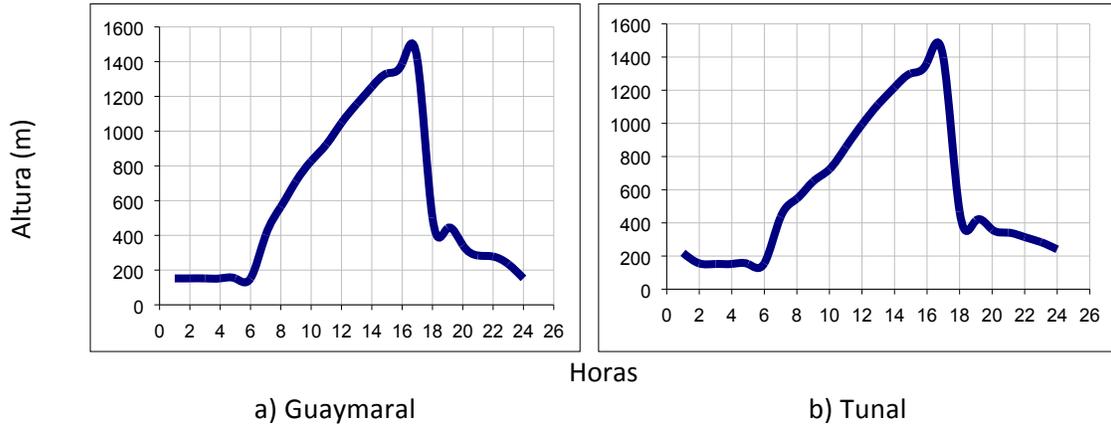


Figura 19. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal - mayo de 2020

De este modo, por la cantidad de energía entrante, cerca de las 9 de la mañana y las 3 de la tarde, la atmósfera presentó mayor inestabilidad sobre todo entre las 10 de la mañana y la 1 de la tarde, hacia el norte de la ciudad. Entre tanto, hacia el Sur, aunque menos inestable, también se presentó un patrón semejante.

En la Tabla 11 y Tabla 12 se presentan los parámetros de escala que caracterizan y permiten describir las condiciones atmosféricas predominantes en el distrito capital, durante el mes de mayo. De acá se desprende que, la ocurrencia de las categorías de estabilidad E y F son consecuencia de la pérdida energía de allí que ocurren en las horas de la noche y de la madrugada.

De otra parte, debido al ciclo solar, entre la mañana y la tarde, es normal que la atmósfera adquiera una estabilidad neutral (D) a inestable (A, B), que son propicias para mezclar y dispersar los contaminantes generados en la ciudad. Ver Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Guaymaral (mayo – 2020)

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z _o	z _m	u _o	N	H _o	Q*	LN (z _m /z _o)	C _{DN}	u _o ²	C	u*	h _{mec}	h _{conv}	H _z	Estab
Hr	m/s	°C	W/m ²	W/m ²	m	m	m/s								m/s	m	m	M	
1	1,0	12,2	0,0	-46,3	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
2	0,9	12,1	0,0	-53,1	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
3	0,9	11,9	0,0	-53,2	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,9	11,8	0,0	-53,3	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,9	11,6	0,0	-53,4	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	1,0	11,7	0,0	-53,4	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	1,0	12,6	57,3	12,9	1	6	0,23	8	15,7	0,14	1,8	-	-	-	0,30	-	229	401	D
8	1,3	15,2	195,6	102,0	1	6	0,29	7	54,2	0,29	1,8	-	-	-	0,42	-	394	564	C
9	1,7	17,2	342,5	196,7	1	6	0,39	6	95,3	0,73	1,8	-	-	-	0,53	-	580	711	B
10	2,1	18,4	459,9	277,5	1	6	0,48	6	130,5	1,33	1,8	-	-	-	0,62	-	765	828	B
11	2,4	19,0	478,6	297,5	1	6	0,54	7	139,1	1,93	1,8	-	-	-	0,68	-	923	923	B
12	2,5	19,6	441,7	273,0	1	6	0,56	7	128,0	2,14	1,8	-	-	-	0,69	-	1048	1048	B
13	2,5	19,6	425,6	262,1	1	6	0,58	7	123,2	2,39	1,8	-	-	-	0,70	-	1155	1155	B
14	2,6	19,7	430,9	265,8	1	6	0,60	7	124,8	2,64	1,8	-	-	-	0,72	-	1255	1255	B
15	2,5	19,6	361,9	219,0	1	6	0,57	7	104,1	2,24	1,8	-	-	-	0,68	-	1332	1332	B
16	2,3	19,4	292,9	165,2	1	6	0,52	6	80,4	1,75	1,8	-	-	-	0,63	-	1389	1389	B
17	2,2	18,4	153,6	62,9	1	6	0,49	5	35,6	1,44	1,8	-	-	-	0,57	-	1413	1413	C
18	1,8	17,0	0,0	-42,5	1	6	-	5	-22,5	-	1,8	0,23	0,06	0,67	0,38	502	502	502	F
19	1,6	15,3	0,0	-44,0	1	6	-	5	-19,8	-	1,8	0,23	0,06	0,59	0,33	441	441	441	F
20	1,4	14,4	0,0	-44,7	1	6	-	5	-15,4	-	1,8	0,23	0,06	0,42	0,26	344	344	344	F
21	1,2	13,7	0,0	-45,3	1	6	-	5	-12,7	-	1,8	0,23	0,06	0,27	0,21	284	284	284	F
22	1,2	13,3	0,0	-45,6	1	6	-	5	-12,5	-	1,8	0,23	0,06	0,26	0,21	278	278	278	F
23	1,1	12,9	0,0	-45,8	1	6	-	5	-10,5	-	1,8	0,23	0,06	0,14	0,18	235	235	235	F
24	1,0	12,4	0,0	-46,2	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F

Tabla 12. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Tunal (mayo – 2020)

Hora Local	Vel Viento	T	R _g	R _n	z _o	z _m	u _o	N	H _o	Q*	LN (z _m /z _o)	C _{DN}	u _o 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	1,1	13,2	0,0	-65,7	1	6	-	2	-9,8	-	1,8	0,23	0,06	0,10	0,16	219	219	219	F
2	1,0	13,0	0,0	-65,8	1	6	-	2	-7,0	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	156	156	156	F
3	0,9	12,8	0,0	-66,0	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,9	12,5	0,0	-66,2	1	6	-	2	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,9	12,4	0,0	-66,3	1	6	-	2	-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 _o	z _m	u _o	N	H _o	Q*	LN (z _m /z _o)	C _{DN}	u _o 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	
6	1,0	12,3	0,0	-66,3	1	6	-	2	-7,0	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,12	157	157	157	F
7	1,1	12,8	68,4	13,9	1	6	0,26	7	16,0	0,21	1,8	-	-	-	0,33	-	234	436	D
8	1,3	14,6	162,8	79,2	1	6	0,30	7	44,3	0,31	1,8	-	-	-	0,41	-	372	546	C
9	1,5	16,7	280,8	161,0	1	6	0,34	7	79,7	0,48	1,8	-	-	-	0,49	-	538	650	B
10	1,7	18,5	368,8	222,5	1	6	0,39	7	106,1	0,71	1,8	-	-	-	0,54	-	702	723	B
11	1,9	19,5	431,8	266,3	1	6	0,43	7	125,0	0,97	1,8	-	-	-	0,59	-	856	856	B
12	2,0	20,4	453,2	281,7	1	6	0,46	7	131,5	1,15	1,8	-	-	-	0,61	-	993	993	B
13	2,1	20,7	458,7	285,7	1	6	0,47	7	133,1	1,28	1,8	-	-	-	0,62	-	1115	1115	B
14	2,1	20,3	427,9	264,5	1	6	0,48	7	123,9	1,38	1,8	-	-	-	0,62	-	1217	1217	B
15	2,1	20,2	391,6	233,0	1	6	0,48	6	110,0	1,36	1,8	-	-	-	0,61	-	1301	1301	B
16	2,2	20,0	334,4	187,3	1	6	0,50	5	89,8	1,55	1,8	-	-	-	0,61	-	1366	1366	B
17	2,0	19,6	208,7	81,4	1	6	0,47	2	43,1	1,22	1,8	-	-	-	0,55	-	1396	1396	C
18	1,7	17,8	0,0	-61,9	1	6	-	2	-21,0	-	1,8	0,23	0,06	0,63	0,35	468	468	468	F
19	1,6	15,7	0,0	-63,8	1	6	-	2	-18,5	-	1,8	0,23	0,06	0,55	0,31	414	414	414	F
20	1,4	14,6	0,0	-64,7	1	6	-	2	-16,1	-	1,8	0,23	0,06	0,45	0,27	360	360	360	F
21	1,4	14,0	0,0	-65,1	1	6	-	2	-15,3	-	1,8	0,23	0,06	0,41	0,26	341	341	341	F
22	1,3	13,7	0,0	-65,3	1	6	-	2	-14,1	-	1,8	0,23	0,06	0,35	0,24	314	314	314	F
23	1,2	13,4	0,0	-65,5	1	6	-	2	-12,7	-	1,8	0,23	0,06	0,27	0,21	284	284	284	F
24	1,1	13,3	0,0	-65,6	1	6	-	2	-10,8	-	1,8	0,23	0,06	0,15	0,18	240	240	240	F

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

Durante el mes de mayo la cantidad de radiación acumulada se redujo levemente con respecto al mes de abril, sobre todo al norte de la ciudad. Esta reducción puede deberse a la cobertura de la bóveda celeste predominantemente por nubes de tipo estratiformes o cirriformes que cubren grandes extensiones, pero en esencia no son nubes productoras de lluvia. De allí que, a pesar de que los cielos pudieron estar predominantemente cubiertos, las cantidades de agua precipitada no fueron las esperadas para el mes de mayo debido al tipo de nube presente, que en lugar de producir lluvias favorecieron la reducción de los acumulados de radiación solar. Esta disminución en las cantidades de radiación solar tiene un efecto directo en la producción de ozono troposférico o de niveles bajos, en la medida que, la radiación ultravioleta proveniente del sol es la causante del rompimiento de moléculas de NO_x resultantes, principalmente, de combustión de hidrocarburos. Así pues, una vez estas moléculas de NO_x son liberadas a la atmósfera, la radiación solar incidente propicia la producción de ozono en bajos niveles. Por tanto, si la radiación solar incidente disminuye se espera que también disminuyan las concentraciones de ozono, tal como se puede

observar en la Figura 20.

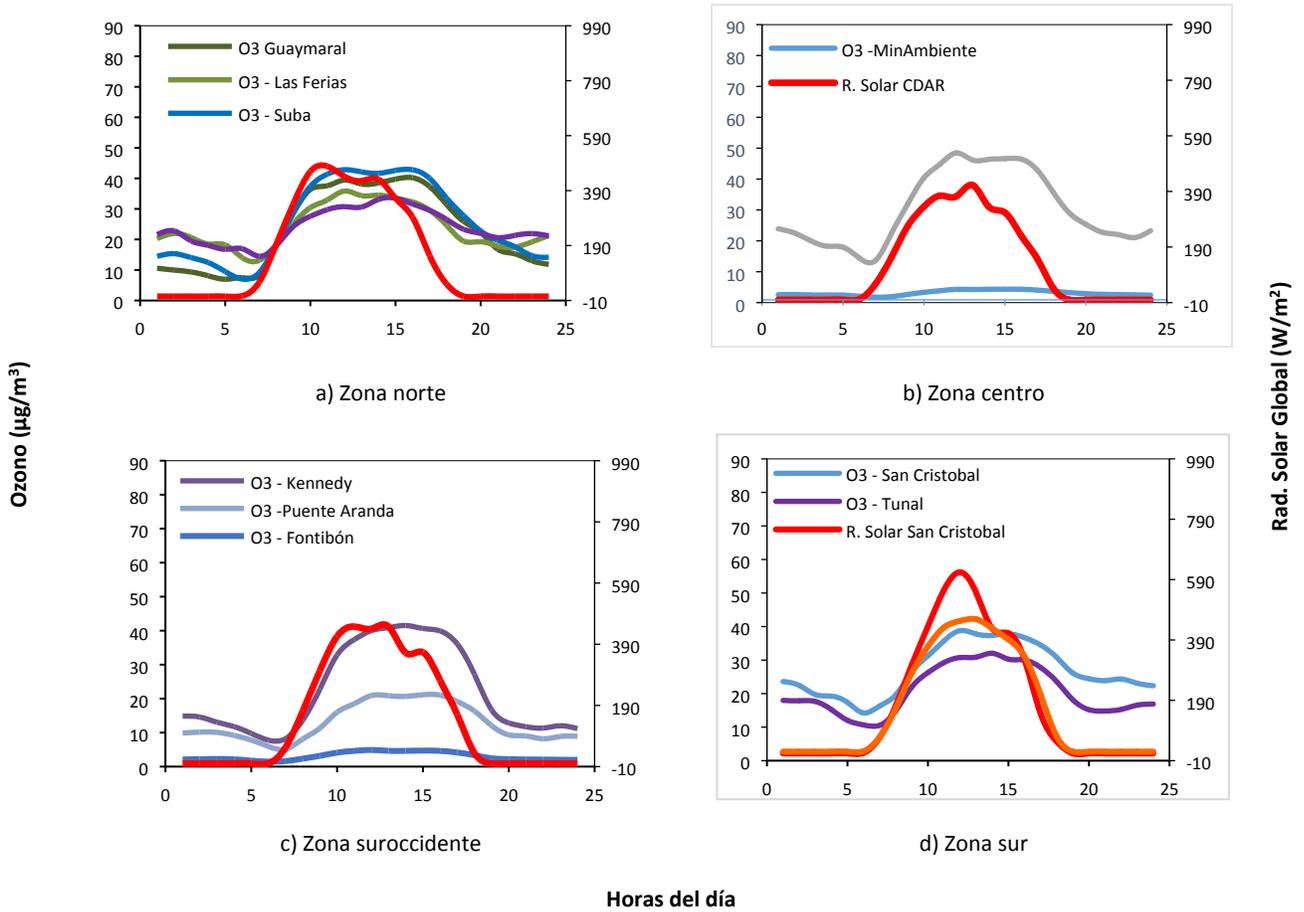


Figura 20. Comportamiento horario de O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2), mayo 2020. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

12 REPORTE MENSUAL DE VALIDACIÓN SIMCAB PARA EL MES DE MAYO DE 2020.

El presente informe contiene el reporte de validación del comportamiento del modelo WRF del mes de mayo de 2020 con respecto de los datos monitoreados por parte de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá – RMCAB, para el mismo periodo.

12.1 MODELO METEOROLÓGICO WRF

Para explicar el grado de acierto entre las variables meteorológicas continuas modeladas a través de WRF y los valores medidos por la RMCAB para la ciudad de Bogotá y sus distintas estaciones de monitoreo, se hace uso de los diagramas de Taylor ver (Figura 21) y los Box Plot (Figura 22). Los diagramas de Taylor a nivel ciudad muestran que la velocidad del viento la correlación disminuyó para este mes y se ubicó cerca de 0.2 y el RMSE aumentó superando los 2 m/s para este mes, este aumento en la sobrestimación se dio principalmente en horas de la tarde según el boxplot. La humedad relativa, por su parte, disminuyó la correlación a un valor cercano a 0.6, mientras el RMSE se mantuvo por encima de 10%. El box plot de la temperatura muestra que la tarde y la noche mejoraron en la simulación, sin embargo, la correlación y el RMSE se mantuvo similar al mes anterior. La radiación y la presión no tienen cambios aparentes con respecto al mes anterior.

En lo que respecta a la precipitación, la validación se realiza por medio de tablas de contingencia, utilizando como variable categórica la condición lluvia – no lluvia (ver Tabla 13); Los resultados indican que el modelo mejoró la predicción de la lluvia con respecto al mes anterior, ya que el percent correct aumento en casi todas las estaciones y, de igual manera, el POD aumentó y varias estaciones estuvieron en 1, lo cual es el mejor resultado para dicho estadístico, mientras que el FAR, es decir las falsas alarmas disminuyeron con respecto al mes anterior. Las estaciones que mejor fueron modeladas en términos de lluvia este mes fueron CDAR, Kennedy y San Cristóbal, mientras que las estaciones que tuvieron una menor correlación en los parámetros estadísticos fueron Usaquén, Suba y Puente Aranda.

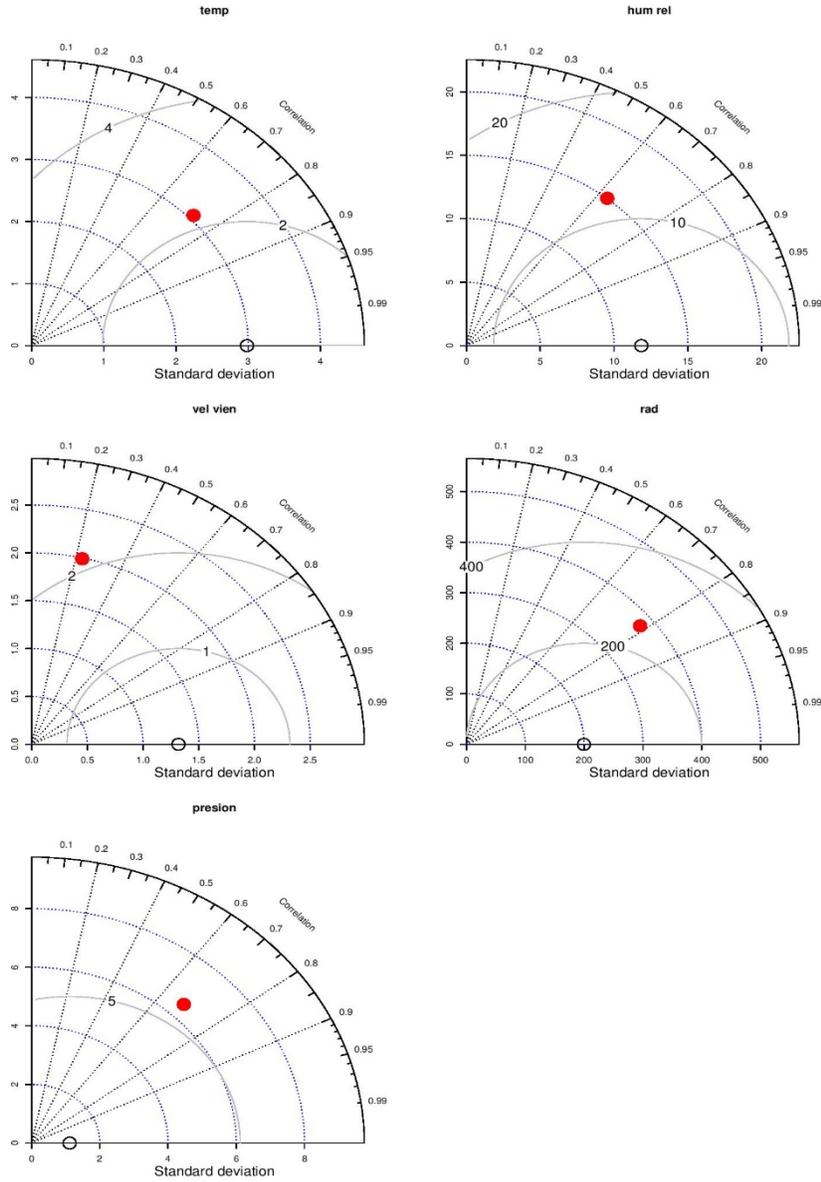


Figura 21. Diagramas de Taylor parámetros meteorológicos. Mayo 2020.

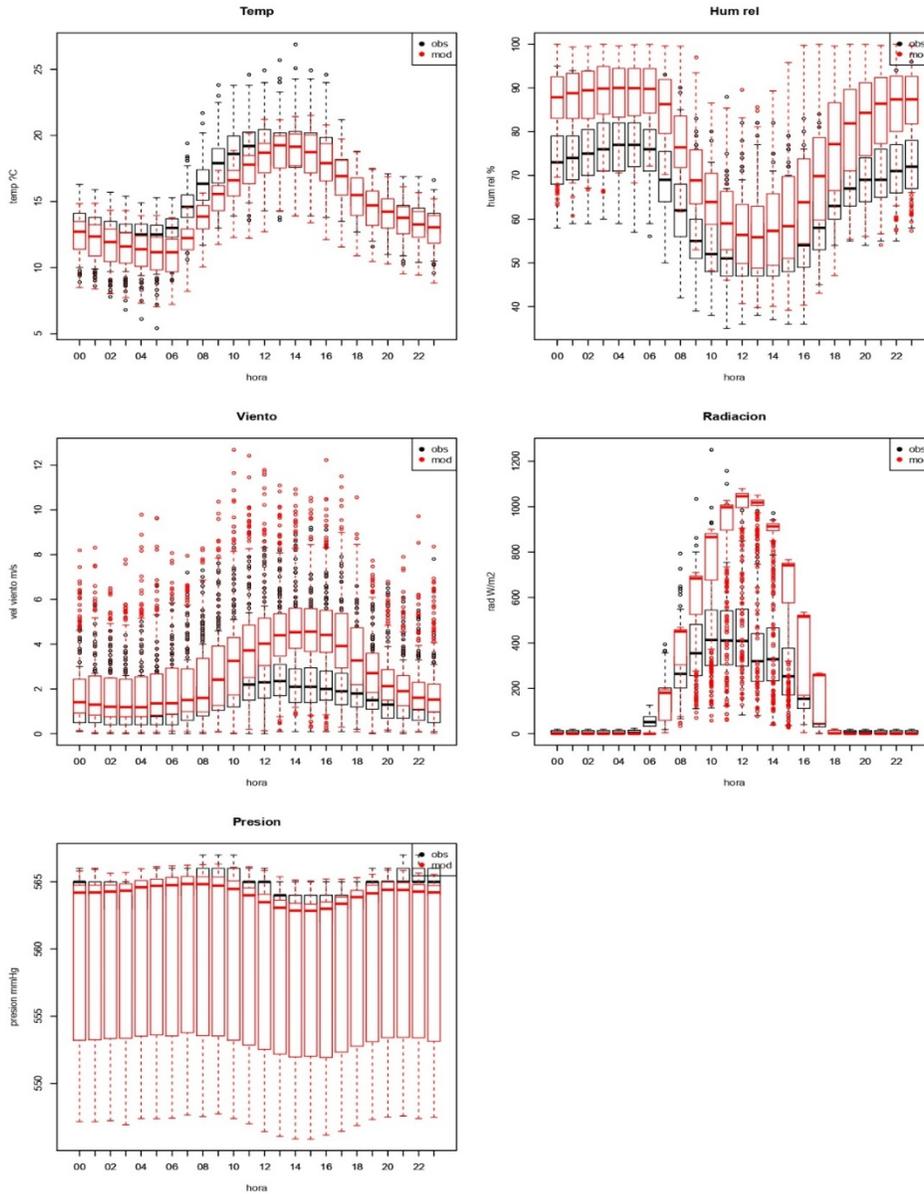


Figura 22. Box Plot parámetros meteorológicos – Mayo 2020

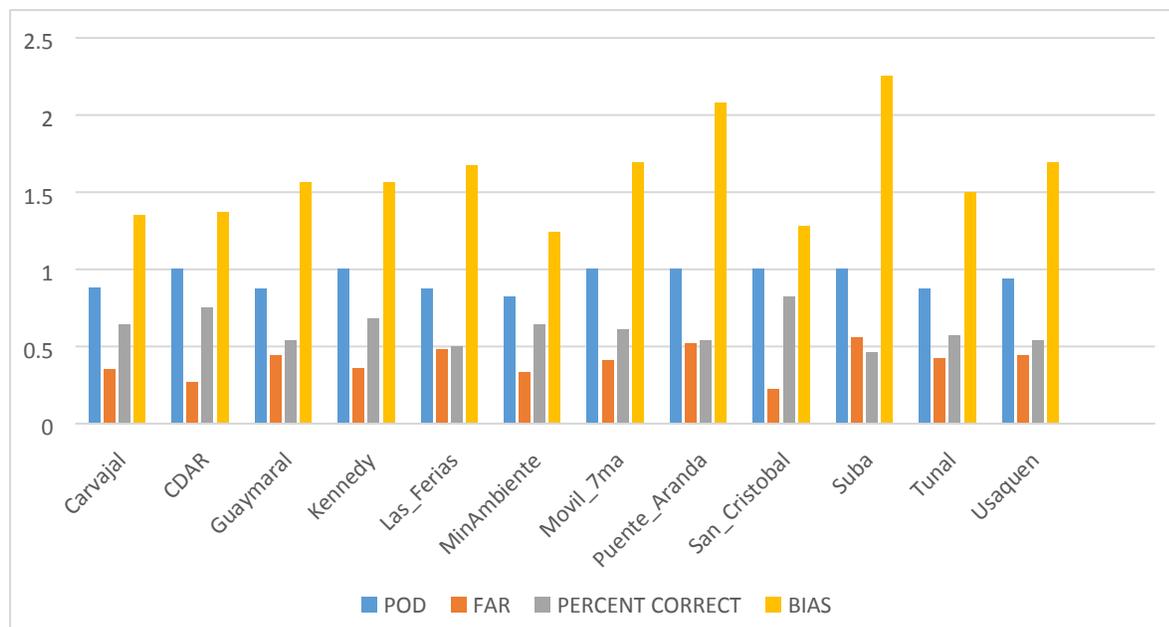


Figura 23. Validación de la Precipitación por estación – Mayo 2020

12.2 MODELO DE PRONÓSTICO DE CALIDAD DEL AIRE

A partir de los datos medidos en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá, se realizó una validación del modelo de pronóstico para los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , SO_2 y CO en el mes de mayo de 2020. Para el material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), se realizó el diagrama de Taylor para los promedios diarios, dado que éstos valores son los que se comparan con la normatividad actual. Con los ajustes a los resultados producto del análisis del modelo con observaciones en meses anteriores, se estableció que, para PM_{10} , el modelo tiene una correlación de Pearson cercana a 0.85, adicionalmente, el modelo presenta un RMSE cercano a $6 \mu g/m^3$; Por otro lado, para $PM_{2.5}$ el modelo tiene una correlación con respecto a los datos observados de 0.75, con un RMSE de $4 \mu g/m^3$.

Dado que el material particulado es el contaminante más crítico en la ciudad, se muestran en la Tabla 13 los valores de sesgos (BIAS, definido como concentración modelada menos concentración observada), que muestra el comportamiento promedio de los sesgos del modelo para el mes de abril, por estación. De esta tabla se puede concluir que para este mes, el modelo tendió a subestimar levemente las concentraciones de material particulado hasta $1 \mu g/m^3$ en promedio para PM_{10} y hasta $1 \mu g/m^3$ en promedio para $PM_{2.5}$.

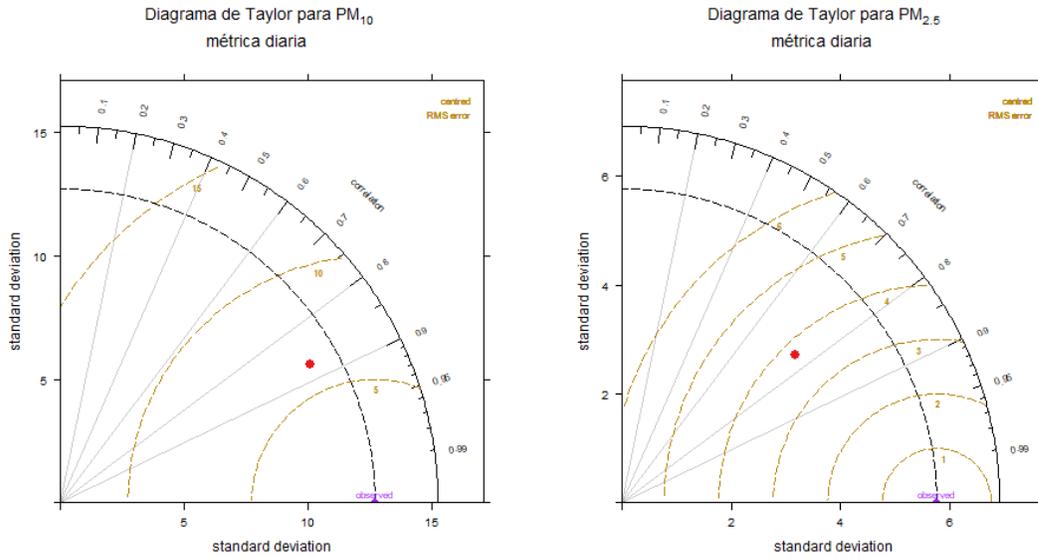


Figura 24. Diagramas de Taylor para material particulado, en métrica diaria. Mayo 2020

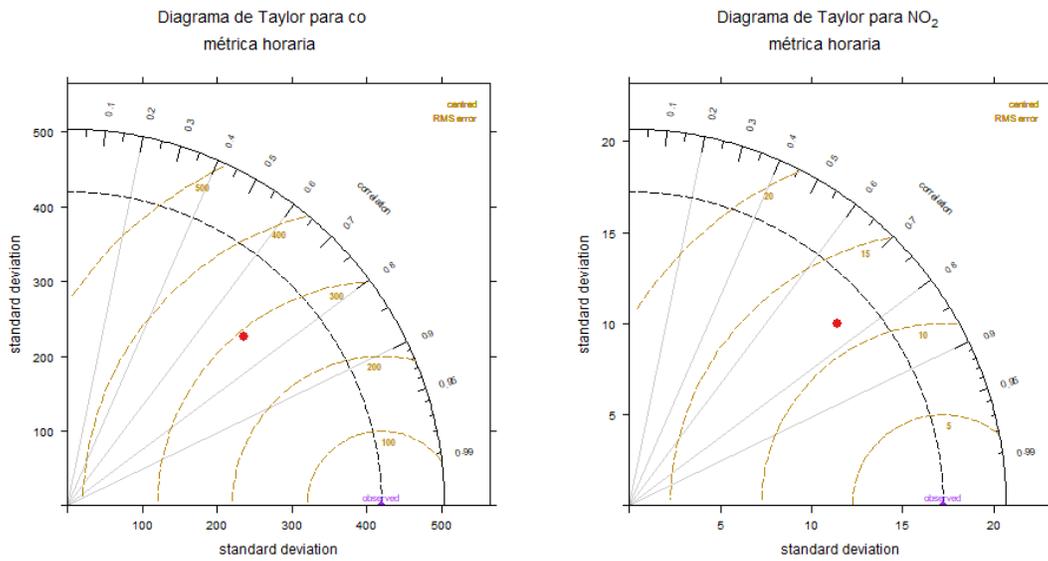


Diagrama de Taylor para SO₂
métrica horaria

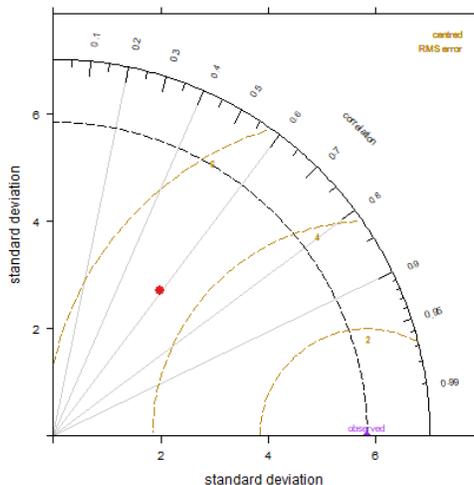


Figura 25. Diagramas de Taylor para distintos gases, en métrica horaria. Mayo 2020

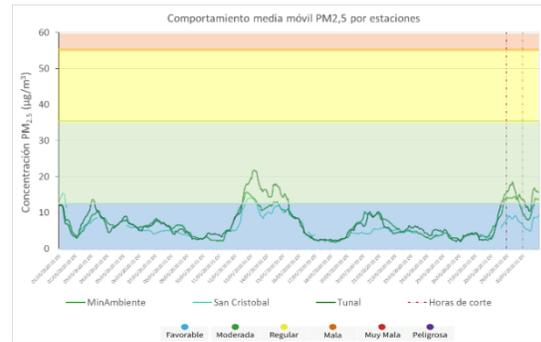
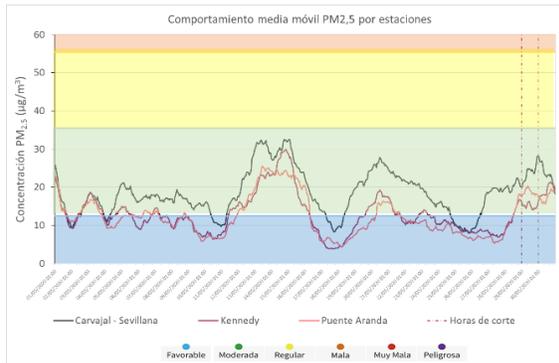
Tabla 13. Sesgos en los promedios diarios de material particulado determinados para mayo 2020 por el modelo (IC 95%).

Estación	Sesgo Diario PM10	Sesgo Diario PM2.5
Carvajal	2 ± 10	-1 ± 4
CDAR	-1 ± 5	-1 ± 4
Fontibón	-1 ± 5	-1 ± 4
Guaymaral	0 ± 5	-1 ± 3
Kennedy	1 ± 7	-1 ± 5
Las Ferias	0 ± 5	-1 ± 4
MinAmbiente	0 ± 4	-1 ± 3
Móvil 7ma	0 ± 6	-2 ± 4
Puente Aranda	0 ± 7	-2 ± 4
San Cristóbal	-1 ± 4	-1 ± 2
Suba	0 ± 6	-1 ± 4
Tunal	-1 ± 7	-2 ± 4
Usaquén	No medido	-1 ± 3

13 AISLAMIENTO POR CONTINGENCIA DEL VIRUS COVID-19

Desde el día 19 de marzo, en la ciudad de Bogotá se establecieron medidas de aislamiento y confinamiento, con el fin de reducir la posibilidad del contagio del virus COVID-19. Durante el mes de mayo, se mantuvieron vigentes dos reactivaciones de las actividades económicas. La primera se realizó desde el 27 de abril de 2020 con base en el Decreto Distrital No. 121 de 2020, en el cual se definieron las autorizaciones para el inicio de actividades de empresas del sector de la construcción con los protocolos implementados. La segunda reactivación se llevó a cabo desde el 11 de mayo de 2020, reglamentada por el Decreto 126 del 10 de mayo de 2020, mediante el cual se autorizó el inicio de las actividades de empresas de manufactura que se encuentren registradas por el Distrito, por el cumplimiento de protocolos.

Desde el 11 de mayo, se observó un incremento de las concentraciones de $PM_{2.5}$ tras la segunda fase de reactivación (Figura 26), registrando concentraciones en la condición “Moderada” hasta el 17 de mayo en las estaciones del suroccidente de la ciudad, y hasta el 14 de mayo en las demás estaciones. Con el aumento de la actividad en la ciudad, la reapertura de negocios y el aumento de la flota vehicular que circula en la ciudad incidieron en el incremento de las concentraciones. Sin embargo, los niveles aún permanecen en condición “favorable” en la mayor parte de la ciudad, y son los más bajos en relación con los otros meses del año.



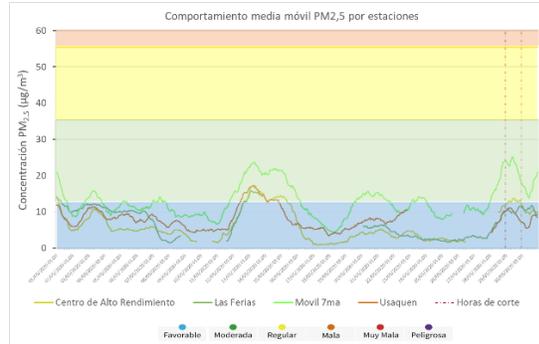
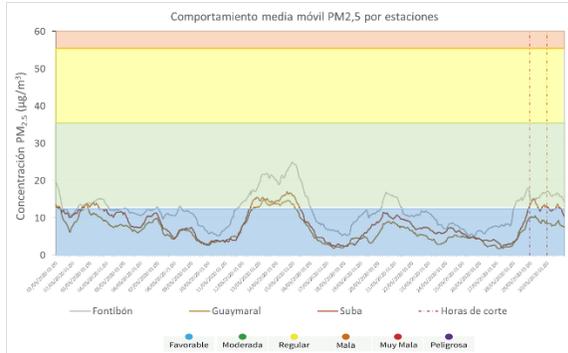


Figura 26. Concentraciones media móvil de PM_{2.5} por zona. Mayo 2020

ANEXOS

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

Tabla 14. 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	Bolívia
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
Ubicación	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 #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 78 Bis #132-11	Avenida Calle #121-98
Tipo de zona	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	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	X	X	X
	CO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SO ₂	X	X	X	X	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
	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	X	X
	Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R. Solar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	H. Relativa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Presión Atm.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

La elaboración de informes de calidad del aire se realiza teniendo en cuenta uno de los componentes de la misionalidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, como autoridad ambiental del Distrito Capital. Además, se tiene en cuenta lo establecido en la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 con respecto a la elaboración de los reportes del laboratorio, y teniendo en cuenta que los informes de calidad del aire de la RMCAB se elaboran con base en los procedimientos asociados a las funciones del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, los cuales se incluyen dentro de del proceso de apoyo de la SDA denominado "Metrología, Monitoreo y Modelación".

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. Adicionalmente se realizan periódicamente las calibraciones y verificaciones de los equipos de monitoreo, con el fin de garantizar que la medición de los equipos se realice de acuerdo a los estándares establecidos en los métodos de medición.

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 diciembre de 2019¹. 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 15)

Tabla 15. 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
		EQPM-0404-151	
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0193-091	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
		RFCA-0915-228	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

NOTA

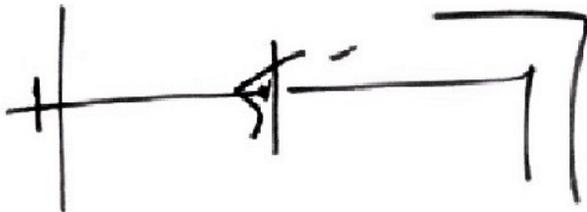
El análisis realizado en el presente informe mensual corresponde a los datos recolectados por la Red de Monitoreo de Calidad el Aire de Bogotá – RMCAB durante el período comprendido entre el 1 y el 31 de mayo de 2020, y adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.

¹ United States Environmental Protection Agency. List of designated reference and equivalent methods. Diciembre 2019. https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.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

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 PA10-PR05- Validación de datos de la RMCAB (v. 3.0). 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



HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO
SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL

Elaboró:

Eaking Alberto Ballesteros Urrutia – PROFESIONAL RMCAB
Edna Lizeth Montealegre Garzón – PROFESIONAL RMCAB
Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez – PROFESIONAL RMCAB
María Camila Buitrago Jiménez – PROFESIONAL SATAB

Revisó:

Luis Álvaro Hernández González – PROFESIONAL ESPECIALIZADO RMCAB
José Hernán Garavito Calderón - PROFESIONAL ESPECIALIZADO RMCAB
Leonardo Quiñones Cantor – PROFESIONAL ESPECIALIZADO SATAB

Autorizó:

Hugo Enrique Sáenz Pulido - SUBDIRECTOR DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL

FIN DEL INFORME

:

Elaboró:

DAISSY LIZETH ZAMBRANO
BOHORQUEZ

C.C: 1023908909 T.P: N/A

CONTRATO 20200374 DE 2020 FECHA EJECUCION:

03/07/2020

Página 41 de 42



SECRETARÍA DE
AMBIENTE

Revisó:

LUIS ALVARO HERNANDEZ
GONZALEZ

C.C: 80164122

T.P: N/A

CPS: Contrato SDA-
CPS-20200239 de 2020

FECHA
EJECUCION:

03/07/2020

Aprobó:

Firmó:

HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO

C.C: 79876838

T.P: N/A

CPS: FUNCIONARIO

FECHA
EJECUCION:

05/07/2020

