

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Tecnico No. 00712, 04 de mayo del 2021



**Informe Mensual  
de Calidad del Aire  
de Bogotá**

**Diciembre 2020**

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de  
Bogotá - RMCAB





## SECRETARÍA DE AMBIENTE



**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**  
Líder Técnico de la RMCAB

**Leonardo Quiñones Cantor**  
**María Camila Buitrago Jiménez**  
**Juan Manuel Rincón Riveros**  
Profesionales Especializados del SATAB

**Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez**  
**Eaking Ballesteros Urrutia**  
**Edna Lizeth Montealegre Garzón**  
**Jennyfer Montoya Quiroga**  
Grupo de validación y Análisis de la RMCAB

**Darío Alejandro Gómez Flechas**  
**Henry Ospino Dávila**  
**Luz Dary González González**  
**Jesús Alberto Herrera Dallos**  
**Luis Hernando Monsalve Guiza**  
**Richard Alejandro Sánchez Serrano**  
Grupo de Operación de la RMCAB

## 1 RESUMEN

Página 2 de 34

*De acuerdo con lo establecido en la resolución 2254 de 2017, en el mes de diciembre de 2020 se tuvieron 31 excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras  $PM_{10}$  y se tuvieron 26 excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras  $PM_{2.5}$ . En cuanto a las concentraciones de ozono  $O_3$  se registraron 21 excedencias en los promedios de 8h de concentración. Para las concentraciones de dióxido de azufre  $SO_2$ , dióxido de nitrógeno  $NO_2$  y carbono  $CO$  no se registraron excedencias a la normatividad.*

*Durante el mes de diciembre no se presentó ningún evento de contaminación atmosférica, que mostrara grandes cambios en las concentraciones respecto al mes anterior, las concentraciones de  $PM_{10}$  aumentaron gradualmente en la mayoría de las estaciones, probablemente por las festividades celebradas en el mes, sin embargo, las concentraciones de  $PM_{2.5}$  disminuyeron en la mayoría de las estaciones. Los gases no presentaron una variación significativa en sus concentraciones.*

*Por otro lado, aunque se presentan datos de concentración que no cumplieron con el porcentaje de representatividad del 75% de datos válidos, establecido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire expedido por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estos datos se presentan como indicativos, pero no se incluyen dentro del análisis del informe. En la estación de Bosa todos los parámetros tuvieron un porcentaje de representatividad menor al 75%, debido a que, se invalidaron varios datos por excedencia en el nivel establecido de desviación estándar de temperatura interna dentro de la estación, sin embargo, el resto de las estaciones tuvieron un porcentaje de representatividad favorable en la mayoría de los parámetros.*

*Como novedades, durante el mes de diciembre, se realizó la instalación y montaje de la estación de Colina ubicada en la Avenida Boyacá No. 142 A – 55 en la Escuela de Carabineros de Suba, la cual se pondrá en operación en el mes de enero de 2021; esta estación contará con el monitoreo de contaminantes criterio ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $CO$ ,  $O_3$ ,  $NO_x$  y  $SO_2$ ), además de variables meteorológicas (Temperatura, humedad relativa, radiación solar, presión, dirección y velocidad del viento). Asimismo, se actualizó el procedimiento interno de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB, PA10-PRO4 “Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá de la RMCAB” en su versión 7, razón por la cual los informes mensuales de calidad del aire tienen un contenido nuevo.*

## 2 INTRODUCCIÓN

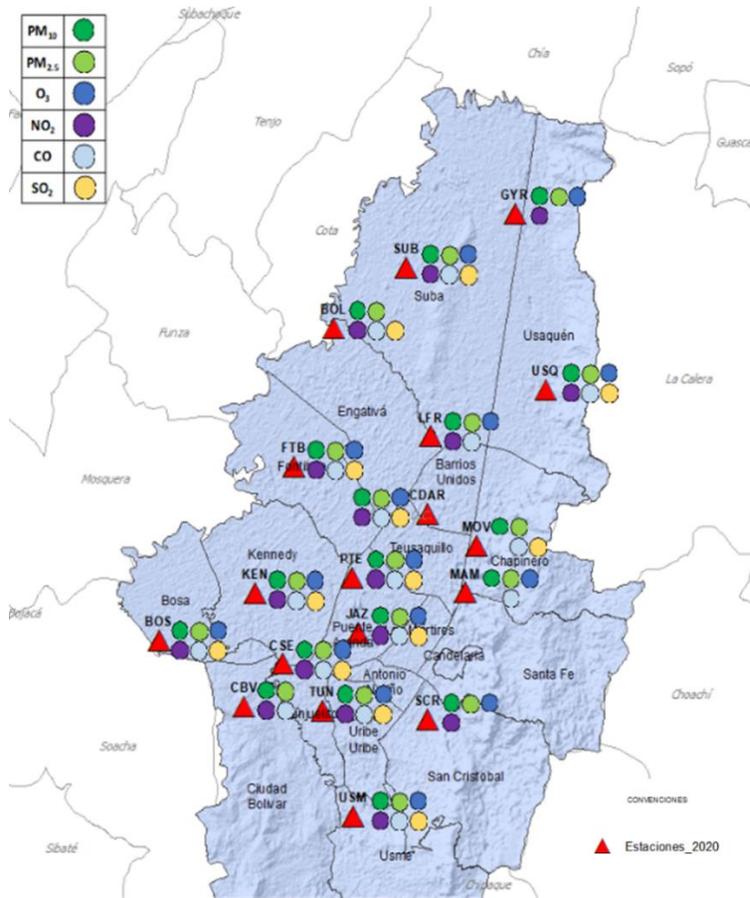


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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 criterio PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. La RMCAB está conformada por 18 estaciones que cuentan con sensores y analizadores automáticos, que reportan datos actualizados cada hora sobre la calidad del aire en la ciudad. Cada estación se encuentra ubicada en un lugar específico de la ciudad, atendiendo a los requerimientos definidos en la normatividad vigente (distancia a fuentes de emisión, posibles interferencias, restricciones de funcionamiento), y por lo tanto cada una registra las condiciones de una zona de influencia en la atmósfera.

Los contaminantes criterio (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO) son los compuestos presentes en la atmósfera cuyos efectos en el ambiente y en la salud se han establecido a través de estudios y pruebas, por lo cual tienen unos niveles máximos establecidos para evitar dichos efectos, entre los cuales se relacionan las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, y efectos en la visibilidad y la química atmosférica. Dichos niveles son establecidos por la Organización Mundial de la Salud, y se encuentran regulados en Colombia por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En las estaciones de la RMCAB se realiza el monitoreo de la temperatura interna y la humedad relativa al interior de las cabinas, con el fin de garantizar las condiciones ambientales necesarias para el correcto funcionamiento de los sensores y analizadores en cada estación. Para el mes de diciembre de 2020 la temperatura interna osciló entre los 19 y 30°C, sin embargo, la estación Suba registró datos hasta 43°C entre el 18 y el 21 de diciembre dado que se registró una falla en el aire acondicionado, por lo cual se invalidaron los datos en este intervalo de tiempo. Por otro lado, la humedad relativa se mantuvo entre 17 y 80% en todas las estaciones.

En la Tabla 1, se presentan las estaciones que hacen parte de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB y las siglas que se utilizan para su identificación, de esta manera se encontraran citadas las estaciones a lo largo de este documento.

Tabla 1. Nombres y siglas de las estaciones de la RMCAB

<b>Estación</b>	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón
<b>Sigla</b>	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB
<b>Estación</b>	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	Carvajal - Sevilla	Bosa	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme
<b>Sigla</b>	PTE	JAZ	KEN	CSE	BOS	TUN	CBV	SCR	USM

### **3. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

En los siguientes apartados se muestran los resultados y cálculos obtenidos con base en las mediciones de variables meteorológicas y concentraciones de contaminantes criterio durante el mes de diciembre 2020.

#### **3.1 COMPORTAMIENTO GENERAL DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS**

En este capítulo describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes, comportamiento el cual incide directamente en la variabilidad de la concentración de contaminantes criterio en el distrito capital.



### 3.1.2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

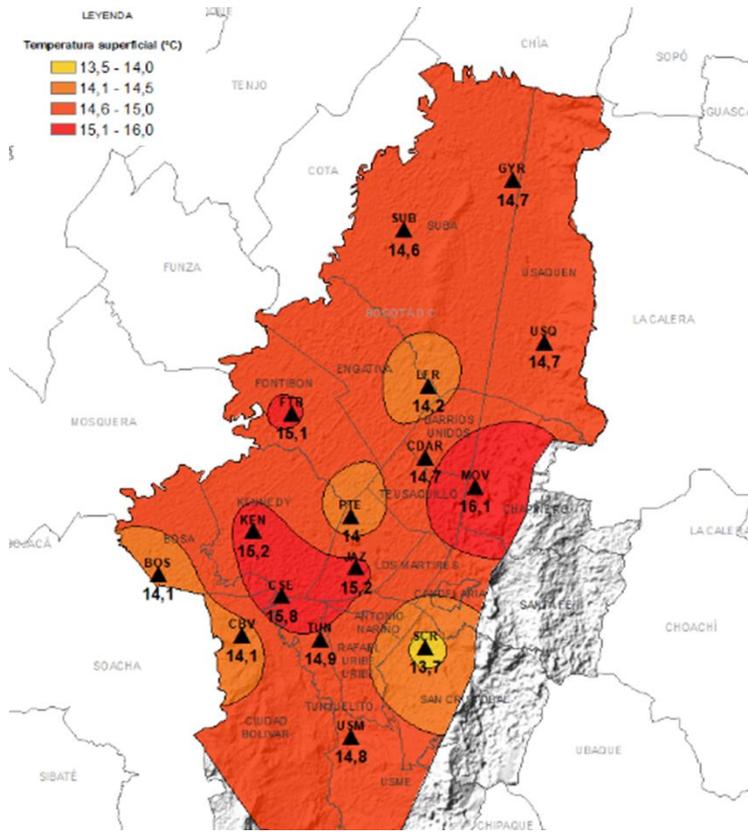


Figura 4. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – diciembre 2020.

La temperatura superficial del aire registró un comportamiento semejante al mes anterior, con algunos ligeros incrementos en ciertos sectores de la ciudad, por ejemplo, una de las variaciones más significativas fue la registrada en la estación Móvil donde pasó de 15.6 °C en noviembre a 16.1 °C en diciembre; esta ligera variación tiene relación con la persistencia de nubes que cubren la bóveda celeste reduciendo la entrada de radiación solar y en consecuencia la temperatura del aire a nivel superficial.

De acuerdo con este comportamiento, los sectores de la ciudad donde se registraron mayores temperaturas fueron el centro oriente, representado por la estación Móvil, y hacia el sur occidente representado por las estaciones de Kennedy, Carvajal, Tunal y Jazmín. Estas temperaturas fluctuaron alrededor de entre 15 °C a 15.6 °C; el resto de la ciudad presentó temperaturas medias de entre 14.5 °C a 14.9 °C, como se observa en la Figura 4.

La temperatura máxima absoluta del mes se registró en la estación de Suba con 26.2 °C, seguida por la estación de Tunal con 25.5 °C. Las mínimas absolutas en las estaciones de Guaymaral con 4.6 °C, y Tunal con 5.4 °C. Ver Figura 5. Los sectores con mayor amplitud térmica de manera semejante a noviembre se presentaron hacia Guaymaral, Suba y Tunal y estas variaciones de temperatura facilitan el ascenso (convección) de las masas de aire, mejorando la dispersión de contaminantes en la ciudad, junto con las fuerzas mecánicas.

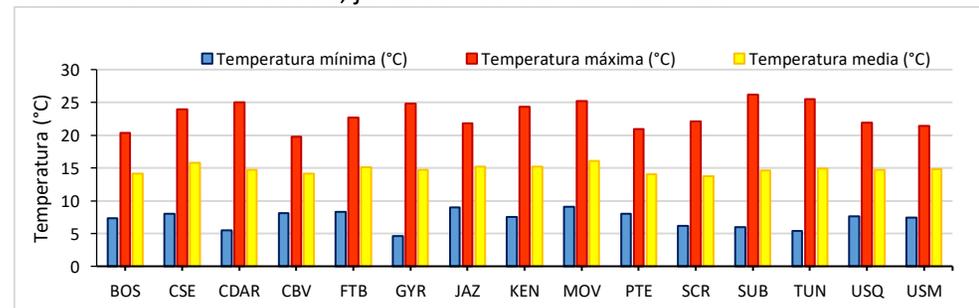


Figura 5. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación - diciembre 2020



### 3.2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM<sub>10</sub>

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona occidental de la ciudad en la estación Carvajal-Sevillana (79.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en la estación Bolivia (58.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte en la estación Usaquén (14.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en la zona centro estación MinAmbiente (21.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 123.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación Carvajal-Sevillana y 94.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación Bolivia; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En el mes se registraron en total treinta y una (31) excedencias a la norma: diecinueve (19) en Carvajal-Sevillana, siete (7) en Bolivia, dos (2) en Kennedy y una (1) en las estaciones Ciudad Bolívar, Móvil 7ma y Puente Aranda. Solamente la estación Bosa registró un porcentaje de datos válidos menor al 75%, debido a que se invalidaron varios datos en el mes, ya que la desviación estándar 24h de la temperatura interna en la estación superó el nivel establecido en durante casi el 60% del mes. Cabe mencionar que en las concentraciones de la estación Bolivia pudo incidir la construcción del Parque Metropolitano PTAR Salitre, junto al que se encuentra la estación.

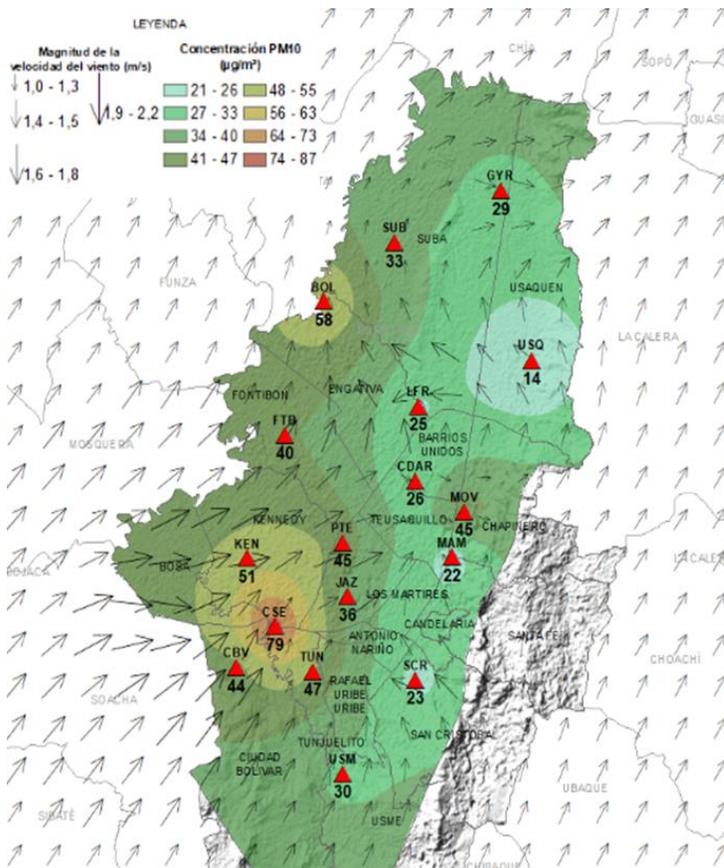


Figura 8. Distribución espacial concentraciones mensuales PM<sub>10</sub> - diciembre 2020

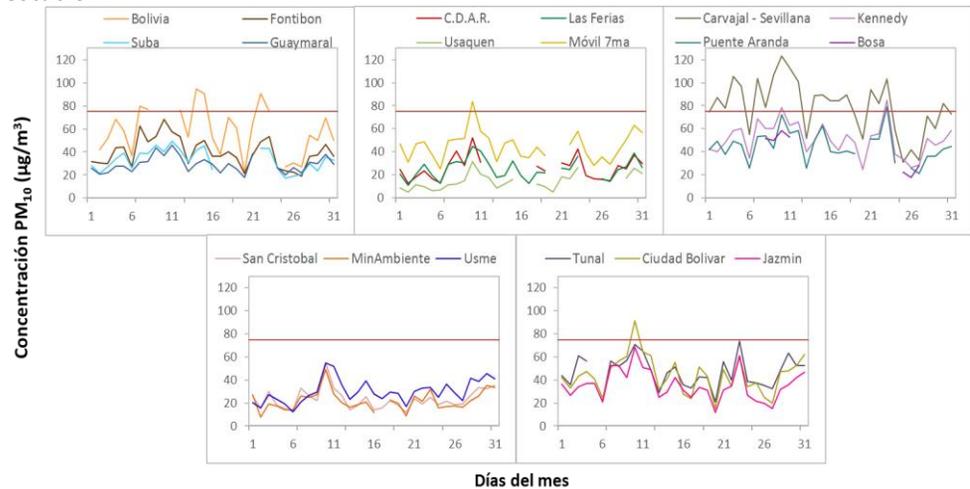


Figura 9. Concentraciones diarias PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo - diciembre 2020

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

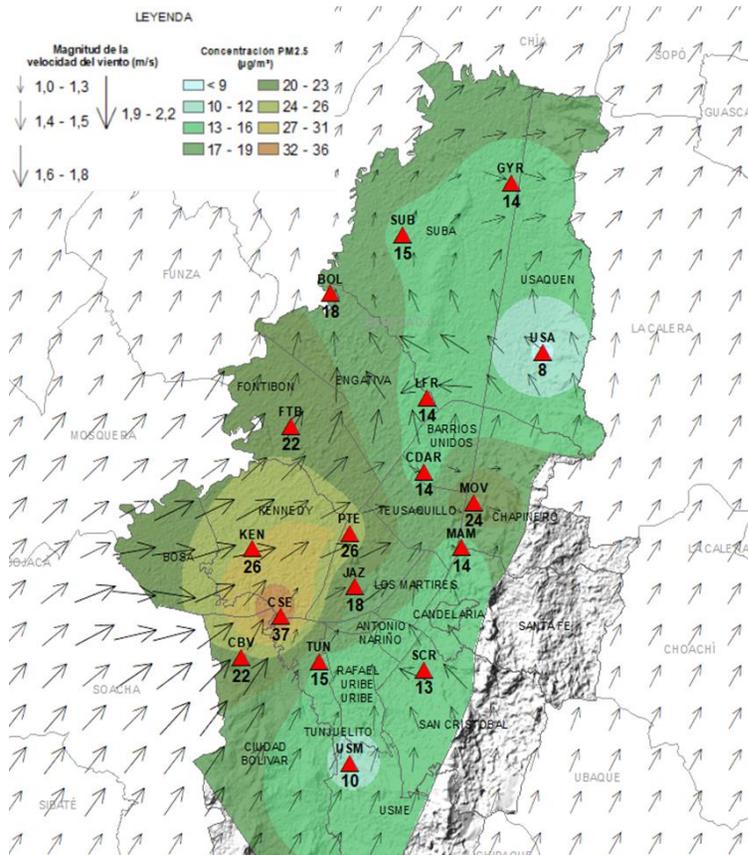


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales PM<sub>2.5</sub> - diciembre 2020

En este mes, las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona sur occidental de la ciudad en la estación Carvajal-Sevillana (37.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en la estación Puente Aranda (26.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte en la estación Usaquéen (7.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en la zona suroriente estación Usme (10.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 58.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación Carvajal-Sevillana y 48.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación Ciudad Bolívar; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Se evidenció un aumento generalizado de las concentraciones hacia el 10 de diciembre debido a acumulación de material particulado generado por los juegos pirotécnicos del 8 de diciembre y por condiciones locales de estabilidad atmosférica. Se registraron en total veintiséis (26) excedencias sobre la norma de PM<sub>2.5</sub>: dieciséis (16) en Carvajal-Sevillana, cuatro (4) en Kennedy, dos (2) en Ciudad Bolívar y Puente Aranda y una (1) en las estaciones Móvil 7ma y Fontibón. La estación Bosa registró un 26% de datos válidos, ya que se invalidaron varios datos por excedencia en el nivel establecido de desviación estándar de temperatura interna en la estación.

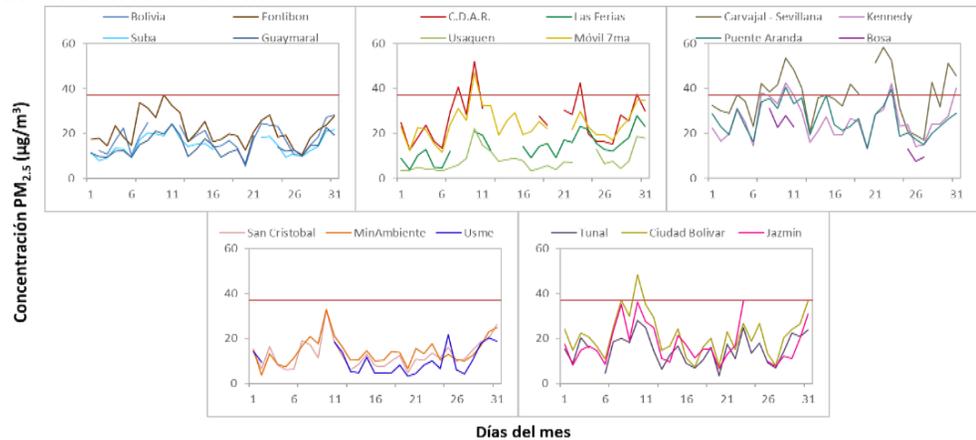


Figura 11. Concentraciones diarias PM<sub>2.5</sub> por estación de monitoreo- diciembre 2020

### 3.4 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y EL MATERIAL PARTICULADO.

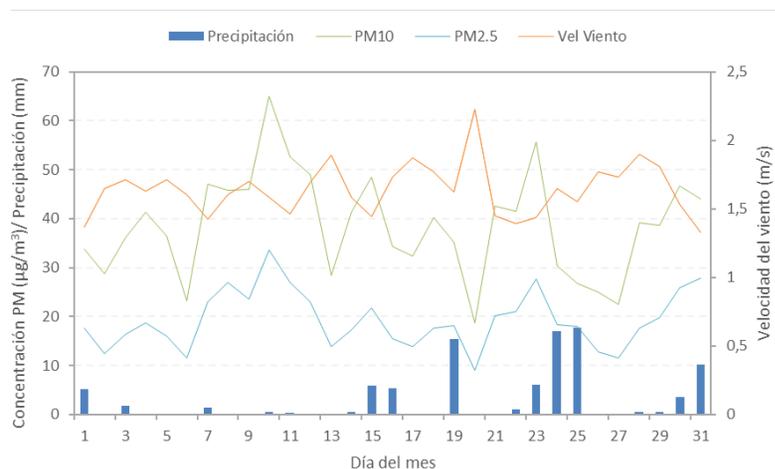


Figura 12. Promedio de concentración PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad - diciembre 2020

En la Figura 12 se representa la variación diaria en la ciudad de las concentraciones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, precipitación y velocidad del viento durante el mes de diciembre 2020. Se evidencia que cuando se registraron incrementos de la velocidad del viento las concentraciones de material particulado disminuyeron, presentando un comportamiento inverso y favorable para la calidad del aire en la ciudad, observando la mayor influencia los días 13 y 20 de diciembre. Las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 10 y 23 de diciembre, debido a los juegos pirotécnicos de las festividades del mes, y el tráfico de vehículos que salieron de la ciudad, sin embargo, en esta última fecha las concentraciones fueron menores a las de la primera semana del mes por la influencia de la precipitación entre el 22 y el 25 de diciembre.

Cabe resaltar que dichas variaciones dependen del comportamiento de las variables meteorológicas según la época del año, ya que en la época seca (primer y tercer trimestre) hay mayor tendencia a que se presenten inversiones térmicas en las mañanas, también depende de la variación diaria de las concentraciones (reducción en fines de semana) y de la influencia de fenómenos regionales como corrientes de viento o arrastre de material particulado por incendios forestales u otros eventos de contaminación atmosférica.

Por otro lado, en las Figuras 13 y 14, se observa la comparación del comportamiento horario durante el mes de diciembre 2020 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de PM2.5 y la velocidad del viento en las estaciones Guaymaral y Tunal. Se puede evidenciar que los registros más bajos de altura de la capa de mezcla coinciden con incrementos de la concentración de material particulado, debido a que hay un volumen menor de aire para la dispersión del contaminante, lo cual ocurre principalmente en las madrugadas cuando la temperatura del aire es más baja, y asimismo la velocidad del viento también es más baja y la atmósfera más estable. Como ejemplo de lo anterior, este comportamiento se observa en la Figura 13 correspondiente a la estación Tunal entre el 13 y el 15 y el 24 de diciembre y en la Figura 14 correspondiente a la estación de Guaymaral el 6, el 9 y el 20 de diciembre.

## TUNAL

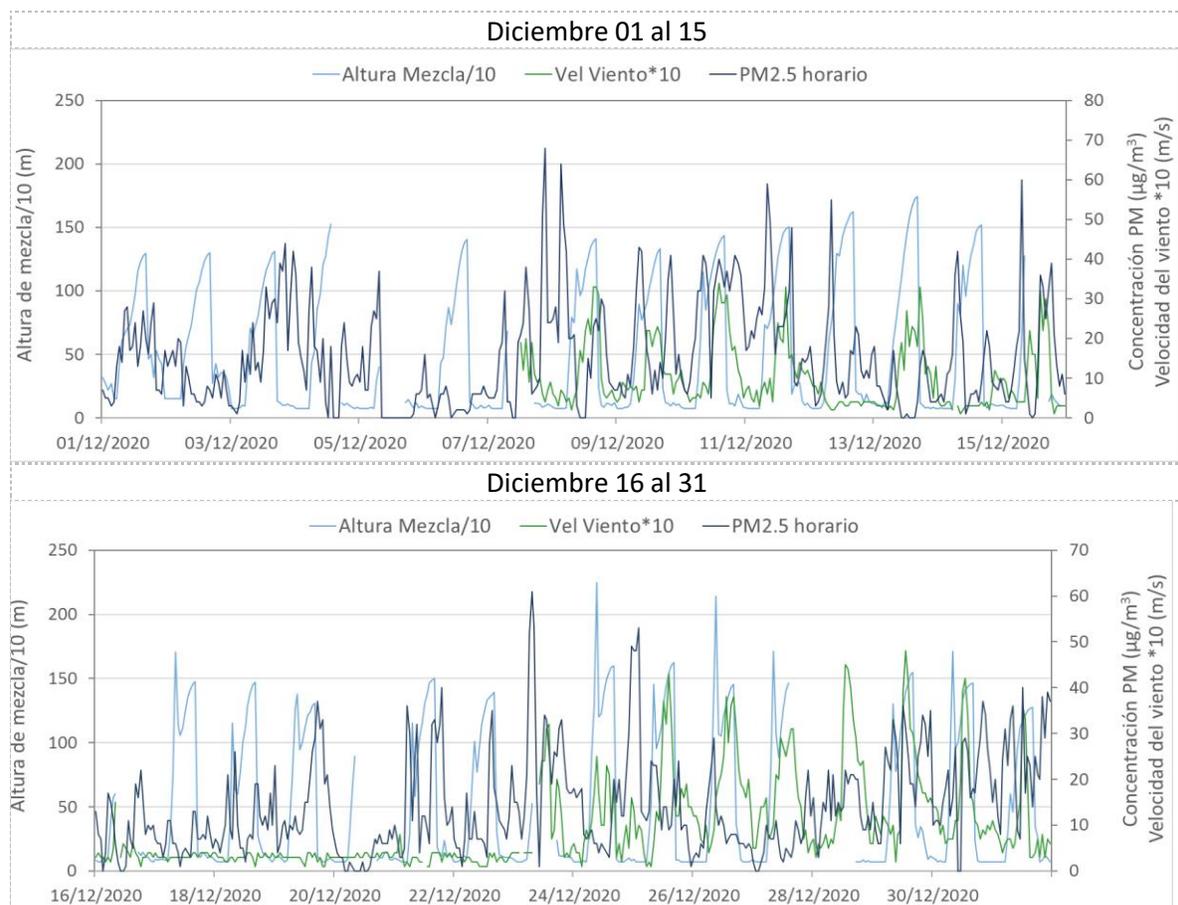


Figura 13. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM2.5 y velocidad del viento estación Tunal - diciembre 2020

## GUAYMARAL

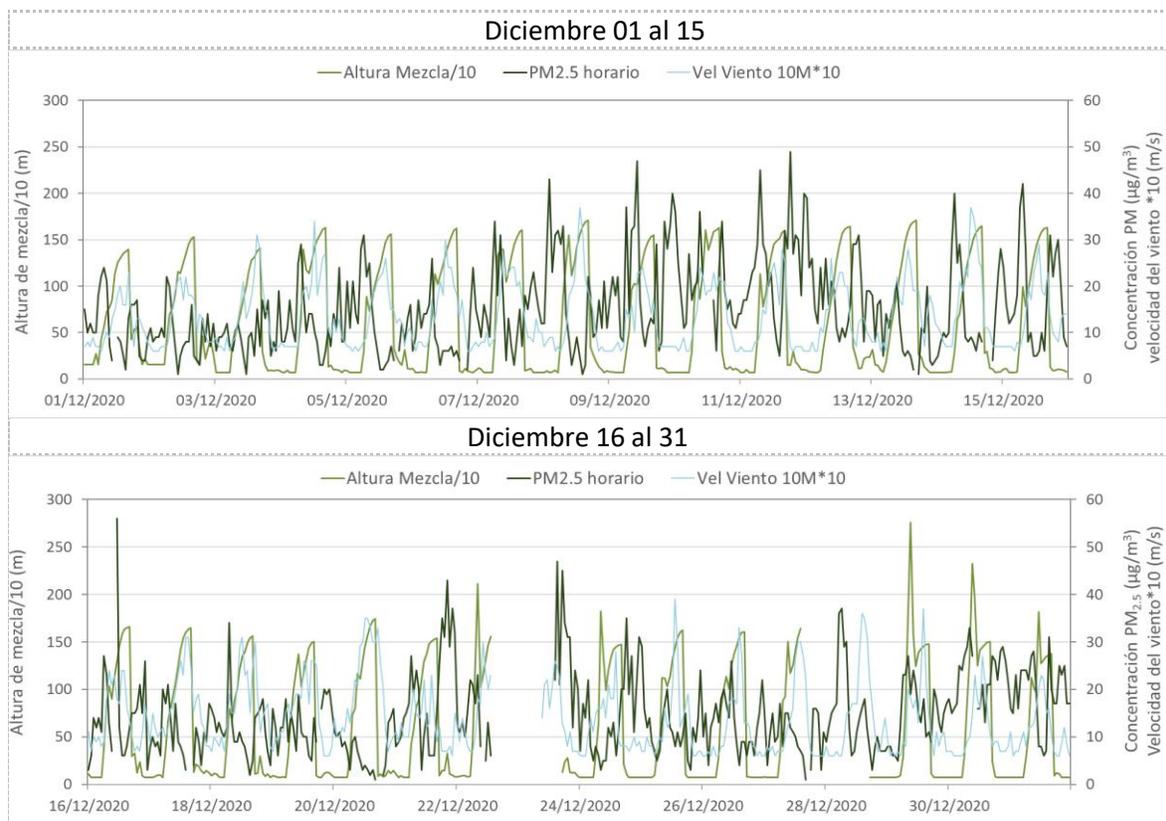


Figura 14. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM<sub>2.5</sub> y velocidad del viento estación Guaymaral - diciembre 2020

Se puede observar que, en promedio durante el mes de diciembre la atmósfera se mostró estable hacia el sur de la ciudad, aun entre el mediodía y la tarde, cuando en condiciones normales la atmósfera se comporta de manera inestable debido a la cantidad de energía recibida durante el día.

Por el contrario, hacia el norte de la ciudad donde se recibió mayor cantidad de energía, se observa que los flujos de calor fueron favorables para la ocurrencia de estabilidades tipo A y B de acuerdo con la escala de Pasquill-Gifford, las cuales se caracterizan por ayudar a mejorar la capacidad de mezcla de la atmósfera.

En horas de la madrugada y la noche, es normal la ocurrencia de estabilidades E y F, a causa de la disminución de la cantidad de energía solar entrante y consecuente pérdida de calor del suelo.

### 3.5 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

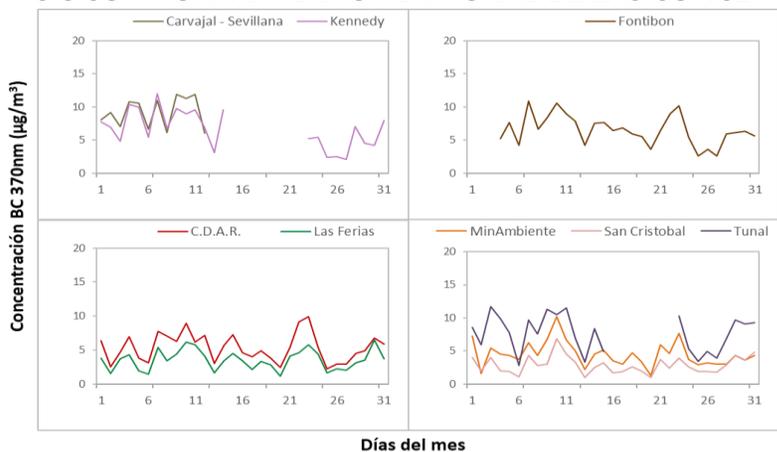


Figura 15. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 370 nm - diciembre de 2020

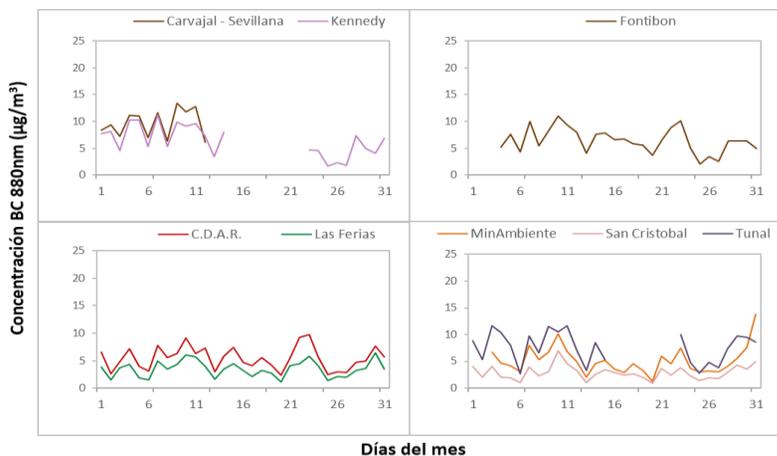


Figura 16. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 880 nm - diciembre de 2020

Los equipos de Black Carbón realizan el monitoreo de las partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en la atmósfera y cuyo tamaño varía entre 0.001 y 1  $\mu\text{m}$ . En la RMCAB hay ocho aethalómetros que funcionan en dos (2) longitudes de onda; la de 880 nm se utiliza para medir la concentración de black carbon (BC) total, el cual es producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles, así como el aporte de emisiones industriales, domésticas y por quema de biomasa; la de 370 nm proporciona una medida del “componente UV”, es decir, para medir concentraciones de black carbon (UV-BC) 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 (Ramirez Cely, 2016).

Durante el mes, las concentraciones de black carbon en las longitudes de onda 370 nm y 800 nm tuvieron un comportamiento similar, el promedio mensual más alto se presentó en la zona suroccidental, en la estación de Carvajal - Sevillana con  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , seguida por la estación Tunal con  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las menores concentraciones se registraron en la zona suroriental en la estación de San Cristóbal con  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las concentraciones máximas diarias más altas se presentaron en las estaciones de Tunal y Fontibón con  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En las Figuras 15 y 16 se presentan las concentraciones promedio diarias registradas en 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, Fontibón, Kennedy, Min Ambiente y Tunal, presentando incrementos durante la segunda semana del mes superando los  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Adicionalmente, la mayoría de las estaciones presentaron un incremento durante la segunda y tercera semana con diferentes intensidades, esto indica que hubo un evento atmosférico que impactó en la totalidad de la ciudad. Por otro lado, las estaciones de Las Ferias y San Cristóbal presentaron las menores concentraciones a lo largo del mes con valores máximos de  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante la segunda semana y mínimos entre 1 y  $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 3.5.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON PROVENIENTE DE LA BIOMASA

Para el cálculo del BC biomasa se aplicó la metodología propuesta por (Sandradewi, y otros, 2008), en la cual se toman las mediciones de longitudes de onda para calcular un porcentaje de BC proveniente de la Biomasa. Como valor indicativo de la quema de biomasa, se optó por tomar datos satelitales del sensor MODIS, el cual capta anomalías térmicas que caracteriza con un porcentaje de confianza, para este análisis se tomaron los incendios con una confianza mayor al 75%. Varios estudios han registrado el transporte de las plumas de quema de biomasa, que varían entre cientos y hasta miles de kilómetros, es por ello por lo que se seleccionó un dominio en el Norte de Suramérica (NSA) para el análisis de incendios activos.

En la Figura 17 podemos observar la distribución espacial de incendios para todo el mes de diciembre, con una zona altamente activa en el norte de Brasil, donde se encuentran los incendios más grandes según su poder radiativo. En cuanto a Colombia, los incendios se distribuyen a lo largo de la cuenca de la Orinoquía colombo venezolana, con una alta densidad de incendios activos de baja magnitud.

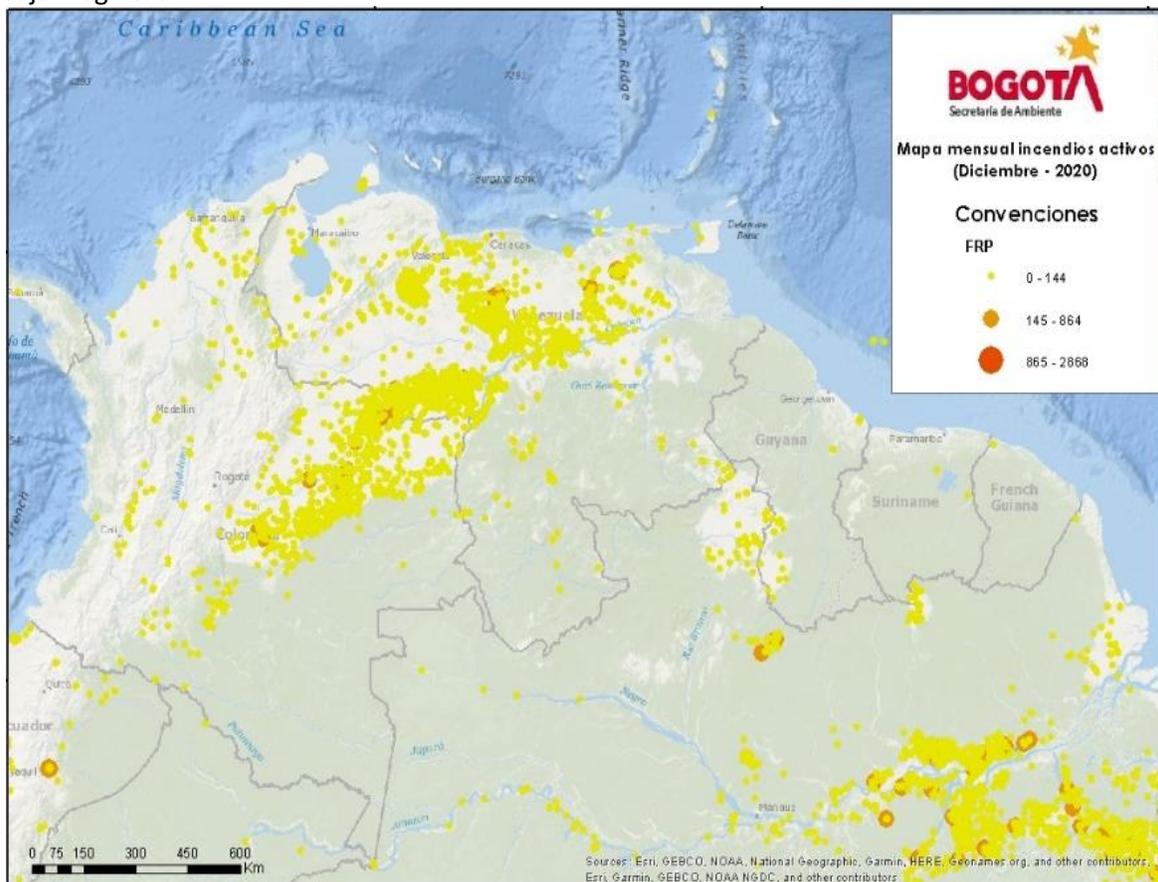


Figura 17. Distribución espacial de incendios activos identificados por el sensor MODIS - diciembre 2020

Por otro lado, la Figura 18 muestra el comportamiento temporal de las concentraciones de BC biomasa, presentan solo 8 estaciones debido a que el equipo de la estación de Usaquén se encuentra en mantenimiento. Las concentraciones de BC biomasa en la ciudad reflejan un impacto en todas las estaciones de monitoreo para los días 8 y 25 de diciembre; estos picos pueden estar relacionados con las festividades nacionales que pueden emitir BC a partir de biomasa. Finalmente se puede concluir que en el mes de diciembre hubo un impacto local por emisiones de quema de biomasa y que por el contrario el transporte regional de la contaminación producida por los incendios no impacto en la calidad del aire de la capital.

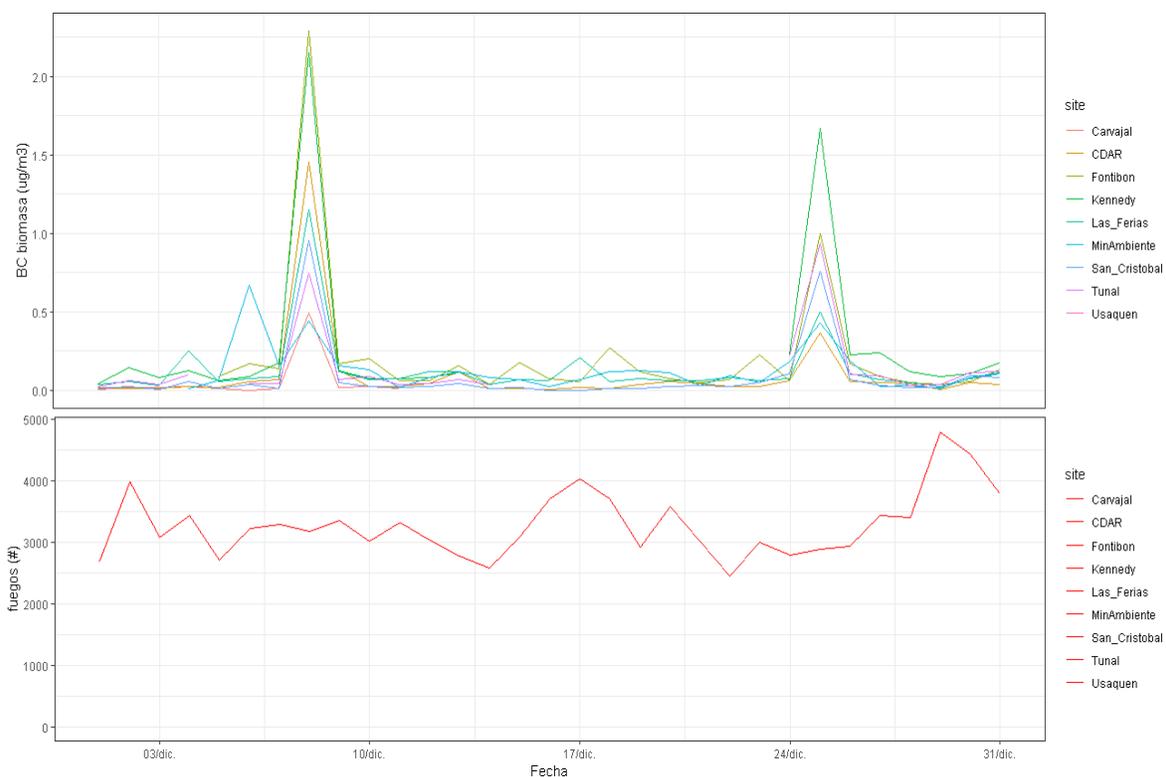


Figura 18. Serie temporal de BC biomasa e incendios identificados por el sensor MODIS - diciembre 2020

### 3.6 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO.

En la Figura 19 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de diciembre 2020; los valores más altos de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, gases asociados a la combustión, fueron registrados en la estación Carvajal-Sevillana, mientras que el promedio más alto de O<sub>3</sub> se evidenció en la estación Kennedy. En este mes se registraron veintiuna (21) excedencias al nivel máximo permisible de ozono (100 µg/m<sup>3</sup> para datos 8 horas) de las cuales diecinueve (19) se presentaron en la estación Kennedy. Adicionalmente se registró una (1) excedencia 1h para SO<sub>2</sub> en la estación Carvajal-Sevillana. Para los contaminantes CO, SO<sub>2</sub> 24h y NO<sub>2</sub> no se registraron excedencias (valores normativos actuales: 50 µg/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub> 24h, 200 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub> 1h y 5000 µg/m<sup>3</sup> para CO 8h).

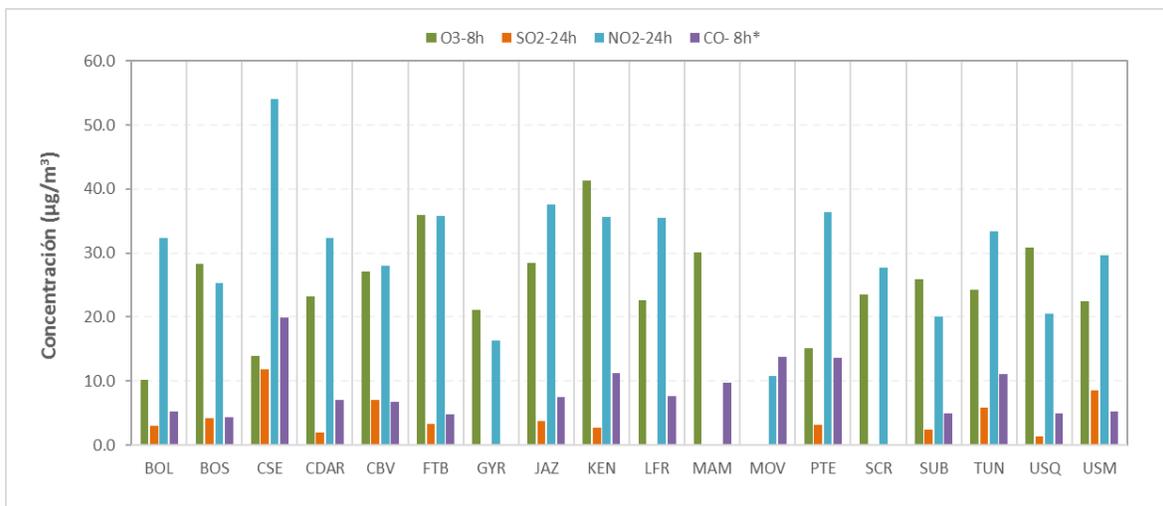


Figura 19. Concentraciones mensuales de gases (O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO) por estación de monitoreo - diciembre 2020

\*Las concentraciones promedio mensual de Monóxido de Carbono (CO), están divididas por 100 con el fin de ajustar la escala a las concentraciones de los demás contaminantes.

### 3.6.1 COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO - O<sub>3</sub>

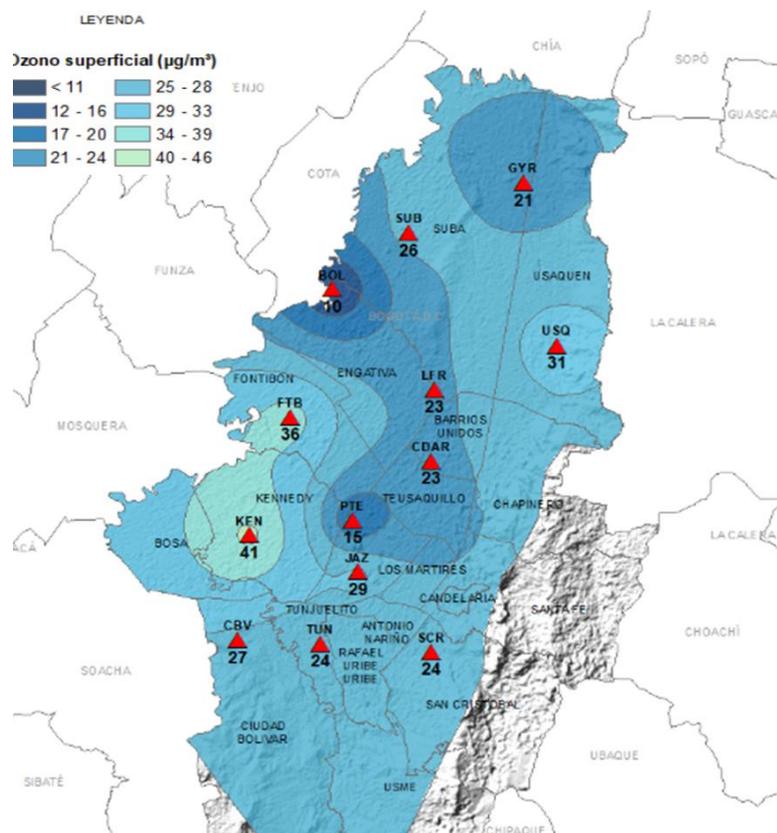


Figura 20. Distribución espacial concentraciones mensuales O<sub>3</sub> - diciembre 2020

En el mapa de la Figura 20, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O<sub>3</sub> con base en datos media móvil 8h para el mes de diciembre de 2020. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona sur occidental y occidental de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Kennedy y Fontibón. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones de Bolivia y Kennedy.

Las estaciones de MinAmbiente, Carvajal – Sevillana y Bosa no contaron con el 75% de datos válidos, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos.

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

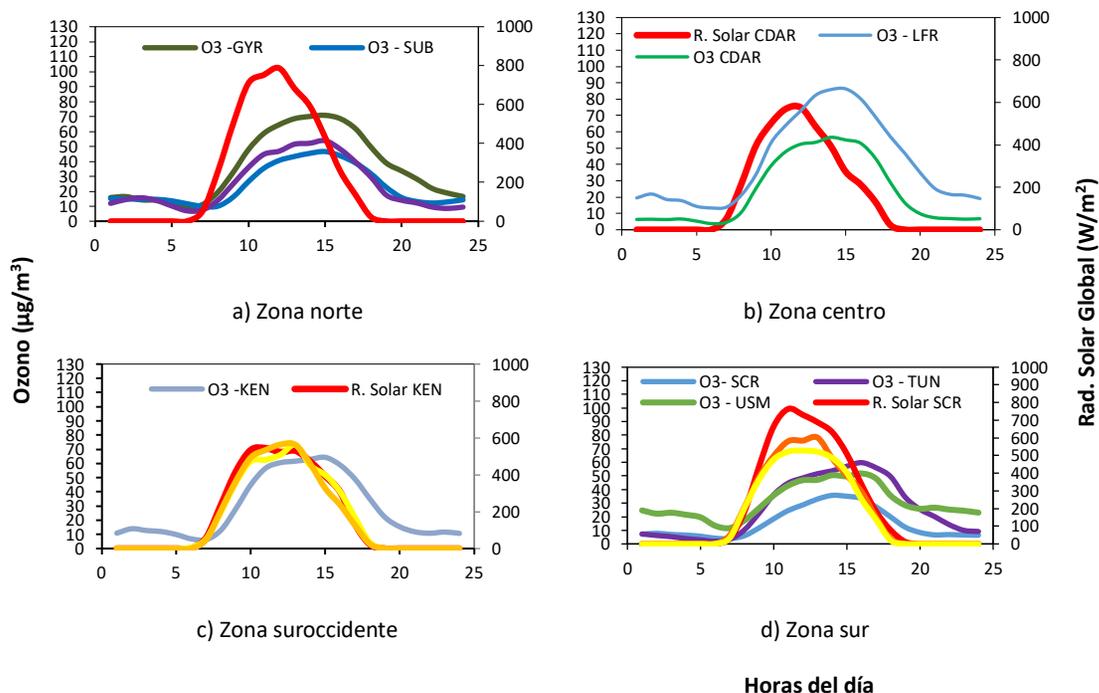
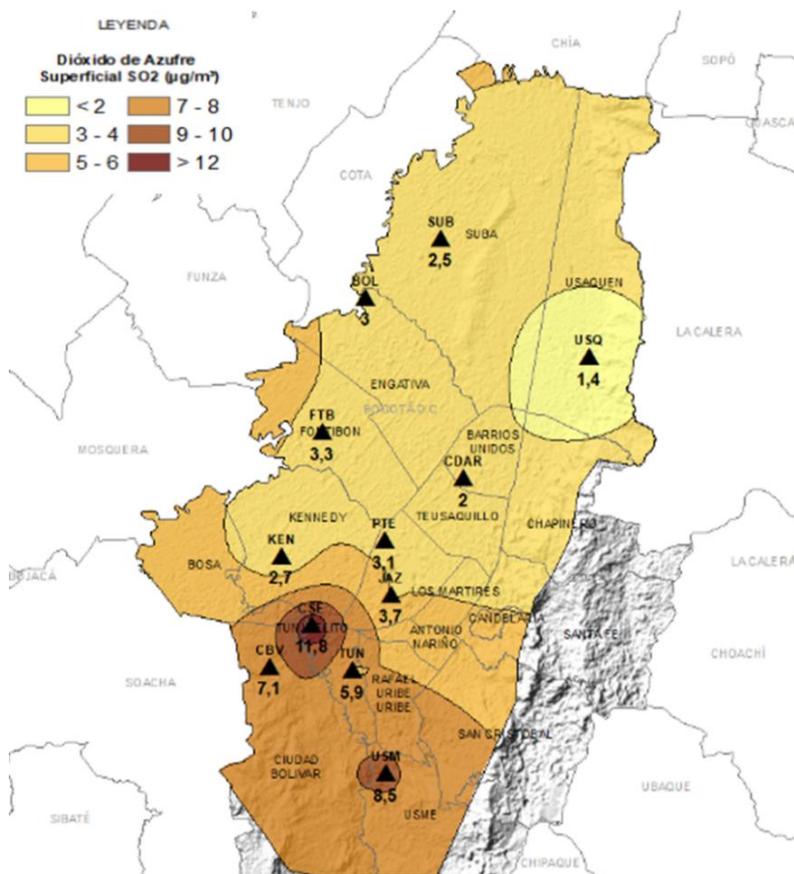


Figura 21. Comportamiento horario de las concentraciones de O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>) - diciembre 2020. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

Con la reducción de las lluvias, la cantidad de radiación solar entrante se incrementó con respecto al mes anterior, dada la estrecha relación entre la radiación y la producción de ozono a nivel superficial, las concentraciones de este contaminante se vieron incrementadas. En el norte de la ciudad donde el acumulado de radiación en la hora de mayor incidencia registró los 780 W/m<sup>2</sup>, las concentraciones de ozono registraron un incremento de 58 µg/m<sup>3</sup> a 68,5 µg/m<sup>3</sup> evidenciado en el sector de la estación de Guaymaral. Asimismo, hacia el centro de la ciudad el total acumulado en la hora de mayor incidencia paso de 475 W/m<sup>2</sup> a 569 W/m<sup>2</sup> propiciado un incremento en las concentraciones de ozono de 50 µg/m<sup>3</sup> a 55 µg/m<sup>3</sup> en la estación CDAR (Ver Figura 21); el comportamiento hacia el sur y sur occidente de la ciudad no presentó mayores variaciones con respecto al mes anterior.

### 3.6.2 COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE – SO<sub>2</sub>

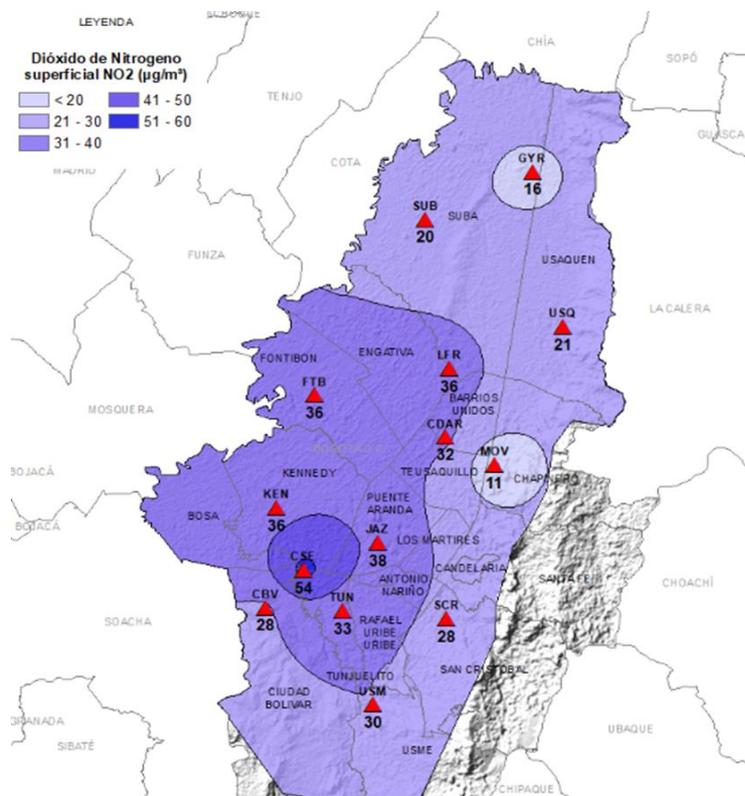


En el mapa de la Figura 22 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO<sub>2</sub> para el mes de diciembre de 2020. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona sur occidental y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Carvajal – Sevillana y Usme. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones de Bolivia y Kennedy.

Las estaciones de Usaquén y Bosa no contaron con el 75% de datos válidos, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos.

Figura 22. Distribución espacial concentraciones mensuales SO<sub>2</sub> - diciembre 2020

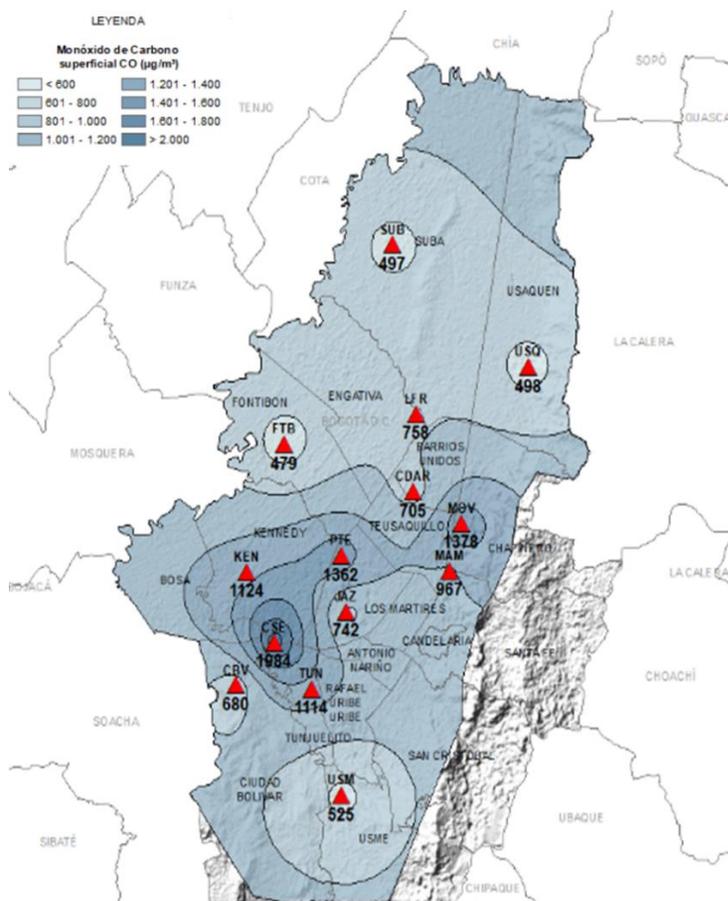
### 3.6.3 COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITROGENO – NO<sub>2</sub>



En el mapa de la Figura 23 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO<sub>2</sub> para el mes de diciembre de 2020. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona sur occidental de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Carvajal – Sevillana y Jazmín. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones de la Móvil y Guaymaral. Las estaciones de Puente Aranda, Bolivia y Bosa no contaron con el 75% de datos válidos, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos.

Figura 23. Distribución espacial concentraciones mensuales NO<sub>2</sub> - diciembre 2020

### 3.6.4 COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO – CO



En el mapa de la Figura 24 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de CO con base en datos media móvil 8h para el mes de diciembre de 2020. Se observa que las concentraciones más altas predominan en las zonas sur occidental y norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Carvajal – Sevillana y Móvil. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona norte en las estaciones de Usaquén y Suba, además de la zona occidental en la estación de Fontibón.

Las estaciones de Bolivia y Bosa no contaron con el 75% de datos válidos, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos.

Figura 24. Distribución espacial concentraciones mensuales CO - diciembre 2020

### 3.7 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.

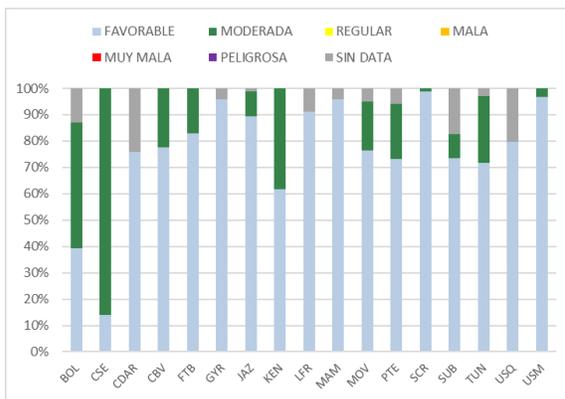


Figura 25. IBOCA para PM<sub>10</sub> por estación - diciembre 2020

La Figura 25 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo registrados en el mes de diciembre. Se observaron las categorías “favorable” y “moderada” en la mayoría de las estaciones de la ciudad. La estación Carvajal-Sevillana registró la condición “moderada” en mayor proporción respecto a las demás estaciones, con un 86% del tiempo, seguida de la estación Bolivia con un 48%. La estación San Cristóbal registró el mayor porcentaje del tiempo la condición “favorable”, con 99%.

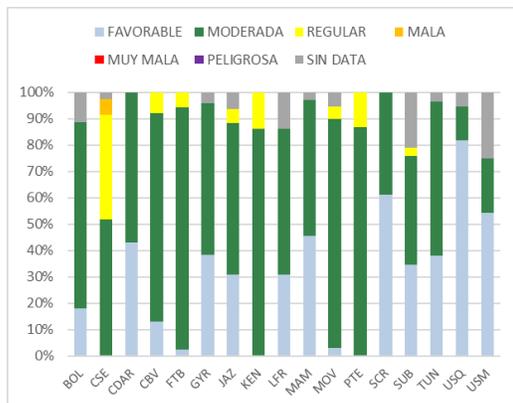


Figura 26. IBOCA para PM<sub>2.5</sub> por estación - diciembre 2020

La Figura 26 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de diciembre se registraron las condiciones “moderada” y “regular” en la mayoría de las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presentó la condición “regular” en un 40% del mes, y la condición “mala” en un 6% del periodo. Por el contrario, la estación Usaquén presentó la mejor condición de calidad del aire, con una condición “favorable” durante el 82% del mes.

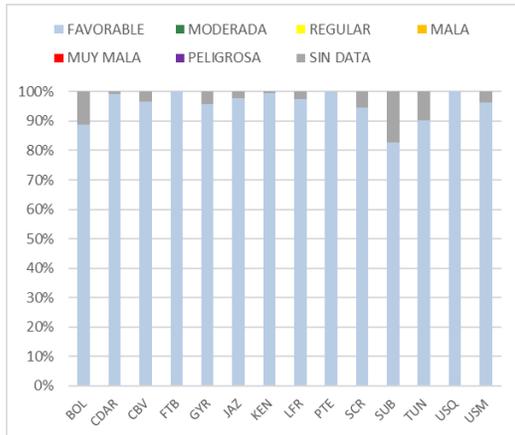


Figura 27. IBOCA para O<sub>3</sub> por estación - diciembre 2020

La Figura 27 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O<sub>3</sub> en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de diciembre. Se observa que la categoría “favorable” predomina durante todo el mes en las estaciones de la RM CAB con porcentaje de datos válidos mayor al 75%, por lo cual las concentraciones de ozono se mantuvieron bajas durante todo el periodo de análisis.

## 4 CONCLUSIONES

- De acuerdo con los registros y el ciclo estacional de las lluvias en la ciudad de Bogotá, durante el mes de diciembre se presentó una reducción en las precipitaciones comparado con el mes anterior.
- Para el mes de diciembre la temperatura superficial del aire registró un comportamiento semejante al mes anterior, con ligeros incrementos en ciertos sectores de la ciudad.
- Durante el mes de diciembre, el patrón de flujo presentó una ligera variación respecto al predominio de los vientos durante el mes de noviembre.
- La estación Bosa registró un porcentaje de datos válidos menor al 75% en todos los contaminantes criterio, ya que la desviación estándar 24h de la temperatura interna en la estación superó el nivel establecido en casi el 60% del mes.
- Las zonas sur occidental y occidental de la ciudad presentaron la mayor incidencia de  $PM_{10}$  en el mes de diciembre y la zona sur occidental de la ciudad presentó la mayor incidencia de  $PM_{2.5}$  en el mes.
- Las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 10 y 23 de diciembre, debido a los juegos pirotécnicos de las festividades del mes.
- En el mes de diciembre hubo un impacto local por emisiones de quema de biomasa y no se evidenció impacto en la calidad del aire de la capital por transporte regional de la contaminación producida por incendios regionales.
- Con la reducción de las lluvias y el incremento, la cantidad de radiación solar entrante respecto al mes anterior, se registró un incremento en la producción de ozono a nivel superficial, incrementando sus concentraciones.
- Los valores más altos de  $SO_2$ ,  $NO_2$  y  $CO$ , gases asociados a la combustión, fueron registrados en la estación Carvajal-Sevillana.
- El IBOCA no presentó condiciones muy mala o peligrosa para material particulado u ozono en el mes de diciembre y prevalecieron las condiciones favorable y moderada.
- Durante el mes la atmósfera se mostró estable hacia el sur de la ciudad, por el contrario, hacia el norte de la ciudad en donde se recibió mayor cantidad de energía se comportó inestable.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- EPA, U. (Diciembre de 2020). *List of designated reference and equivalent methods*. Obtenido de [https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated\\_reference\\_and-equivalent\\_methods.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf)
- LII, L. (2020). *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*. Obtenido de [https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table\\_A-1\\_to\\_subpart\\_A\\_of\\_part\\_53](https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table_A-1_to_subpart_A_of_part_53)
- Ramirez Cely, P. (2016). *Determinación de la contribución de brown carbon en el material particulado presente en el aire de Bogotá durante la temporada de incendios enero-febrero de 2016*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17937/u729349.pdf?sequence=1>
- Sandradewi, J., Prévôt, A., Szidat, S., Perron, N., Alfarra, M., Lanz, V., . . . Baltensperger, U. (2008). Using aerosol light absorption measurements for the quantitative determination of wood burning and traffic emission contributions to particulate matter. *Environ. Sci. Technol.*, *42*, 3316-3323.

## 6 ANEXOS

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

Tabla 2. Características y ubicación de las estaciones de la RMCAB

Estación	Características									
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Escala	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Vecindario	Sub urbana	De fondo	Avenida Calle 80 # 121-98
Bosa	BOS	4°36'20.2"N	74°12'14.6"W	2546	0	Bosa	Vecindario	Urbana	De fondo	Diagonal 73 F Sur # 78 - 44
Carvajal - Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	Tráfico / Industrial	Autopista Sur # 63-40
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Vecindario	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur # 56 - 11
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 104 # 20 C - 31
Guaymaral	GYR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Vecindario	Sub urbana	De fondo	Autopista Norte # 205-59
El Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 1 G # 41 A 39
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 80 # 40-55 sur
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Vecindario	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 # 69Q-50
MinAmbiente	MAM	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Vecindario	Urbana	De tráfico	Calle 37 # 8-40
Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Industrial	Calle 10 # 65-28
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este # 12-78 sur
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74° 5'36.46"W	2571	6	Suba	Vecindario	Sub urbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-61
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 24 # 49-86 sur
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis # 132-11
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Vecindario	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D 50 Sur

Tabla 3. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Estación	Sigla	Contaminantes							Variables meteorológicas						
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	Black Carbon	Velocidad del viento	Dirección del viento	Temperatura	Precipitación	Radiación Solar	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
Bolivia	BOL	X	X		X	X	X		X	X					
Bosa	BOS	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Carvajal-Sevillana	CSE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ciudad Bolívar	CBV	X	X		X	X					X			X	X
Fontibón	FTB	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Guaymaral	GYR	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X
Jazmín	JAZ	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Kennedy	KEN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Las Ferias	LFR	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X
MinAmbiente	MAM	X	X	X		X		X	X	X		X			
Móvil 7ma	MOV	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X
Puente Aranda	PTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
San Cristóbal	SCR	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
Suba	SUB	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
Tunal	TUN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Usme	USM	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X

## 6.2 NORMATIVA Y MÉTODOS DE REFERENCIA

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 con 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 2020 (EPA, 2020). 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 CFR (LII, 2020). (Tabla 4)

Tabla 4. 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 <sub>10</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
		EQPM-0404-151	
PM <sub>2.5</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0193-091	
NO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

### 6.3 DECLARACIONES

Se declara que los resultados relacionados en el presente informe mensual de calidad del aire corresponden únicamente a los parámetros y variables monitoreadas por los analizadores y sensores en las estaciones de la RMCAB, adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con ítems ensayados y/o comprobados metrológicamente.

Las concentraciones y resultados presentados en este informe de calidad del aire y en la página web se encuentran a condiciones de referencia, con el fin de que sean comparables con los niveles establecidos por la normatividad vigente.

La identificación de las contribuciones a la incertidumbre de la medición de los equipos y su evaluación se registra en el formato interno PA10-PR03-F12 de acuerdo con lo establecido en el instructivo interno PA10-PR03-INS8, y no se reporta en los informes periódicos de calidad del aire, minimizando cualquier posibilidad de interpretaciones equívocas o de uso incorrecto.

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 01 y 31 de diciembre de 2020.

Este informe fue elaborado con base en el modelo de los informes periódicos de la RMCAB establecido en el procedimiento interno PA10-PR04 Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá. Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno PA10-PR05- Revisión y Validación de datos de la RMCAB. Cabe resaltar que los procesos de monitoreo de contaminantes y de estimación de la incertidumbre en la RMCAB se realizan bajo los siguientes procedimientos internos, para los cuales se utiliza la última versión vigente cargada el aplicativo interno de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA “Isolucion”.

Tabla 5. Procedimientos Internos para la operación y calibración de equipos de la RMCAB

Código Procedimiento Interno	Nombre del Procedimiento Interno
PA10-PR02	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
PA10-PR06	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación analizadores, monitores de partículas y sensores meteorológicos
PA10-PR03	Aseguramiento de Calidad de los Resultados emitidos por el Laboratorio Ambiental SDA Formato PA10-PR03-F12 - Cálculo de Incertidumbre RMCAB

La siguiente tabla presenta los factores de conversión de unidades que deben ser aplicados a las concentraciones de los gases en partes por millón (ppm) y en partes por billón (ppb) para ser convertidos a mg/m<sup>3</sup> y µg/m<sup>3</sup>, respectivamente:

Tabla 6. Procedimientos Internos para la operación y calibración de equipos de la RMCAB

Gas	Multiplicar por	Para convertir
CO	1144,9	ppm a µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	2,6186	ppb a µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	1,8804	ppb a µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	1,9620	ppb a µg/m <sup>3</sup>

El resultado de cada una de las conversiones se encuentra a una presión de 760 mm Hg y a una temperatura de 25°C, que son las condiciones de referencia según los términos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire.

El factor de conversión se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Conversión [ppb o ppm]} = \frac{M * P}{R * T} * \frac{1}{1000} \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \text{ o } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \uparrow$$

Donde:

M: masa molar del gas contaminante [g/mol]

P: presión atmosférica [Pa]

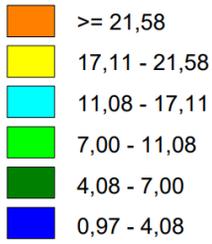
R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

## 6.4 FIGURAS ASOCIADAS A LOS ANÁLISIS

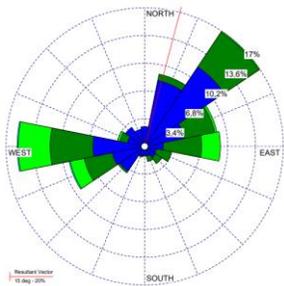
### 6.4.1 ROSAS DE LOS VIENTOS

Las rosas de viento son un gráfico notable en la descripción del comportamiento de los vientos toda vez que permiten discernir sobre las direcciones predominantes, la frecuencia y magnitud de los vientos durante el tiempo objeto de análisis y la tendencia de los contaminantes. Para el mes de diciembre, se presentan las rosas de viento de cada una de las estaciones de la RMCAB cuya representatividad temporal fue superior al 75%.



Calms: 13,84%

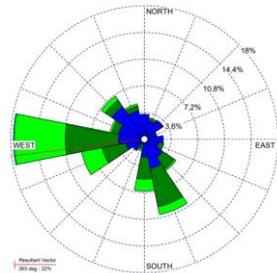
a) Bolivia



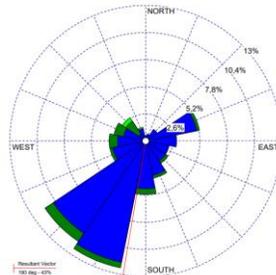
d) Las Ferias

N.A.

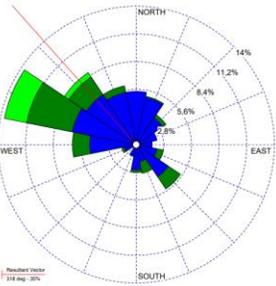
g) Fontibón



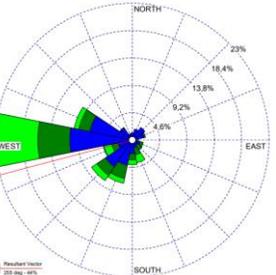
j) Kennedy



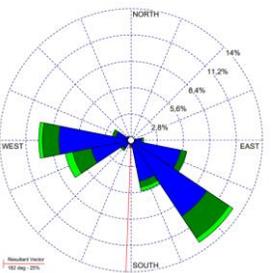
b) Suba



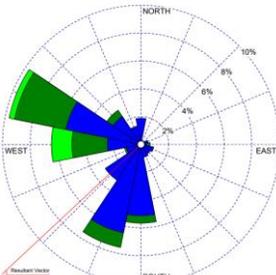
e) CDAR



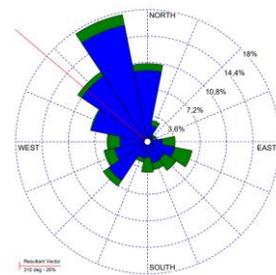
h) Puente Aranda



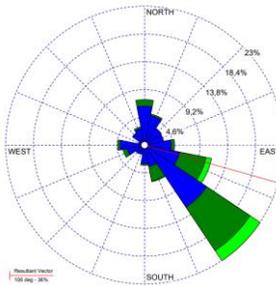
k) Carvajal



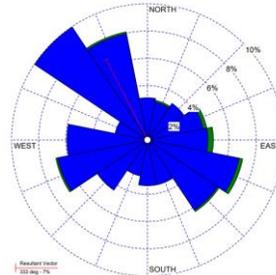
m) Tunal



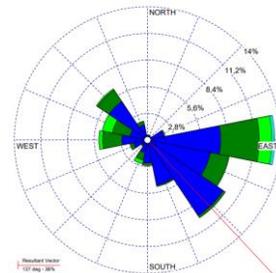
c) Guaymaral



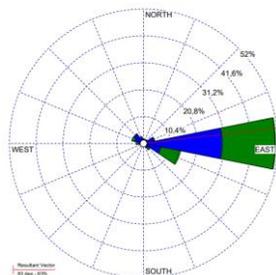
f) Usaquéen



i) Móvil 7ma



l) MinAmbiente



n) San Cristóbal

Figura 28. Rosas de los vientos – diciembre 2020

### 6.4.2 ESTIMACIÓN ALTURA CAPA LÍMITE

Con la disminución de la cantidad de energía entrante las fuerzas que contribuyen con la limpieza de la ciudad se reducen. Por esta razón durante el mes de diciembre de 2020 se observa una disminución en la altura máxima de la capa de mezcla, principalmente hacia el sur de la ciudad donde se observa que, en promedio, en la hora de mayor acumulación de energía, estuvo aproximadamente alrededor de los 1400 m como se aprecia en la Figura 29 b).

Hacia el norte de la ciudad, aunque se observa un descenso en la hora de mayor acumulación de energía, la altura de la capa de mezcla se mantuvo semejante al mes anterior. Ver Figura 29 a).

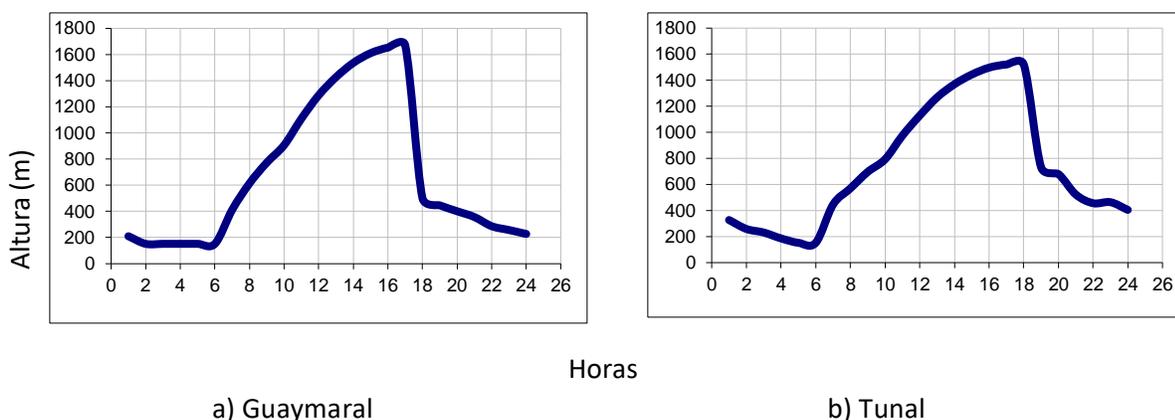


Figura 29. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal -diciembre de 2020

## FIN DEL INFORME



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

Elaboró:

JENNYFER MONTOYA QUIROGA	C.C:	1026283268	T.P:	N/A	CPS:	CONTRATO 20210382 DE 2021	FECHA EJECUCION:	29/04/2021
<b>Revisó:</b>								
LUIS ALVARO HERNANDEZ GONZALEZ	C.C:	80164122	T.P:	N/A	CPS:	Contrato SDA- CPS-20210380 de 2021	FECHA EJECUCION:	30/04/2021
<b>Aprobó:</b>								
<b>Firmó:</b>								
HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO	C.C:	79876838	T.P:	N/A	CPS:	FUNCIONARIO	FECHA EJECUCION:	04/05/2021