

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Tecnico No. 00716, 04 de mayo del 2021



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

.....

Enero 2021

Estación Tunal

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



BOGOTÁ
Secretaría de Ambiente



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 RMCAB

Luis Álvaro Hernández González
Líder Técnico de la RMCAB

Leonardo Quiñones Cantor
María Camila Buitrago Jiménez
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

Página 2 de 40

1 RESUMEN

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en el mes de enero de 2021 se tuvieron veintidós (22) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y se tuvieron diez (10) 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 cincuenta y cinco (55) excedencias en los promedios de 8h de concentración. Para las concentraciones de dióxido de azufre SO_2 se registraron cinco (5) excedencias 1h, para el dióxido de nitrógeno NO_2 no se registraron excedencias y para el carbono CO se registraron ocho (8) excedencias 8h a la normatividad.

Durante el mes de enero se registraron aumentos de concentración en la última semana del mes por variación en los factores meteorológicos, sin embargo, no se evidenciaron cambios significativos en las concentraciones respecto al mes anterior, las concentraciones de material particulado disminuyeron gradualmente en las primeras semanas del mes, al registrar algunas precipitaciones en dichos días, aunque los últimos días aumentaron las concentraciones por influencia de las variaciones de temperatura. Los gases no presentaron una variación significativa en sus concentraciones, pero se registró un mayor número de excedencias a los niveles permisibles en el mes.

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 MADS, 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, el 15 de enero de 2021 se puso en línea la estación de Colina ubicada en la Avenida Boyacá No. 142 A – 55 en la Escuela de Posgrados de la Policía MIGUEL ANTONIO LLERAS PIZARRO. Esta estación cuenta con el monitoreo de contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO, O_3 , NO_x y SO_2), sin embargo, en el mes de enero no estuvieron en línea los parámetros de SO_2 y O_3 , ya que se encontraban en observación operativa. También se monitorean variables meteorológicas (Temperatura, humedad relativa, radiación solar, presión, dirección y velocidad del viento), aun así, el sensor de radiación solar no estaba en línea, porque se encontraba en observación. El monitoreo en tiempo real de esta y las demás estaciones de la RMCAB podrá ser consultado en la página web <http://rmcab.ambientebogota.gov.co>

2 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 criterio 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. La RMCAB está conformada por diecinueve (19) 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_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 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 MADS.

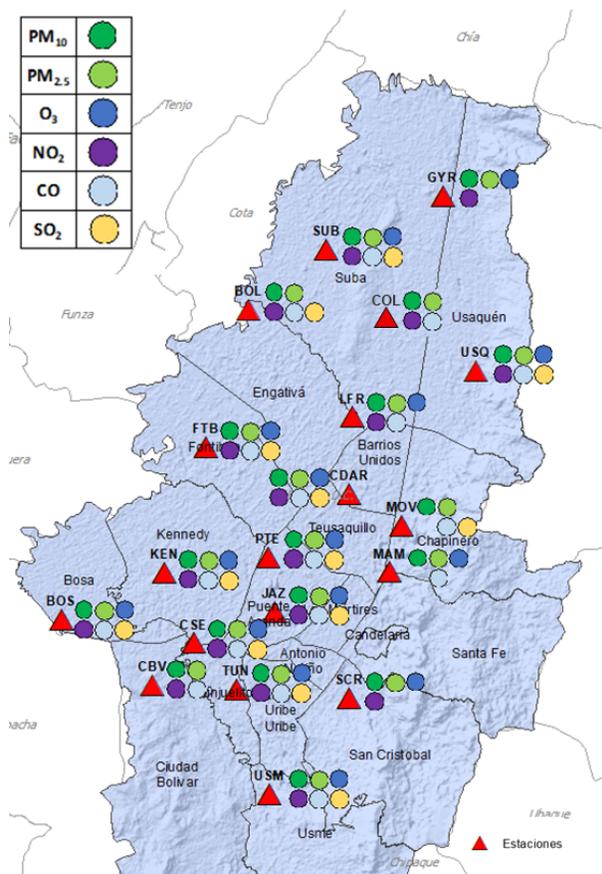


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

En las estaciones de la RMCAB se realiza el monitoreo de la temperatura y la humedad interna 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 enero de 2021 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, las estaciones Bosa, Suba, Móvil 7ma y las Ferias registraron momentos en los que la temperatura excedió ese rango, debido a problemas con los aires acondicionados en las estaciones o a la apertura de las puertas de las estaciones durante la revisión de los equipos; para cada hora de excedencia al rango especificado, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación correspondiente. Por otro lado, la humedad interna en las estaciones se mantuvo entre 17 y 63% 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 para enero de 2021 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

Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente
Sigla	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM
Estación	Móvil 7ma	Fontibón	Colina	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	
Sigla	MOV	FTB	COL	PTE	JAZ	KEN	
Estación	Carvajal - Sevillana	Bosa	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme	
Sigla	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 enero 2021.

3.1. COMPORTAMIENTO GENERAL DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

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

1. 3.1.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

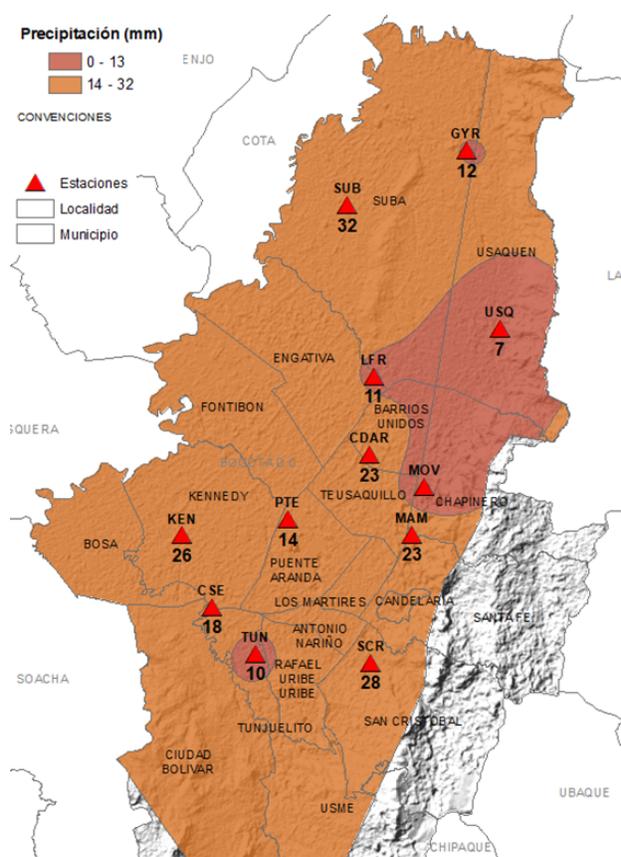


Figura 2. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – enero 2021.

Como históricamente ha ocurrido, en el mes de enero se da inicio al primer periodo seco del año. De este modo el comportamiento de las precipitaciones de enero de 2021, confirma el ciclo estacional de la lluvia para este periodo. Como se observa en la Figura 2 y la Figura 3, las precipitaciones durante el mes de enero de 2021 permiten observar una notable reducción de las lluvias alcanzando escasos acumulados mensuales en toda la ciudad, incluso menores que en enero de 2020 cuando se registraron precipitaciones cercanas a los 50 mm en varios sectores de la ciudad. El mayor acumulado mensual se registró en la estación de Suba con un total de 33 mm, mientras que el menor acumulado se registró en Usaquén con 7 mm.

Asimismo, con la reducción de las precipitaciones disminuyó el número de días con lluvia en la ciudad. En la mayoría de las estaciones de la RMCAB el número de días con lluvia fue inferior a 10 días. Con la disminución de las cantidades de lluvia, se redujo el número de días con precipitación y con ello la posible contribución en la reducción de la contaminación por lavado atmosférico.

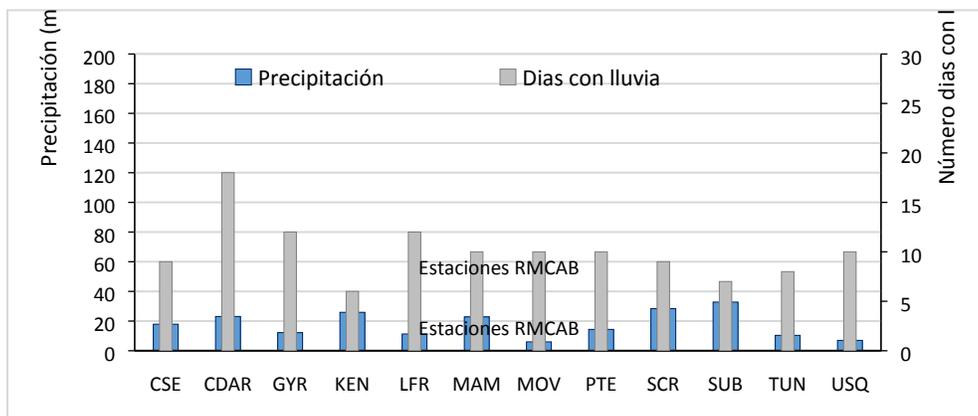


Figura 3. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – enero 2021

3.1.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

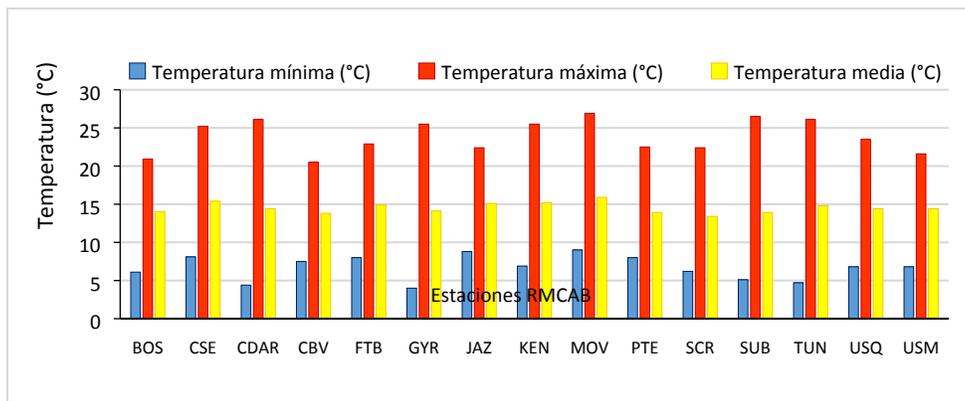


Figura 4. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – enero 2021

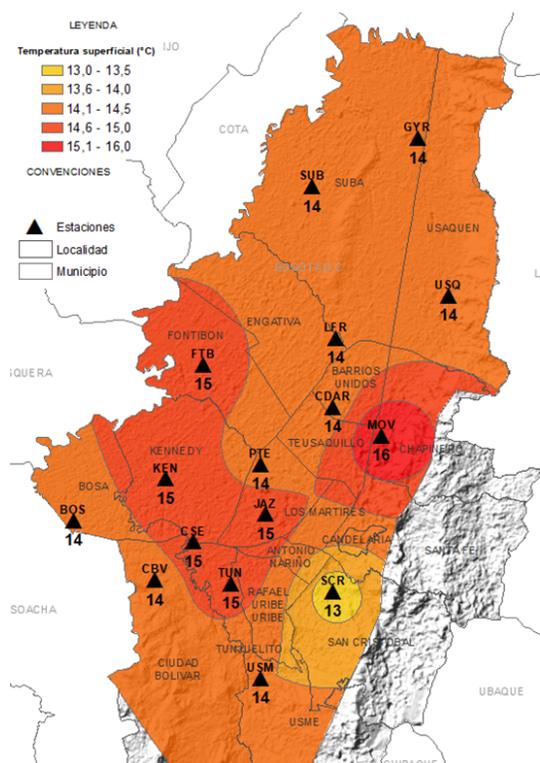


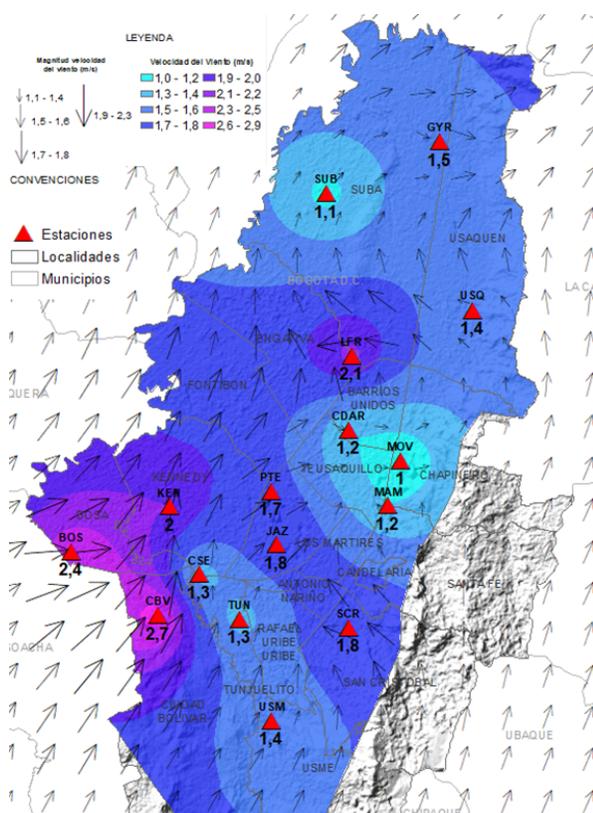
Figura 5. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – enero 2021.

Durante el mes de enero 2021 las temperaturas medias más altas se presentaron hacia el flanco oriental del centro geográfico de la ciudad y el flanco sur occidental de la ciudad con temperaturas que fluctuaron entre 15 °C y 16 °C. Entre tanto, las más bajas se registraron hacia el flanco suroriental como suele registrarse en la estación de San Cristóbal, con registros de entre 13 °C a 13,5 °C, como se observa en la Figura 5.

La temperatura promedio superficial del aire ambiente en Bogotá mostró un descenso con respecto al mes anterior y a enero de 2020. Este comportamiento puede obedecer al enfriamiento radiativo debido a la disminución de la nubosidad que permite la pérdida de calor del suelo y consecuente descenso de temperatura del aire en contacto con la superficie.

Los sectores con mayor amplitud térmica se presentaron hacia Guaymaral, Suba y Tunal; variaciones de temperatura que cuando ocurren, contribuyen con el ascenso (convección) de las masas de aire, mejorando la dispersión de contaminantes en la ciudad, junto con las fuerzas mecánicas.

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



Durante el mes de enero, los vientos mostraron un patrón semejante al ocurrido en diciembre de 2020 con un predominio de la componente suroccidente hacia el flanco occidental de la ciudad, vientos predominantemente del sur hacia el sur y suroriente y vientos del suroriente en el flanco oriental, sobre todo hacia el norte de la ciudad. Posiblemente la influencia de los vientos con una componente predominante del sur contribuyó con el arrastre de partículas hacia el sector de Suba. Adicionalmente los vientos predominantes del suroccidente pueden generar acumulación de la contaminación en la ciudad, incidiendo en incrementos de concentraciones en estaciones como Móvil y Suba. Ver Figura 6.

Las mayores velocidades se observaron en el flanco occidental, con registros promedio entre 2,0 m/s a 2,7 m/s. En cuanto a las velocidades máximas absolutas, estas se presentaron al suroccidente de la ciudad representada por las estaciones Jazmín, Bosa y Kennedy. Entre tanto las mínimas absolutas fueron observadas hacia el norte y centro geográfico de la ciudad hacia los cerros orientales.

Figura 6. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – enero 2021

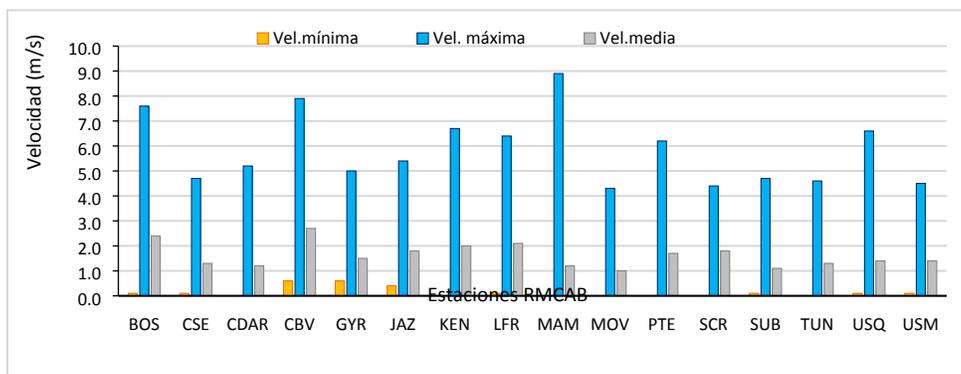


Figura 7. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – enero 2021

3.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

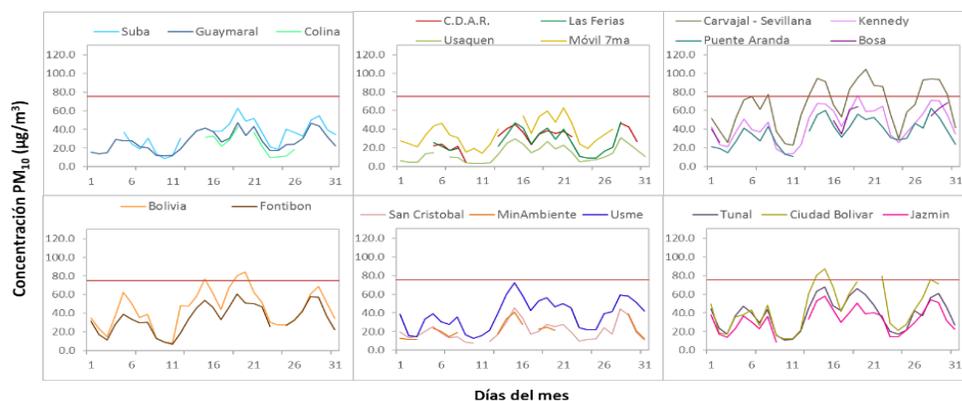


Figura 8. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo - enero 2021

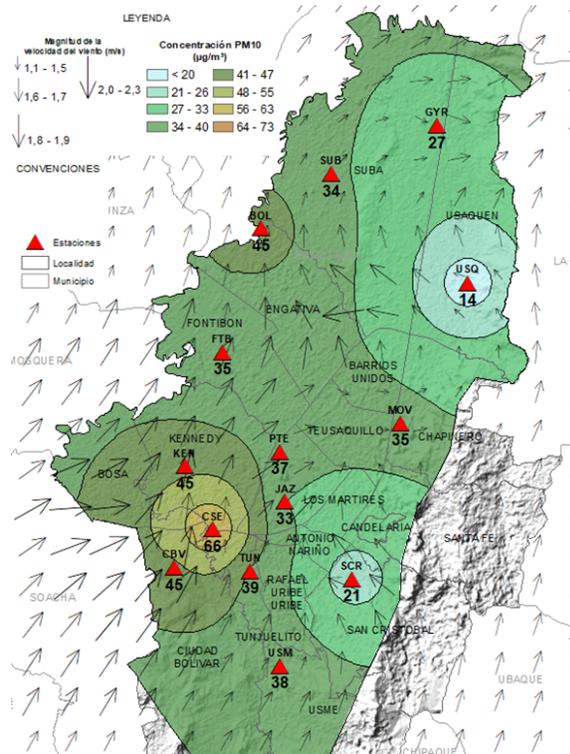


Figura 9. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – enero 2021

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona sur occidental de la ciudad en la estación Carvajal-Sevillana (65.9 µg/m³) y en la estación Kennedy (45.5 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte en la estación Usaquén (13.9 µg/m³) y en la zona sur oriente en la estación San Cristóbal (20.6 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 104.1 µg/m³ en la estación Carvajal-Sevillana y 87.2 µg/m³ en la estación Ciudad Bolívar, las cuales sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³).

En el mes se registraron en total veintidós (22) excedencias a la norma: catorce (14) en Carvajal-Sevillana, cuatro (4) en Ciudad Bolívar, tres (3) en Bolivia y una (1) en Kennedy. Las estaciones de MinAmbiente, Las Ferias y C.D.A.R. contaron con un porcentaje de representatividad para el promedio de concentración menor al 75%, ya que se presentaron cruces frecuentes de material particulado, que debieron ser invalidados. Las estaciones de Bosa y Colina tuvieron un 32% y un 35% de representatividad respectivamente, Bosa porque se tuvo que invalidar una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió el límite permisible y Colina se puso en línea el 15 de enero, por lo cual no cuenta con el monitoreo completo en el mes.

3.3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{2.5}

En este mes, las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona sur occidental de la ciudad en la estación Puente Aranda (23.2 µg/m³) y en la estación Kennedy (21.9 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte en la estación Usaquén (7.4 µg/m³) y en la zona suroriente en Usme (10.5 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 59.3 µg/m³ en la estación Carvajal – Sevillana y 41.8 µg/m³ en Ciudad Bolívar, las cuales sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37 µg/m³). Se registraron en total diez (10) excedencias sobre la norma de PM_{2.5}: siete (7) en Carvajal-Sevillana y tres (3) en Ciudad Bolívar.

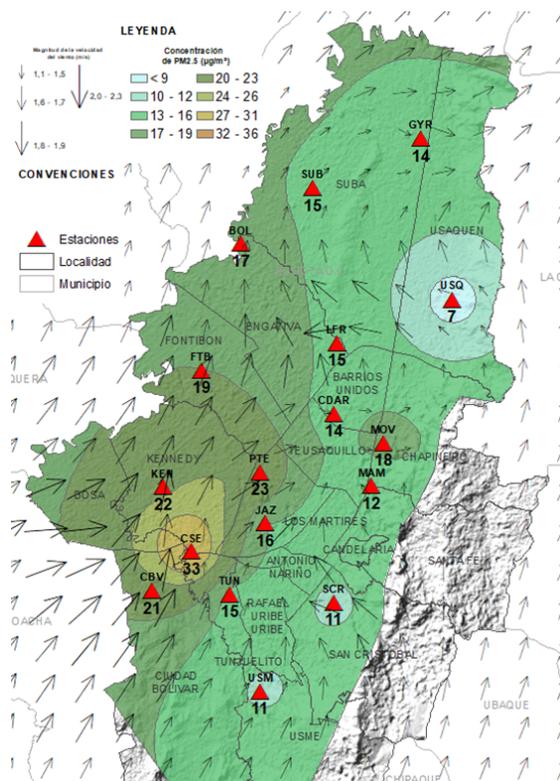


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – enero 2021

Las estaciones de Bosa y Colina registraron un porcentaje de datos menor al 75%, Carvajal - Sevillana contó con un porcentaje de representatividad para el promedio de concentración menor al 75%, ya que el equipo de PM_{2.5} presentó fallos en el transcurso del mes y tuvo que entrar en mantenimiento operativo. Las estaciones de Bosa y Colina tuvieron un 32% y un 35% de representatividad respectivamente, Bosa porque se tuvo que invalidar una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió el límite permisible y Colina se puso en línea el 15 de enero, por lo cual no cuenta con el monitoreo completo en el mes.

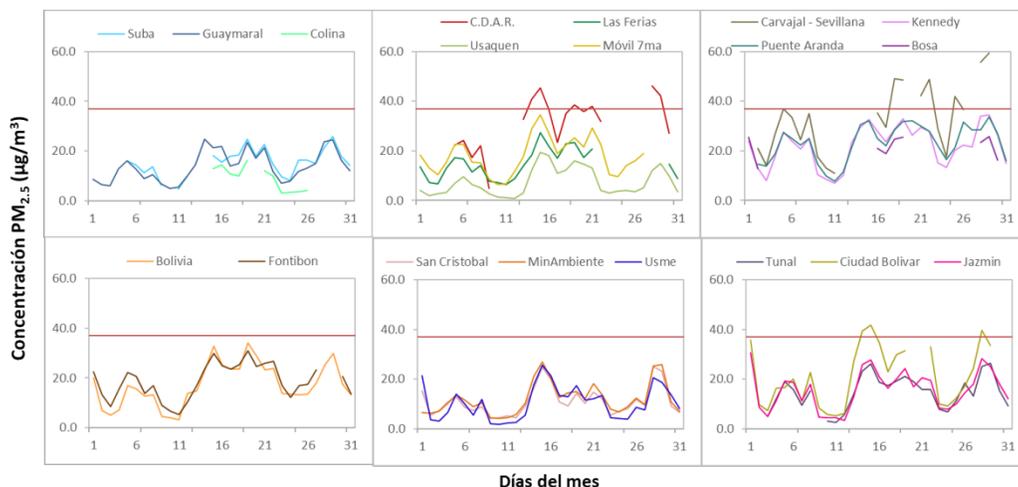


Figura 11. Concentraciones diarias PM_{2,5} por estación de monitoreo - enero 2021

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

La Figura 12 representa la variación diaria en la ciudad de las concentraciones de PM₁₀, PM_{2,5} precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad durante el mes de enero de 2021. 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 07 y 30 de enero. Las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 15, 19 y 28 de enero, días en los que bajó la velocidad del viento y se presenta mayor tráfico en la ciudad por el ingreso de vehículos de retorno de la temporada vacacional. Asimismo, se evidencia que las menores concentraciones de material particulado se presentaron entre el 1 y el 11 de enero, así como en el lapso del 23 al 25 de enero, días en los que se presentaron eventos de precipitación de diferente magnitud; el resto del mes no contó con eventos de precipitación que favorecieran la calidad del aire en la ciudad.



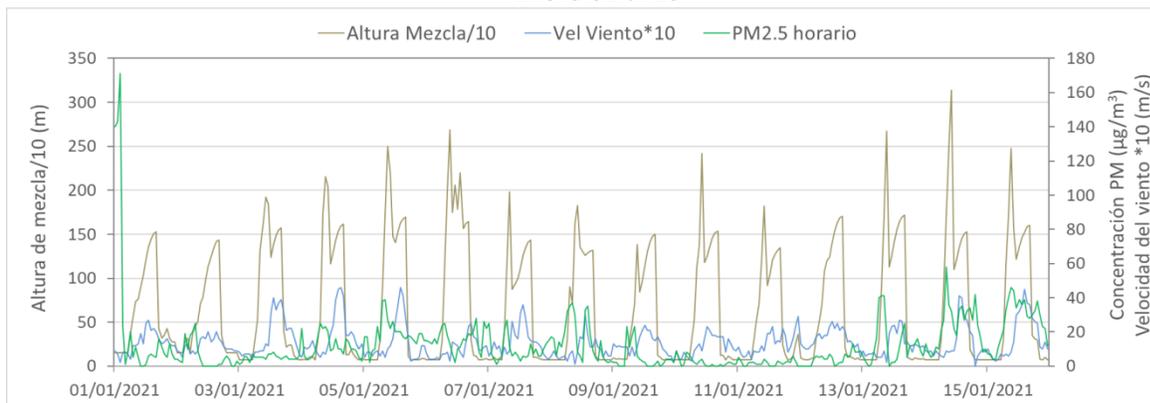
Figura 12. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2,5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad - enero 2021

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), de la zona de la ciudad 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 enero de 2021 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de PM_{2,5} 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 el 9, el 24 y el 26 de enero y en la Figura 14 correspondiente a la estación de Guaymaral el 15, entre el 19 y el 20 y el 24 de enero.

TUNAL

Enero 01 al 15



Enero 16 al 31

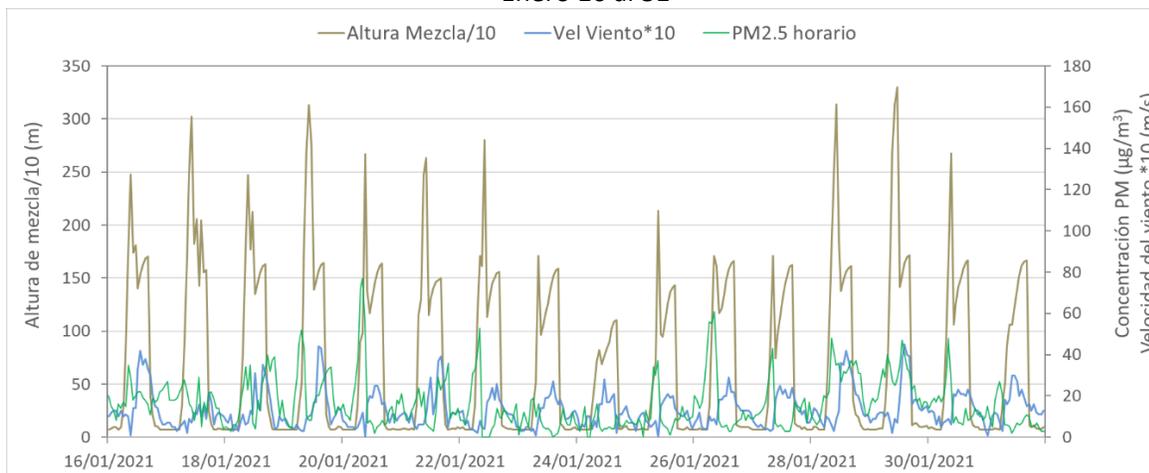


Figura 13. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - enero 2021

GUAYMARAL

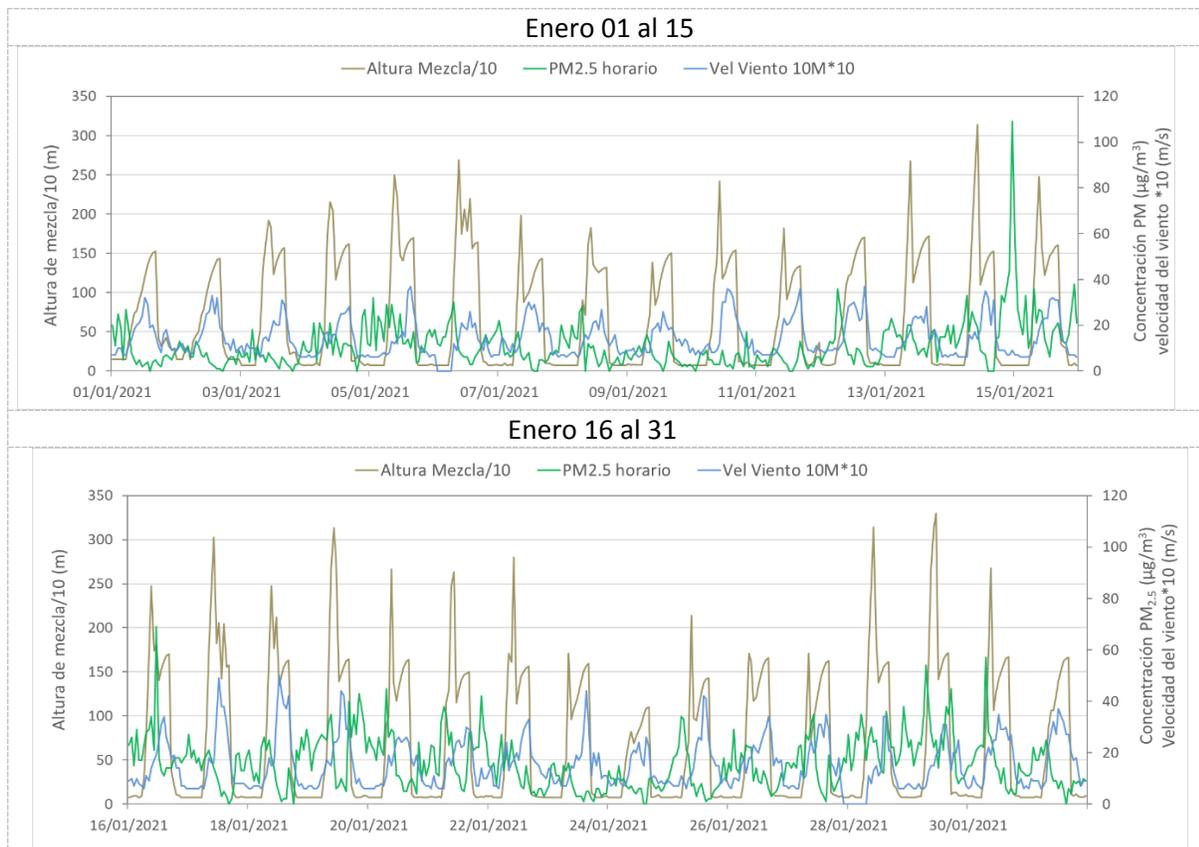


Figura 14. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral - enero 2021

3.5. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

Los equipos de Black Carbon 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 μm . La RMCAB cuenta con ocho aethalómetros que funcionan en dos (2) longitudes de onda; 880 nm para medir la concentración de black carbon (BC) total, el cual es producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles; y 370 nm para indicar una medida del “componente UV”, es decir, para medir concentraciones de black carbon (UV-BC) proveniente de la quema directa de biomasa (Ramirez Cely, 2016).

Durante el mes de enero las concentraciones de black carbon en las longitudes de onda 370 nm y 800 nm tuvieron un comportamiento similar en donde el promedio mensual más alto se presentó en la zona suroccidental de la ciudad, en la estación Tunal con 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida por la estación Kennedy con 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otro lado, las menores concentraciones se registraron en la zona Suroriental en la estación San Cristóbal con 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima diaria más altas se presentaron en las estaciones de Tunal con 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones en comparación con el mes anterior fueron bajas ya que durante el mes de enero se volvieron a declarar medidas restrictivas para las actividades económicas de la ciudad debido al aumento de contagios por COVID-19.

Las Figuras 15 y 16 presentan las concentraciones promedio diarias de las longitudes de onda 370 nm y 880 nm. De acuerdo con la ubicación y su comportamiento, las concentraciones más altas se registraron en las estaciones Tunal y Kennedy presentando incrementos durante la segunda y tercera semana del mes superando los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Adicionalmente, las estaciones de Centro de Alto Rendimiento y MinAmbiente presentan un incremento en las concentraciones de Black Carbon durante la cuarta semana del mes. Por otro lado, las estaciones Las Ferias y San Cristóbal presentaron las menores concentraciones a lo largo del mes con valores máximos de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la segunda y cuarta semana y mínimos de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

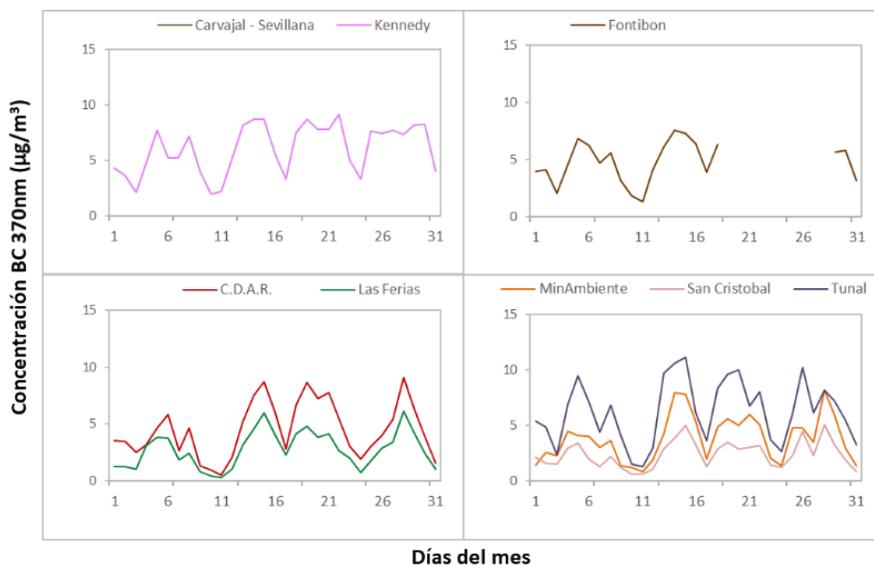


Figura 15. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 370nm para enero de 2021

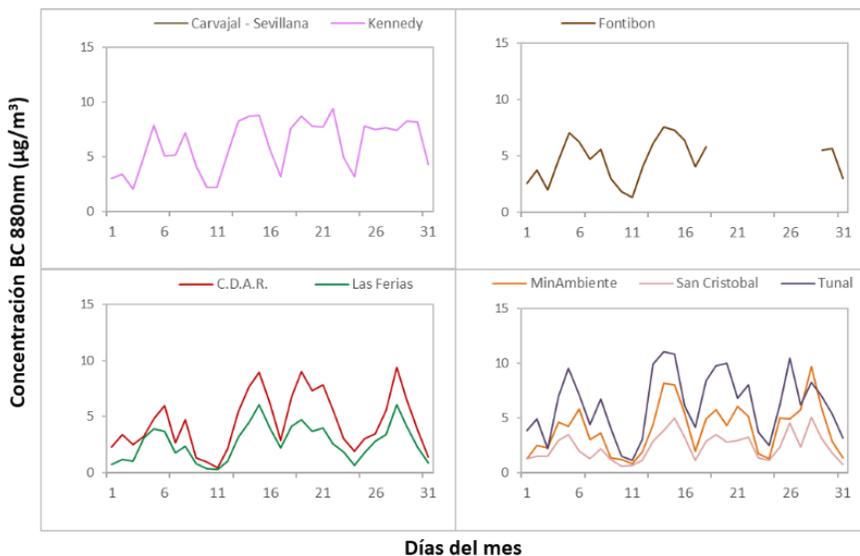


Figura 16. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 880 nm - enero de 2021

3.5.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON PROVENIENTE DE LA QUEMA DE 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 se puede observar la distribución espacial de incendios para todo el mes de enero, con una zona altamente activa en Colombia, los incendios se distribuyen a lo largo de la cuenca de la Orinoquia colombo venezolana, con una alta densidad de incendios activos de baja magnitud; adicionalmente, en la figura 5 se muestra el número de eventos o puntos calientes ocurridos diariamente e identificados por el sensor MODIS durante el mes.

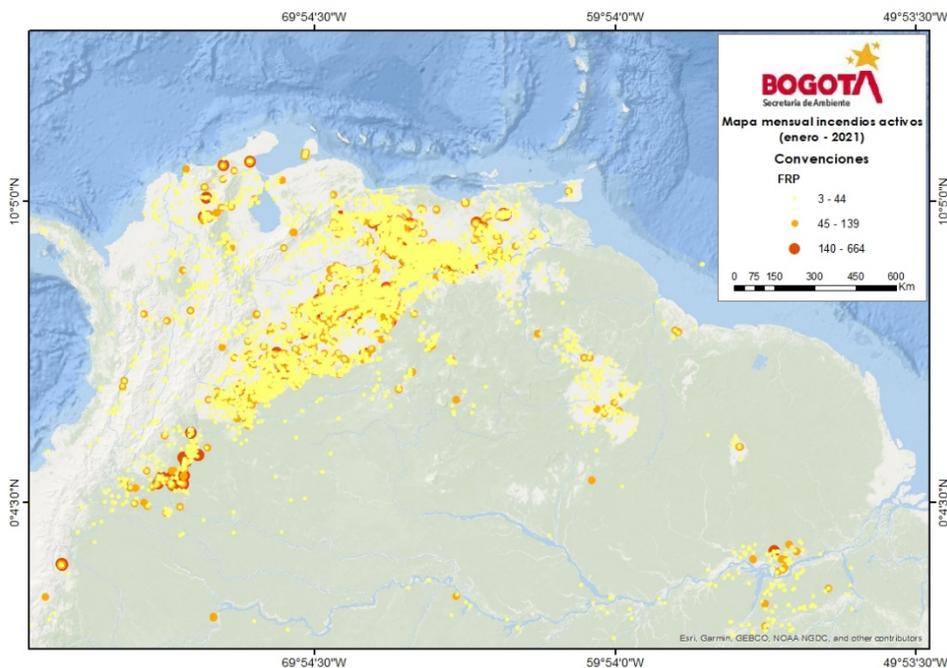


Figura 17. Distribución espacial de incendios activos identificados por el sensor MODIS – enero 2021

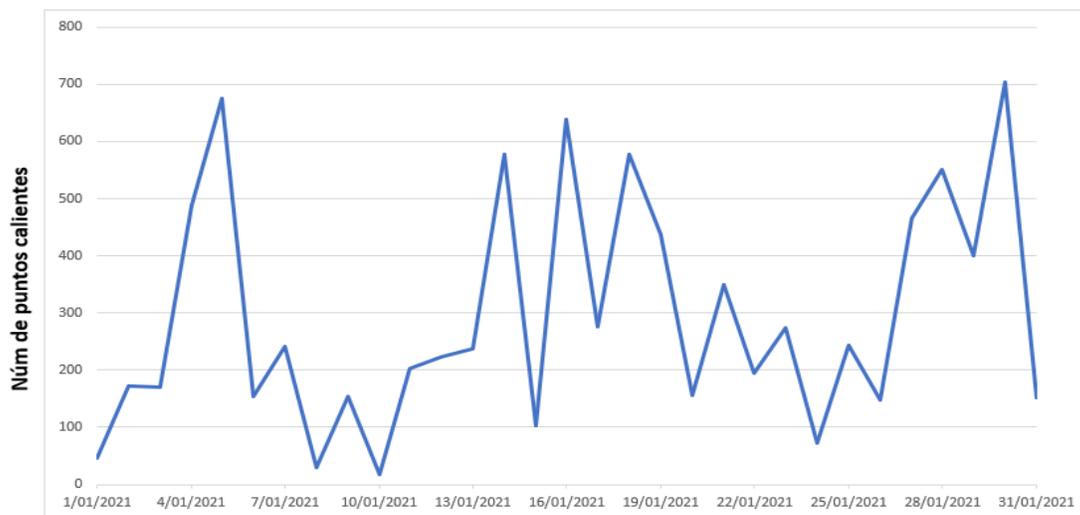


Figura 18. Número de eventos o puntos calientes identificados por el sensor MODIS en el mes de enero 2021

La Figura 19 muestra el comportamiento temporal del porcentaje de quema de biomasa, se reflejan solo 6 estaciones debido a que las estaciones de Carvajal – Sevillana y Fontibón cuentan con problemas de acceso. Las concentraciones de BC biomasa en la ciudad reflejan un impacto significativo en estaciones como Las Ferias, MinAmbiente y San Cristóbal para los días 1, 11 y 24 de enero. Estos picos pueden estar relacionados a partir de la ocurrencia de incendios en la zona oriental del país. Finalmente se puede concluir que en el mes de enero hubo un impacto en el transporte regional de la contaminación producida por los incendios lo cual impacto en la calidad del aire de la capital.

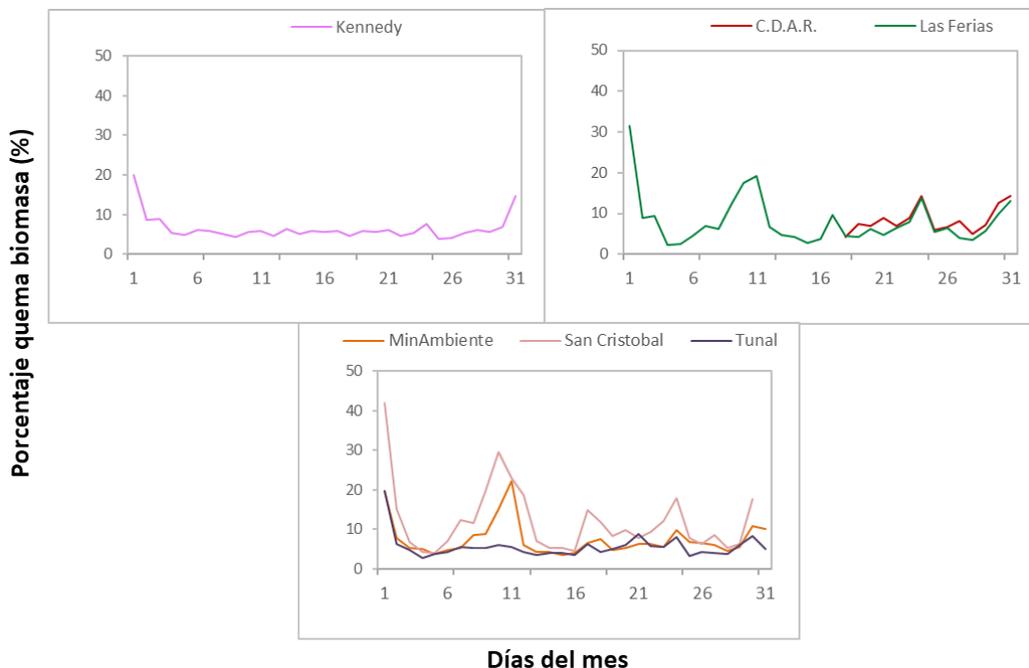


Figura 19. Serie temporal del porcentaje de quema biomasa (BBP) para enero de 2021

3.6. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE O_3 , SO_2 , NO_2 , CO .

En la Figura 20 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de enero 2021; los valores promedio más altos de SO_2 y CO , gases asociados a la combustión, fueron registrados en la estación Carvajal-Sevillana, mientras que los promedios más altos de O_3 y NO_2 se evidenciaron en la estación Kennedy siendo la zona sur occidental de la ciudad la que tuvo más incidencia de gases criterio en el mes.

Por otro lado, se registraron cincuenta y cinco (55) excedencias al nivel máximo permisible de ozono 8 horas de las cuales veintinueve (29) se presentaron en la estación Kennedy, trece (13) en la estación MinAmbiente, tres (3) en la estación de Jazmín, tres (3) en la estación de Bosa, dos (2) en la estación de Fontibón y dos (2) en la estación de Suba. Adicionalmente se registraron cinco (5) excedencias horarias (1h) para SO_2 en la estación Carvajal-Sevillana. Para los contaminantes SO_2 24 horas y NO_2 horarias no se registraron excedencias, para el CO 8 horas se presentaron ocho (8) excedencias en la estación de Puente

Aranda (valores normativos actuales: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para O_3 8h 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para SO_2 24h, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para NO_2 1h y 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para CO 8h).

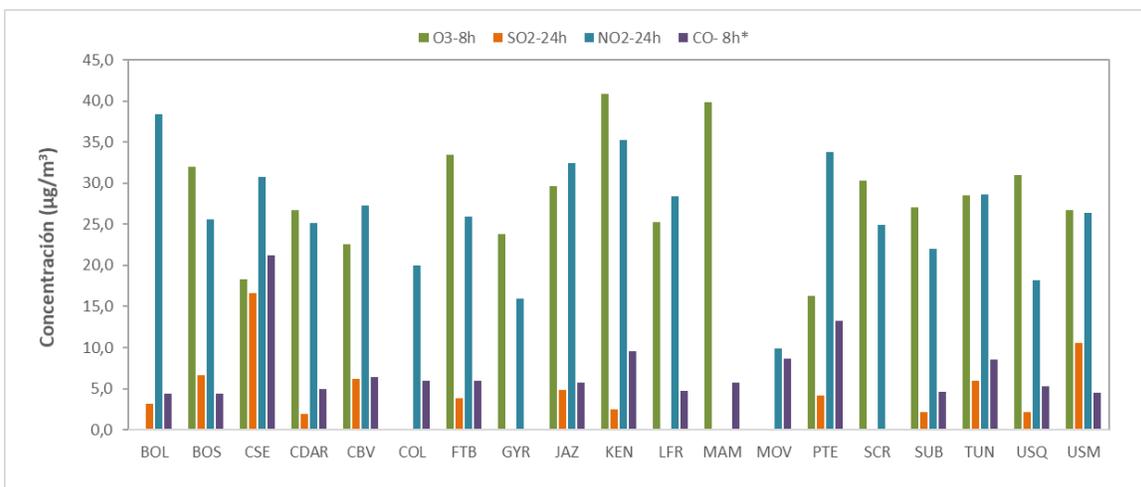


Figura 20. Concentraciones mensuales de gases (O_3 , SO_2 , NO_2 y CO) por estación de monitoreo – enero 2021

*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.

2. **3.6.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO - O₃**

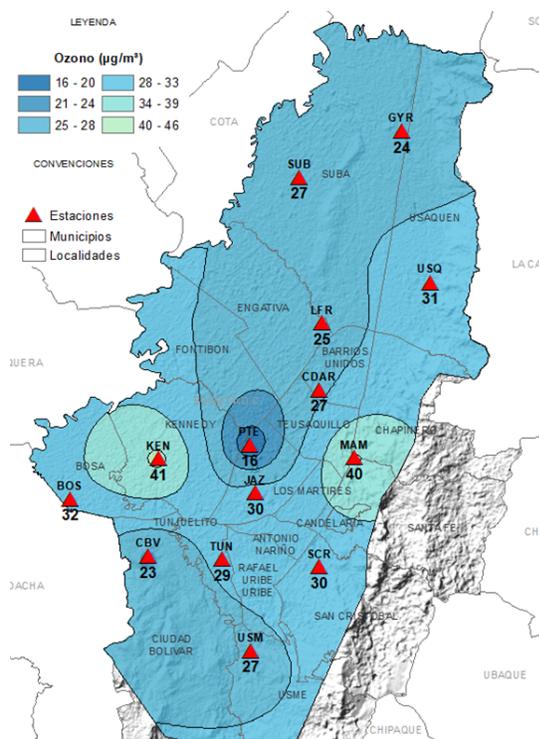


Figura 21. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – enero 2021

En el mapa de la Figura 21, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O₃ con base en datos media móvil 8h para el mes de enero de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona sur occidental y oriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Kennedy y MinAmbiente. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones de Puente Aranda y Ciudad Bolívar.

Las estaciones de 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. La estación de Carvajal – Sevillana no contó con datos del 1 al 18 de enero por una falla en el analizador y la estación de Bosa tuvo un 36% de representatividad en el promedio de concentración porque se tuvo que invalidar una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió el límite permisible.

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

Con la reducción de la nubosidad la cantidad de radiación solar entrante se incrementó, respecto al mes anterior y teniendo en cuenta la estrecha relación entre la radiación y la producción de ozono a nivel superficial, las concentraciones de este contaminante se vieron incrementadas en algunos sectores de la

ciudad, alcanzando concentraciones máximas de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el centro y $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el sur de la ciudad, como se observa en la Figura 22 b) y c).

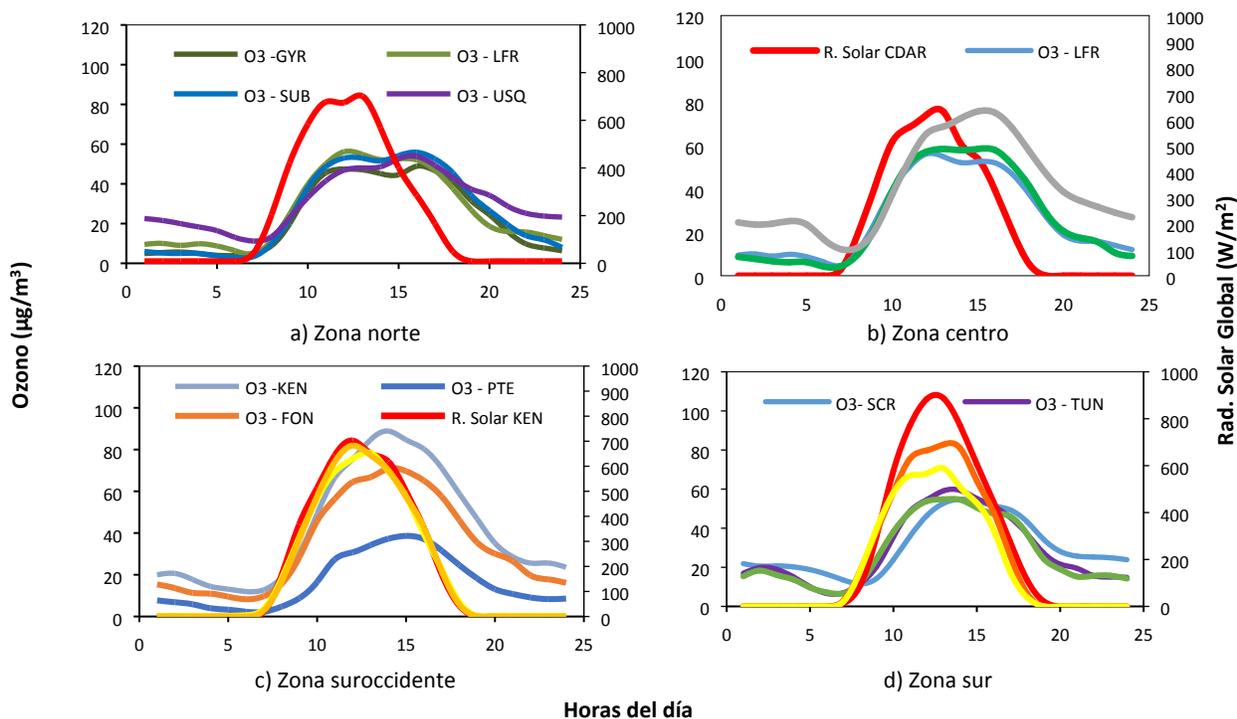


Figura 22. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2), enero de 2021. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

3.6.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE – SO₂

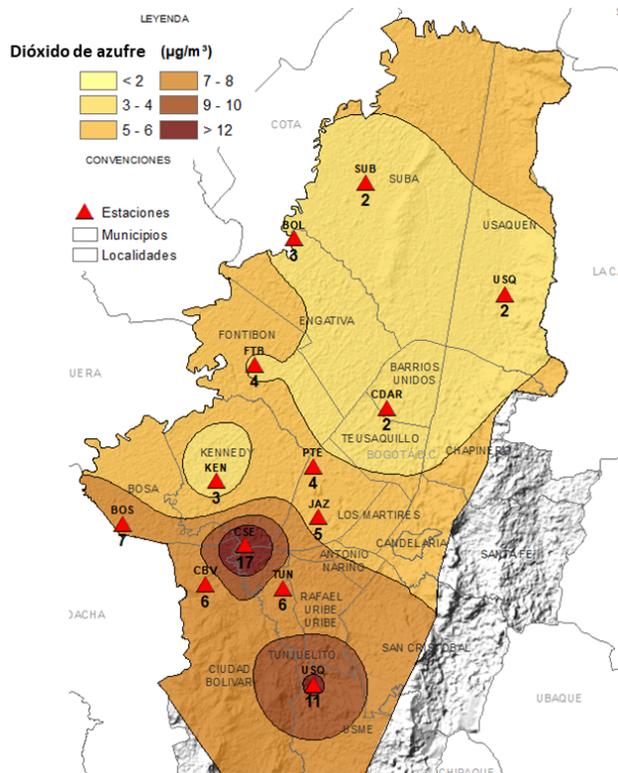


Figura 23. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – enero 2021

En el mapa de la Figura 23 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de enero de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona suroccidental y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Carvajal – Sevillana y Usme, registrando concentraciones mayores a 10 µg/m³. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones de Centro de Alto Rendimiento y Usaquén, con datos menores a los 2 µg/m³.

Las estaciones de Bosa y Colina 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. La estación de Bosa tuvo un 10% de representatividad porque se tuvo que invalidar una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió el límite permisible. Además la estación Colina entró en funcionamiento desde el 15 de enero y se registraron varios datos atípicos, con lo cual se redujo el porcentaje de datos válidos en dicha estación.

3.6.3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO – NO₂

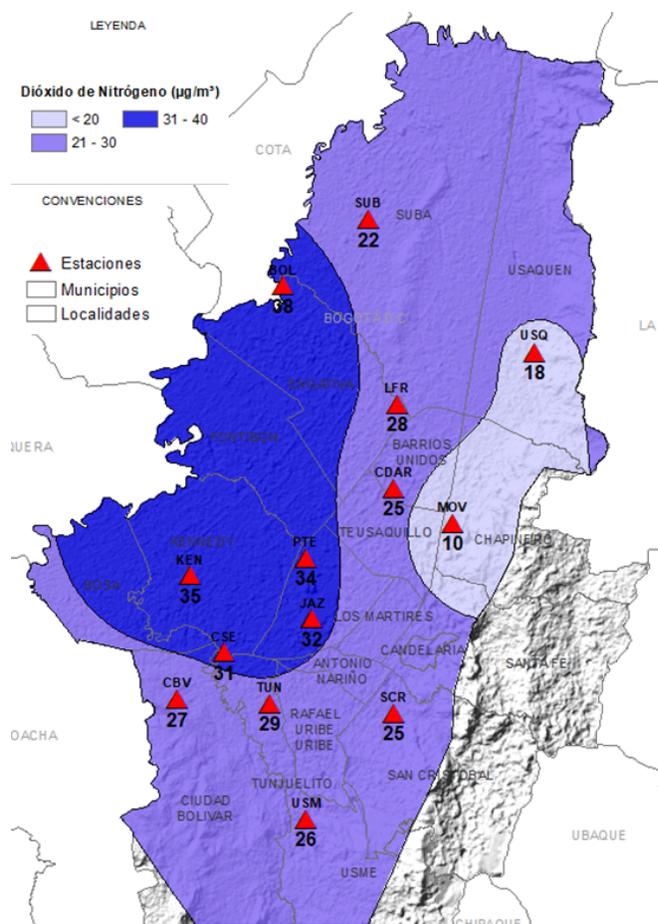


Figura 24. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ – enero 2021

En el mapa de la Figura 23 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de enero de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona occidental de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Bolivia y Kennedy, con valores mayores a 35 µg/m³. Las concentraciones más bajas se evidencian al oriente de la ciudad en la zona de influencia de las estaciones de la Móvil 7ma y Usaquén, observando valores menores a 18 µg/m³.

Las estaciones de Guaymaral, Fontibón, Colina 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. En la estación de Guaymaral, se presentaron inconsistencias en el cálculo de la estequiometría del NO_x a lo largo del mes por fallo en el equipo, datos que se tuvieron que invalidar, en la estación de Fontibón se presentó un fallo en el equipo del 8 de enero en adelante, la estación de Bosa tuvo un 32% de representatividad porque se tuvo que invalidar una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió el límite permisible y la estación de Colina se puso en línea el 15 de enero, por lo cual no cuenta con el monitoreo completo del mes.

3.6.4. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO – CO

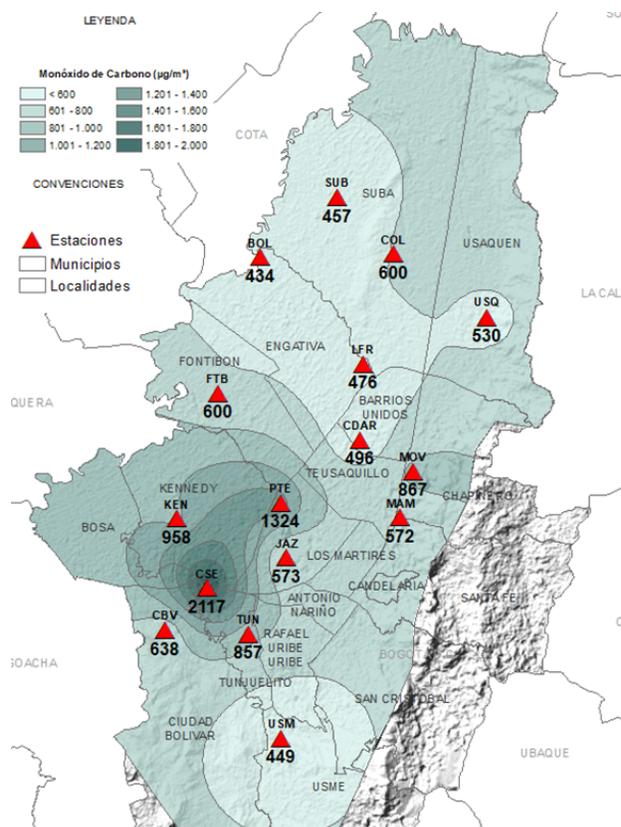


Figura 25. Distribución espacial concentraciones mensuales CO - enero 2021

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 enero de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona suroccidental de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones de Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, alcanzando concentraciones mayores a $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en esta última estación. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona norte en las estaciones de Bolivia y Suba, y en el entorno de la estación Usme, con concentraciones del orden de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las estaciones de Carvajal – Sevillana, Móvil 7ma, Colina 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. La estación de Carvajal – Sevillana tuvo un fallo en el equipo del 1 al 18 de enero, y la estación de la Móvil 7ma, tuvo recurrentes fallos a lo largo del mes, la estación de Bosa tuvo un 36% de representatividad porque se tuvo que invalidar una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió el límite permisible y la estación de Colina se puso en línea el 15 de enero, por lo cual no cuenta con el monitoreo completo del mes.

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.

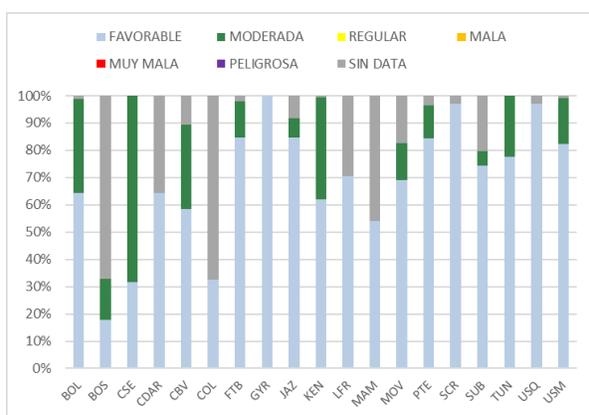


Figura 26. IBOCA para PM₁₀ por estación - enero 2021

La Figura 25 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo registrados en el mes de enero 2021. Se observa que la condición “favorable” se registró en al menos un 60% del mes en la mayoría de las estaciones, a excepción de Carvajal-Sevillana que la registró en un 32% del tiempo y se evidenció la condición “moderada” un 68% del mes.

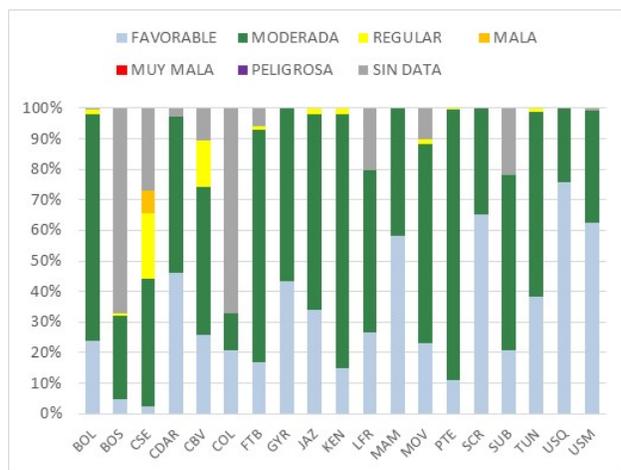


Figura 27. IBOCA para PM_{2.5} por estación - enero 2021

La Figura 27 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de enero 2021 predominaron las condiciones “moderada” y “favorable” en la mayoría de las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presentó la condición “regular” en un 22% del mes, y la condición “mala” en un 7% del periodo. Por otro lado, la estación Usaquén presentó la mejor condición de calidad del aire, con una condición “favorable” durante el 76% del mes.

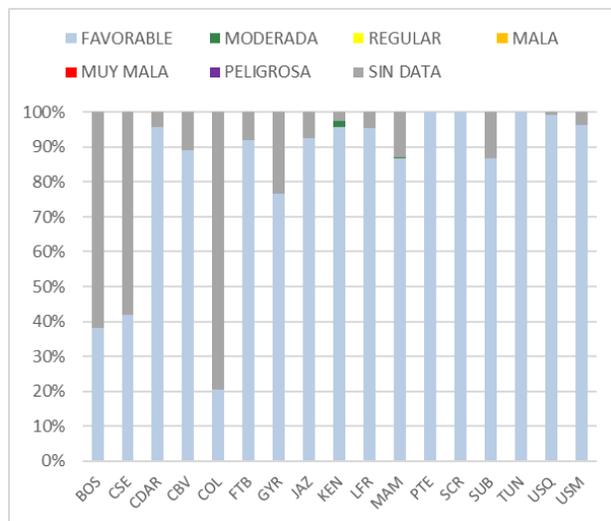


Figura 28. IBOCA para O₃ por estación - enero 2021

La Figura 28 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de enero 2021. Se observa que la categoría “favorable” predomina durante todo el mes en las estaciones de la RMCAB, aunque se evidenció la condición moderada en un 2% del mes en Kennedy, que corresponde a los aumentos de concentración de O₃ en la segunda y cuarta semana del mes.

3.8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 29 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de enero de 2021. Se observa que en la zona suroccidente se registró la condición “moderada” la mayor parte del tiempo, aunque la estación Carvajal-Sevillana presentó las condiciones “regular” y “mala” desde el 19 de enero, además del incremento notable de las concentraciones de material particulado en la ciudad durante las primeras horas del 1° de enero por los juegos pirotécnicos del final de 2020. En el resto del mes, a nivel ciudad se elevaron las concentraciones en el tercer y quinto fin de semana del mes, por influencia de las variaciones de temperatura entre la noche y la mañana de dichos periodos, lo cual incidió en la reducción de la dispersión de los contaminantes.

Cabe resaltar que durante el mes se establecieron varias cuarentenas estrictas por localidades con el fin de reducir el contagio de COVID-19 en el marco del segundo pico de la pandemia, por lo cual se llevaron a cabo restricciones de movilidad y funcionamiento de servicios esenciales en los siguientes periodos de tiempo:

Usaquén, Suba y Engativá	Enero 05 al 18 de 2021
Teusaquillo, Kennedy y Fontibón	Enero 12 al 21 de 2021
Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe y Usme	Enero 15 al 28 de 2021

Aunque se realizaron varias restricciones en la ciudad, las actividades realizadas en las demás localidades y las variaciones en los parámetros meteorológicos causaron algunos aumentos de concentraciones a lo largo del mes, sin embargo, a excepción de Carvajal-Sevillana, no se excedieron las concentraciones límite de la condición “moderada”.

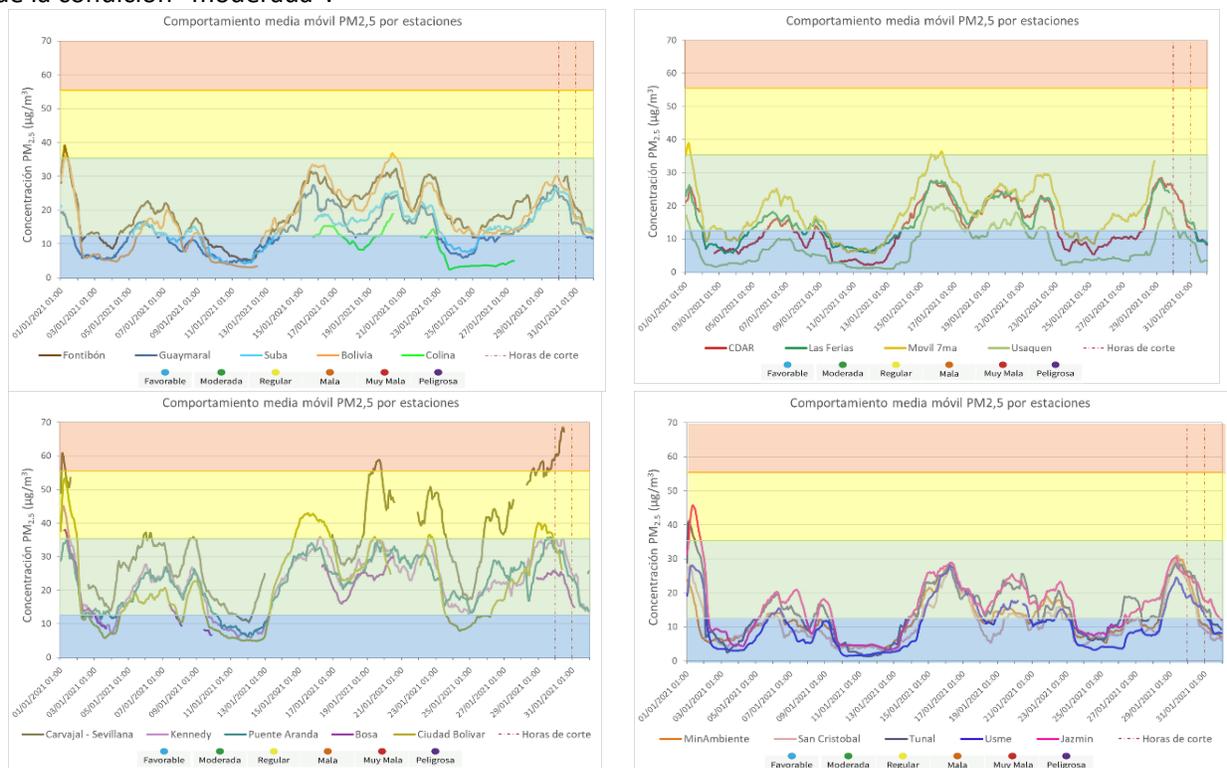


Figura 29. Concentraciones media móvil 24 h $PM_{2,5}$ Enero 2021

En la Figura 30 se puede observar el comportamiento de la contaminación atmosférica en la mañana y en la tarde del día 29 de enero. En los últimos días del mes de enero se observó un aumento en las concentraciones debido a inversiones térmicas y la dinámica de la ciudad en horas de la mañana, y zonas con nubosidad en horas de la tarde. También hubo días con nubosidad en la mañana, por lo cual no se evidenció el fenómeno de acumulación de contaminación en la ciudad.



Figura 30. Fotografía del occidente de la ciudad mañana y tarde. Enero 29 de 2021

2. 4. CONCLUSIONES

- En general las precipitaciones durante el mes fueron menores a las del mes anterior, correspondiendo con el inicio de la primera temporada seca de 2021; la mayor cantidad de lluvia se registró en Suba y en Centro de Alto Rendimiento hubo mayor número de días de lluvia respecto a las demás estaciones.
- En enero de 2021 se evidenció un aumento en la nubosidad, por lo cual se redujeron las temperaturas en superficie en relación al mes anterior. La zona suroccidente de la ciudad registró las mayores temperaturas promedio mensual.
- Hacia el suroccidente de la ciudad se observaron las mayores velocidades del viento, con promedios mayores a 2.0 m/s. Hubo predominancia de vientos hacia el nororiente de la ciudad, incidiendo posiblemente en aumentos de concentración de contaminantes en esta zona.
- En enero de 2021 se registraron concentraciones de material particulado similares a las del mes anterior, siendo la estación de Carvajal-Sevillana (zona suroccidente) la que registró los valores más altos y la estación Usaquén las menores concentraciones (zona nororiental). Las concentraciones más altas se registraron el 01 de enero por influencia de juegos pirotécnicos de fin de año y en los últimos días del mes, debido a descensos de temperatura en las mañanas que causaron reducción en la dispersión de contaminantes. Adicionalmente las precipitaciones de la primera semana contribuyeron con la reducción de las concentraciones en la atmósfera.
- La máxima altura de la capa de mezcla cada día, osciló entre 1100 y 3300 m de acuerdo a las estimaciones realizadas con los datos de las estaciones Tunal y Guaymaral.

- La zona sur de la ciudad registró las concentraciones más altas de black carbon hacia mediados del mes, y en algunos días se evidenciaron concentraciones asociadas a quemas de biomasa debido a algunos incendios de baja magnitud al oriente del país y en Venezuela.
- Con respecto a los gases, se registraron algunas excedencias para O₃ y SO₂. Las concentraciones más elevadas de NO₂ y CO prevalecieron hacia el occidente de la ciudad, mientras que las concentraciones de SO₂ predominaron hacia la zona sur, siendo Carvajal-Sevillana la que presenta los valores más altos. Por otro lado, las concentraciones de O₃ permanecen altas en las estaciones MinAmbiente y Kennedy.
- Con respecto a las concentraciones media móvil 24 horas de PM_{2.5}, el índice IBOCA registró principalmente la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, solamente la estación Carvajal-Sevillana registró la condición “mala” un 7% del mes, desde el 27 de enero.

3. 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
- 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
- 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., Alfara, 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.

4. ANEXOS

1. 6. ANEXOS

2. 6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RMCAB

Tabla 2. Características de las estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Características	Ubicación								Contaminantes					Variables Meteorológicas									
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.	
Guaymaral	GYR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Sub urbana	De fondo	Autopista Norte # 205-59	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis # 132-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74° 5'36.46"W	2571	6	Suba	Sub urbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-61	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Sub urbana	De fondo	Avenida Calle 80 # 121-98	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 # 69Q-50	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MinAmbiente	MAM	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Urbana	De tráfico	Calle 37 # 8-40	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Urbana	De tráfico	Carrera 104 # 20 C - 31	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Urbana	Industrial	Calle 10 # 65-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Urbana	De fondo	Carrera 80 # 40-55 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Carvajal - Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Urbana	Tráfico / Industrial	Autopista Sur # 63-40	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Urbana	De fondo	Carrera 24 # 49-86 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este # 12-78 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
El Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Urbana	Residencial	Calle 1 G # 41 A 39	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D 50 Sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Bosa	BOS	4°36'20.2"N	74°12'14.6"W	2546	0	Bosa	Urbana	De fondo	Diagonal 73 F Sur # 78 - 44	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur # 56-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142A-55	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X

3. 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 3)

Tabla 3. 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	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0193-091	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
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	

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 enero de 2021.

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 4. 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^3 y $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente:

Tabla 5. Factores de conversión a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para los gases criterio

Gas	Multiplicar por	Para convertir
CO	1144,9	ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂	2,6186	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	1,8804	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	1,9620	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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]

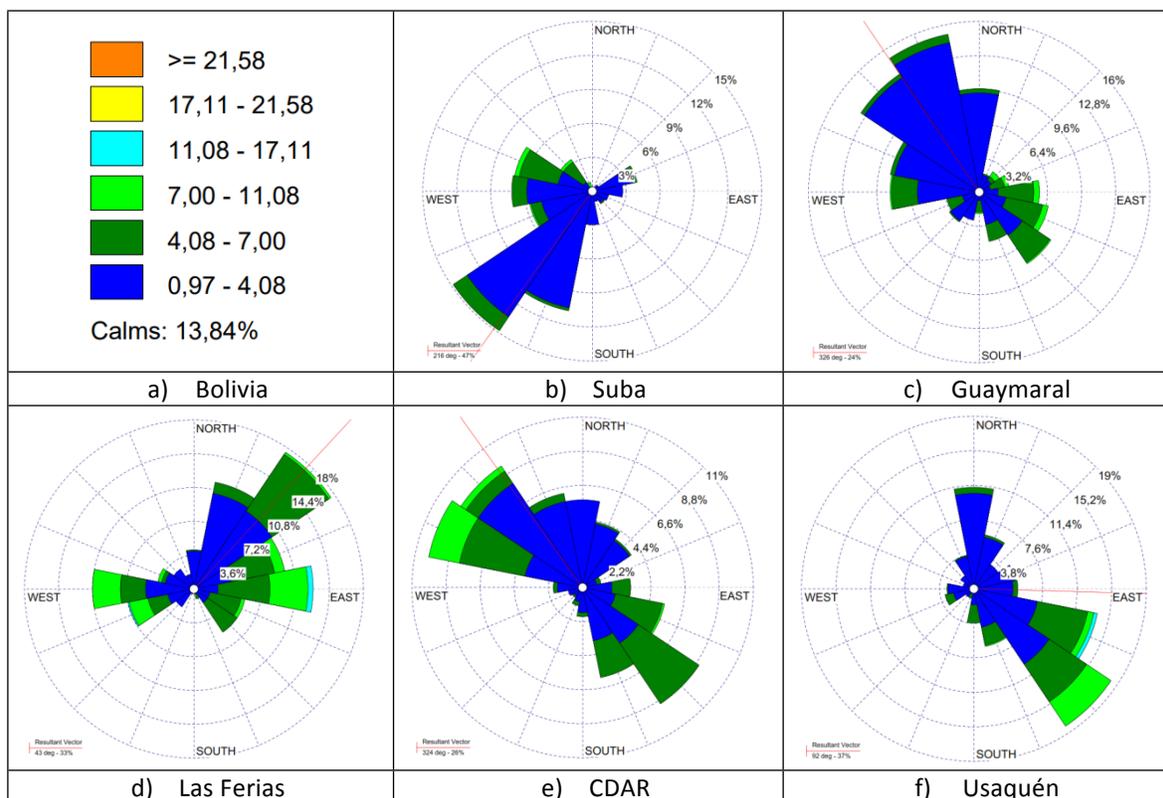
R: constante universal de los gases ideales =

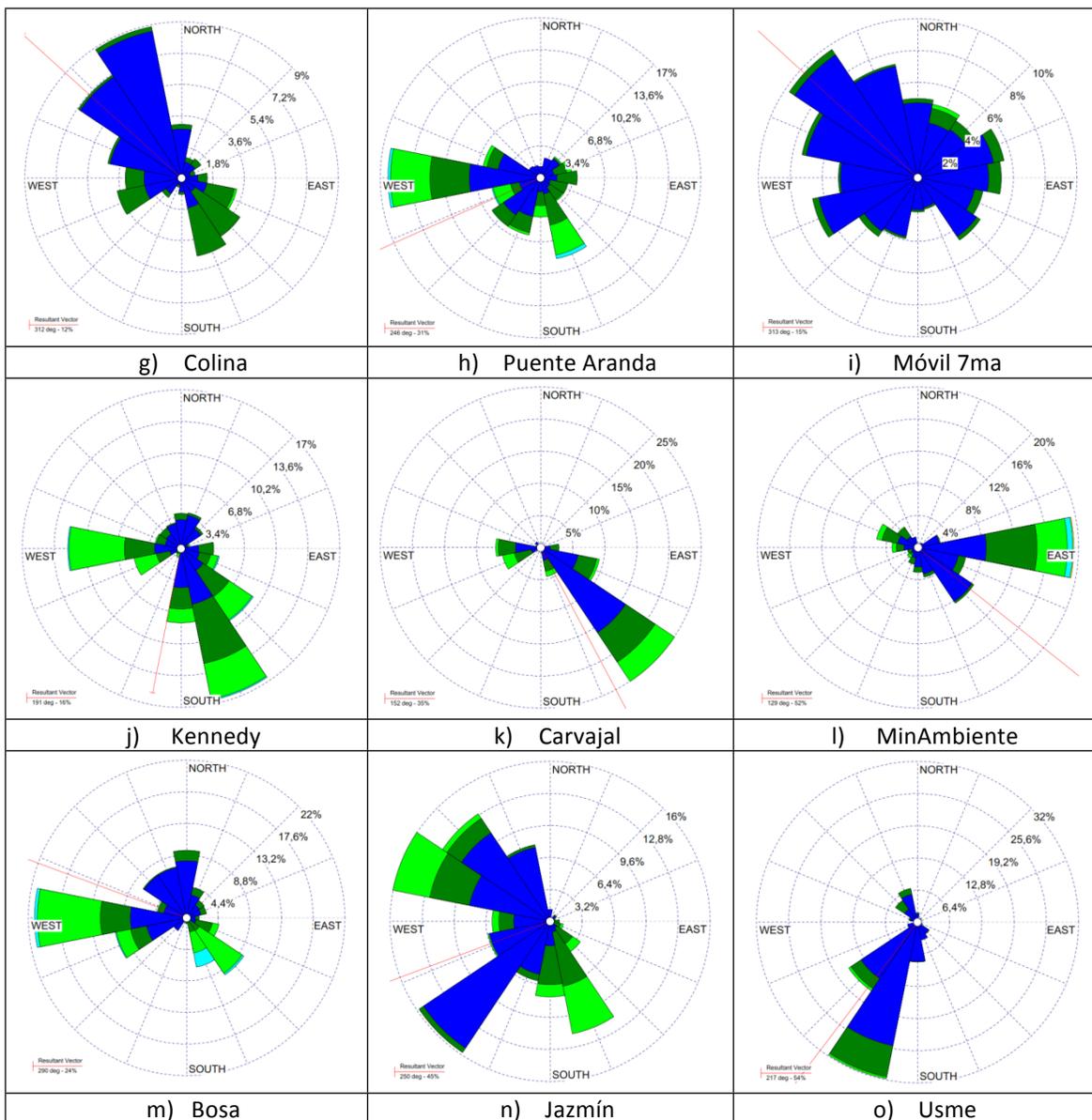
T: temperatura absoluta [K]

6.4. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS ADICIONALES

6.4.1. ROSAS DE LOS VIENTOS

De manera complementaria a la descripción del comportamiento de los vientos presentada anteriormente se incluyen las rosas de vientos por cada estación de la RMCAB, que se presentan en la Figura 31 y permiten observar la frecuencia y magnitud de los vientos en promedio durante el mes de enero, así como las direcciones predominantes y el vector resultante promedio del mes. Solo se presentan las rosas de viento de las estaciones cuya representatividad temporal fue superior al 75%.





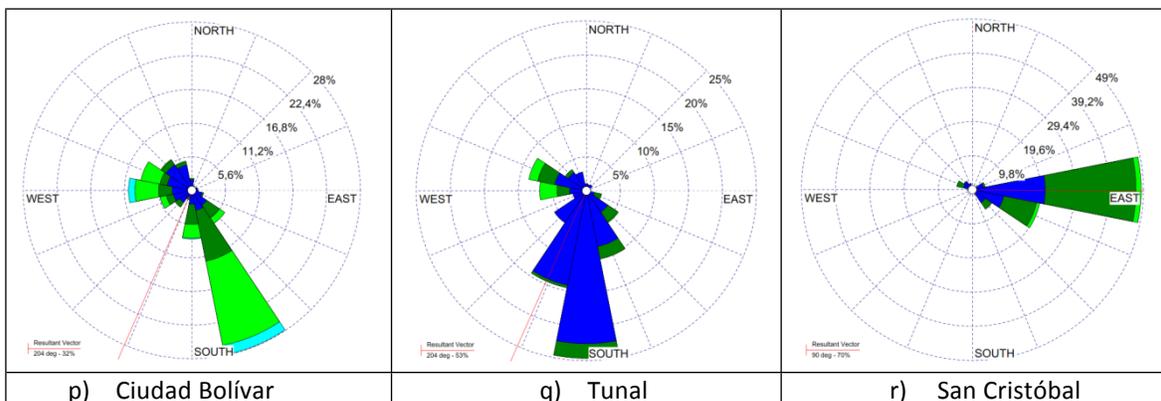
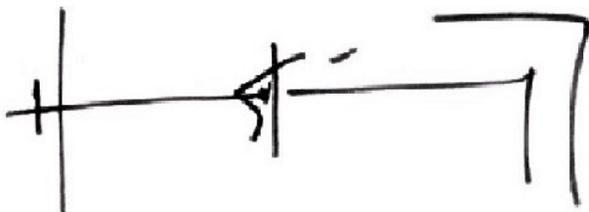


Figura 31. Rosas de los vientos – enero 2021

FIN DEL INFORME



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

Elaboró:

DAISSY LIZETH ZAMBRANO
BOHORQUEZ

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

CPS: CONTRATO 20210914 DE 2021 FECHA EJECUCION: 02/05/2021

Revisó:

LUIS ALVARO HERNANDEZ
GONZALEZ

C.C: 80164122 T.P: N/A

CPS: Contrato SDA- CPS-20210380 de 2021 FECHA EJECUCION: 03/05/2021

Aprobó:

Firmó:

HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO C.C: 79876838 T.P: N/A

CPS: FUNCIONARIO FECHA EJECUCION: 04/05/2021



SECRETARÍA DE **AMBIENTE**