

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Tecnico No. 01660, 03 de junio del 2021



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

Abril 2021

Estación MinAmbiente

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



BOGOTÁ
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
Lady Mateus Fontecha
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

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) con respecto a los niveles máximos permisibles, en el mes de abril de 2021 se tuvieron seis (6) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y tres (3) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras $PM_{2.5}$. En cuanto a las concentraciones de ozono O_3 no se registraron excedencias a la norma. Para las concentraciones de dióxido de azufre SO_2 se registraron tres (3) excedencias 1h, para el dióxido de nitrógeno NO_2 y el carbono CO no se registraron excedencias a la normatividad.

Durante el mes de abril se registró la influencia de las emisiones de SO_2 provenientes de la erupción del volcán “La Soufriere” en el Mar Caribe en los últimos días del mes, aunque también se registraron condiciones meteorológicas que no favorecieron la dispersión de contaminantes. Asimismo, se evidenció una disminución significativa en las concentraciones y en las excedencias de PM_{10} y $PM_{2.5}$ respecto a marzo en todas las estaciones. En cuanto a los gases se presentó una disminución en las concentraciones de O_3 , SO_2 , NO_2 y CO en la mayoría de las estaciones respecto al mes anterior.

Por otro lado, aunque se presentan datos de concentración que no cumplieron con el porcentaje de representatividad temporal del 75%, 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 incluyeron dentro de los cálculos y análisis de media móvil de concentración. En la estación Colina todos los parámetros tuvieron un porcentaje de representatividad temporal 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.

Como novedades, se incluye el análisis de los datos de PM_{10} y $PM_{2.5}$ de la estación Móvil Fontibón, que inició su funcionamiento el 26 de marzo de 2021. 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>.

Por otro lado, el 15 de abril de 2021 fue oficializada la Resolución conjunta No. 00868 por la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, por medio de la cual se establece el nuevo Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud -IBOCA, para la gestión conjunta del riesgo del deterioro del ambiente y la salud humana. En esta resolución se indican las modificaciones en los intervalos del índice y de las concentraciones para cada contaminante criterio, los colores correspondientes a cada estado de calidad del aire, criterios de declaración de alertas ambientales, recomendaciones en salud y medidas ciudadanas para mantener la calidad del aire.

2. INTRODUCCIÓN

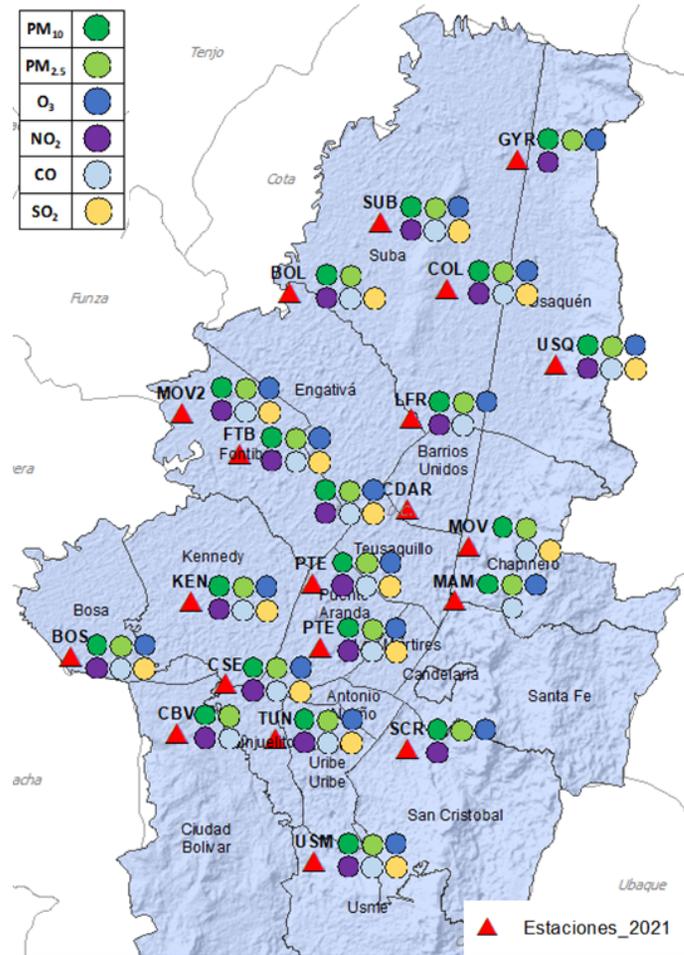


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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_{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 20 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.

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 abril de 2021 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en la estación Fontibón se registraron temperaturas de 18.7°C y en la estación Colina se alcanzaron los 32.9°C; lo cual corresponde a fallos temporales en los equipos de aire acondicionado en las estaciones. Para cada hora de excedencia al rango especificado, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación correspondiente. Por otro lado, la humedad interna se mantuvo entre 17 y 84% 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

Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Colina
Sigla	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	COL
Estación	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	Carvajal - Sevillana	Bosa	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme	Móvil Fontibón
Sigla	PTE	JAZ	KEN	CSE	BOS	TUN	CBV	SCR	USM	MOV2

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 abril 2021.

3.1. COMPORTAMIENTO GENERAL DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de abril 2021, el cual incide directamente en la variabilidad de la concentración de contaminantes criterio en el Distrito Capital.

3.1.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

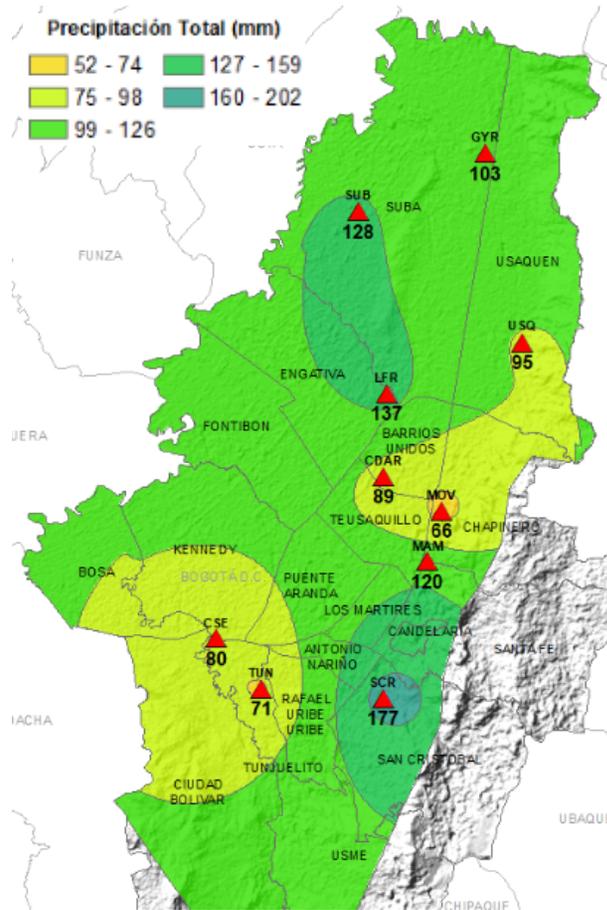


Figura 2. Mapa de la precipitación mensual total (mm) - abril 2021.

Durante el mes de abril se observa una disminución en los totales de lluvia acumulados con respecto al mes de marzo, lo cual se encuentra dentro de la normalidad del primer periodo de lluvia de la ciudad. Semejante al mes anterior, hacia el noroccidente y suroriente de la ciudad se registraron mayores acumulados de lluvia, alcanzando los 177 mm hacia el sector de San Cristóbal, mientras que los más secos se registraron al suroccidente y nororiente, donde se registraron acumulados entre 66 mm y 95 mm. Las lluvias más intensas se presentaron hacia el sector de San Cristóbal, donde se registraron mayores acumulados y el menor número de días con lluvia. Por el contrario, se estima que las lluvias de menor intensidad se registraron en las estaciones Móvil 7ma, Puente Aranda y Centro de Alto Rendimiento.

Con la reducción de los acumulados de precipitación disminuyó el número de días con lluvia. Sólo cuatro de las once estaciones que registraron precipitación superaron los 20 días con lluvia. En cuanto a las concentraciones de contaminantes en el mes de abril se observa una reducción en los niveles de material particulado, los cuales podrían estar asociados, en parte, a la contribución de las lluvias y a las variaciones en otras variables meteorológicas. Ver **Error! Reference source not found.** y **Error! Reference source not found.**

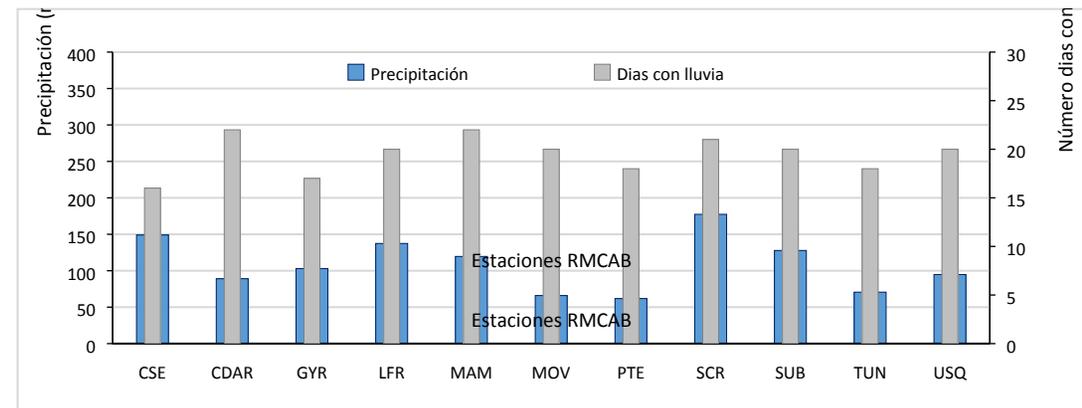


Figura 3. Precipitación media mensual y número de días con precipitación - abril 2021

3.1.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

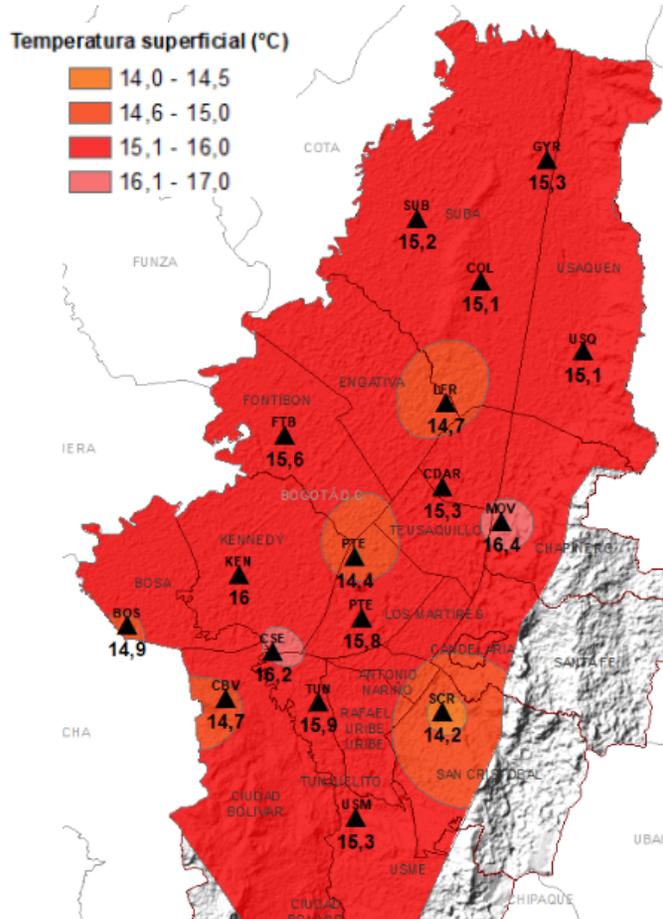


Figura 4. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – abril 2021.

En abril de 2021 la temperatura del aire en la superficie se redujo con respecto al mes anterior, principalmente hacia el suroccidente y centro oriente de la ciudad. Esta reducción puede obedecer a la cobertura de nubes de tipo estratiformes que no contribuyen con las lluvias, pero si bloquean el ingreso de radiación solar entrante. De este modo, las máximas temperaturas se registraron en la estación Móvil 7ma y en Carvajal-Sevillana con temperaturas de entre 16,2 °C a 16,4 °C. Ver **Error! Reference source not found..**

En relación con las temperaturas extremas, las máximas absolutas se registraron en las estaciones Tunal (26,5 °C) y Guaymaral (25,5 °C), mientras que las mínimas absolutas se presentaron en las estaciones San Cristóbal (7,2 °C) y Las Ferias (7,6 °C) (**Error! Reference source not found.**). Las mayores amplitudes térmicas que ayudan con la dispersión de contaminantes debido la convección térmica ocurrieron en las estaciones Tunal y Guaymaral.

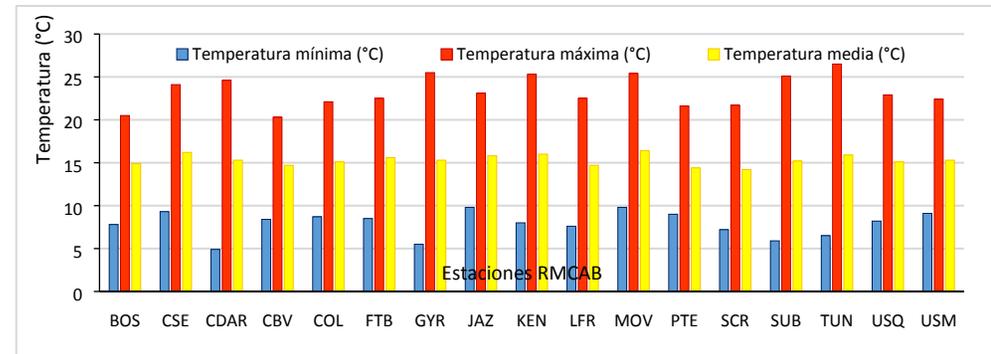


Figura 5. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – abril 2021

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

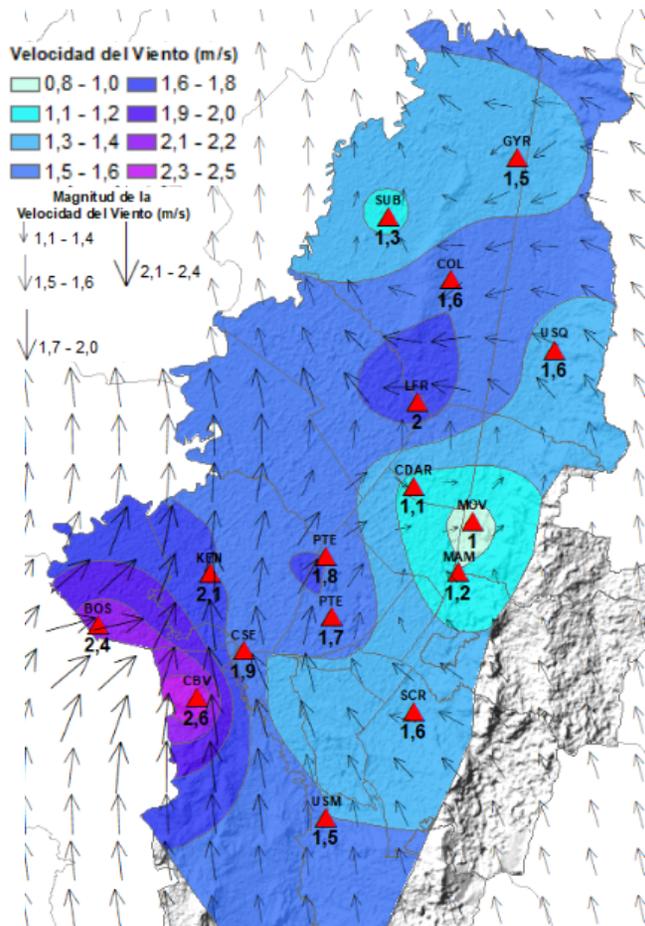


Figura 6. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – abril 2021

En el mes de abril el patrón de flujo fue idéntico al mes anterior, con el flujo base de los alisios del nororiente ingresando por el sur y bordeando los cerros orientales para luego confluir en el centro geográfico de la ciudad y continuar su tránsito hacia el noroccidente. De otra parte, se registró un flujo del suroccidente asociado normalmente a la circulación local de valle montaña que se presenta principalmente para estas fechas con vientos que soplan desde el valle del Magdalena e ingresan en la ciudad por el suroccidente contribuyendo con la ocurrencia de fuertes precipitaciones. Posiblemente, la influencia de este flujo se redujo y con ello la ocurrencia de eventos de precipitación y la disminución de las concentraciones de material particulado hacia el flanco de los cerros orientales Figura 6.

En cuanto a la magnitud de los vientos, su mayor desarrollo se pudo observar hacia el flanco occidental como es frecuente los cuales penetraron hasta el centro occidente de la ciudad alcanzando valores medios de entre 1,6 m/s y 2,6 m/s. Con respecto a las velocidades máximas absolutas, estas se presentaron al sur occidente de la ciudad y las mínimas absolutas hacia el centro oriente. (**Error! Reference source not found.**)

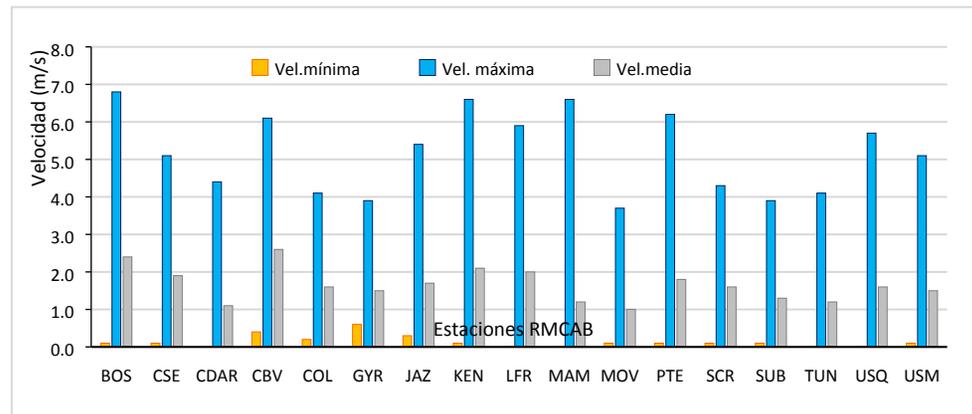


Figura 7. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – abril 2021.



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



3.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

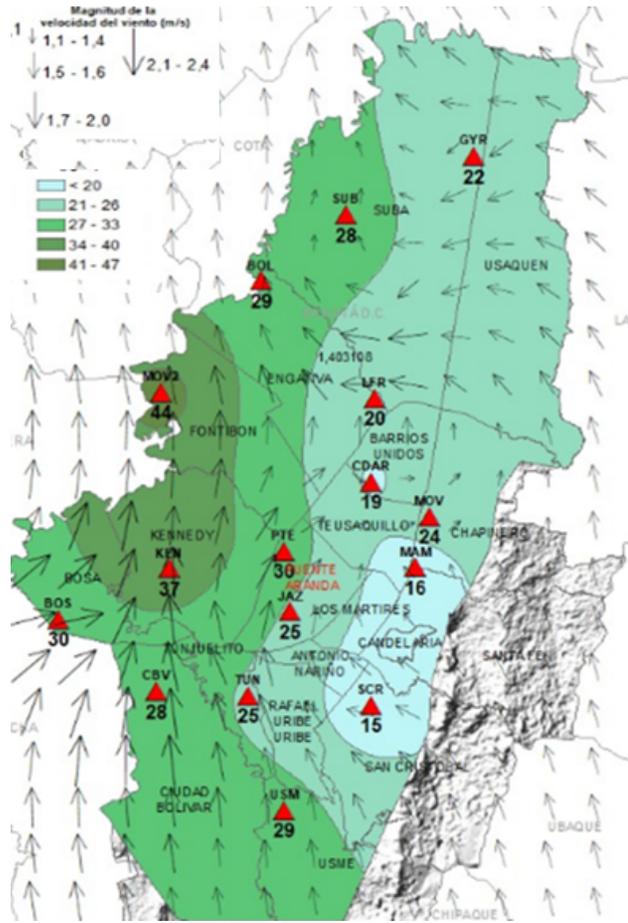


Figura 8. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ - abril 2021

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona occidental de la ciudad en la estación Móvil Fontibón (43,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la zona suroccidental en la estación Kennedy (36,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona suroriental en la estación San Cristóbal (14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la zona central en la estación MinAmbiente (16,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 94,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Carvajal – Sevillana y a 83,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Móvil Fontibón; 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 seis (6) excedencias a la norma de PM₁₀: tres (3) en Carvajal – Sevillana y tres (3) en Móvil Fontibón. Las estaciones Carvajal – Sevillana, Fontibón y Usaquén no alcanzaron el 75% de representatividad temporal, ya que se presentaron fallos en los monitores de PM₁₀ y entraron en mantenimiento operativo. La estación Colina, tampoco alcanzó el porcentaje de representatividad temporal mencionado, ya que se invalidó una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió los límites permisibles.

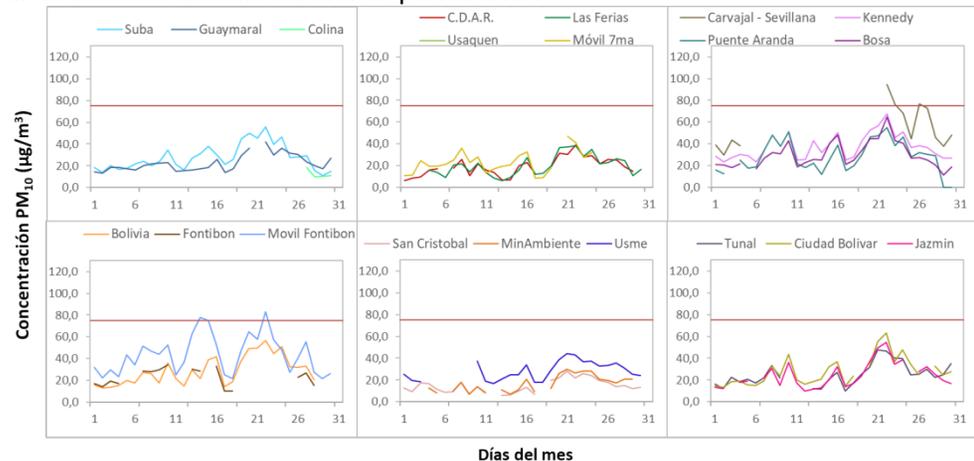


Figura 9. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo - abril 2021

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

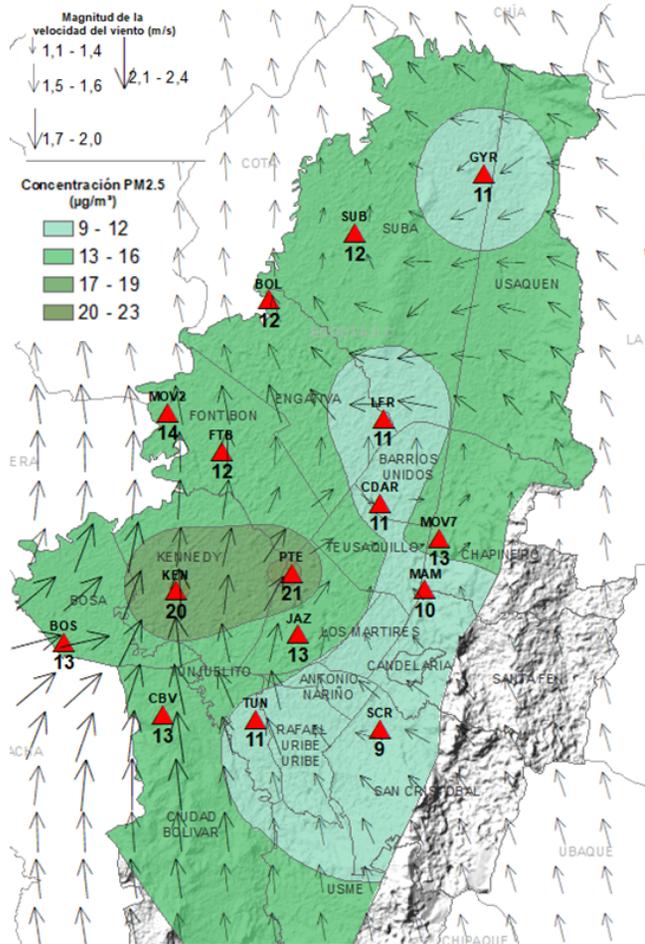


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} - abril 2021

En este mes, las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en las estaciones Puente Aranda (21,2 µg/m³) y Kennedy (19,8 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona suroriental en la estación San Cristóbal (9,4 µg/m³) y en la zona centro en la estación MinAmbiente (10,0 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 46,0 µg/m³ en la estación Carvajal - Sevillana y 34,7 µg/m³ en la estación Puente Aranda, solo el valor de la estación Carvajal – Sevillana sobrepasó el nivel máximo definido (37 µg/m³). Se registraron en total tres (3) excedencias sobre la norma de PM_{2.5} en la estación Carvajal - Sevillana. Las estaciones Carvajal – Sevillana, Fontibón, Tunal, Usme y Usaquén no alcanzaron el 75% de representatividad temporal, ya que se presentaron fallos en los monitores de PM_{2.5} y entraron en mantenimiento operativo. La estación Colina, tampoco alcanzó el porcentaje de representatividad mencionado, porque se invalidó una cantidad significativa de datos debido a que la desviación estándar de la temperatura interna en la estación excedió los límites permisibles.

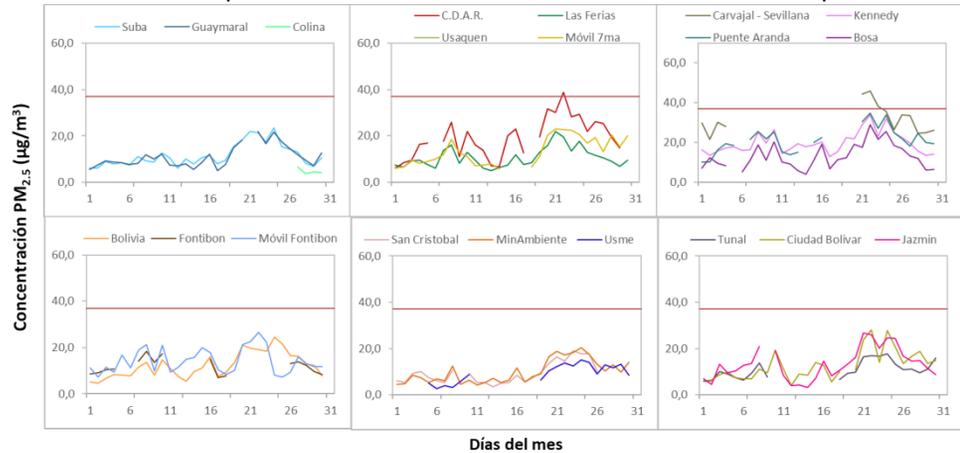


Figura 11. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo- abril 2021

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 durante el mes de abril 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 1, 13 y 14 de abril. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 21, 22 y 24 de abril que coincide con la baja en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 28, 29 y 30 se presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes y se evidencia una disminución de las concentraciones de material particulado teniendo en cuenta la tendencia que se venía presentando desde el 20 de abril; esto coincide con el aumento de la velocidad del viento el día 29 de abril.

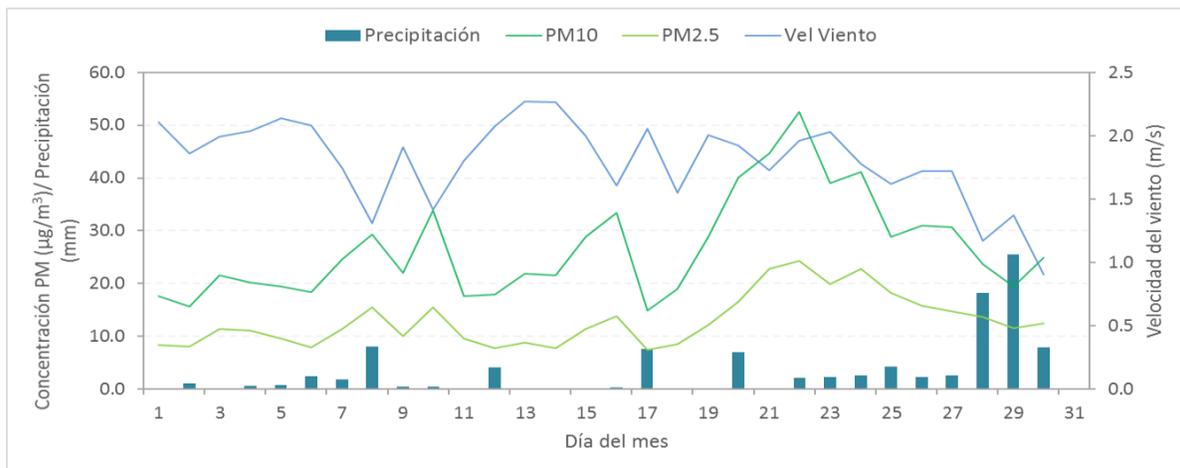


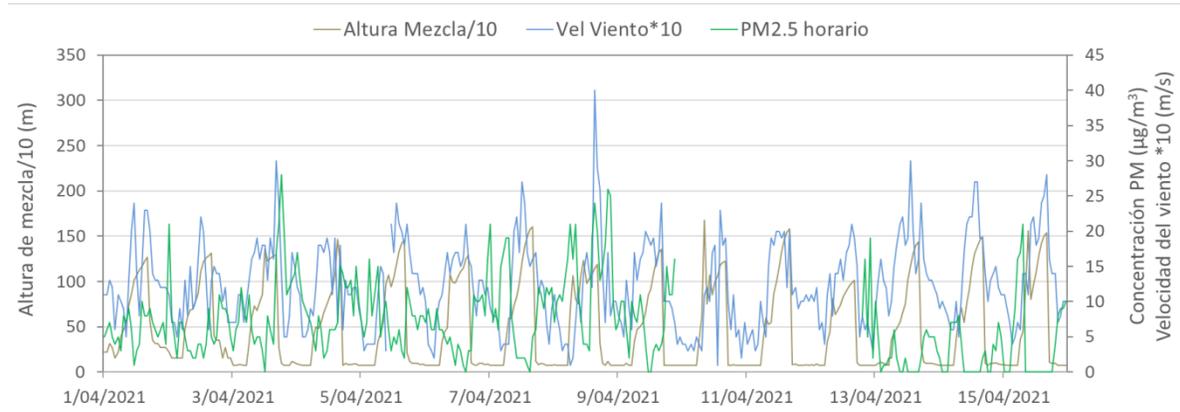
Figura 12. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad - abril 2021

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) 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 abril 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 4, el 22 y el 30 de abril y en la Figura 14 correspondiente a la estación de Guaymaral el 10, el 19 y el 24 de abril.

TUNAL

Abril 01 al 15



Abril 16 al 30

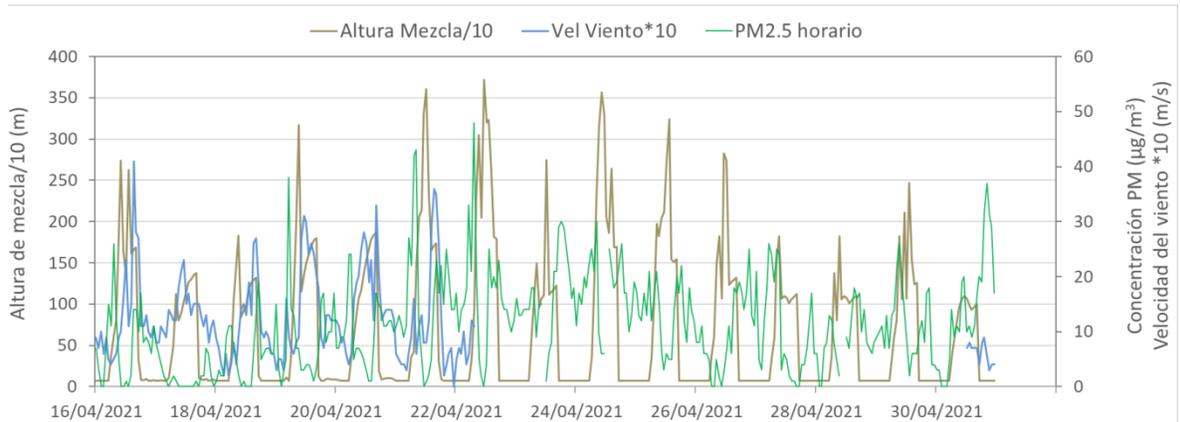
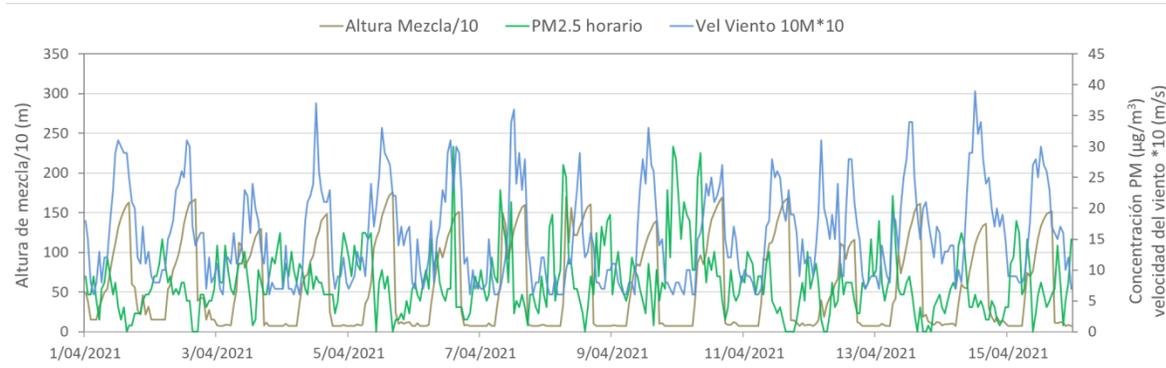


Figura 13. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - abril 2021

GUAYMARAL

Abril 01 al 15



Abril 16 al 30

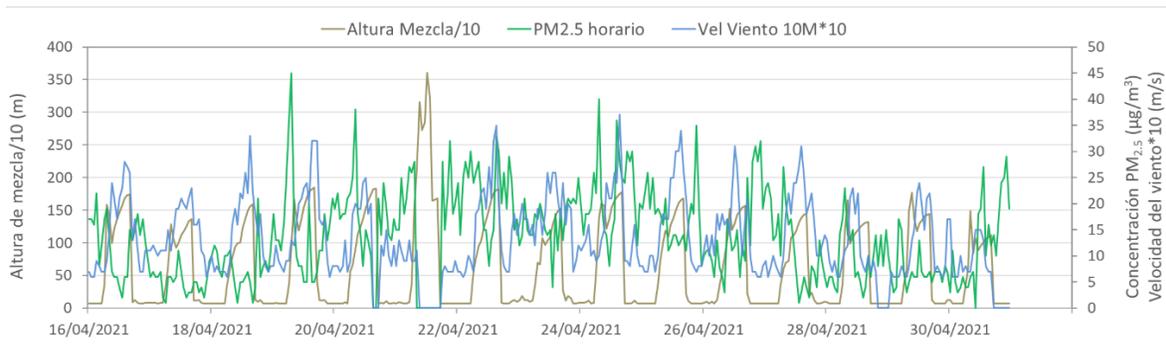


Figura 14. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral abril 2021

Se puede observar que, en promedio durante el mes de abril 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.

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).

En el mes de abril de 2021 se registraron concentraciones horarias en las estaciones de Carvajal-Sevillana, Centro de Alto Rendimiento, Fontibón, Kennedy, Las Ferias, Min Ambiente, San Cristóbal y Tunal. La estación Carvajal-Sevillana fue la única que registró durante este mes menos del 75% de las concentraciones horarias, mientras que las otras estaciones capturaron más del 87.2% de las concentraciones horarias de BC, como se muestra en la Figura 15. En la estación Carvajal – Sevillana solo se registraron datos del 20 al 30 de abril, debido a las dificultades que existen para ingresar con mayor regularidad a esta estación y remplazar oportunamente la cinta del aethalómetros, no se alcanzó el 75% de captura de datos para el mes de abril de 2021. En Fontibón no se capturaron datos durante el 24 y 25 de abril. En la estación de Usaquén no realizó la medición de BC durante el mes de abril de 2021 debido a que el equipo se encuentra en mantenimiento correctivo.

En las estaciones de Carvajal – Sevillana y Kennedy se presentaron las concentraciones más altas de BC calculadas en las longitudes de 880 y 370 nm, con concentraciones promedio horarias de 7.1 y 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la longitud de 880 nm para cada estación, respectivamente. En la longitud de 370 las concentraciones son 6.7 y 5.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para las mismas estaciones. En orden descendente de concentraciones promedio horarias de BC a 880 nm se encontraron las siguientes estaciones: Fontibón con 4.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Tunal con 4.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Centro de Alto Rendimiento con 3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ministerio de Ambiente con 3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y San Cristóbal con 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El percentil 95% se utilizó con criterio de exclusión de datos fuera de rango, estas concentraciones se muestran en la Figura 15, para las longitudes de onda de 880 y 370 nm, respectivamente. La concentración mínima observada fue de 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las estaciones de Min Ambiente, Las Ferias y Centro de Alto Rendimiento.

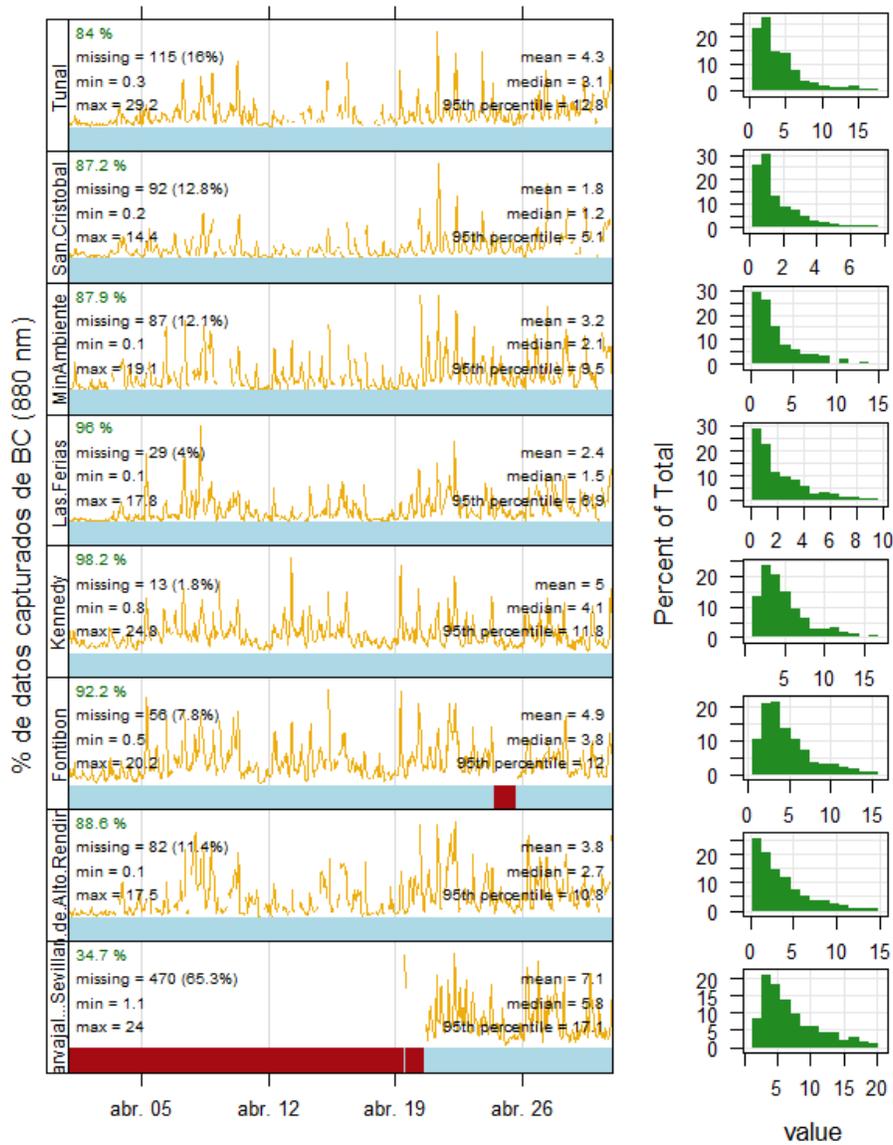


Figura 15. Porcentaje de datos válidos de las concentraciones de BC registradas en la longitud de onda de 880 nm en el mes de abril de 2021

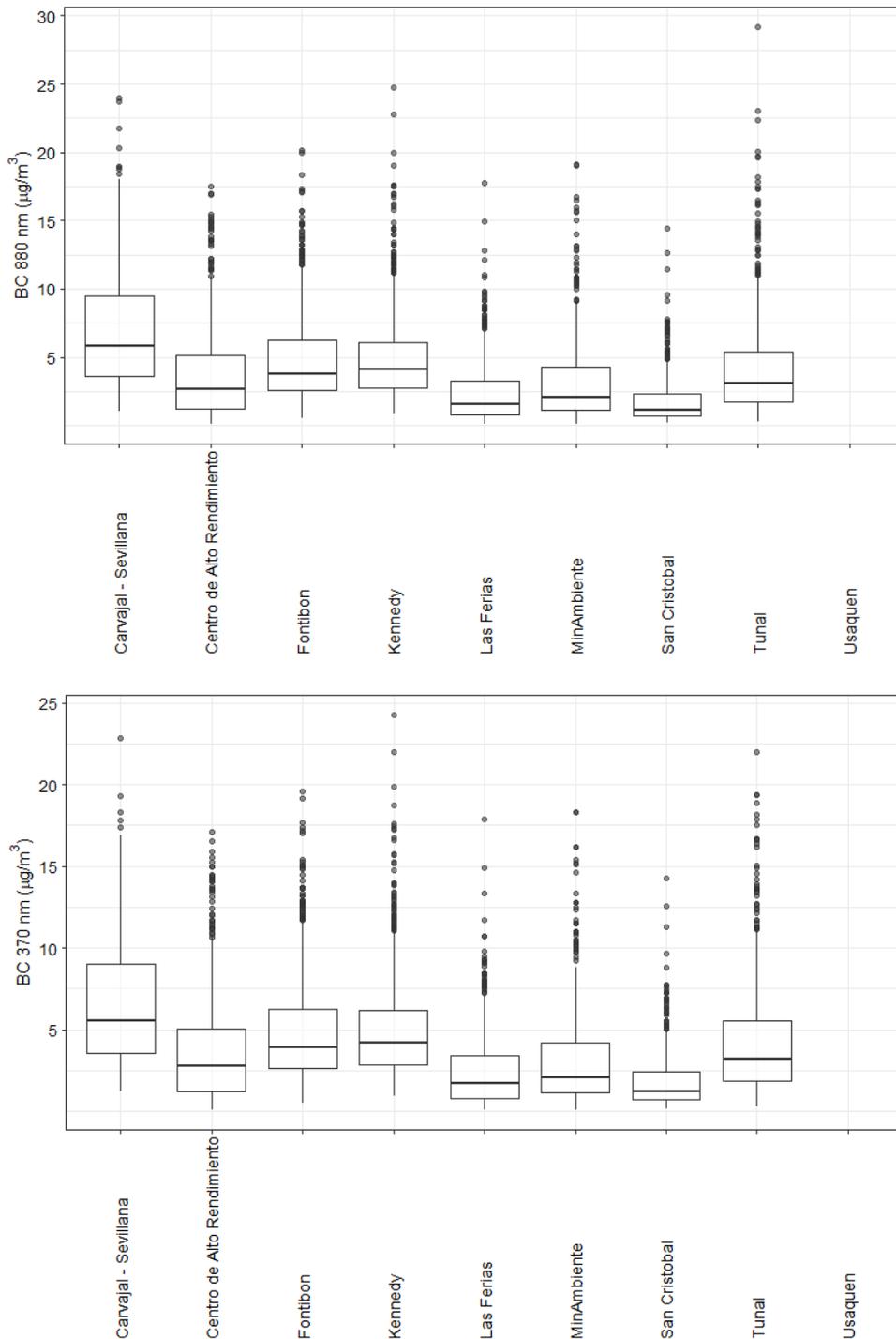


Figura 16. Diagrama de cajas y bigotes de las concentraciones horarias BC registradas en abril de 2021 en las longitudes de 880 y 370 nm.

Las concentraciones promedio diarias de BC que se calcularon para cada estación en el mes de abril de 2021 se presentan en la Tabla 2. Las estaciones localizadas en la zona suroccidental de la ciudad, Fontibón y Kennedy presentaron las concentraciones promedio más altas, mientras que la estación de San Cristóbal, localizada en la zona suroriental de la ciudad, presentó la concentración promedio más baja. Estas concentraciones en comparación con el mes anterior fueron más bajas ya que durante el mes de abril se adoptaron las medidas restrictivas para las actividades económicas y la ciudadanía declaradas por la pandemia por COVID-19, además de que durante el mes inicio la temporada de lluvia.

Tabla 2. Resumen estadístico de las concentraciones promedio 24H de BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) estimadas a 880 nm en el mes de abril de 2021.

Estación	Prom. 370nm	Min 370nm	Max 370nm	DE	Prom. 880nm	Min 880nm	Max 880nm	DE
Carvajal - Sevillana	7.2	2.9	13.4	2.8	8.1	3.0	19.5	4.2
Centro de Alto Rendimiento	3.7	0.7	7.6	2.0	3.7	0.6	7.5	2.0
Fontibón	4.9	1.9	8.4	1.7	4.8	1.8	8.1	1.7
Kennedy	5.1	2.3	7.4	1.5	5.0	2.1	7.5	1.6
Las Ferias	2.5	0.4	5.1	1.4	2.4	0.3	5.1	1.4
Min Ambiente	3.1	0.9	6.3	1.5	3.2	0.9	6.5	1.5
San Cristóbal	1.9	0.5	3.9	1.0	1.8	0.4	3.8	1.0
Tunal	4.3	1.0	9.4	2.1	4.3	0.9	9.3	2.2

D.E: Desviación Estándar

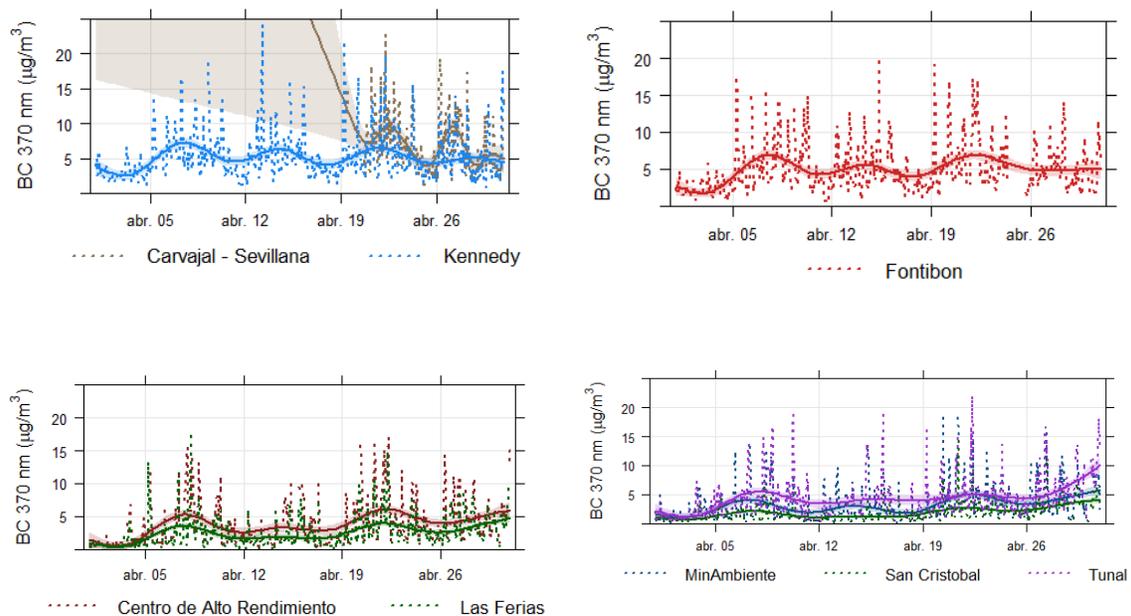


Figura 17. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 370 nm para abril de 2021

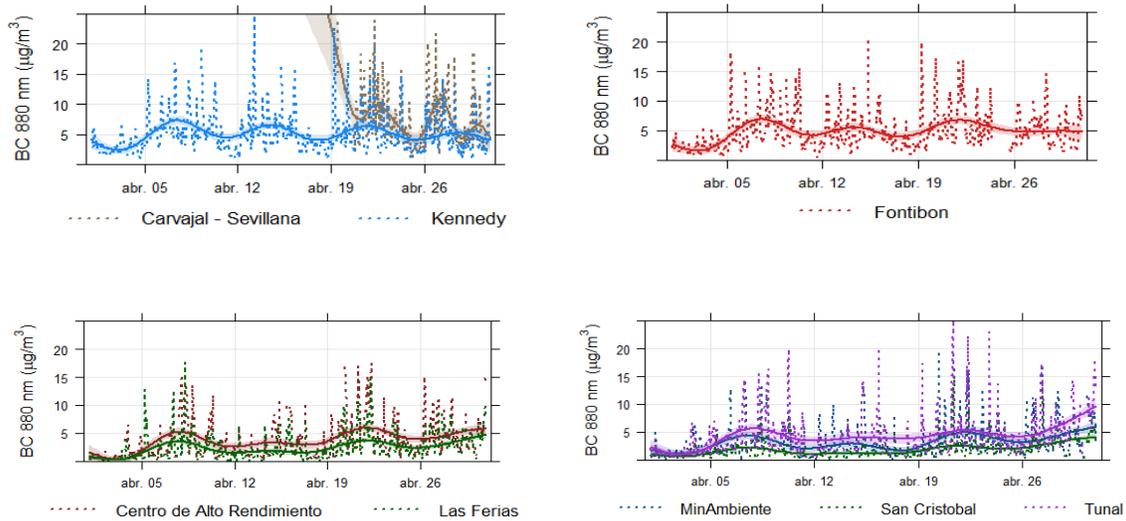


Figura 18. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 880 nm para abril de 2021.

En la Figura 17 y la Figura 18 se presentan las concentraciones promedio horarias de las longitudes de onda 370 y 880nm. De acuerdo con la ubicación y su comportamiento, las concentraciones más altas se presentaron en todas las estaciones presentando unos incrementos durante la primera y cuarta semana del mes superando los $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estaciones como Kennedy, Centro de Alto Rendimiento, Fontibón y Tunal. Por otro lado, las estaciones de Las Ferias y San Cristóbal presentaron las menores concentraciones a lo largo del mes con valores máximos de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la tercera y cuarta semana y mínimos de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 las áreas quemadas caracterizadas por depósitos de carbón y cenizas, remoción de vegetación y alteración de la estructura vegetal. Es por eso que 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 que se seleccionó un dominio en el Norte de Suramérica (NSA) para el análisis de incendios activos.

En la Figura 19 se puede observar la distribución espacial de incendios para todo el mes de abril, 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; adicionalmente, en la Figura 20 se muestra el número de eventos o puntos calientes ocurridos diariamente e identificados por el sensor MODIS durante el mes, en donde se evidencia que durante la primera y tercera semana del mes se vio un aumento en el número de eventos

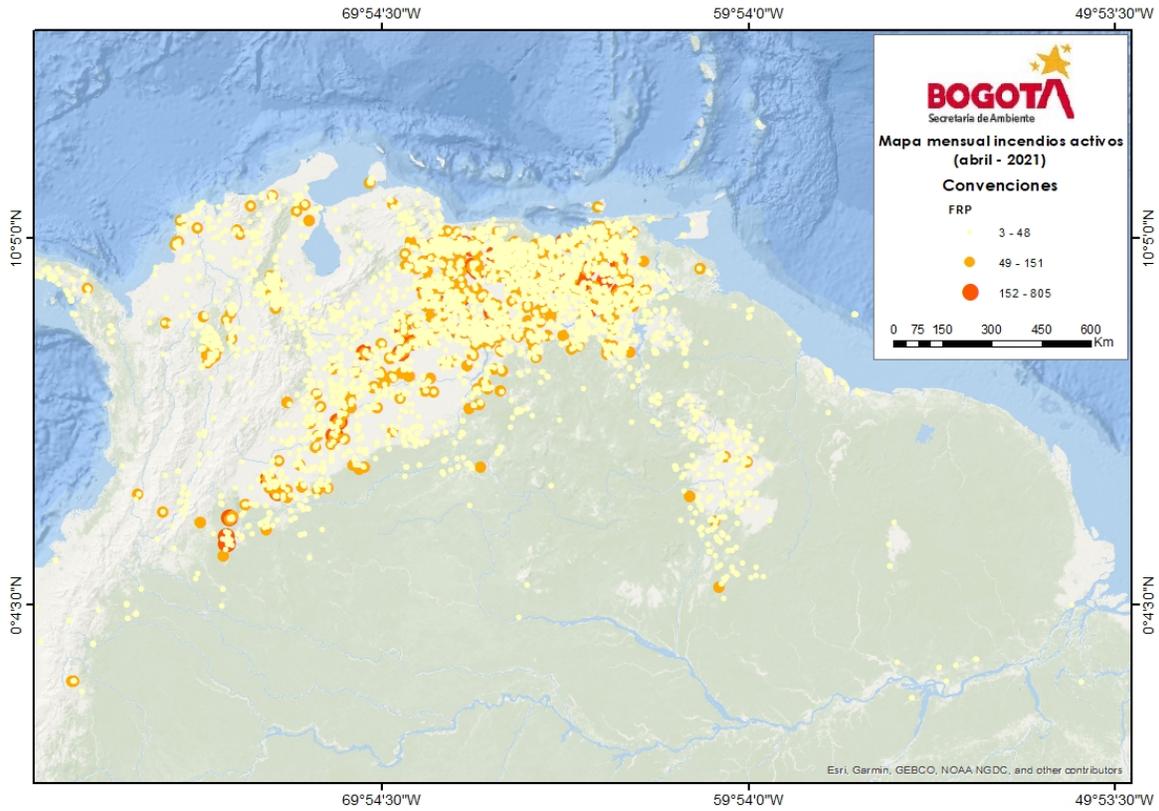


Figura 19. Distribución espacial de incendios activos identificados por el sensor MODIS - abril 2021

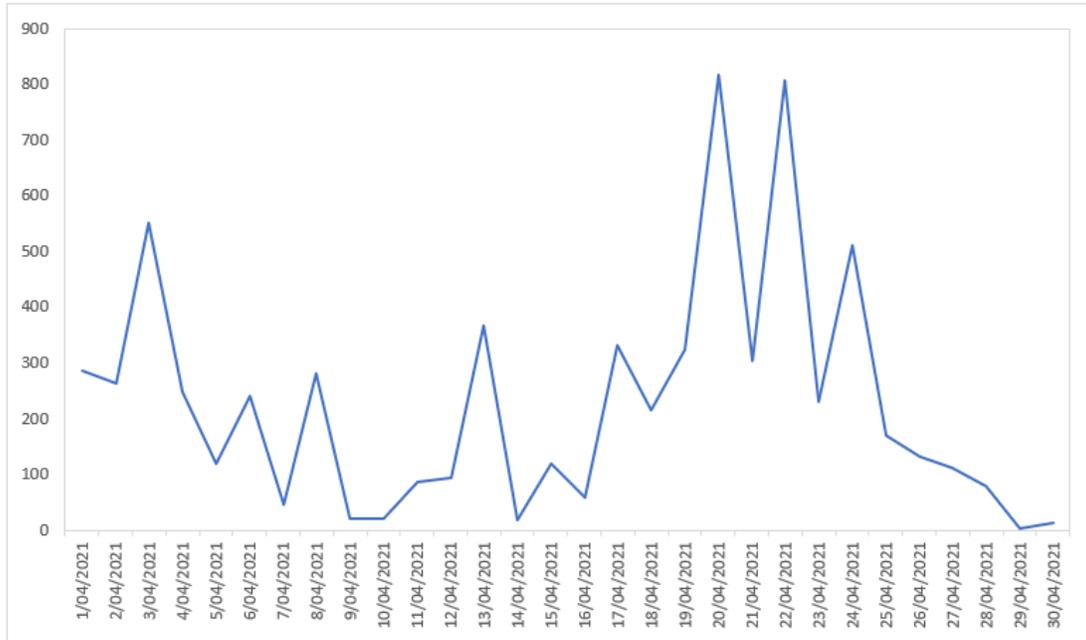


Figura 20. Serie temporal de BC biomasa e incendios identificados por el sensor MODIS - abril 2021

La Figura 21 muestra el comportamiento temporal del porcentaje de quema de biomasa, se reflejan solo 7 estaciones debido a que la estación de Carvajal – Sevillana cuenta con problemas de acceso. Las concentraciones de quema de biomasa en la ciudad reflejan un impacto significativo en la estación de San Cristóbal durante la primera y segunda semana del mes; de igual manera, este incremento en el porcentaje de quema de biomasa se evidencia en las demás estaciones durante la primera y cuarta semana del mes, pero en menor proporción. Estos picos pueden estar relacionados a partir de la ocurrencia de incendios en la zona oriental del país y afectaciones locales que se hayan presentado en la ciudad. Finalmente se puede concluir que en el mes de abril no ocurrió un impacto mayor en el transporte regional, además de evidenciarse un impacto local leve en la contaminación producida por los incendios.

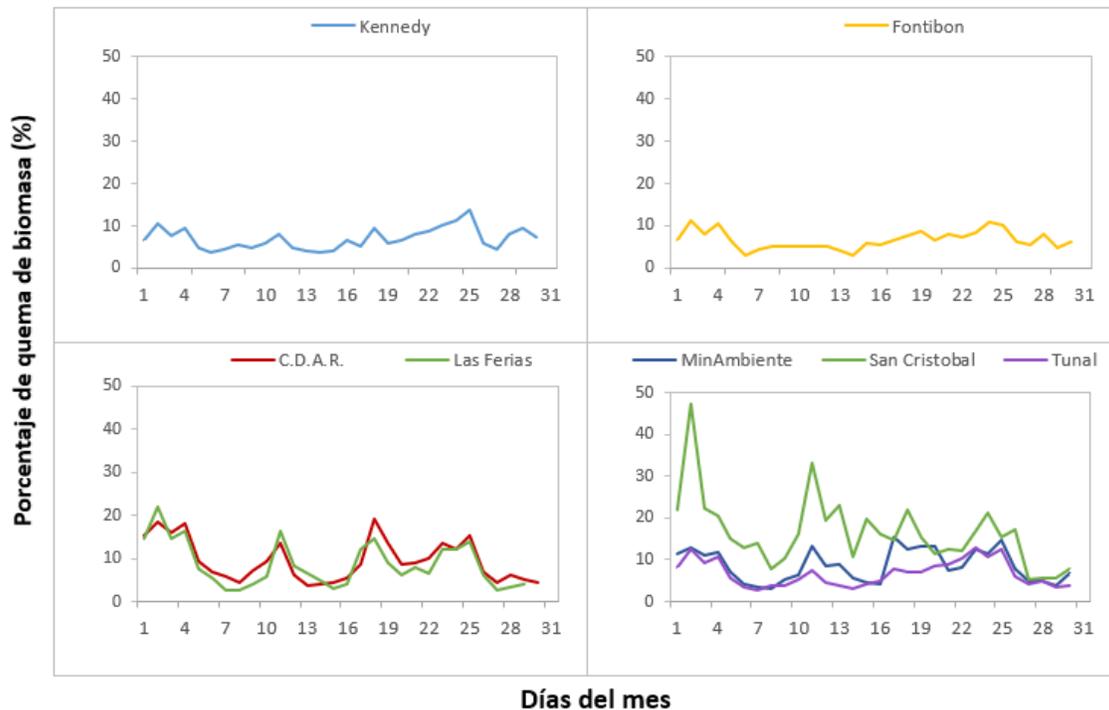


Figura 21. Serie temporal del porcentaje de quema biomasa (BBP) para abril de 2021

3.6. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE O₃, SO₂, NO₂, CO.

En la Figura 22 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de abril 2021; los valores promedio más altos de SO₂ y CO, gases asociados a la combustión, fueron registrados en la estación Carvajal-Sevillana, mientras que los promedios más altos de O₃ y NO₂ se evidenciaron en las estaciones Usaquén (O₃) y Bolivia (NO₂), siendo la zona suroccidental de la ciudad la que tuvo los niveles más elevados de gases criterio en el mes.

Por otro lado, se registraron únicamente tres (3) excedencias al nivel permisible de SO₂ (100 µg/m³ para datos 1 hora) en la estación Carvajal – Sevillana y no se registraron excedencias a la norma en: O₃: 100 µg/m³ para datos 8 horas; NO₂: 200 µg/m³ para datos 1 hora; SO₂: 50 µg/m³ para datos 24h; CO:5000 µg/m³ para datos 8h y 35000 µg/m³ para datos 1 hora.

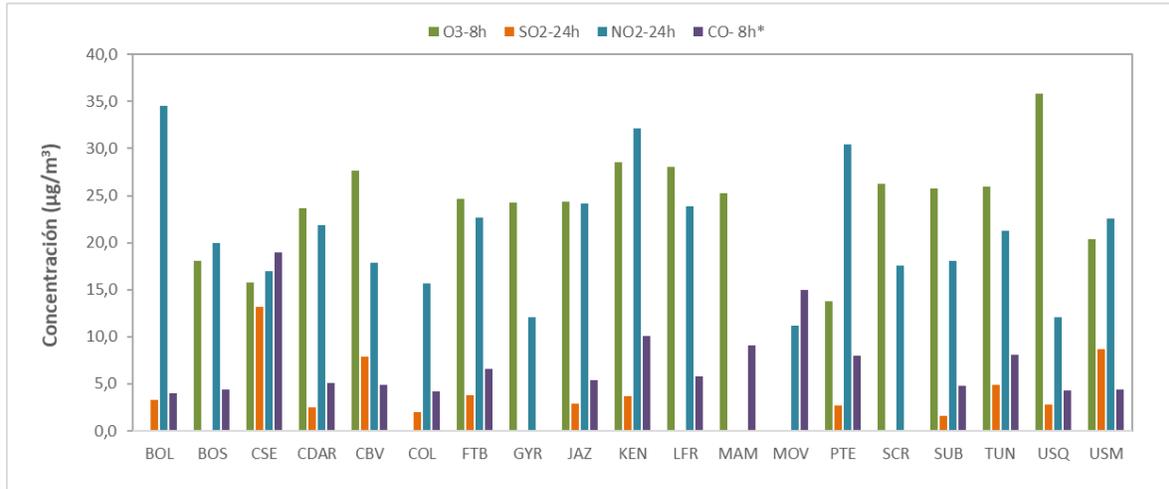


Figura 22. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - abril 2021

*Las concentraciones promedio mensuales 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 TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO - O₃

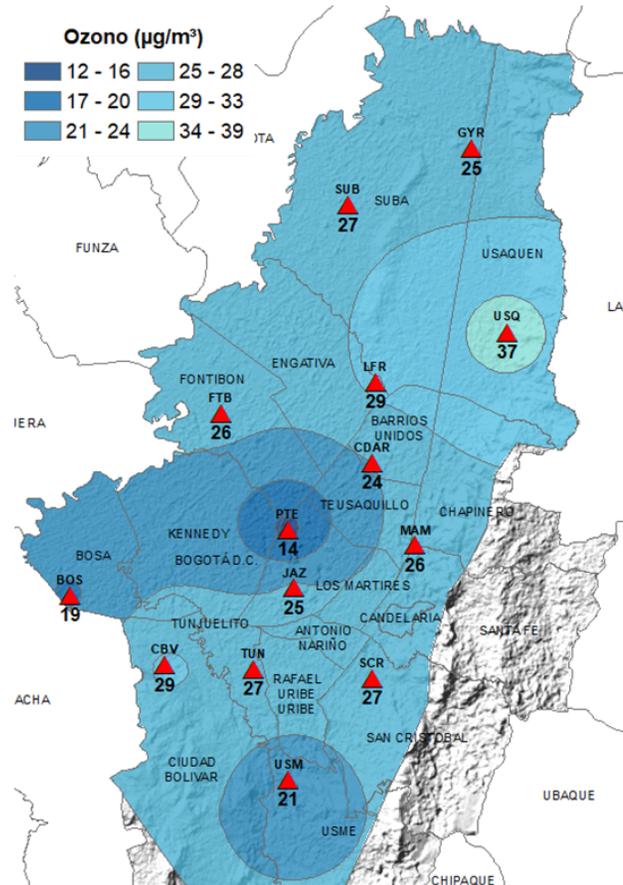
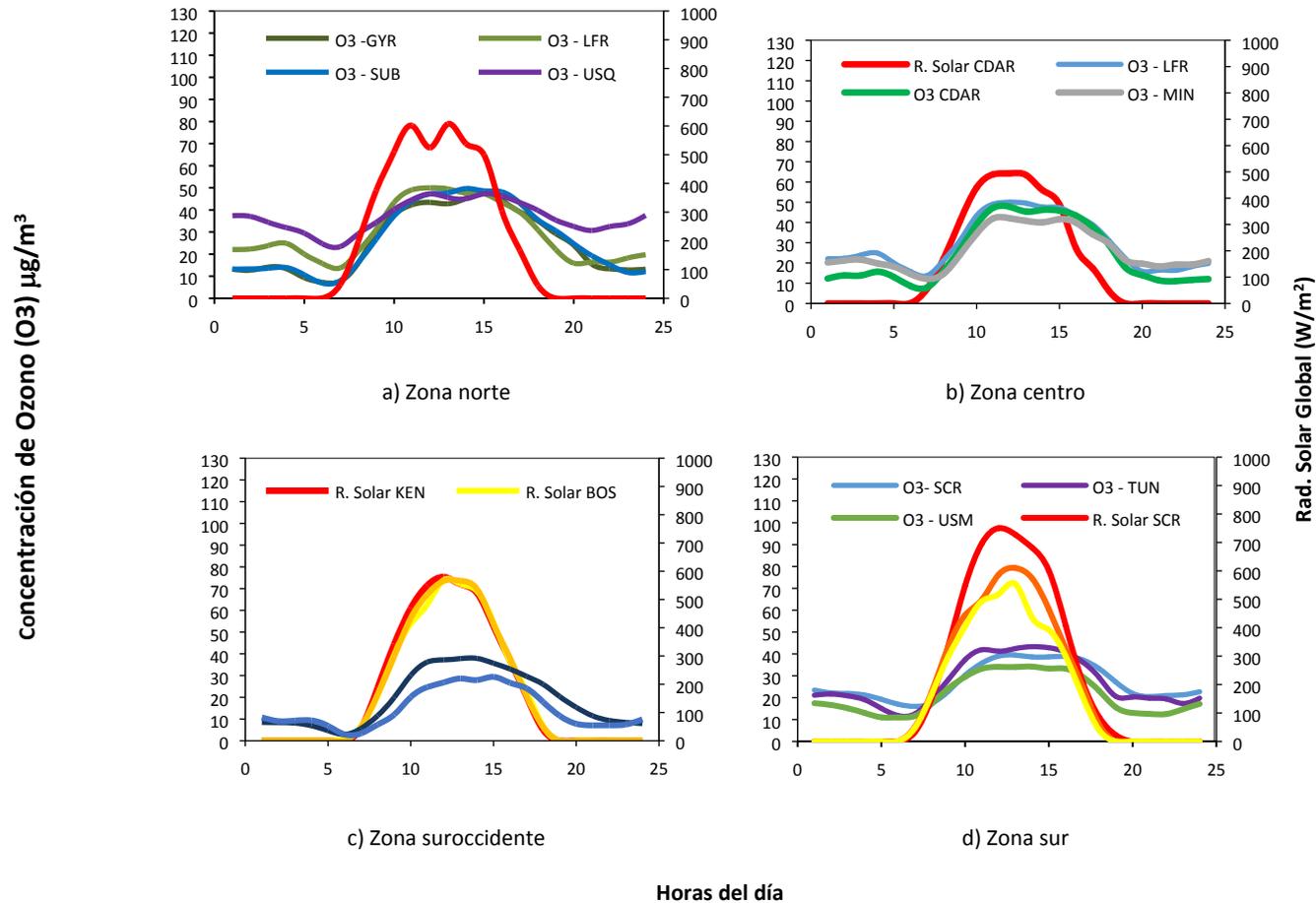


Figura 23. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ - abril 2021

En el mapa de la Figura 20, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O₃ con base en datos media móvil 8h para el mes de abril de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en las zonas norte y noroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquéen y Las Ferias. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones Puente Aranda y Bosa.

Las estaciones Carvajal – Sevillana, Móvil 7ma, Bolivia y Kennedy no alcanzaron el 75% de representatividad temporal para los cálculos de promedio de concentración, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos, esto debido a que se presentaron fallos en los analizadores de las estaciones y tuvieron que ser puestos en mantenimiento operativo.

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



Tal como se anotó anteriormente, se puede inferir que, con la cobertura de la bóveda celeste por nubes de tipo estratiformes, se redujo la cantidad de energía entrante y con ello las concentraciones de ozono, incluso a concentraciones menores que el mes anterior. Así las cosas, las concentraciones máximas de ozono se registraron en la zona centro de la ciudad alcanzando valores por debajo de los 50 µg/m³ en la hora de mayor concentración.

En el resto de la ciudad las concentraciones de ozono registraron valores por debajo de los 50 µg/m³. Ver Figura 24.

Figura 24. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) - abril 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

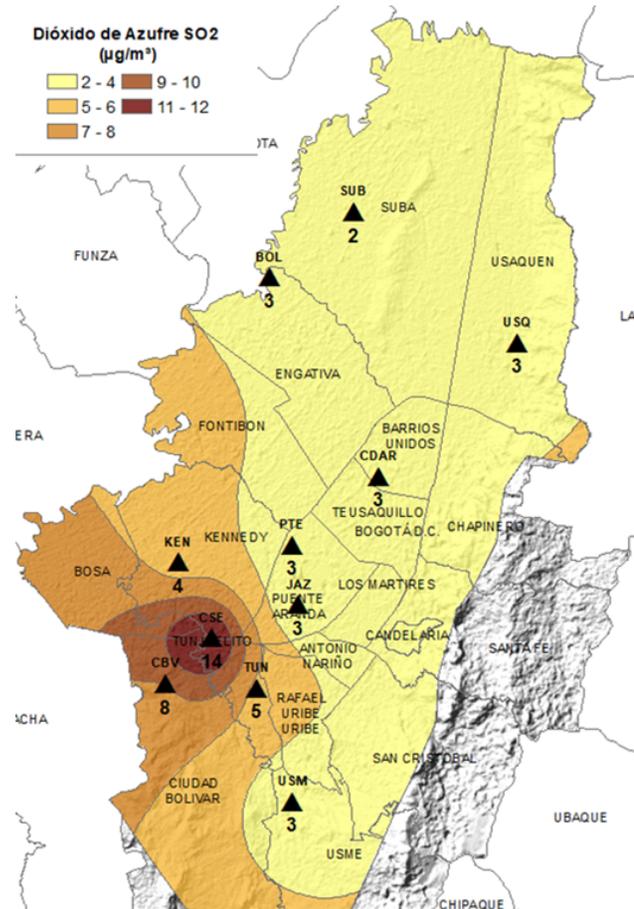


Figura 25. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ - abril 2021

En el mapa de la Figura 22 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de abril de 2021 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona sur occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal – Sevillana, Ciudad Bolívar y Tunal. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona nororiental, especialmente en la zona de influencia de la estación Suba.

Las estaciones Bosa, Móvil 7ma, MinAmbiente y Fontibón no alcanzaron el 75% de representatividad temporal para los cálculos de media móvil de concentración, ya que se presentaron fallos en los analizadores y entraron en mantenimiento operativo, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos. La estación Colina, tampoco alcanzó el porcentaje de representatividad mencionado, 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.

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

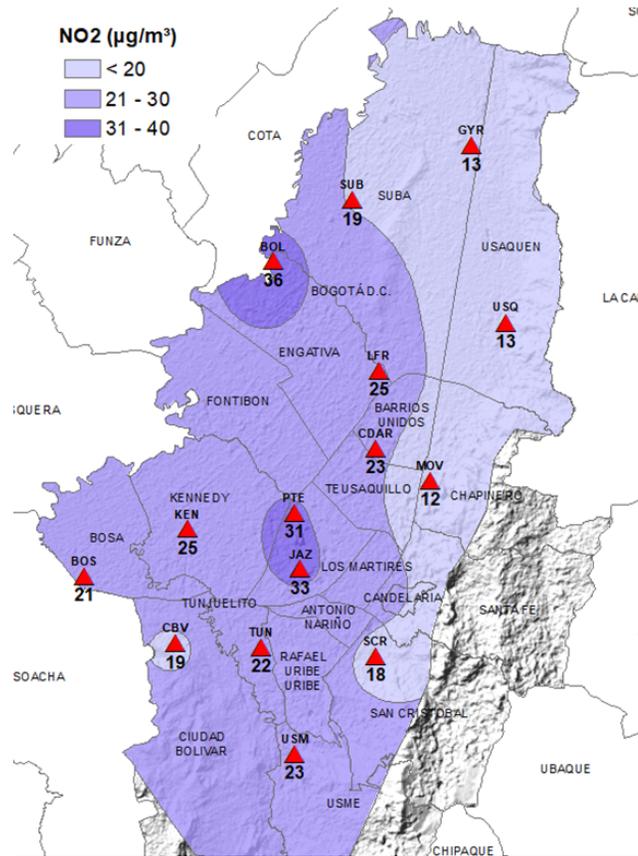


Figura 26. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - abril 2021

En el mapa de la Figura 23 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de abril de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en las zonas occidente y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Bolivia y Kennedy. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona norte, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil 7ma y Usaquén.

Las estaciones Fontibón y Carvajal - Sevillana no alcanzaron el 75% de representatividad temporal para los cálculos de media móvil de concentración, ya que se presentaron fallos en los analizadores y entraron en mantenimiento operativo, por lo tanto, no se tienen en cuenta para el análisis de este contaminante y se toman los valores como indicativos. La estación Colina, tampoco alcanzó el porcentaje de representatividad temporal mencionado, 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.

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

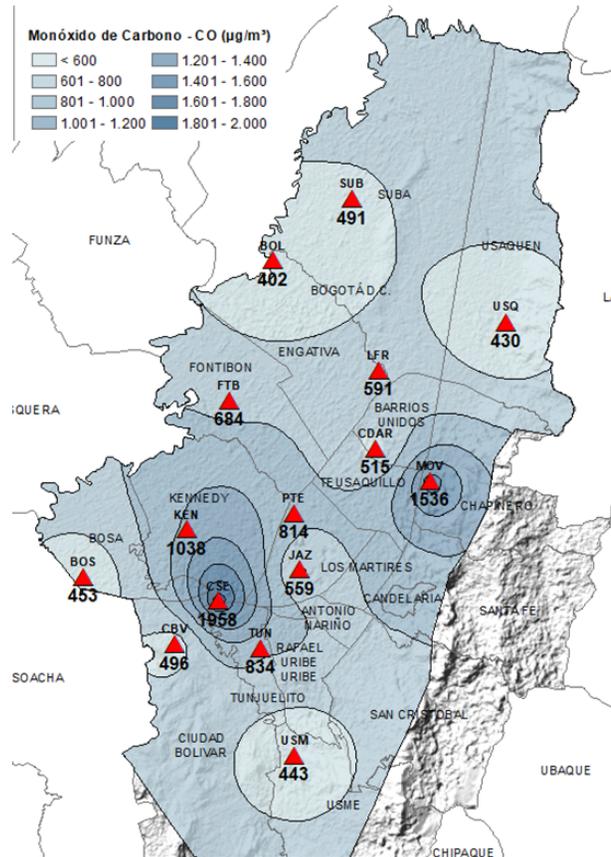


Figura 27. Distribución espacial concentraciones mensuales CO - abril 2021

En el mapa de la Figura 27 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de CO con base en datos media móvil 8h para el mes de abril de 2021. 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 Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma. Las concentraciones más bajas se evidencian en las zonas occidental y norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Bolivia y Usaquén.

La estación MinAmbiente no alcanzó el 75% de representatividad temporal para los cálculos de media móvil de concentración, ya que se presentaron fallos en el analizador y entró en mantenimiento operativo, por lo tanto, no se tiene en cuenta para el análisis de este contaminante y se toma el valor como indicativo. La estación Colina, tampoco alcanzó el porcentaje de representatividad temporal mencionado, 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.

3.7. INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 868 de 2021, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indica el estado de la calidad del aire que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un tiempo de exposición determinado, sin embargo, puede ser calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer la importancia en términos de afectación para cada uno.

A partir de abril de 2021 se usará la siguiente escala de colores e intervalos de concentraciones para indicar los diferentes estados de calidad del aire con base en el IBOCA calculado para cada contaminante con base en promedios media móvil, teniendo en cuenta que ahora se maneja una escala de 0 a 500:

Tabla 3. Intervalos de IBOCA y de concentraciones para contaminantes criterio

Intervalo de valores adimensionales	Atributos del IBOCA			Intervalos de concentración media móvil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Color	Estado de calidad del aire	Nivel de riesgo	PM ₁₀ (24h)	PM _{2.5} (24h)	CO (8h)	SO ₂ (1h)	NO ₂ (1h)	O ₃ (8h)
0 – 50	Verde	Favorable	Prevención	0 – 54	0 – 12.0	0 – 5094	0 – 92	0 – 100	0 – 106
51 - 100	Amarillo	Moderada	Prevención	55 – 154	12.1 - 35.4	5095 – 10818	93 – 197	101 – 188	107 - 137
101 - 150	Naranja	Regular	Alerta Fase 1	155 – 254	35.5 – 55.4	10819 – 14253	198 – 485	189 – 677	138 - 167
151 - 200	Rojo	Mala	Alerta Fase 1	255 – 354	55.5 – 150.4	14254 – 17688	486 – 796	678 – 1220	168 - 206
201 - 300	Morado	Peligrosa	Emergencia	355 – 424	150.5 – 250.4	17689 – 34861	797 – 1582	1221 – 2349	207 - 392
301 - 500				425 - 604	250.5 – 500.4	34862 - 57703	1583 - 2681	2350 - 3853	-----



Figura 28. IBOCA para PM₁₀ por estación - abril 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 abril 2021. Se observa que la condición “favorable” predominó en todas las estaciones. En las estaciones Carvajal-Sevillana y Móvil Fontibón se registró la condición “moderada” en un porcentaje notable, con 21% y 27% respectivamente.

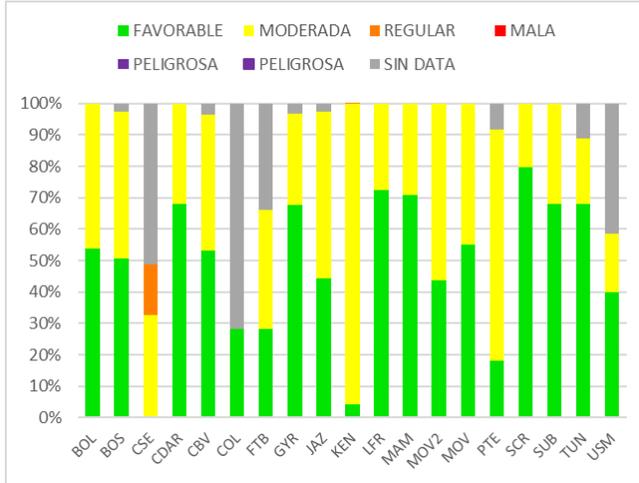


Figura 29. IBOCA para PM_{2.5} por estación - abril 2021

La **Error! Reference source not found.** 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 abril 2021 predominaron las condiciones “favorable” y “moderada” en la mayoría de las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presentó la condición “moderada” en un 33% del mes, y la condición “regular” en un 16%. La condición “moderada” también se observó en proporción notable en las estaciones Kennedy y Puente Aranda, con 96% y 74% respectivamente.

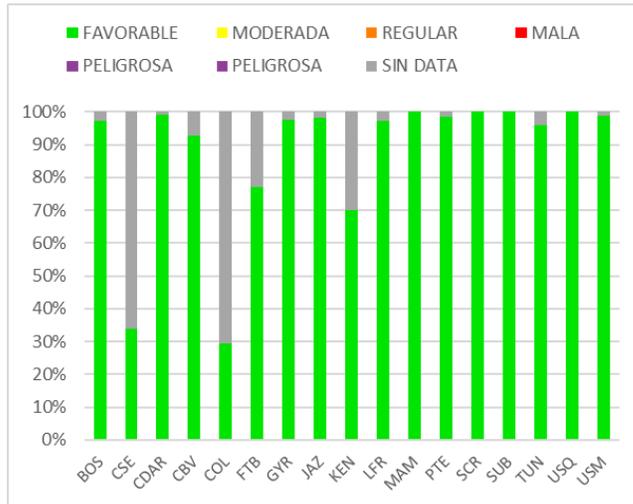


Figura 30. IBOCA para O₃ por estación - abril 2021

La **Error! Reference source not found.** 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 abril 2021. Se observa que la categoría “favorable” predomina durante todo el mes en las estaciones de la RMCAB. Las estaciones Carvajal-Sevillana y Colina registraron el mayor porcentaje de datos no representativos, con 8 y 28% respectivamente

3.8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 31 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de abril de 2021. Se observa que en la zona suroccidente se registraron las concentraciones más altas de PM_{2.5} en la ciudad, siendo la condición “moderada” la predominante en el mes, y se registró de manera continua en la última semana del mes. Por otro lado, en la zona oriental de la ciudad prevaleció la condición favorable en las tres primeras semanas



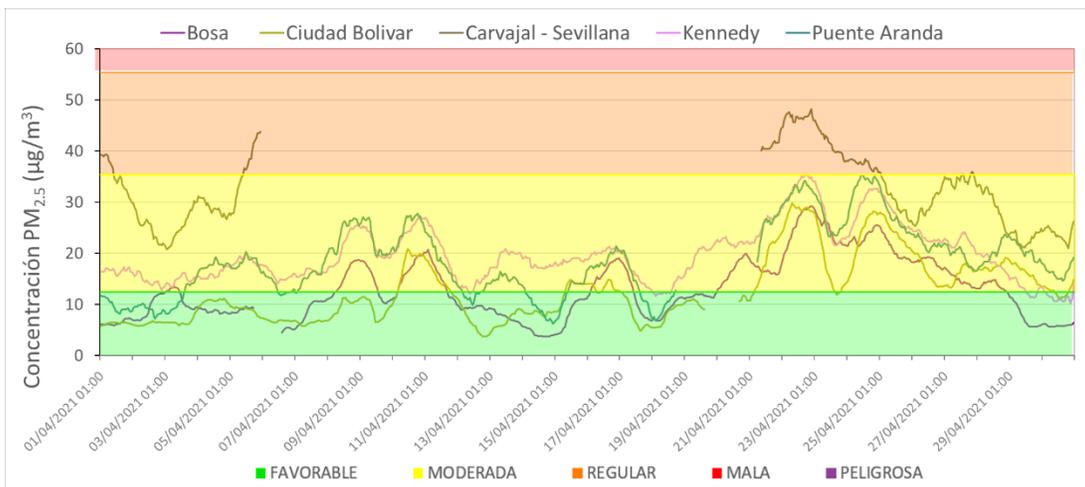
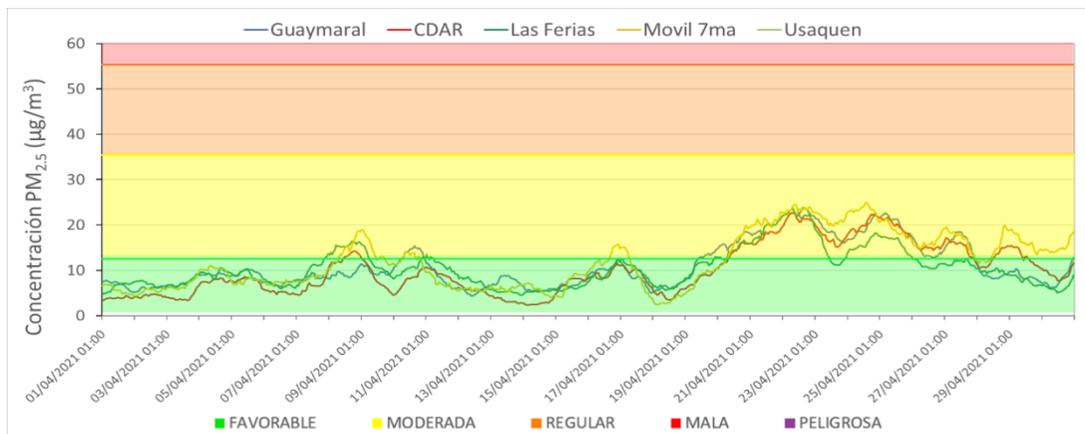
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

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

del mes.

En el marco de las medidas de restricción por el tercer pico de la pandemia del COVID-19, ya que se registró un aumento notable de casos después de semana santa, se estableció la realización de cuarentenas extendidas durante los fines de semana (sábado 10 a lunes 12, viernes 16 a domingo 18 y viernes 23 a domingo 25), en los cuales se permitía solo la realización de actividades básicas y de primera necesidad. En estos intervalos de tiempo se observó disminución de las concentraciones de material particulado en relación con los días hábiles previos.

Del mismo modo, se observaron reducciones de concentración en algunas zonas de la ciudad a causa de las manifestaciones por el paro Nacional convocado el 28 de abril de 2021, debido a las variaciones en el comportamiento de las fuentes de emisión y la contribución del aumento de las precipitaciones, solamente en la zona suroccidental de la ciudad y en la estación Móvil 7ma se observó la condición “moderada” durante los días posteriores al inicio del paro Nacional.



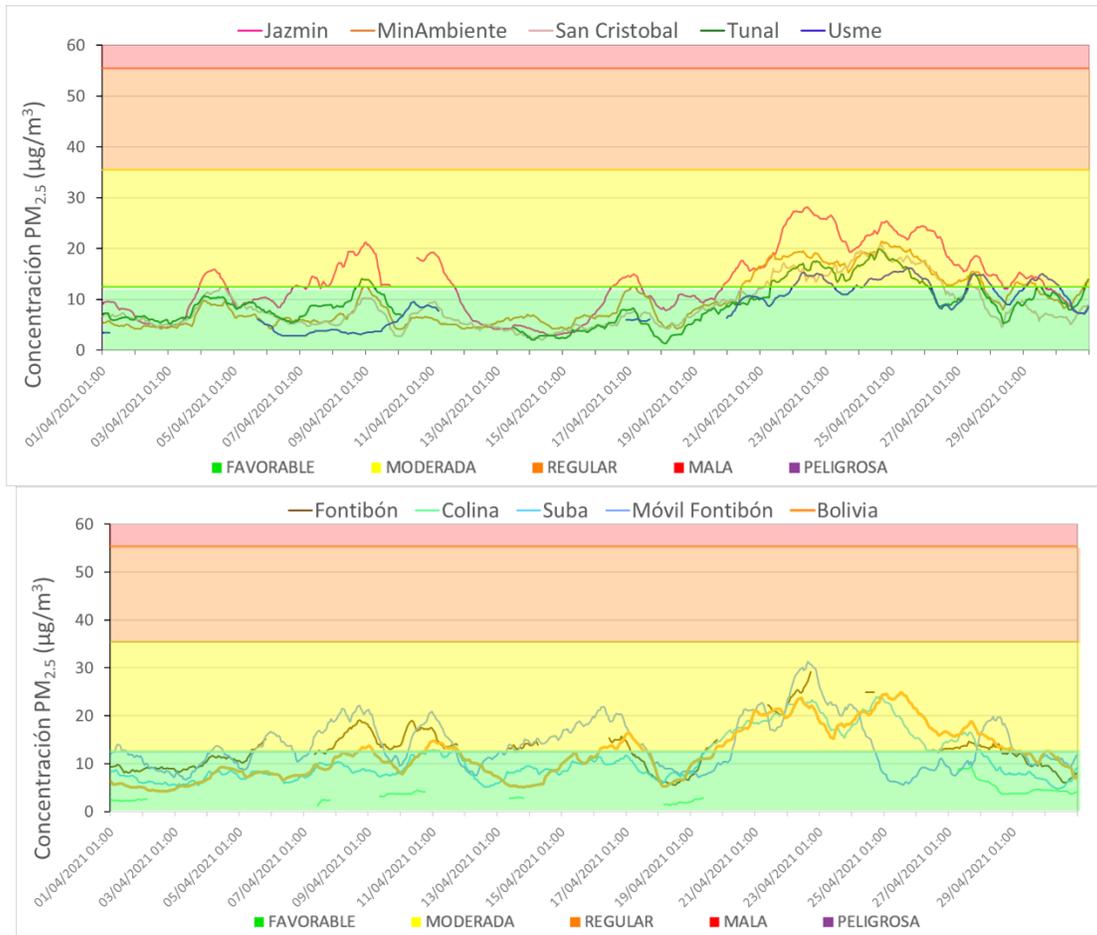


Figura 31. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} abril 2021

El lunes 12 de abril fue emitido por parte del IDEAM un comunicado especial en el cual se informaba sobre el pronóstico del ingreso de concentraciones de SO₂ al país en el transcurso de la semana, debido a la erupción del volcán “Le Soufriere” en la isla de San Vicente y las Granadinas, ubicada en el mar Caribe, en la segunda semana del mes. Este fenómeno generó emisiones de dióxido de azufre, materias particulado, dióxido de nitrógeno, hidrocarburos, entre otros, sin embargo, los compuestos de azufre se producen en mayor proporción, lo cual podría afectar la atmósfera del océano Atlántico. De acuerdo con el pronóstico de las imágenes satelitales, El impacto de las emisiones podría llegar hasta la costa occidental de África y los países al nororiente de Suramérica; en Colombia podría impactar principalmente los departamentos del oriente del país. Las concentraciones de SO₂ serían predominantes en la columna de aire entre los 5800 y 9700 metros, ya que las emisiones sobre el volcán alcanzaron los 10 km sobre la superficie. En la Figura 32 se observa el pronóstico por el modelo Copernicus para el 12 de abril, con lo cual se evidencia que las concentraciones de SO₂ aún no se observaban en Colombia, pues de acuerdo con el pronóstico el impacto sería mayor hacia el 14 de abril hacia el oriente del país.

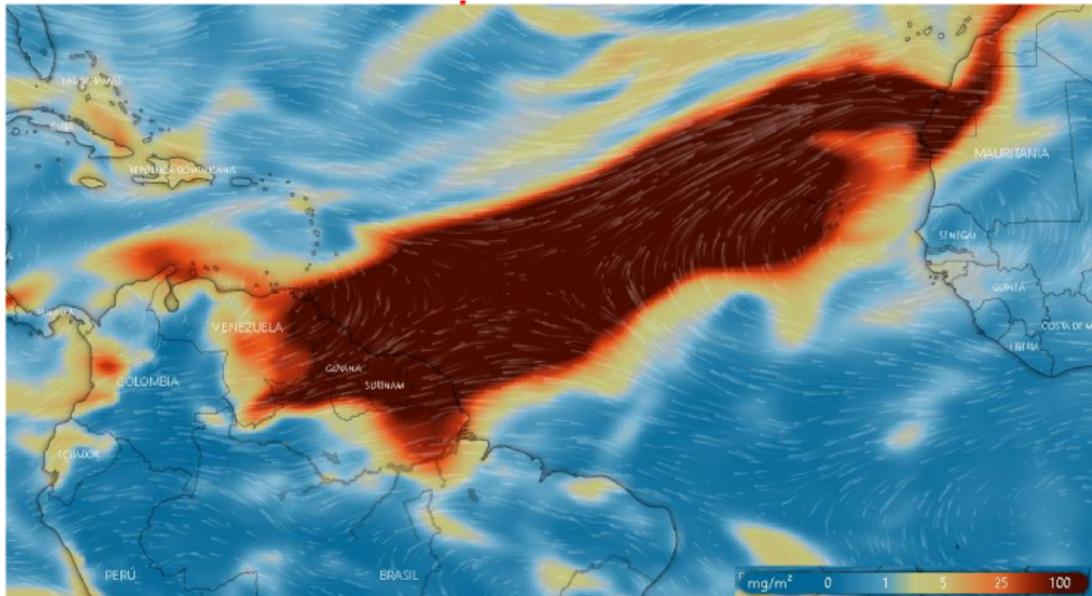


Figura 32. Pronóstico satelital de Copernicus para SO₂. abril 12 de 2021

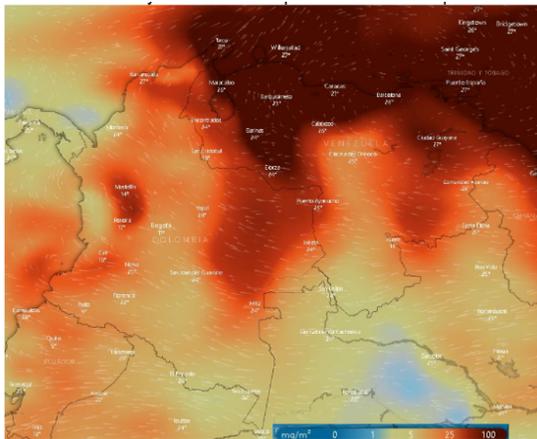


Figura 33. Pronóstico satelital de Copernicus para SO₂. abril 16 de 2021

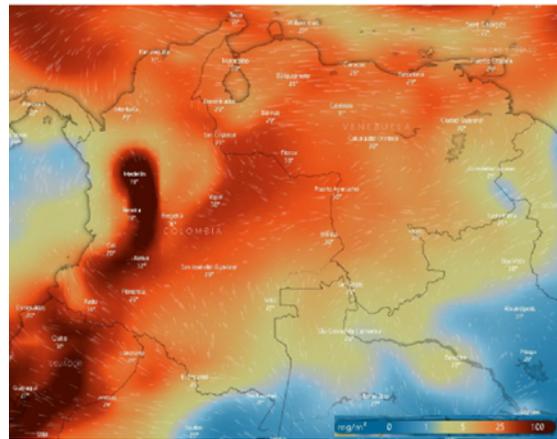


Figura 34. Pronóstico satelital de Copernicus para SO₂. abril 21 de 2021

EL día 16 de abril el IDEAM emitió una actualización al comunicado especial (Figura 33), en el que se informaba que no se había observado un impacto importante del aumento de las concentraciones de SO₂ en el país, el impacto era de bajo a moderado, y no se observó un aumento notable de las concentraciones de SO₂ en los sistemas de monitoreo de calidad del aire de Bogotá y Medellín. Posteriormente, en una actualización del 21 de abril, el pronóstico satelital indicó que se evidenciaba que la pluma de emisiones del volcán estaba presente en Colombia, con concentraciones más bajas a las registradas los días previos en la columna de aire. Las concentraciones se observan en el norte, oriente y centro-occidente del país, sin embargo, dicho fenómeno afectó la columna de aire entre los 1500 y 5800 metros de altura (Figura 34).

De acuerdo con las concentraciones registradas en las estaciones de la RMCAB (Figura 35), se observa que en los días 21 y 22 de abril se observó un aumento de las concentraciones de SO₂ en la mayoría

de las estaciones, evidenciando los registros horarios más altos en Ciudad Bolívar y Usme, con valores de 48 y 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Sin embargo, aunque hubo un incremento en varias estaciones durante el día 21, no se registraron concentraciones de manera persistente que pudieran afectar la salud de la población, ya que el fenómeno persistió en una altura mayor al aire respirable, teniendo en cuenta el pronóstico del comportamiento de la pluma de emisiones realizado por el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (CEPMPM).

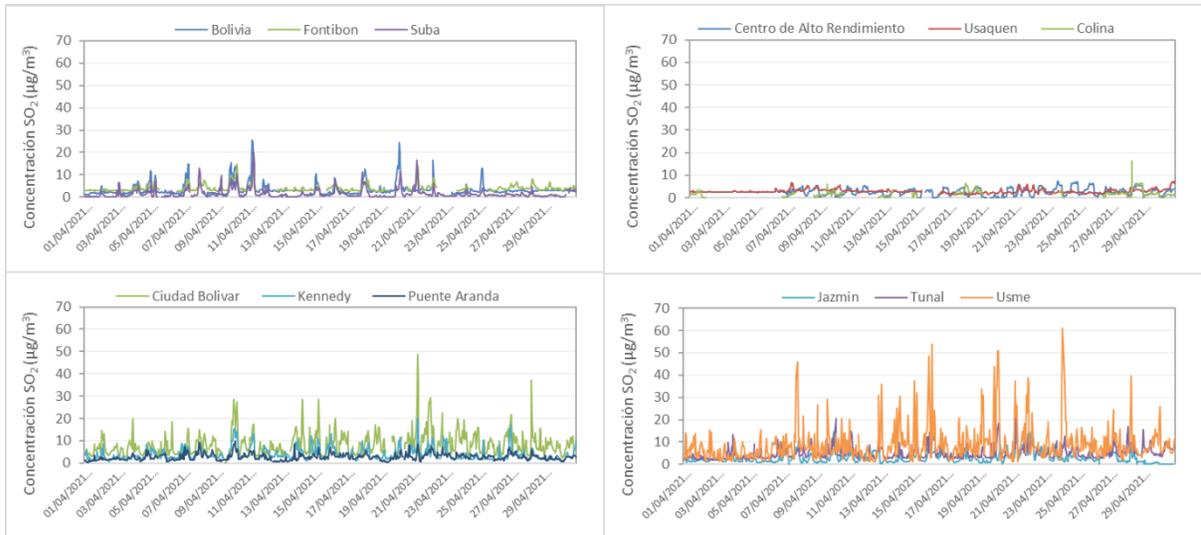


Figura 35. Concentraciones horarias de SO_2 , abril 2021

En la Figura 36 se puede observar el comportamiento de la contaminación atmosférica en la mañana y en la tarde del día 22 de abril en la zona suroccidental de la ciudad. En este día se registraron las concentraciones más altas de material particulado en el mes, por la influencia de la acumulación de la contaminación de la semana, el aumento de la temperatura superficial en el día anterior y una mayor amplitud térmica en comparación con los días anteriores. En horas de la tarde la contaminación fue dispersada, con el incremento de la velocidad del viento hacia las 3 de la tarde.



Figura 36. Fotografía del suroccidente de la ciudad mañana y tarde. Abril 22 de 2021

4. CONCLUSIONES

- La precipitación en abril fue menor a la del mes anterior, el mayor acumulado se registró en San Cristóbal con 177 mm, mientras que el suroccidente y nororiente registró los datos más bajos.
- Los registros más altos de temperatura se obtuvieron en Carvajal-Sevillana y Móvil 7ma, con valores cercanos a los 16°C, y los valores máximos se observaron en Tunal y Guaymaral, con valores mayores a 26°C.
- En abril de 2021 predominaron los vientos provenientes del sur hacia el noroccidente, y se redujo la intensidad del flujo de aire sobre el oriente. Los valores más altos de velocidad del viento se evidenciaron en el suroccidente, con valores mayores a los 2.4 m/s.
- Las concentraciones de material particulado en abril 2021 fueron menores a las del mes anterior, aunque predominan los niveles altos hacia el occidente de la ciudad. Se registraron 6 excedencias de PM₁₀ y 3 excedencias de PM_{2.5}.
- Las mayores concentraciones de black carbon se registraron al suroccidente de la ciudad en las estaciones Kennedy y Carvajal-Sevillana, con 5 y 7 µg/m³ respectivamente. El aporte de black carbon por quema de biomasa fue más evidente en la primera y segunda semanas del mes en la estación San Cristóbal.
- Las concentraciones de gases asociadas a la combustión (SO₂ y CO) fueron más altas en Carvajal-Sevillana, y los gases O₃ y NO₂ al norte en Bolivia y Usaqué. Se registraron solamente 3 excedencias horarias de SO₂.
- En abril 2021 se observó un mejor estado de la calidad del aire en comparación al mes anterior, para PM_{2.5} predominó la condición “favorable” en la mayoría de las estaciones, la estación San Cristóbal registró por mayor tiempo dicha condición. Por otro lado, Carvajal-Sevillana registró además la condición “regular” en un 16%.
- La tercera semana del mes registró los niveles más altos de material particulado, por influencia de las variaciones de temperatura superficial, aunque en general se evidenciaron reducciones por las restricciones de circulación de vehículos en fines de semana y por las precipitaciones en los días finales del mes.
- Se observó una posible influencia de las emisiones generadas por el volcán “La Soufriere” en el Mar Caribe, ya que se observaron incrementos de los niveles de SO₂ en varias estaciones de la RMCAB, sin embargo, también hubo niveles altos de material particulado, por lo cual puede haber una influencia adicional de las condiciones locales.

5. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Noticias UN. Emisiones del volcán La Soufrière, de bajo riesgo en Colombia. Obtenido de <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/emisiones-del-volcan-la-soufriere-de-bajo-riesgo-en-colombia.html>

IDEAM (abril de 2020) comunicados especiales no. 25, 26 y 27. pronóstico de ingreso de dióxido de azufre al país. obtenido de http://www.ideam.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/comunicados-especiales/-/document_library_display/vvgjgppweifl/view/114760980?_110_instance_vvgjgppweifl_redirect=http%3a%2f%2fwww.ideam.gov.co%2fweb%2fpronosticos-y-alertas%2fcomunicados-especiales%2f-%2fdocument_library_display%2fvvgjgppweifl%2fview%2f112812974%3f_110_instance_vvgjgppweifl_redirect%3dhttp%253a%252f%252fwww.ideam.gov.co%252fweb%252fpronosticos-y-alertas%252fcomunicados-especiales%252f-%252fdocument_library_display%252fvvgjgppweifl%252fview%252f558250%253f_110_instance_vvgjgppweifl_advancedsearch%253dfalse%2526_110_instance_vvgjgppweifl_cur1%253d1%2526_110_instance_vvgjgppweifl_orderbytype%253ddesc%2526_110_instance_vvgjgppweifl_keywords%253d%2526_110_instance_vvgjgppweifl_toplink%253dhome%2526p_r_p_564233524_resetcur%253dfalse%2526_110_instance_vvgjgppweifl_delta1%253d20%2526_110_instance_vvgjgppweifl_andoperator%253dtrue

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 febrero-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.

6. ANEXOS

6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

Tabla 4. Características, ubicación de las estaciones 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
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			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
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
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
Estación 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
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
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
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
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
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
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
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
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
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142#-55	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Móvil Fontibón	MOV2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Urbana	Tráfico / Industrial	Cra. 98 #16 B 50	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 5)

Tabla 5. 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	
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 el 30 de abril 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 6. 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/m³ y µg/m³, respectivamente:

Tabla 7. Procedimientos Internos para la operación y calibración de equipos de la RMCAB

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

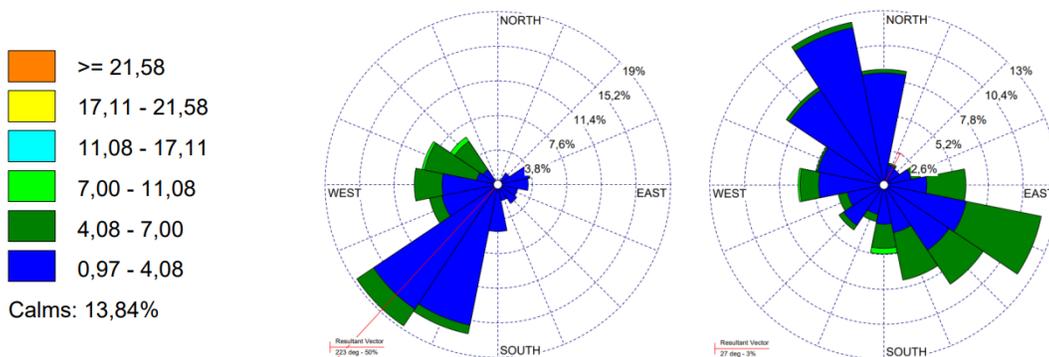
P: presión atmosférica [Pa]

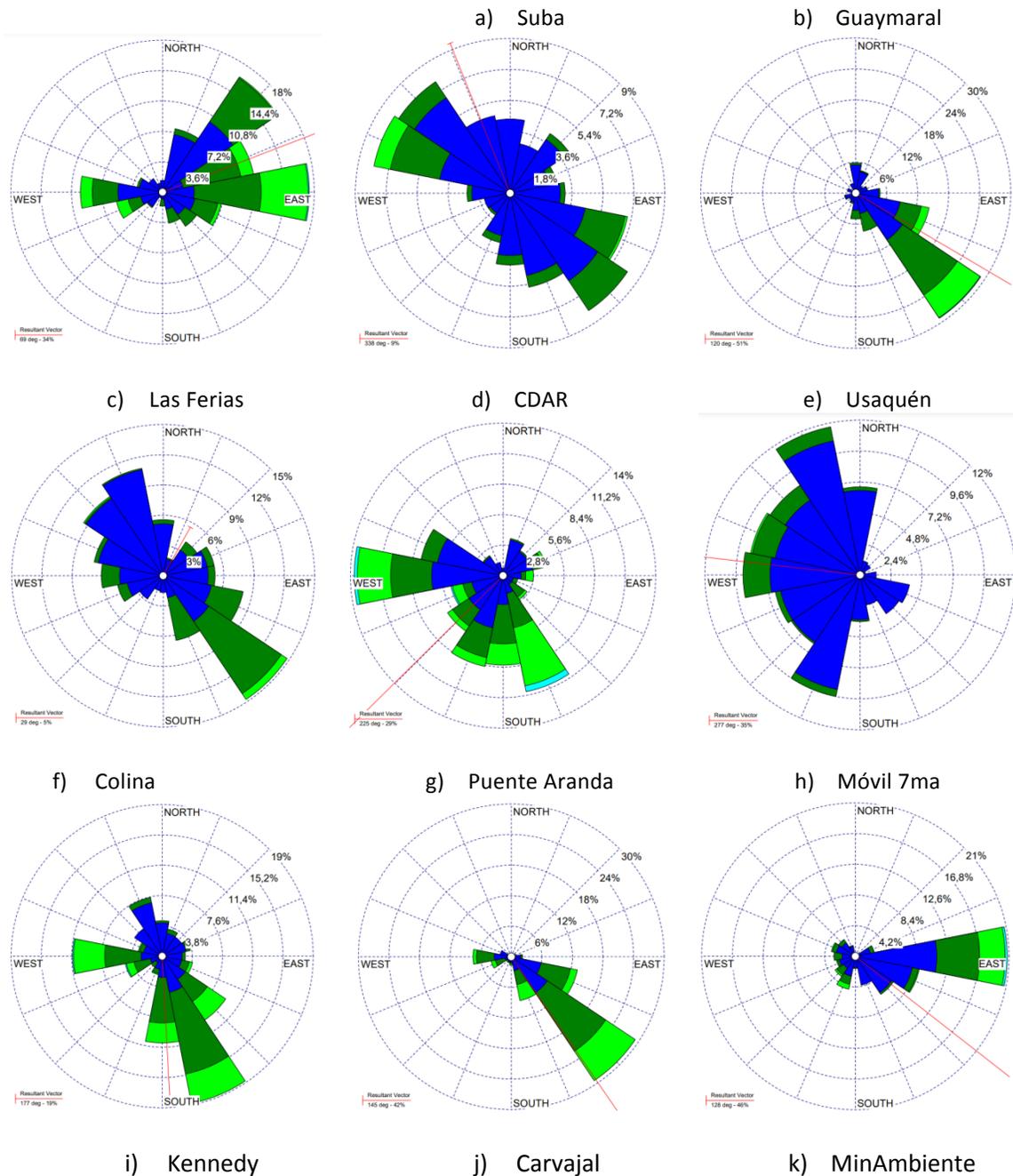
R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

6.4. ROSAS DE LOS VIENTOS

Las rosas de viento que se observan en la Figura 34 permiten evidenciar la frecuencia y magnitud de los vientos por cada estación en promedio durante el mes de abril 2021, así como las direcciones predominantes y el vector resultante promedio del mes, en cada estación de la RMCAB.





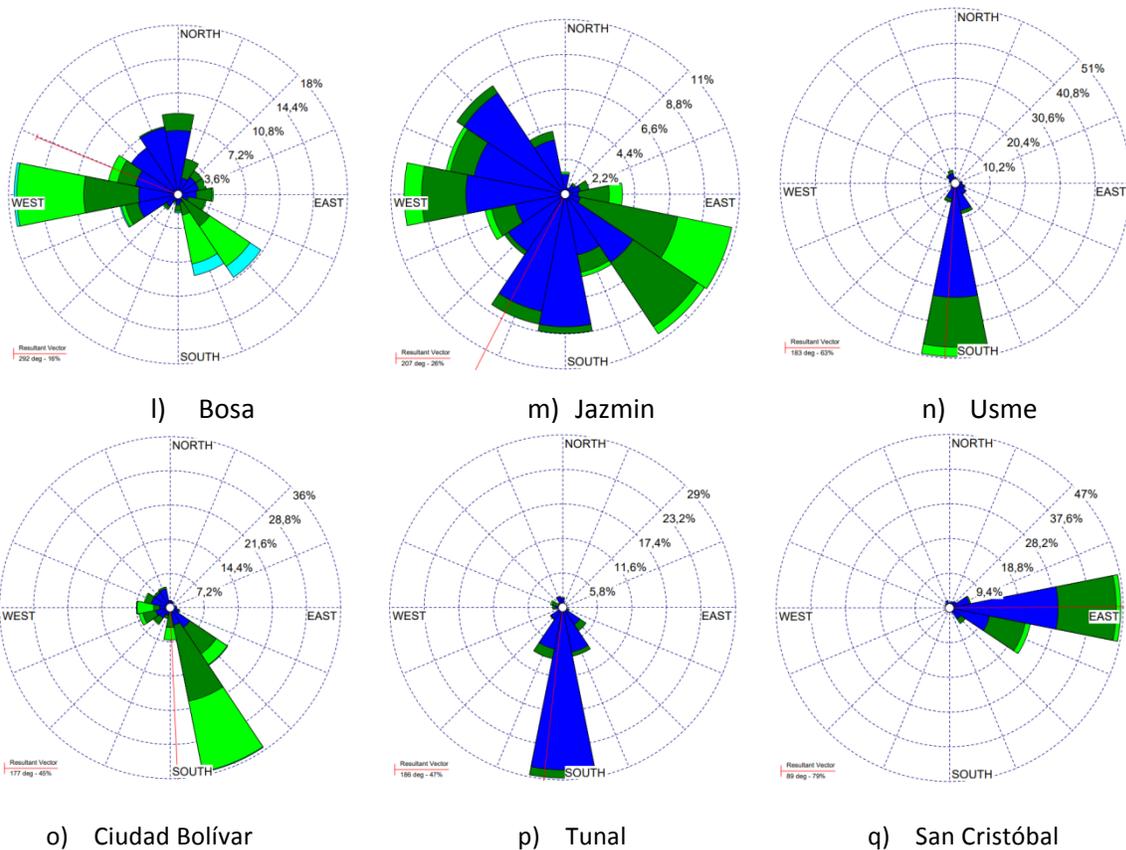


Figura 37. Rosas de los vientos – abril 2021

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:	03/06/2021
Revisó:								
LUIS ALVARO HERNANDEZ GONZALEZ	C.C:	80164122	T.P:	N/A	CPS:	Contrato SDA- CPS-20210380 de 2021	FECHA EJECUCION:	03/06/2021
Aprobó:								
Firmó:								
HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO	C.C:	79876838	T.P:	N/A	CPS:	FUNCIONARIO	FECHA EJECUCION:	03/06/2021