


 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.	 SECRETARÍA DE AMBIENTE	 BOGOTÁ	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
			Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
			Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Informe mensual de Calidad del Aire de Bogotá

Noviembre de 2022

**Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá
(RMCAB)**

Bogotá D.C

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3



**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

Luis Álvaro Hernández González
Coordinador Técnico de la RMCAB

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

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


Ana Milena Hernández Quinchara
Coordinadora Técnica del SATAB

María Camila Buitrago Jiménez
Lady Mateus Fontecha
Luisa Fernanda Osorio Marín
Grupo del SATAB

Secretaría Distrital de Ambiente
Avenida Caracas No. 54 - 38

© Noviembre - 2022, Bogotá - Colombia
Informe Mensual de la Red de Monitoreo de
Calidad de Aire de Bogotá D.C.

Diciembre 2022
Impreso en Colombia

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

1. RESUMEN EJECUTIVO

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 noviembre de 2022 se tuvieron nueve (9) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y dos (2) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras $PM_{2.5}$. En cuanto a las concentraciones 8h de ozono O_3 se registraron dos (2) excedencias. Respecto al monóxido de carbono CO , el dióxido de azufre SO_2 y el dióxido de nitrógeno NO_2 no se registraron excedencias a la normatividad.




En el mes de noviembre se evidenció un aumento significativo de las concentraciones y excedencias de material particulado PM_{10} , sin embargo, en $PM_{2.5}$ bajaron las excedencias y los valores máximos en las diferentes estaciones respecto al mes anterior. En cuanto a las concentraciones y excedencias de los gases CO , O_3 , SO_2 y NO_2 disminuyeron las excedencias en O_3 y las concentraciones de los diferentes gases fueron variables respecto al mes anterior (unas subieron y otras bajaron).

De otra parte, 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 presentaron como indicativos, pero no se incluyeron dentro de los cálculos y análisis de concentración. La representatividad temporal de Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados en las estaciones. Para cada hora de excedencia al rango de referencia de temperatura interna y/o desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, junto a la estación Colina en el predio de la Escuela de Postgrados de Policía - ESPOL, se ha evidenciado en varias ocasiones el despegue y aterrizaje de helicópteros, esto pudo influir en los registros del monitoreo de gases, especialmente del CO y SO_2 . Por otro lado, en la estación Bolivia se presencian emisiones por parte de los vehículos en la estación de gasolina y parqueadero circundantes, del mismo modo, junto a la estación Las Ferias se ubica un parqueadero y en la zona de influencia de la estación de Usme, se están realizando obras civiles en las vías aledañas. Es posible que dichas interferencias pudieran incidir en los registros de concentración de material particulado y gases en dichas estaciones por emisiones de fuentes móviles o resuspensión de material particulado.

En el mes de noviembre, se realizó el procesamiento de la información del 11 de julio al 31 de octubre de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargar el próximo mes en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRES. Actualmente no se ha realizado el cargue de la información al SISAIRES, pues este presenta un fallo. También, el grupo operativo de campo de la RMCAB realizó actividades para la verificación de los métodos equivalentes y de referencia asociados a los analizadores de gases y de material particulado en algunas estaciones, también se mantuvo el proceso de verificación metrológica de sensores meteorológicos. De la misma forma, se realizaron pruebas de funcionamiento y operación en los pluviómetros instalados en las estaciones y se atendieron eventos correctivos por causa de cortes de energía eléctrica en la estación Suba.

Finalmente, se realizó la publicación del proceso de contratación para la calibración de los flujómetros en las estaciones, se suscribió el contrato de adquisición de UPS y se gestionaron las modificaciones de varios procesos internos de la RMCAB.

  	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Nota: Este informe "Informe mensual de calidad del aire noviembre 2022", se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5743412 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

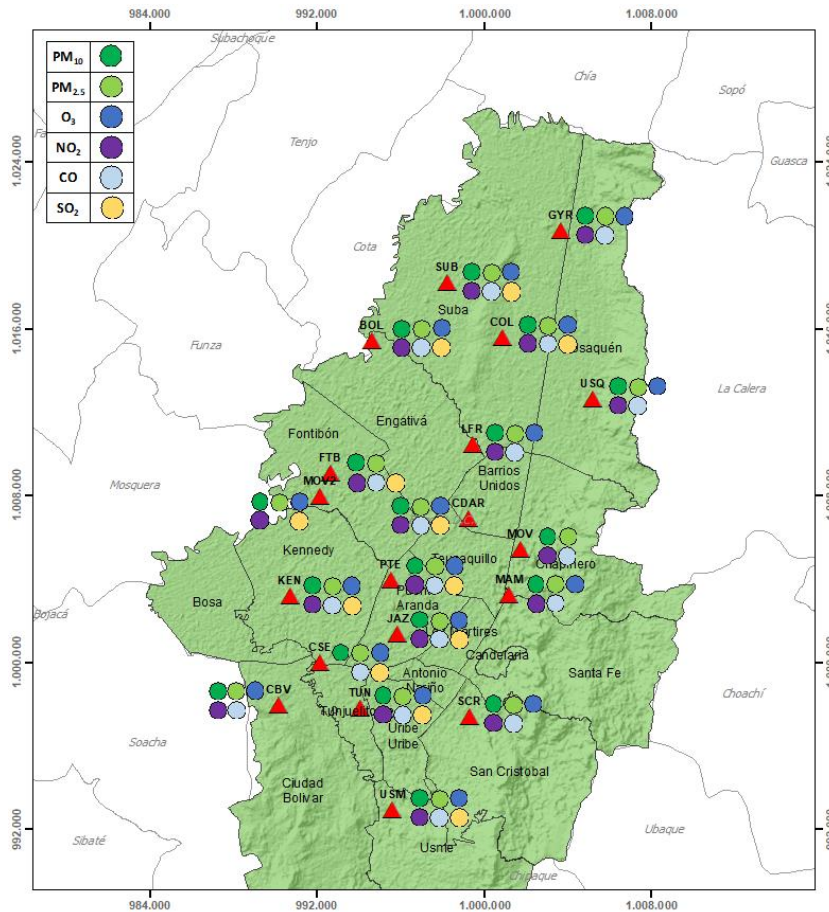



Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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 en la actualidad por 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.

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

En las estaciones de la RMCAB se realiza el monitoreo de la temperatura y la humedad 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 noviembre de 2022 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma todos los registros estuvieron por fuera de ese rango debido que los aires acondicionados de dichas estaciones presentan fallas. 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 25,2% y 66,6% en todas las estaciones.

En la Tabla 1, se presentan las estaciones que actualmente 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 encontrarán 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	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme	Móvil Fontibón	
Sigla	PTE	JAZ	KEN	CSE	TUN	CBV	SCR	USM	MOV2	

3. GESTIONES ADMINISTRATIVAS DE LA RMCAB

En el mes de noviembre, se realizó el procesamiento de la información del 11 de julio al 31 de octubre de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue el próximo mes en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE. Actualmente no se ha realizado el cargue de la información al SISAIRE, pues este presenta un fallo.

También, el grupo operativo de campo de la RMCAB realizó actividades para la verificación de los métodos equivalentes y de referencia asociados a los analizadores de gases y de material particulado en algunas estaciones, también se mantuvo el proceso de verificación metrológica de sensores meteorológicos. De la misma forma, se realizaron pruebas de funcionamiento y operación en los pluviómetros instalados en las estaciones y se atendieron eventos correctivos por causa de cortes de energía eléctrica en la estación Suba.

Adicionalmente, se realizó la publicación del proceso de contratación para la calibración de los flujómetros y se suscribió el contrato de adquisición de UPS con el fin de garantizar la estabilidad en las estaciones del suministro eléctrico para los equipos de monitoreo. Por otra parte, se gestionaron las modificaciones del procedimiento PA10-PR05 "Revisión y validación de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB" y se modificó el instructivo para de la determinación de la conformidad del laboratorio ambiental. Además, para este mes, se implementa el uso de la versión 3 del modelo de este documento.

  	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

4. CALIDAD DEL AIRE (DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, TEMPORAL Y TENDENCIAS)

En los siguientes apartados se muestran los resultados y cálculos obtenidos con base en las mediciones de concentraciones de contaminantes criterio durante el mes de noviembre de 2022.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

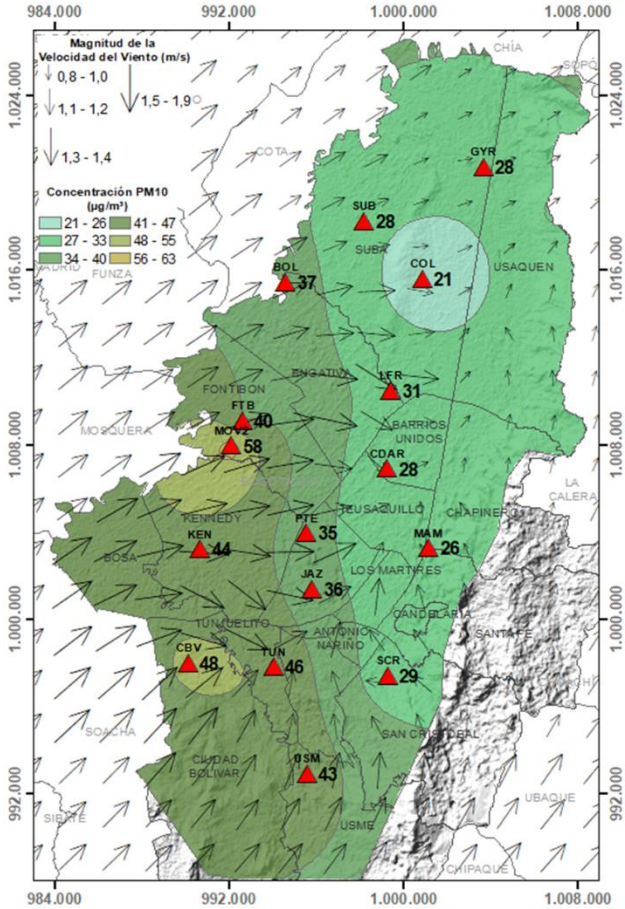


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – noviembre 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el occidente en Móvil Fontibón (58,0 µg/m³) y en el sur en Ciudad Bolívar (48,2 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (21,1 µg/m³) y en el noroccidente en Suba (28,2 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 97,4 µg/m³ en Móvil Fontibon y a 83,9 µg/m³ en Usme; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³). En el mes se registraron en total nueve (9) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀, seis (6) en Móvil Fontibón, dos (2) en Ciudad Bolívar y una (1) en Usme. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

La estación Usaquén (67%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

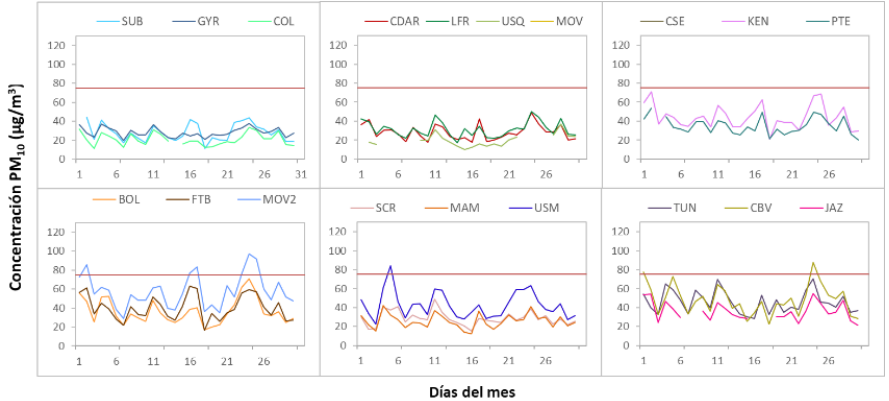


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo – noviembre 2022

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

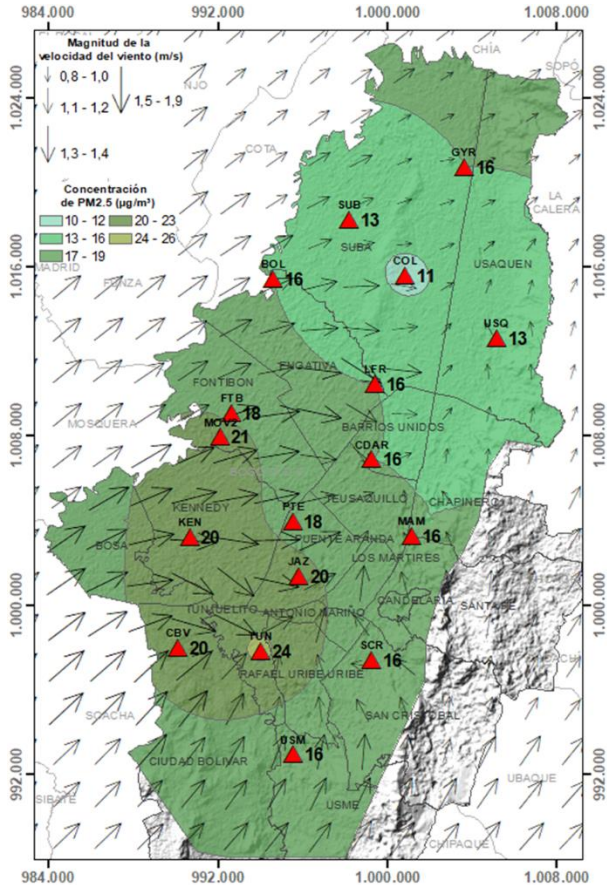


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – noviembre 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el sur en Tunal (24,2 µg/m³) y en Ciudad Bolívar (20,2 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Colina (11,4 µg/m³) y en Usaquén (13,4 µg/m³) y en el noroccidente en Suba (13,4 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas del mes corresponden a 38,2 µg/m³ en Kennedy y a 37,4 µg/m³ en Tunal; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37 µg/m³). En el mes se registraron en total dos (2) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5}, una (1) en Kennedy y una (1) en Tunal. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

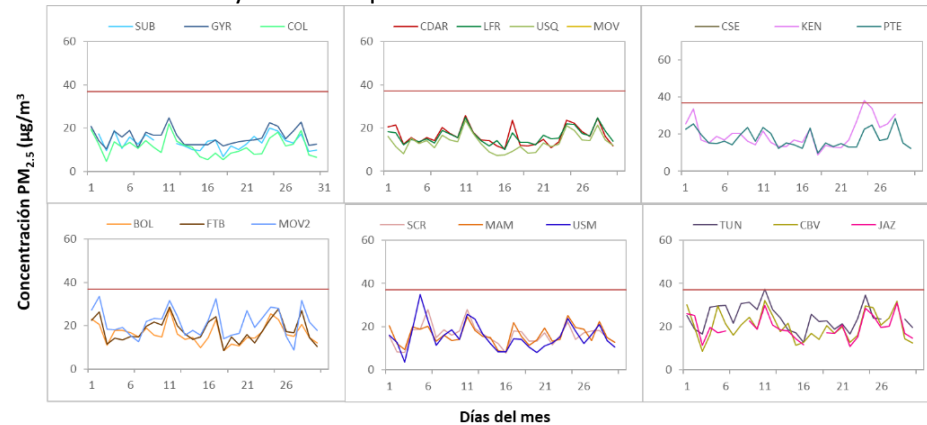



Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – noviembre 2022

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

4.3. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y EL MATERIAL PARTICULADO

La Figura 6 representa la variación diaria en la ciudad de las concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento durante el mes de noviembre de 2022. 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 2, 10 y 30 de noviembre. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 5, 11 y 22 de noviembre que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 17, 19 y 22 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 22 se evidencian disminuciones considerables en el material particulado y aunque la velocidad del viento también desciende, pero el 17 y el 19 aunque se presentaron cantidades significativas de precipitación, las concentraciones de material particulado aumentaron ya que como se evidencia en la gráfica, la velocidad del viento fue baja o estable.

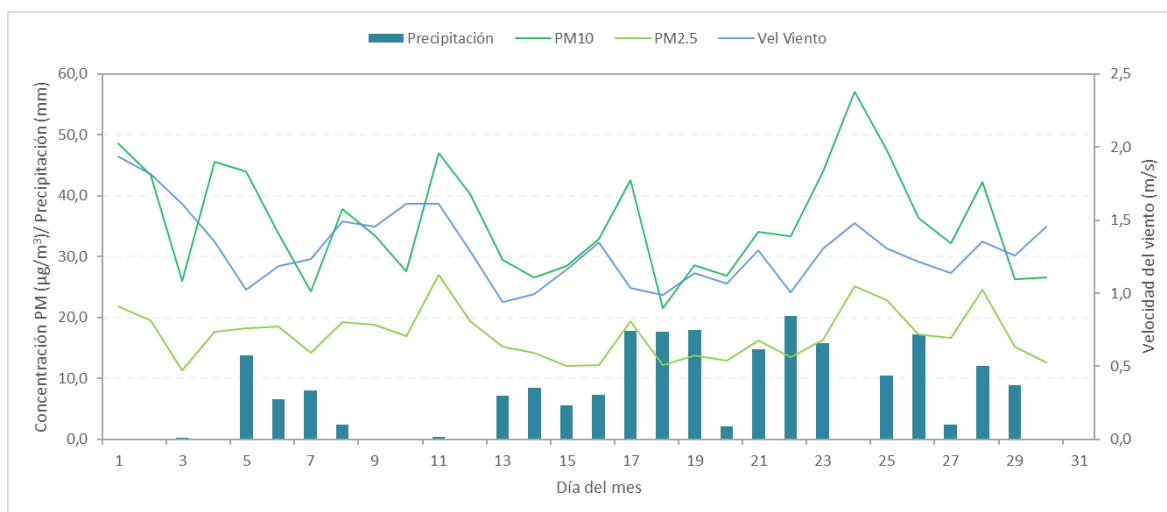



Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – noviembre 2022

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 la Figura 7 se observa la comparación del comportamiento horario durante el mes de noviembre de 2022 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de PM_{2.5} y la velocidad del viento en la estación Tunal y en la Figura 8 para la estación Guaymaral.

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Se puede evidenciar que los registros más bajos de altura de 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, 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 7 correspondiente a la estación Tunal el 4 y el 17 de noviembre y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral también el 12 y el 16 de noviembre.

TUNAL

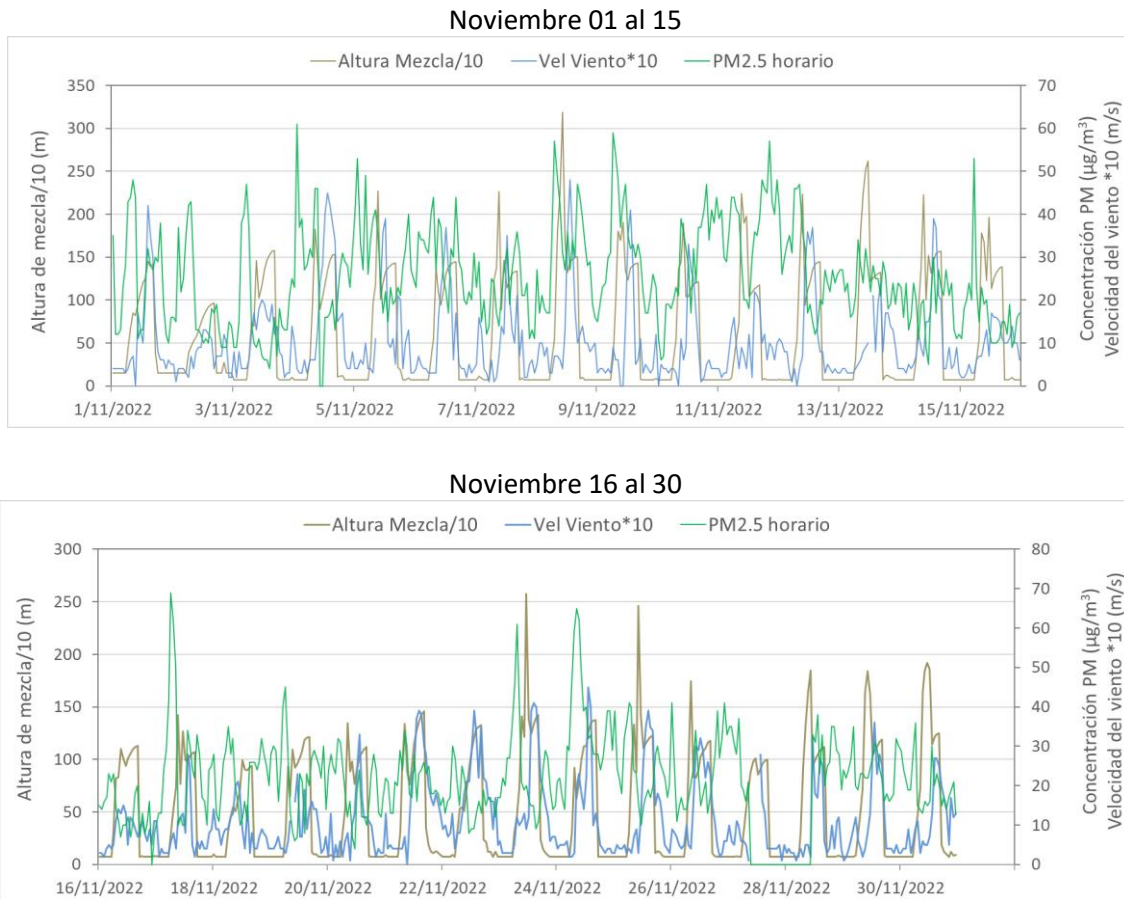



Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones $\text{PM}_{2.5}$ y velocidad del viento estación Tunal - noviembre 2022

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

GUAYMARAL

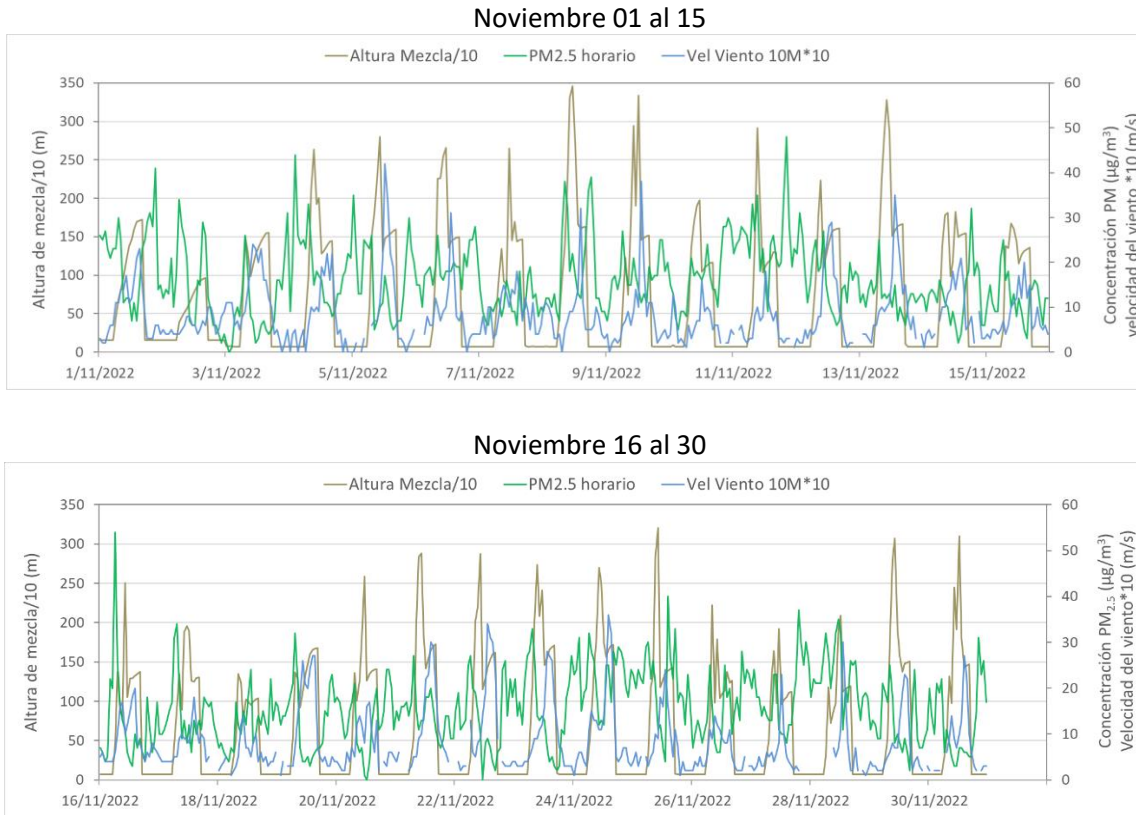


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral - noviembre 2022

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

En la Figura 9 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de noviembre de 2022; los valores promedio más altos de NO_2 fueron registrados en Colina, de SO_2 fueron registrados en Ciudad Bolívar, de CO fueron registrados en Tunal (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de O_3 se evidenció en Fontibón, siendo las zonas norte, sur y occidente de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases criterio en el mes.

Por otro lado, se registraron dos (2) excedencias de las concentraciones promedio 8h de O_3 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en la estación Fontibón, las cuales NO CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos. Las demás concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en: SO_2 : 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ para datos 24h y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para datos 1h, CO: $35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para datos 1h y $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para datos 8h y NO_2 : $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para datos 1h.

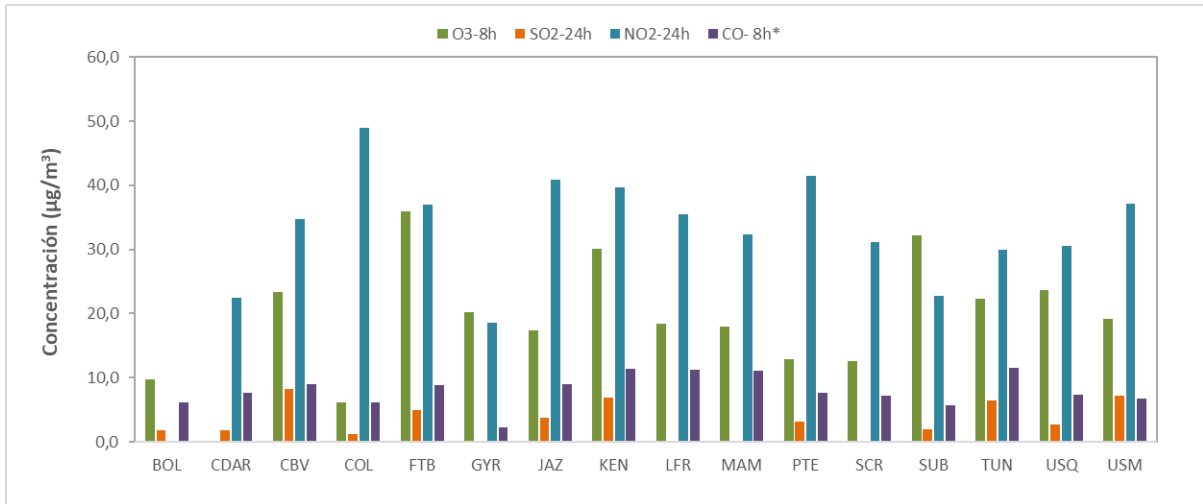


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O_3 , SO_2 , NO_2 y CO) por estación de monitoreo - noviembre 2022

*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.

5.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO – O₃

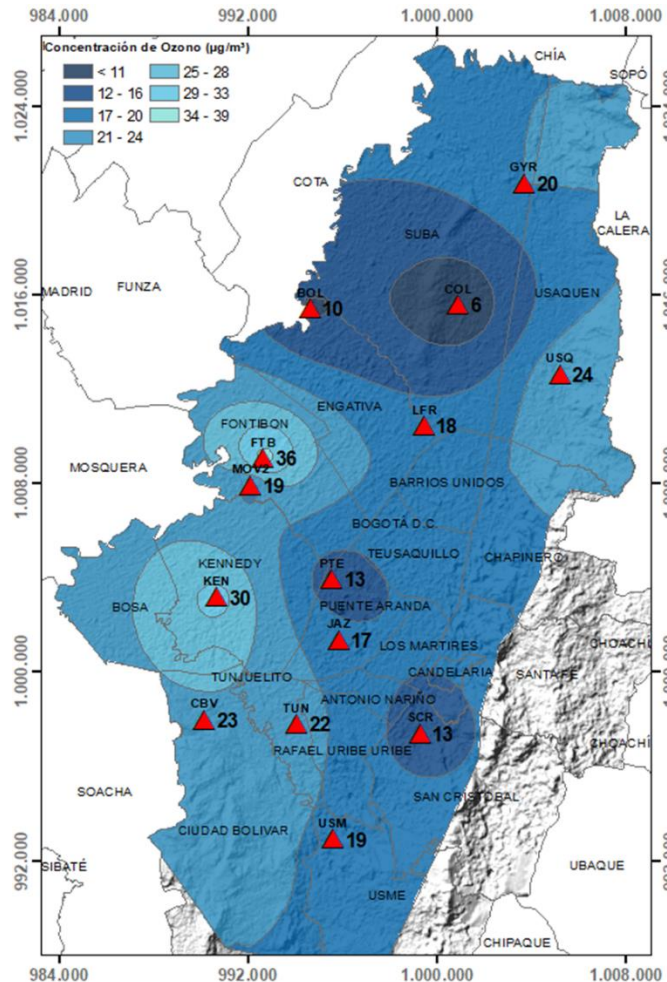


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – noviembre 2022

En el mapa de la Figura 10, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O₃ con base en datos media móvil 8 horas para el mes de noviembre de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el occidente y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Fontibón y Kennedy. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Bolivia.

Las estaciones Suba (37%) y MinAmbiente (54%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

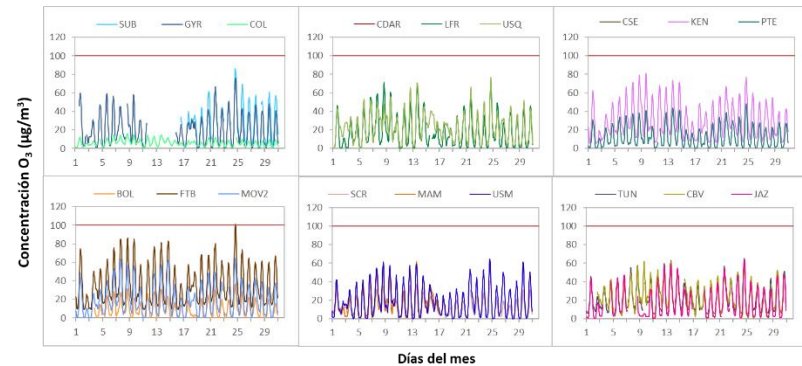
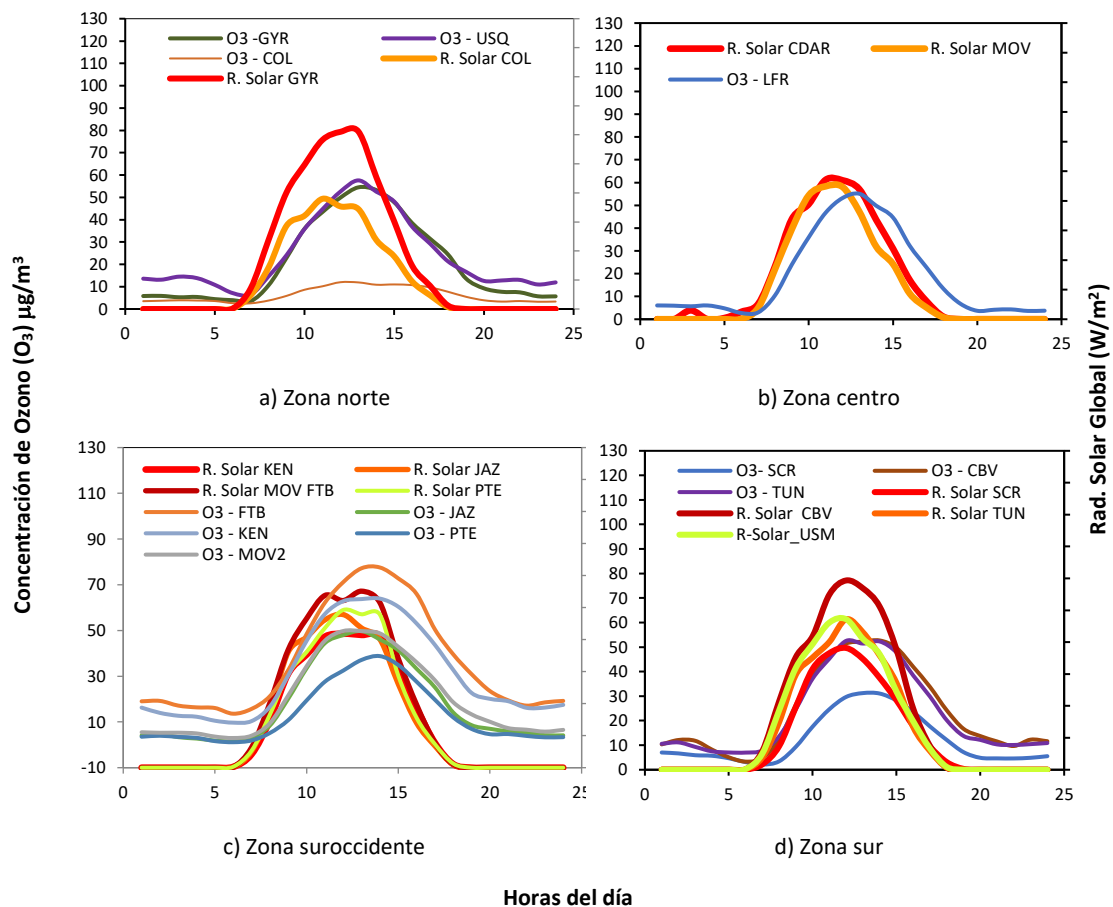


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - noviembre 2022

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



Pese a que en noviembre se registraron mayores acumulados de lluvia, estos se focalizaron principalmente hacia el norte y oriente de la ciudad. Debido a esto, las cantidades de radiación solar presentaron reducciones en el norte y el oriente de la ciudad de aproximadamente 4 y 40 W/m², respectivamente.

Las concentraciones de ozono superficial también se redujeron ligeramente en algunas estaciones. En Colina pasaron de 19 µg/m³ en octubre a 11 µg/m³ en noviembre.

Por otro lado, en el occidente de la ciudad en la estación Fontibón las concentraciones de ozono se incrementaron respecto del mes anterior, pasando de 73 a 78 µg/m³. En el resto de la ciudad, las concentraciones fueron similares a las del mes anterior.

Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) noviembre 2022. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

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

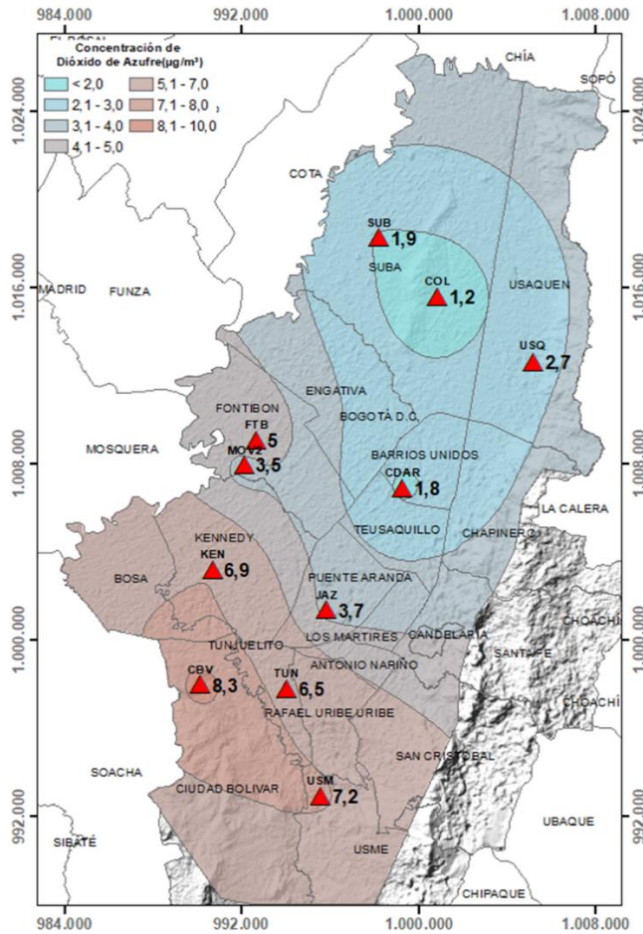


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – noviembre 2022

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de noviembre de 2022 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el sur y suroriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Ciudad Bolívar y Usme. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y centro, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y CDAR.

Las estaciones Puente Aranda (73%) y Bolivia (63%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

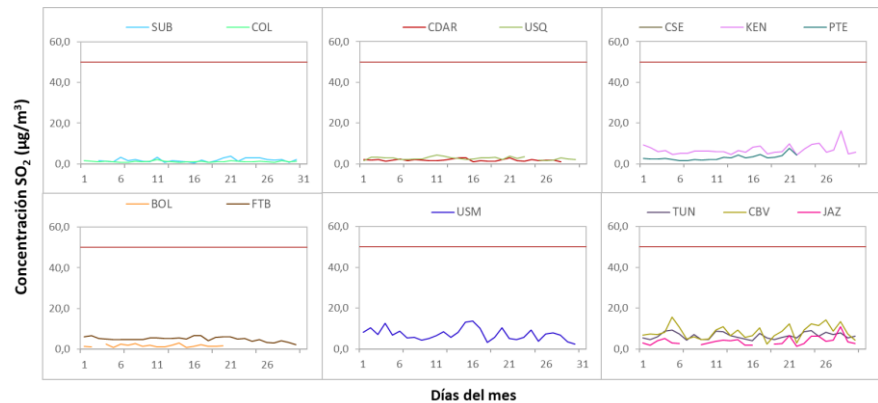


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - noviembre 2022

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

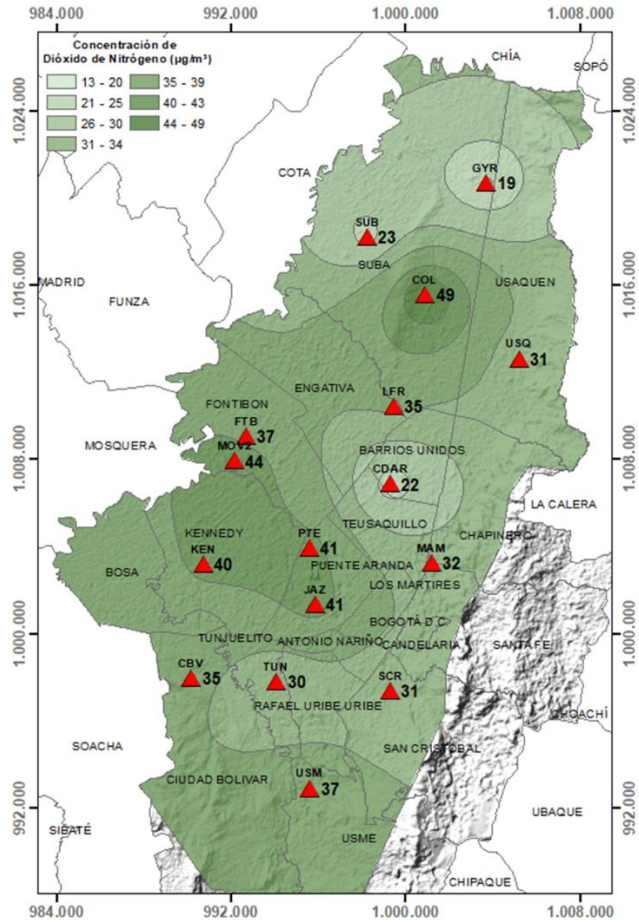


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - noviembre 2022

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de noviembre de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Fontibón. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y centro, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y CDAR. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

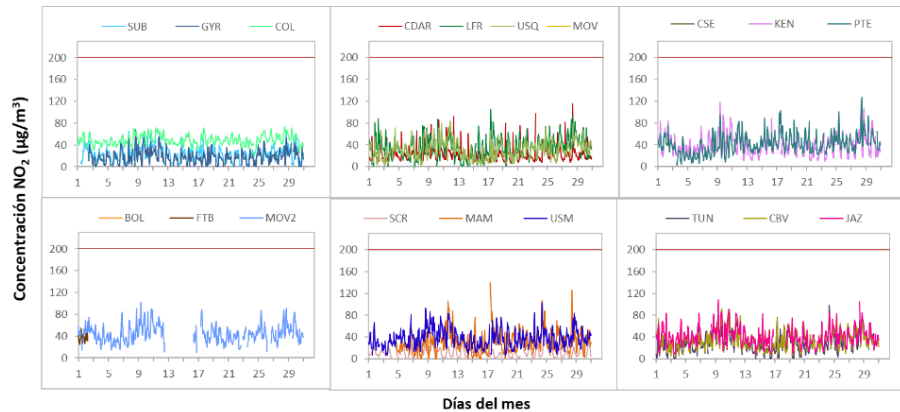


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - noviembre 2022

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

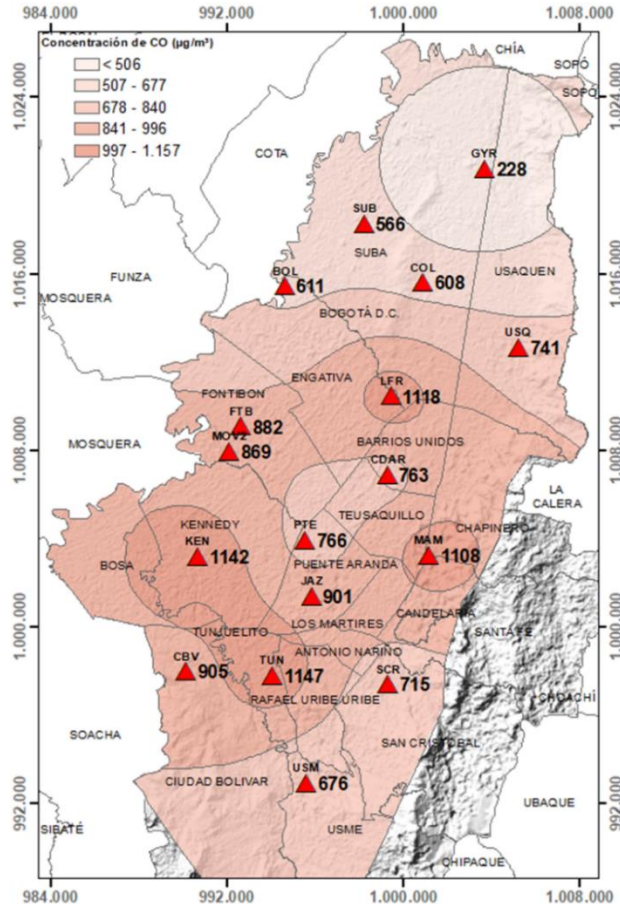


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – noviembre 2022

En el mapa de la Figura 17 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de CO con base en datos media móvil 8 horas para el mes de noviembre de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el sur y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Tunal y Kennedy. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Suba. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

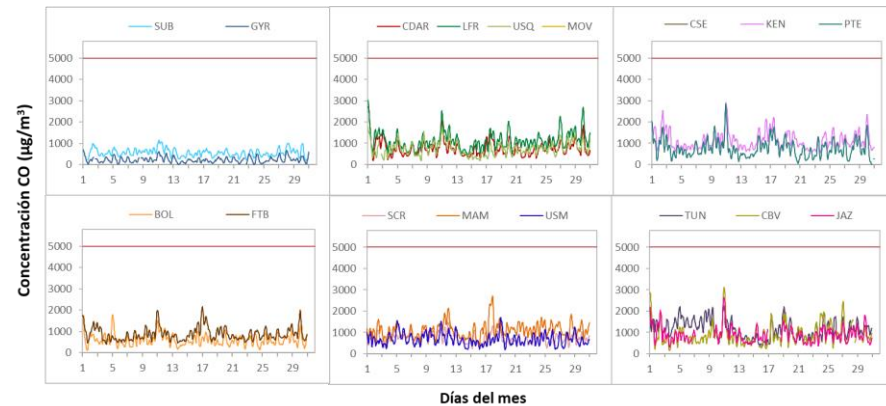



Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - noviembre 2022

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

6. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

Durante el mes de noviembre de 2022 se registraron datos en ocho estaciones de la RMCAB y en todas se alcanzó a registrar más del 75% de las concentraciones horarias. La concentración promedio horaria de eBC registrada en Bogotá D.C. fue de $4,5 \pm 3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que corresponde a un valor similar al observado en el mes de octubre. La concentración máxima de eBC se observó el 17 de noviembre a las 7h en la estación Fontibón con un valor de $37,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones Tunal, Kennedy, Fontibón y CDAR presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de 6,9, 6,2, 5,6 y $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Las estaciones MinAmbiente, Ciudad Bolívar y San Cristóbal presentaron concentraciones de 4,0, 3,2 y $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, la estación Puente Aranda presentó la menor concentración con un valor de $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A continuación, se presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las estaciones de la ciudad, el 2 de noviembre se observó un incremento de las concentraciones de eBC en las estaciones Kennedy, Ciudad Bolívar, CDAR y Fontibón. El día 11 de noviembre se observó un incremento en las concentraciones de todas las estaciones reportando $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Tunal, $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Fontibón. Del mismo modo, entre el 17 y el 19 de noviembre se observaron altas concentraciones de BC en todas las estaciones como se muestra en la Figura 19.

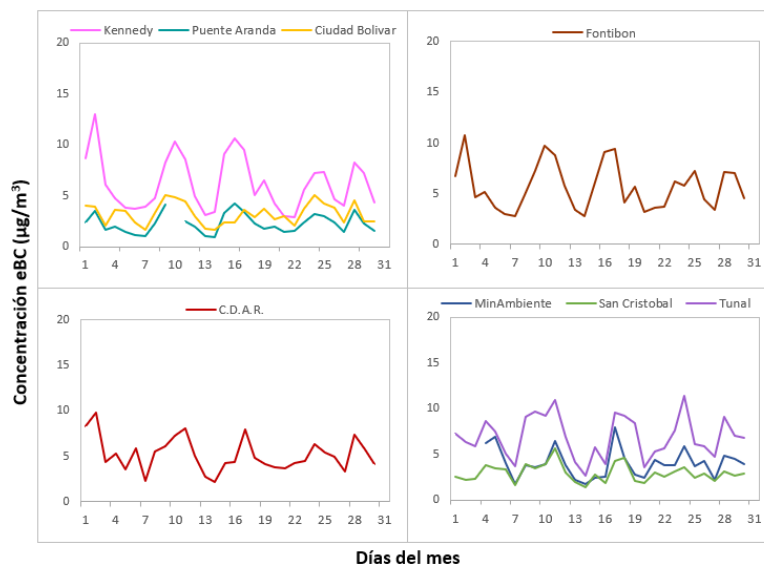


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para noviembre de 2022

6.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON PROVENIENTE DE LA QUEMA DE BIOMASA

Las estaciones que presentan una mayor predominancia de porcentaje de Black Carbon por quema de combustibles fósiles son Ciudad Bolívar, Kennedy, Fontibón, MinAmbiente, Puente Aranda y Tunal, mientras que las estaciones CDAR y San Cristóbal presentan un porcentaje de quema de biomasa un poco más alto.

Durante el mes de noviembre se evidencia un incremento en el porcentaje de quema de biomasa en la mayoría de las estaciones, específicamente durante la semana del 11 al 17 en donde se registró la influencia de fenómenos regionales, particularmente el aumento de incendios en Brasil, donde las estaciones de CDAR y San Cristóbal registraron los incrementos de quema de biomasa como se muestra en la Figura 20.

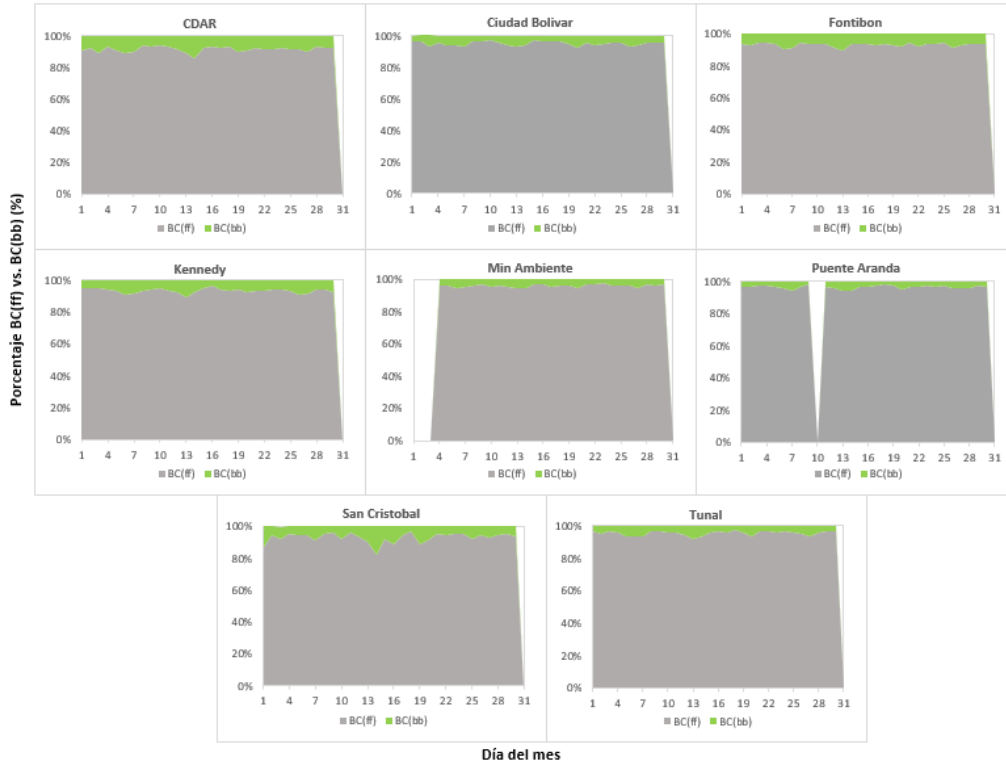


Figura 20. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - noviembre de 2022

Las concentraciones promedio diarias eBC son presentadas en la Figura 21, donde se observan mayores concentraciones de eBC entre el día 2 y 11 de noviembre, con concentraciones promedio diarias de 6 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ estuvieron en el rango de 12 y 35.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ todo el mes, mostrando un IBOCA “Moderado” durante casi todo el periodo de tiempo. El 2 y 11 de noviembre se presentaron concentraciones promedio de 22 y 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$ respectivamente.



Figura 21. Calendario de las concentraciones diarias (24h) promedio de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el mes de noviembre de 2022

7. **ÍNDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ (IBOCA)**

El Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 868 de abril de 2021, es un indicador multipropósito adimensional en una escala de 0 a 500, 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 su importancia en términos de afectación.

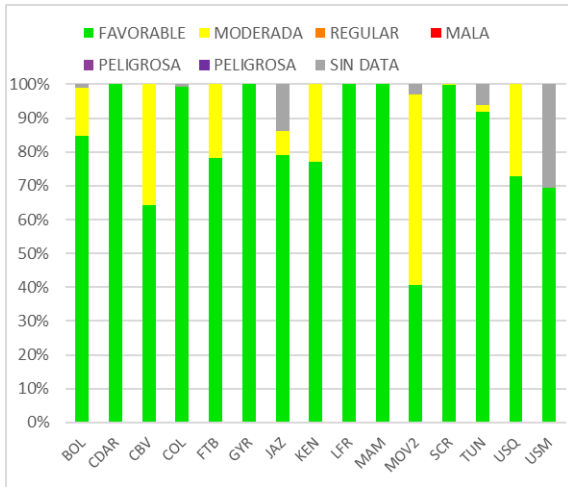


Figura 22. IBOCA para PM₁₀ por estación – noviembre 2022

La Figura 22 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 noviembre de 2022. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando en un 100% de dicha condición en Centro de Alto Rendimiento, Las Ferias, MinAmbiente y San Cristóbal. En Móvil Fontibón predominó la condición “moderada”, con un 56% de tiempo en el mes. Se registró también la condición “moderada” en algunas estaciones como Ciudad Bolívar, Usaquén y Fontibón, con porcentajes entre 22 y 36%.

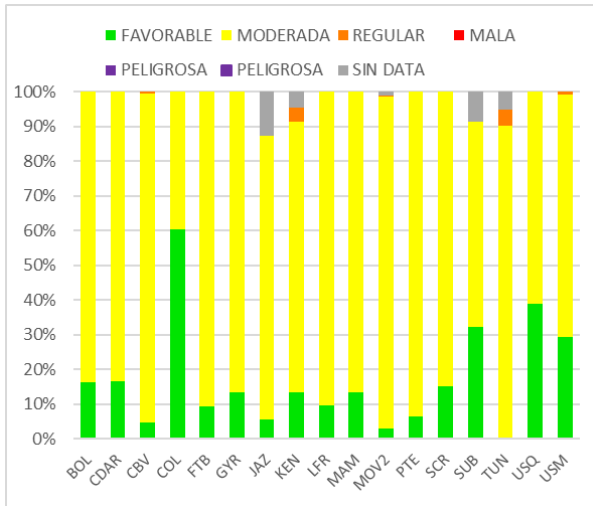


Figura 23. IBOCA para PM_{2.5} por estación – noviembre 2022

La Figura 23 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} por estación. Se observa que en el mes de noviembre de 2022 predominó la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, registrando los porcentajes más altos en Móvil Fontibón (96%) y Ciudad Bolívar (95%). La condición “favorable” fue predominante solamente en Colina, con 60%, y tuvo un porcentaje notable en Suba y Usaquén. También se observó la condición “regular” en Tunal y Kennedy, con 5% y 4% respectivamente.

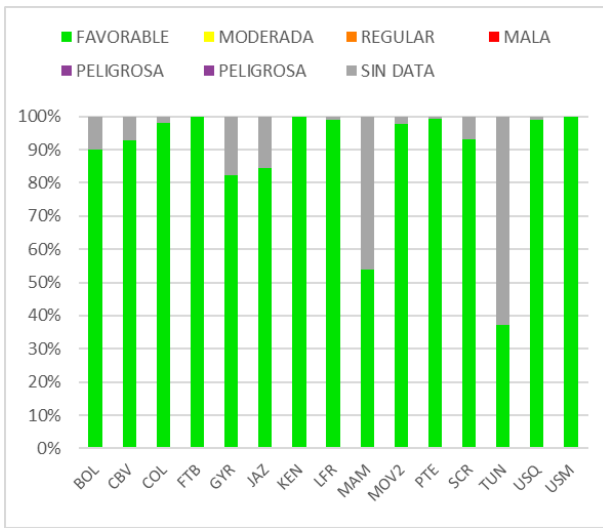


Figura 24. IBOCA para O₃ por estación – noviembre 2022

La Figura 24 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 noviembre 2022. Se observa que la categoría “favorable” predomina durante todo el mes en las estaciones de la RMCAB que registraron datos de O₃ en el mes. Las estaciones MinAmbiente y Tunal registraron menos del 75% de datos válidos en el mes, debido a la invalidación de datos de los analizadores.

8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 25 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de noviembre de 2022. Durante la mayor parte del mes predominó la condición “moderada”; para las estaciones del norte de la ciudad solo se registraron algunos días en la condición “favorable”, con mayores concentraciones en la segunda semana del mes. En las estaciones del suroccidente se mantuvieron las concentraciones en la condición “moderada”, aunque se registraron incrementos en la primera y cuarta semana del mes, evidenciando algunas horas en condición “regular”, con 27 horas en Kennedy. En la zona sur de la ciudad la estación Tunal registró algunas horas en la condición “regular” y la estación Usme registró varias horas en condición “favorable”. En la zona occidente las concentraciones fueron más altas en la primera y tercera semana del mes, con las menores concentraciones en la estación Colina.

Durante el mes de noviembre se mantuvieron altas precipitaciones en la ciudad, especialmente en la segunda semana del mes, con valores mayores a 20 mm. Las lluvias pudieron contribuir a la reducción de las concentraciones a nivel general en la ciudad. Sin embargo, se mantiene el comportamiento espacial de las concentraciones, con valores altos en el suroccidente y las menores concentraciones en el oriente de la ciudad.



SECRETARÍA DE
AMBIENTE

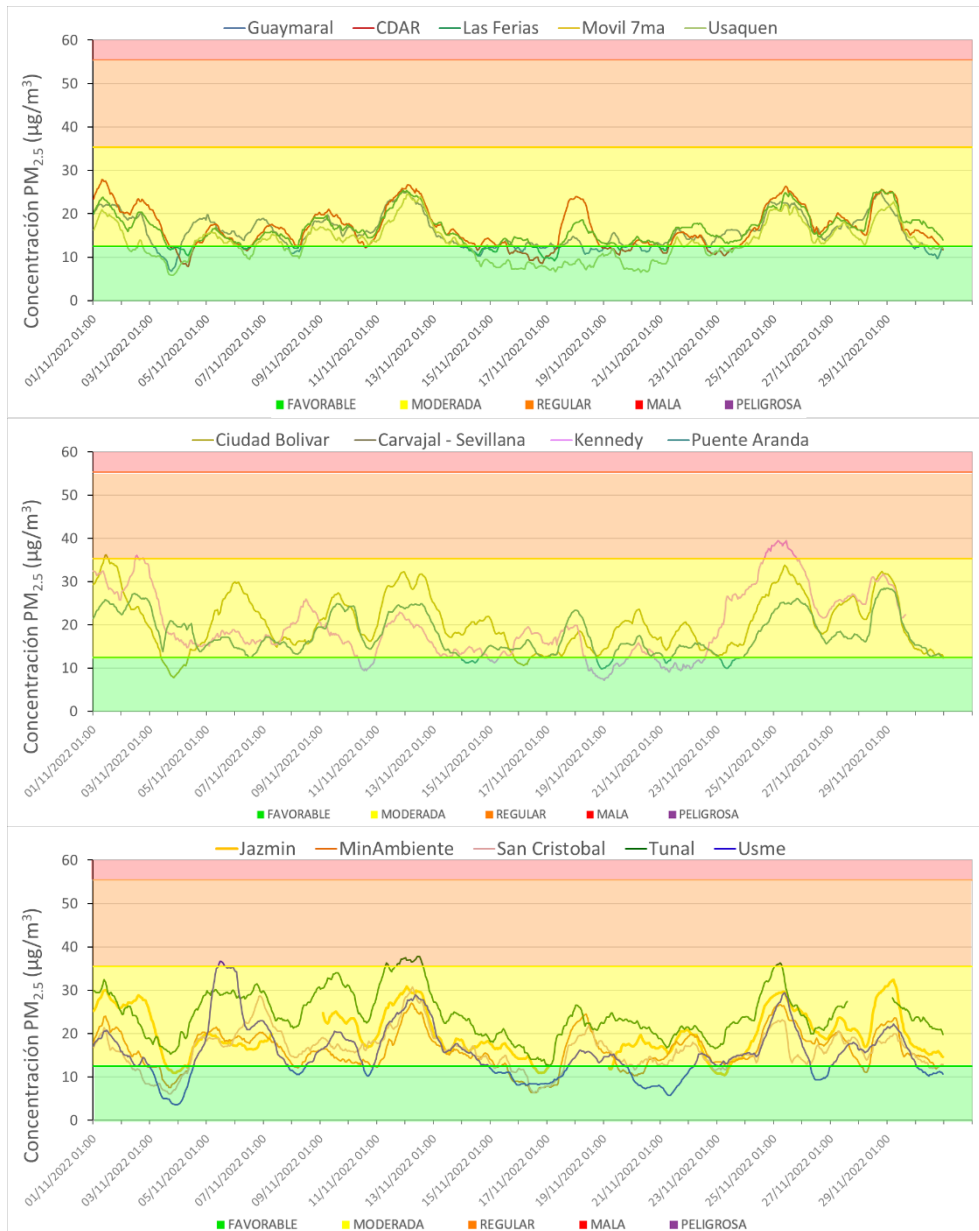


METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN

Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB

Código: PA10-PR04-M3

Versión: 3



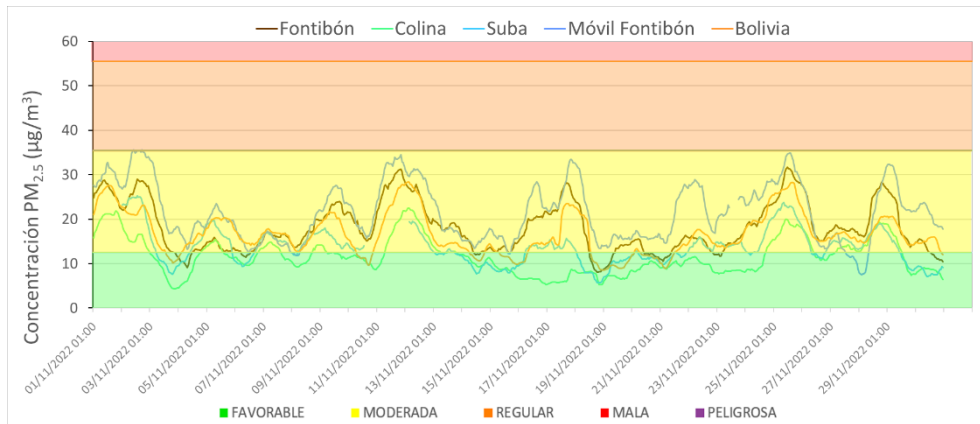


Figura 25. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} noviembre 2022

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de noviembre 2022, el cual incide directamente en la variabilidad de la concentración de contaminantes criterio en el Distrito Capital.

9.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

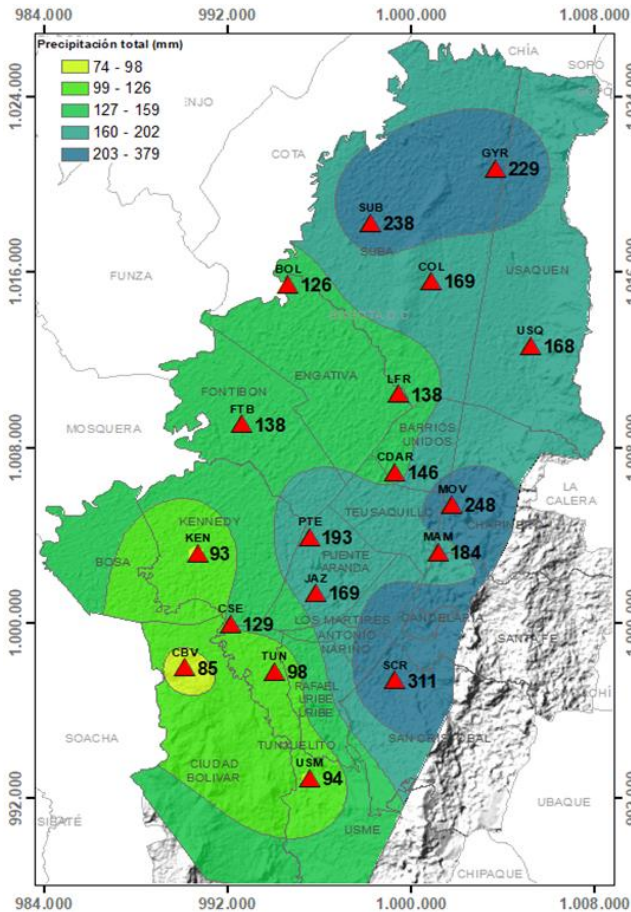


Figura 26. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – noviembre 2022

El mes de noviembre se presenta como uno de los meses más lluviosos del año, se evidenció un incremento de las precipitaciones con respecto al mes anterior, sobre todo al norte y oriente de la ciudad como se observa en la Figura 26. Por el contrario, en el sur se redujeron las lluvias y con ello su contribución a la reducción de las concentraciones de material particulado y gases.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede deducir que en el mes de noviembre las concentraciones de contaminantes presentaron incrementos en toda la ciudad, principalmente al sur y suroccidente. Asimismo, el número de días con lluvia para el mes de noviembre evidencia no solo la ocurrencia de la segunda temporada de lluvias, fortalecida por el episodio la niña, sino de la intensidad de las precipitaciones hacia el centro oriente y norte de la ciudad como se evidencia en la Figura 27.

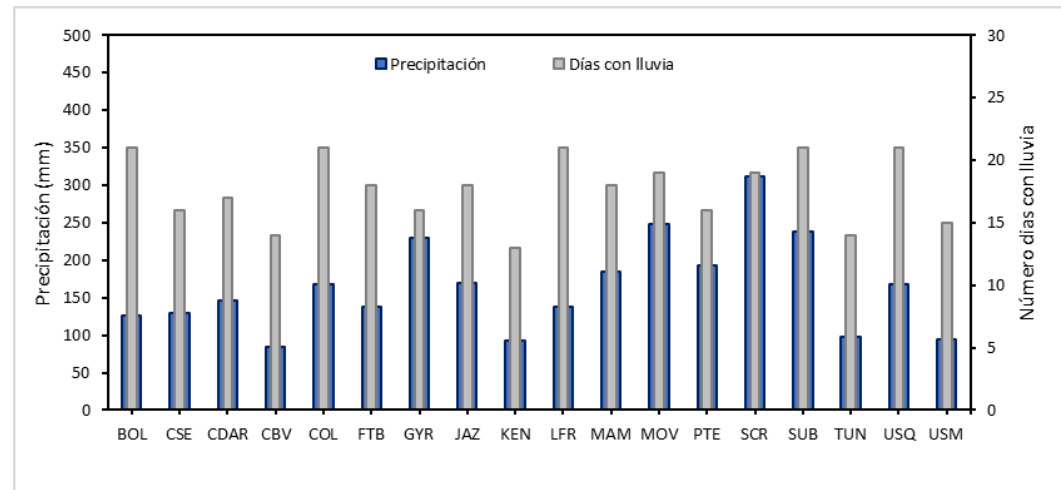


Figura 27. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – noviembre 2022

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

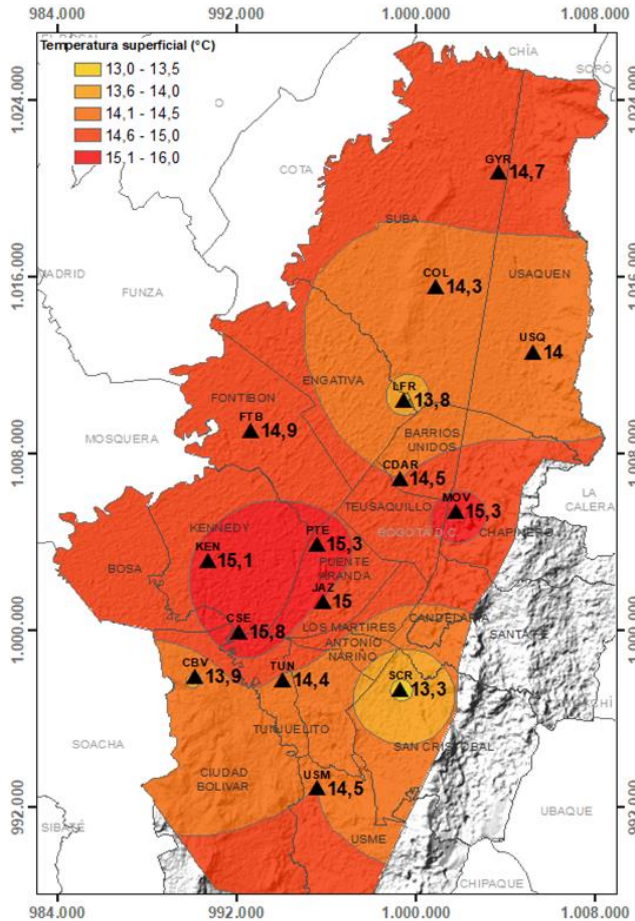


Figura 28. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – noviembre 2022

Durante el mes de noviembre se presentó un incremento mínimo en la temperatura superficial del aire con respecto al mes anterior, pese a las cantidades de agua precipitadas. Las temperaturas registradas pueden deberse a los flujos de calor en el suelo, derivadas del calor latente de vaporización a nivel superficial y/o a la capacidad del vapor de agua para atrapar calor del suelo. El incremento presentado fue entre 0,1 a 0,3 °C, con valores máximos de temperatura de entre 15 a 15,8 °C al oriente y occidente de la ciudad como se evidencia en la Figura 28.

Las temperaturas máximas absolutas se registraron en las estaciones Carvajal-Sevillana (26,6 °C), Móvil 7ma (25,2 °C), CDAR (24,9 °C), Tunal (24,8 °C) y Kennedy (24,2 °C). Las mínimas absolutas en las estaciones Tunal (6,8 °C), CDAR (7,7 °C) y Guaymaral (7,8 °C) como se observa en la Figura 29.

En cuanto a la amplitud térmica en las estaciones Tunal (18 °C), Guaymaral (16,1 °C) Suba (15,9 °C) y Carvajal-Sevillana (15,9 °C) presentaron mayores valores, los cuales posibilitan condiciones convectivas favorables para el ascenso, mezcla turbulenta, y difusión de los contaminantes de aire de la ciudad.

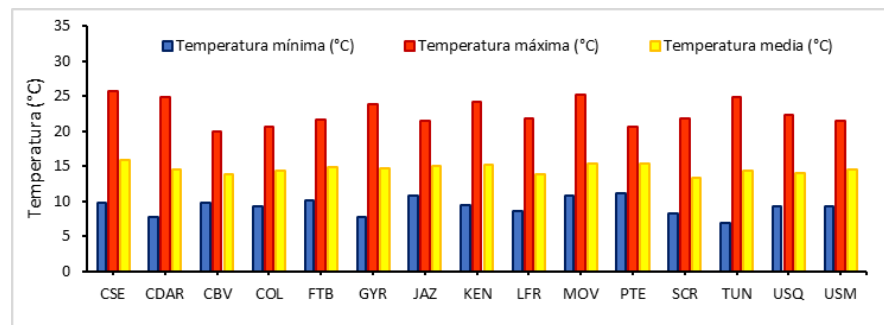


Figura 29. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – noviembre 2022

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

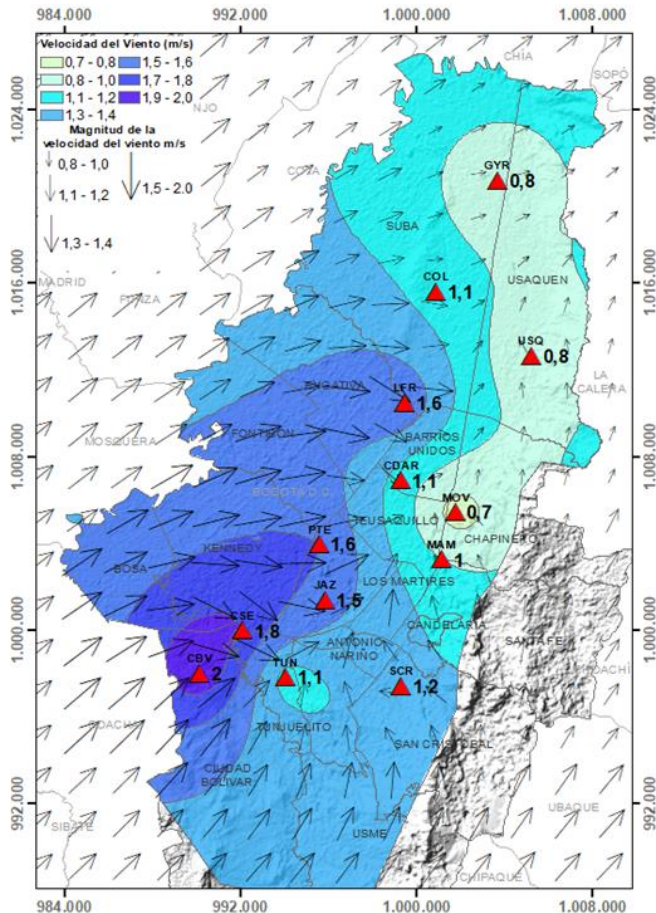


Figura 30. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – septiembre 2022

Este mes predominaron vientos del suroccidente causantes de la formación de nubes productoras de lluvia, lo cual se da con la interacción con los cerros orientales, que generan intensos eventos de lluvia como los registrados durante el mes de noviembre. Las velocidades del viento fluctuaron de 0,7 a 2,0 m/s con los menores valores hacia el flanco nororiental y los mayores hacia el suroccidente. Adicionalmente, se produce la confluencia entre vientos del suroccidente y del suroriente, los cuales al encontrarse ocasionan el ascenso de masas de aire y la formación de nubes de gran desarrollo vertical.

Aunque los vientos del suroccidente pueden introducir contaminantes de fuentes vecinas, es posible que las lluvias hayan contribuido en la reducción de material particulado en la ciudad de acuerdo con lo observado en la Figura 30.

Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia el occidente, oriente y centro de la ciudad, con valores de hasta 7,3 m/s en la estación Ciudad Bolívar, 6,4 m/s en MinAmbiente y 6,0 m/s en Las Ferias de acuerdo con la Figura 31.

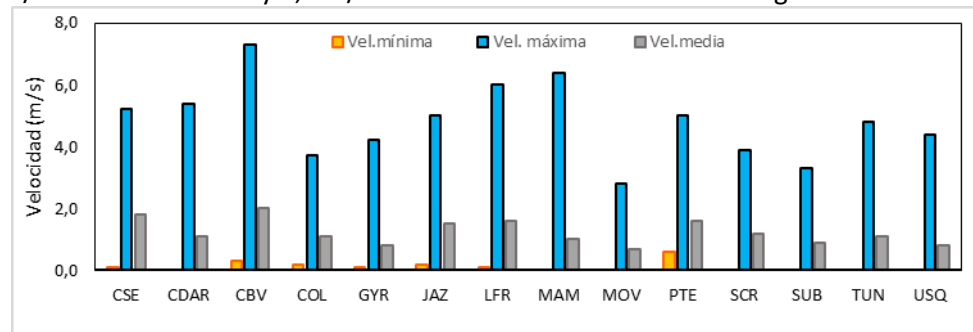




Figura 31. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – noviembre 2022

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

10. CONCLUSIONES

- Las concentraciones más altas de material particulado se observaron en las zonas occidente y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil Fontibón y Tunal, mientras que los menores valores se observaron en la zona norte de la ciudad, en el área de influencia de Colina. Móvil Fontibón tuvo el promedio mensual más alto de PM₁₀ (58,0 µg/m³) y Tunal el de PM_{2.5} (24,2 µg/m³); se registraron en total nueve (9) excedencias de PM₁₀ y dos (2) excedencias de PM_{2.5} en el mes.
- Con respecto a los gases, Tunal registró el promedio más alto de CO (1147,1 µg/m³), Colina en NO₂ (48,9 µg/m³), Ciudad Bolívar de SO₂ (8,3 µg/m³) y Fontibón de O₃ (35,932 µg/m³) durante el mes. Solamente se registraron dos (2) excedencias de las concentraciones promedio 8h de O₃ (100 µg/m³) en la estación Fontibón.
- En noviembre de 2022 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en la primera semana del mes en la mayoría de las estaciones; los registros promedio más altos fueron del orden de los 13 µg/m³. El aporte principal a Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Ciudad Bolívar, Kennedy, Fontibón, MinAmbiente, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente a mediados del mes, siendo más alto en CDAR y San Cristóbal.
- Con respecto al índice IBOCA en noviembre de 2022, para las concentraciones registradas de PM_{2.5} se observó una predominancia de la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, con el mayor porcentaje registrado en Móvil Fontibón (96%) y Ciudad Bolívar (95%); las concentraciones más altas de PM_{2.5} se observaron en la segunda y cuarta semanas del mes.
- En el mes de noviembre de 2022 se observó un incremento notable de la precipitación para el histórico del mes, principalmente en las estaciones del norte y oriente de la ciudad. Las mayores precipitaciones se observaron en la estación San Cristóbal (311 mm) y en Móvil 7ma (248 mm). En todas las estaciones de la ciudad se registraron más de 10 días de lluvia.
- Con relación a la temperatura superficial en noviembre de 2022, se presentó un incremento mínimo en la temperatura superficial del aire con respecto al mes anterior, por los flujos de calor asociados al calor latente de vaporización. San Cristóbal registró el menor valor de temperatura mensual con 13,3°C, y Carvajal - Sevillana tuvo el mayor promedio mensual con 15,8°C, y los registros máximos horarios más altos se observaron en Carvajal-Sevillana (26,6 °C) y Móvil 7ma (25,2 °C).
- En noviembre de 2022 se evidenció que predominaron los vientos provenientes del suroccidente. Las velocidades promedio mensuales más altas se observaron en Ciudad Bolívar (2 m/s) y Carvajal-Sevillana (1,8 m/s). Los máximos horarios se observaron hacia el occidente, oriente y centro de la ciudad, en las estaciones Ciudad Bolívar, MinAmbiente y Las Ferias.


	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

11. ANEXOS

11.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

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

Estación	Características									Contaminantes							Variables meteorológicas								
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Escala	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂	Black Carbon	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.	
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Vecindario	Suburbana	De fondo	Avenida Calle 80 #121-98	X	X	X	X	X	X				X					
Carvajal-Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Autopista Sur #63-40	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	Vecindario	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06	X	X	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	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur #56-11	X	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	Vecindario	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142#-55	X	X	X	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	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 104 # 20 C - 31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Guaymaral	GVR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Autopista Norte #205-59	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 1 G # 41 A 39	X	X	X	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	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 80 # 40-55 sur	X	X	X	X	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	Vecindario	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 #69Q-50	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	Vecindario	Urbana	De tráfico	Calle 37 # 8-40	X	X	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	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Carrera. 98 #16 B 50	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	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	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	Vecindario	Urbana	Industrial	Calle 10 # 65-28	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	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este # 12-78 sur	X	X	X	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	Vecindario	Suburbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-61	X	X	X	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	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 24 # 49-86 sur	X	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	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis # 132-11	X	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	Vecindario	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D 50 Sur	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

11.2. **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 junio de 2022 (EPA, 2022)¹. 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).

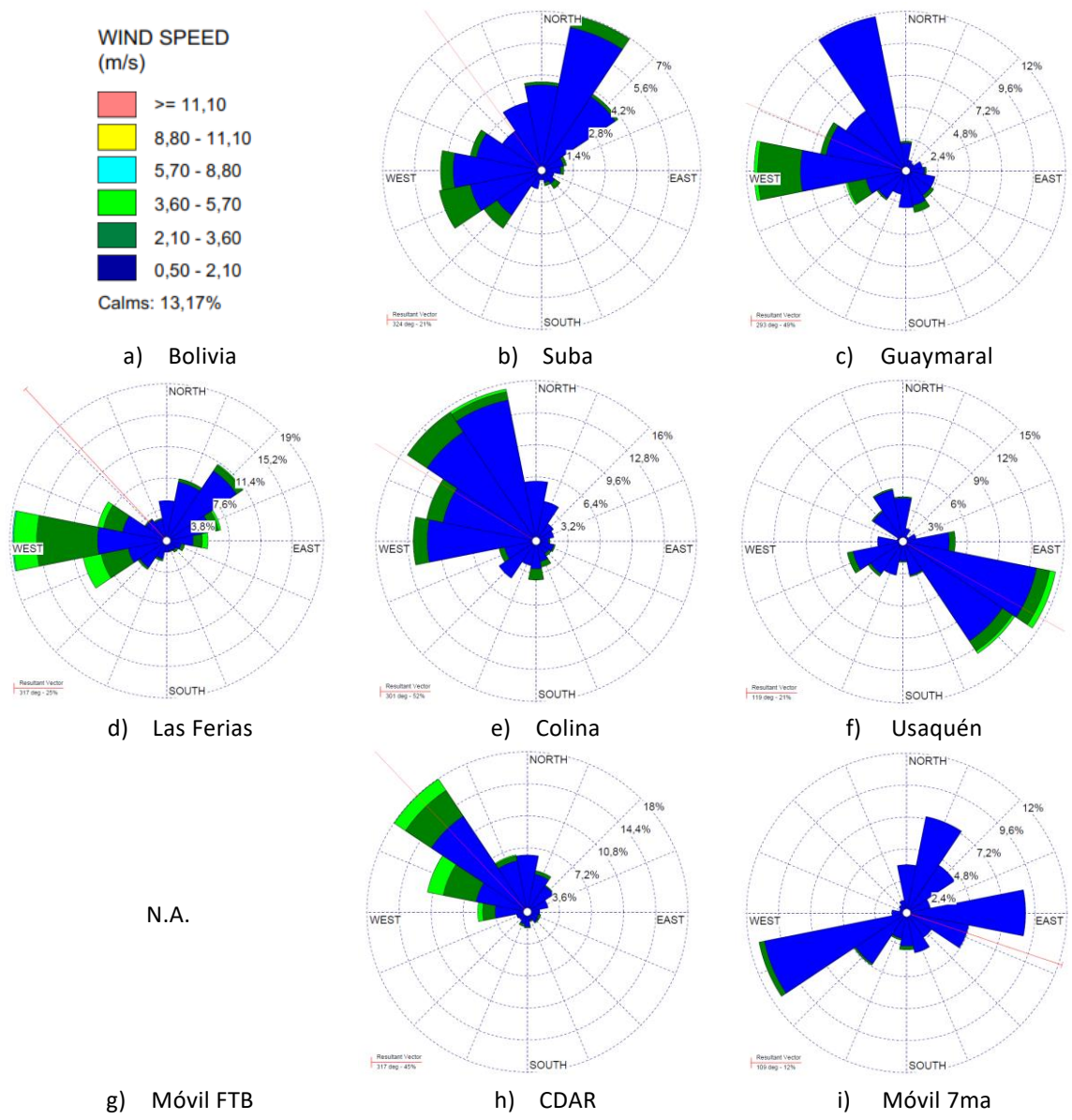
Tabla 3. Técnicas de medición automáticas de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia EPA

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	

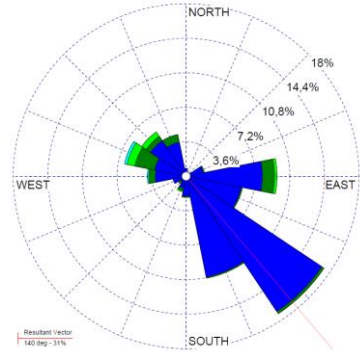
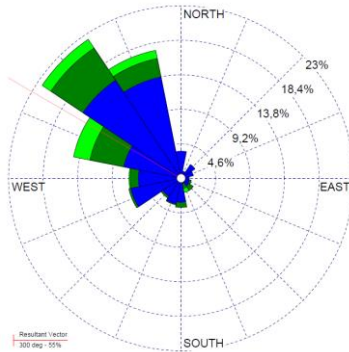
¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2021. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/designated_reference_and_equivalent_methods_-_06152022.pdf

11.3. ROSAS DE LOS VIENTOS

Se suministran las rosas de los vientos, las cuales presentan información adicional en cuanto a la frecuencia y magnitud de los vientos durante el mes, en las diferentes direcciones que ocurrieron, así como el vector resultante (línea roja), que representa la dirección de donde en promedio provienen los vientos en cada una de las estaciones, durante el periodo analizado. En noviembre los vientos con mayor persistencia se registraron en las estaciones San Cristóbal con un 40% de vientos del suroriente, Puente Aranda con un 30% de vientos del occidente, Jazmín con un 23% de vientos del suroccidente y Carvajal-Sevillana con un 21% de vientos del noroccidente. Estas rosas se describen para aquellas estaciones que superaron el criterio de representatividad temporal superior al 75%.



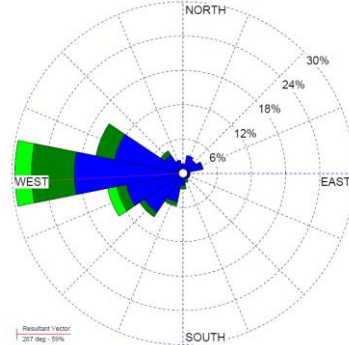
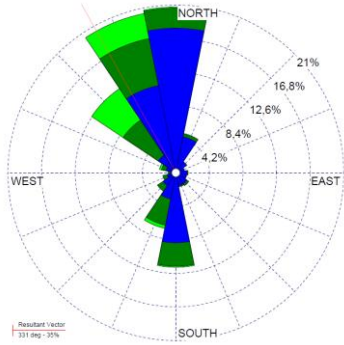
N.A.



j) Kennedy

k) Jazmín

l) MinAmbiente

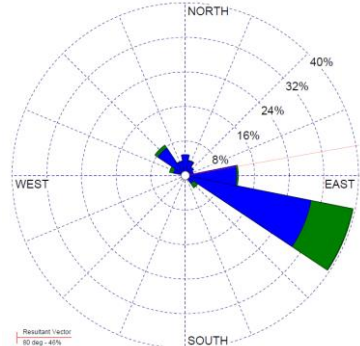
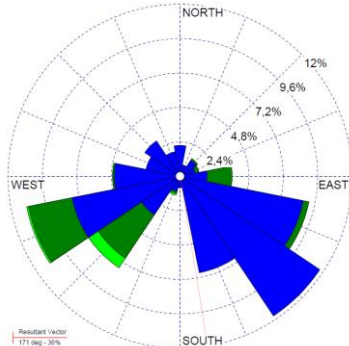
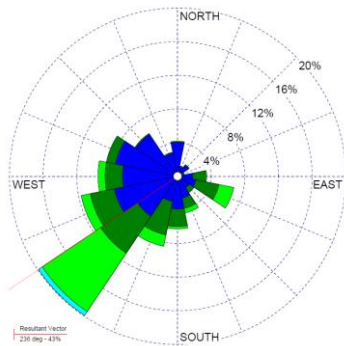


N.A.

m) Carvajal-Sevillana

n) Puente Aranda

o) Usme




p) Ciudad Bolívar

q) Tunal

r) San Cristóbal

Figura 32. Rosas de los vientos – noviembre de 2022

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

12. DECLARACIONES

- ✓ 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.
- ✓ 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 noviembre de 2022.
- ✓ 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 se documenta en el instructivo interno PA10-PR03-INS8 y su registro se consigna en el formato interno PA10-PR03-F12. Lo anterior se evalúa bajo una regla de decisión binaria de Aceptación Simple, en este caso el Límite de Aceptación corresponde al mismo Límite de Tolerancia, es decir el nivel máximo permisible que establece la Resolución 2254 de 2017 para cada contaminante y tiempo de exposición.
- ✓ Dentro del análisis del presente informe se declara la conformidad de la siguiente forma: CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean menores o iguales al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. NO CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean mayores al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. El criterio de incertidumbre se describe en los criterios de gestión metrológica.
- ✓ Este informe fue elaborado con base en el modelo de informe mensual establecido de la RMCAB relacionado 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 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”.


	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

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

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

Tabla 5. Factores de conversión de ppb y ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para concentraciones de gases

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]

FIN DEL INFORME

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto Administrativo y fecha
2	Se cambia el orden de los capítulos. El análisis de black carbon sale del capítulo de calidad del aire y pasa a tener un capítulo independiente. Se agrega un capítulo de gestiones administrativas de la RMCAB. Se agrega un capítulo de declaraciones.	Radicado No. 2021IE189371 del 7 de septiembre del 2021.
3	Se ajusta en el contenido de los apartados: resumen ejecutivo, comportamiento temporal y espacial de las concentraciones de O3, SO2, NO2 Y CO, eventos de contaminación atmosférica. Se incluye la dirección de la Secretaría Distrital de Ambiente en la hoja de los créditos del informe. Se ajusta el código del formato en el encabezado del documento.	Radicado No. 2022IE310196 del 01 de diciembre del 2022.

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez Cargo: Profesional de análisis de datos Fecha: 27/09/2022 Nombre: Luis Álvaro Hernández González Cargo: Líder Técnico RMCAB Fecha: 29/09/2022	Nombre: Hugo Enrique Sáenz Pulido Cargo: Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual. Fecha: 30/09/2022 Nombre: Rodrigo Alberto Manrique Forero Cargo: Director de Control Ambiental Fecha: 30/09/2022	Nombre: Julio Cesar Pulido Puerto Cargo: Subsecretario General Fecha: 01/12/2022