



Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá

.....
Octubre 2023

Estación Ciudad Bolívar

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
Secretaría de Ambiente

  	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

Agosto Cesar Pulido Puerto
Subsecretario General y de Control
Disciplinario

Rodrigo Alberto Manrique Forero
Director de Control Ambiental

Hugo Enrique Sáenz Pulido
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y
Visual

Diego Andrés Chavarro Rodríguez
Coordinador Técnico RMCAB

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
Jennyfer Montoya Quiroga
Karen Lorena Londoño Murcia
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
Hamilton Andrés Bravo Arandia
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
Karen Viviana Pinzón Acosta
Grupo del SATAB

Secretaría Distrital de Ambiente
Avenida Caracas No. 54 - 38

© Octubre 2023, Bogotá - Colombia
Informe Mensual de la Red de Monitoreo de
Calidad de Aire de Bogotá D.C.

Noviembre 2023
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 octubre de 2023 se tuvieron veinte (20) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y diecinueve (19) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$). En cuanto a las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2) se tuvieron dieciséis (16) excedencias de las concentraciones 1h y una (1) de las concentraciones 24h. Respecto al ozono (O_3), monóxido de carbono (CO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) no se registraron excedencias a la normatividad.

En el mes de octubre se evidenció un aumento considerable de las excedencias de PM_{10} y $PM_{2.5}$ respecto al mes anterior, sin embargo, las concentraciones disminuyeron. En cuanto a las concentraciones y excedencias de los gases contaminantes criterio CO, O_3 , SO_2 y NO_2 , aumentaron las excedencias en SO_2 , pero en cuanto a concentraciones en las estaciones hubo mucha variabilidad, unas subieron y otras bajaron, lo cual es coherente con la matriz ambiental.

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 resultados de concentración. La representatividad temporal de los resultados de parámetros de gases en las estaciones de monitoreo, Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma, se vio afectada por variabilidad de la temperatura interna y consecuentemente 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 desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la respectiva estación.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, se evidenciaron algunas podas realizadas contiguas a la estación Jazmín y en su área circundante una construcción generadora de material resuspendido, asimismo, se evidenciaron quemas en el área de influencia de la estación Ciudad Bolívar, aun así, estos sucesos no interfirieron en el monitoreo de contaminantes criterio, ni registraron tendencias atípicas a nivel ciudad. También, se evidenciaron 21 eventos relacionados a incendios forestales, estructurales, vehiculares, pastizales y quemas de residuos en la ciudad de Bogotá presentados y condiciones meteorológicas a causa de procesos de inversión térmica.

Por otro lado, en el mes de octubre se realizó el procesamiento de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRe del mes de septiembre de 2023. De otra parte, el grupo operativo de campo de la RMCAB realizó gestiones para la atención de fallos de internet en la estación Las Ferias, también realizó instalaciones y análisis para intercomparaciones con sensores meteorológicos, además recibió la visita internacional de interventoría para el proyecto Avandia y se participó de capacitaciones acerca de los monitores de Black Carbon.

Nota: Este informe “Informe mensual de calidad del aire octubre 2023”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 6100405 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

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

2. INTRODUCCIÓN

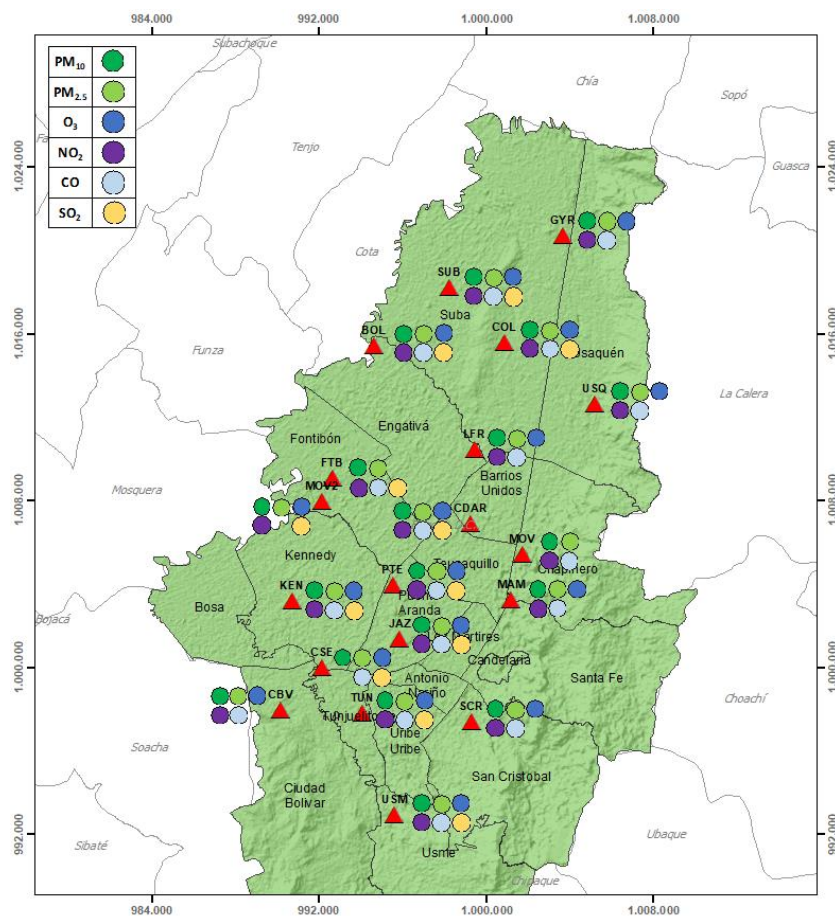


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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 la calidad del aire de una zona de influencia mediante mediciones en superficie.

Los contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO) son los compuestos presentes en el aire cuyos efectos en el ambiente y en la salud se han establecido por la comunidad científica a través de estudios y pruebas, por lo cual tienen unos niveles máximos de concentración establecidos para evitar dichos efectos adversos, entre los cuales se relacionan las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, y efectos en la visibilidad y la química atmosférica. Dichos niveles son establecidos mediante objetivos intermedios 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 asegurar las condiciones ambientales necesarias para el correcto funcionamiento de los sensores y analizadores en cada estación. Para el mes de octubre de 2023 la temperatura interna se mantuvo 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 muestran que no se han podido mantener en tal rango debido que los aires acondicionados de dichas estaciones presentan fallas.

Aun así, el 25 de julio de 2023 se actualizó el PA10-PR05-INS1 *“Revisión y validación de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB”* el cual presenta un nuevo lineamiento que indica: *“...Datos de los parámetros de gases (CO, SO₂, (NO, NO_x, NO₂) y O₃) de la estación en el periodo específico donde la temperatura interna del shelter no cumpla con los criterios establecidos en el numeral 7.2.2 Sampling Environment del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Handbook Volume II... Datos de los parámetros de PM₁₀ y PM_{2.5} de la estación en el periodo específico donde la temperatura no cumpla con los rangos de operación establecidos en los manuales de los equipos (verificar para cada marca)”*, por lo tanto, solo se invalidan los datos de los parámetros mencionados en las estaciones a las que aplique.

Por otro lado, la humedad interna se mantuvo entre 67.4% y 19.3% 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	

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

3. GESTIONES ADMINISTRATIVAS DE LA RMCAB

En el mes de octubre, se realizó el procesamiento de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE del mes de septiembre de 2023.

De otra parte, el grupo operativo de campo realizó gestiones para la atención a fallos de internet en la estación Las Ferias, también realizó instalaciones y análisis para intercomparaciones con sensores meteorológicos en las estaciones San Cristóbal, Usme, Ciudad Bolívar y Tunal. Además, se atendió una visita guiada con los estudiantes de la UNAL.

Finalmente, se recibió la visita internacional de interventoría para el proyecto Avantia y se participó de la visita realizada por la empresa Orgambiental donde el personal de Magee Scientific realizó capacitaciones acerca de los monitores de Black Carbon.

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 octubre de 2023.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

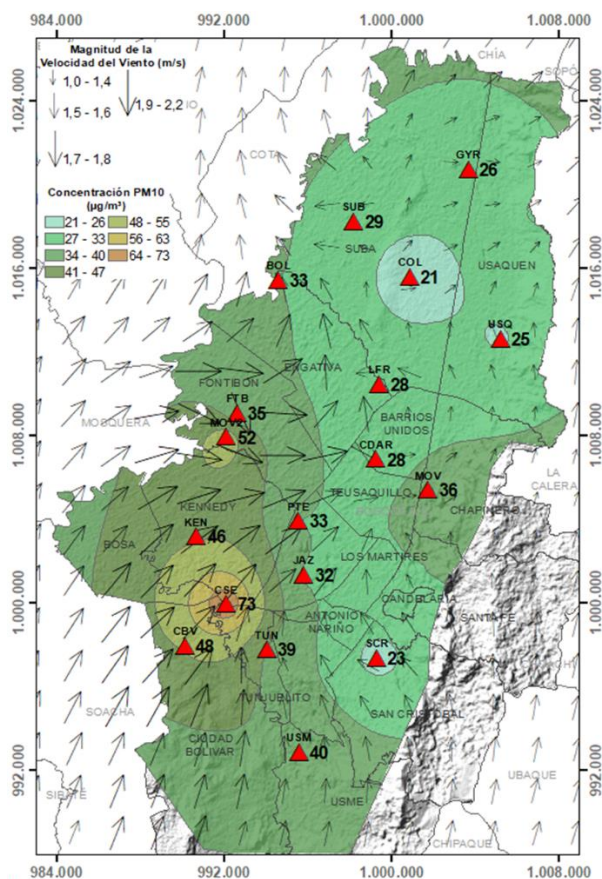


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – octubre 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Carvajal - Sevillana ($72.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el occidente en Móvil Fontibón ($52.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina ($21.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el suroriente en San Cristobal ($22.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a $96.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Carvajal – Sevillana y a $79.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Tunal; estas sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En el mes se registraron en total veinte (20) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, dieciséis (16) en Carvajal - Sevillana, tres (3) en Móvil Fontibón y una (1) en Tunal, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀. En la estación MinAmbiente (61%) se presentaron fallos con el equipo, lo que provocó datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

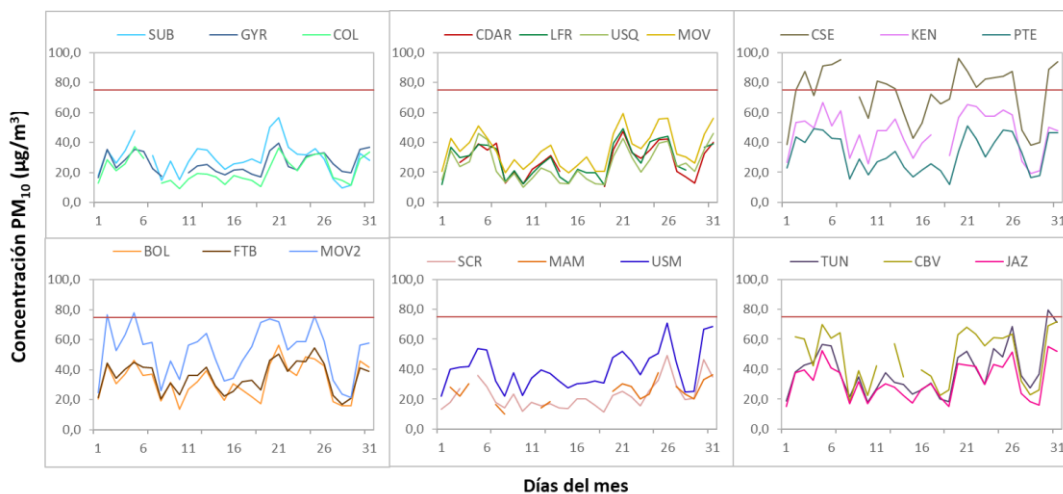


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo - octubre 2023

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

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

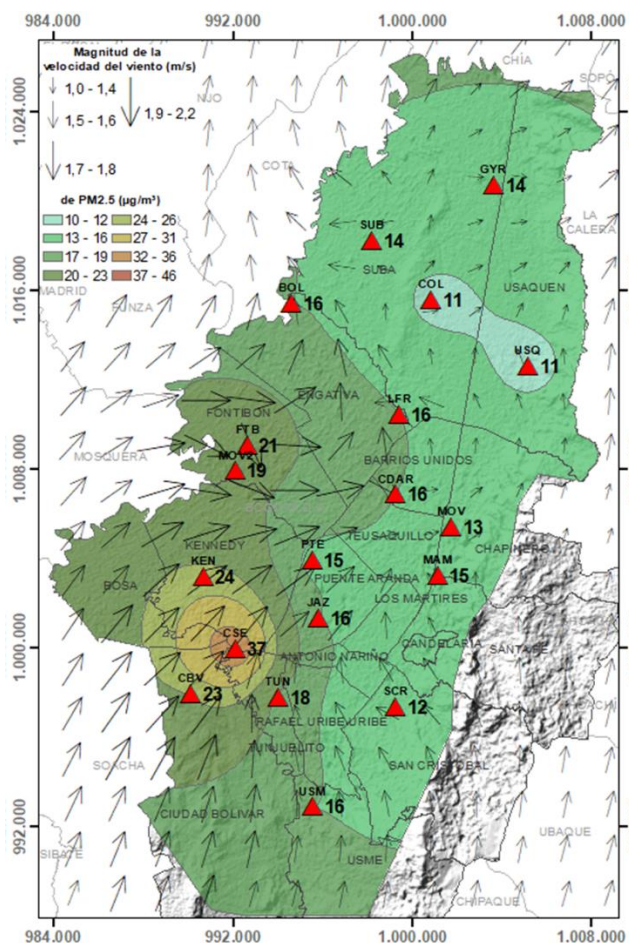


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – octubre 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en la Carvajal - Sevillana ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en Kennedy ($23.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Colina ($11.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Usaquén ($11.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas del mes corresponden a $54.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Carvajal - Sevillana y $45.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Ciudad Bolívar; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En el mes se registraron diecinueve (19) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, dieciséis (16) en Carvajal – Sevillana y una (1) en Ciudad Bolívar, Kennedy y Tunal, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5}. En todas las estaciones se presentó un porcentaje de representatividad mayor al 75%.

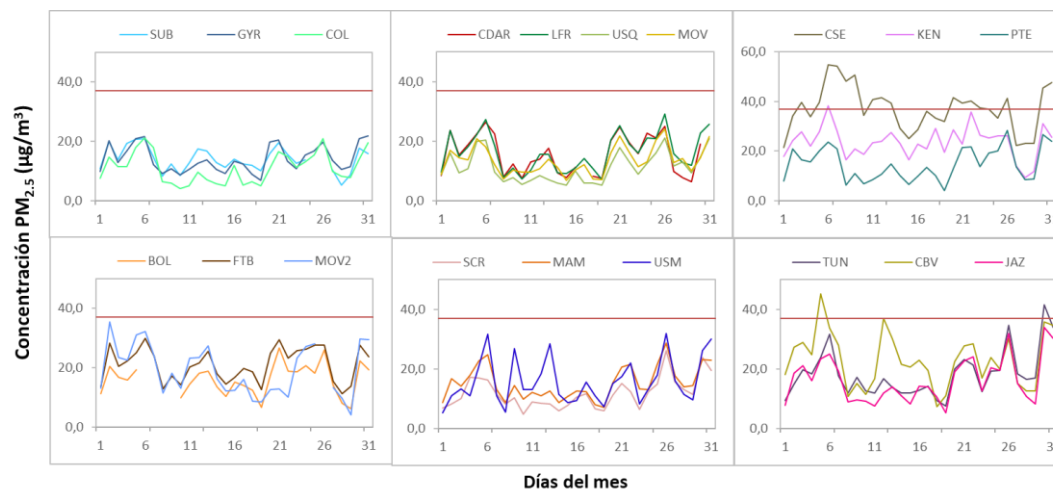


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – octubre 2023

	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 octubre de 2023. 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, 10 y 29 de octubre. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 2, 21 y 26 de octubre que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 5, 9 y 28 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 5 y el 9 se evidencia un aumento considerable en el material particulado, ya que la velocidad del viento disminuye, pero el 28 la velocidad del viento aumentó y se bajaron las concentraciones de material particulado.

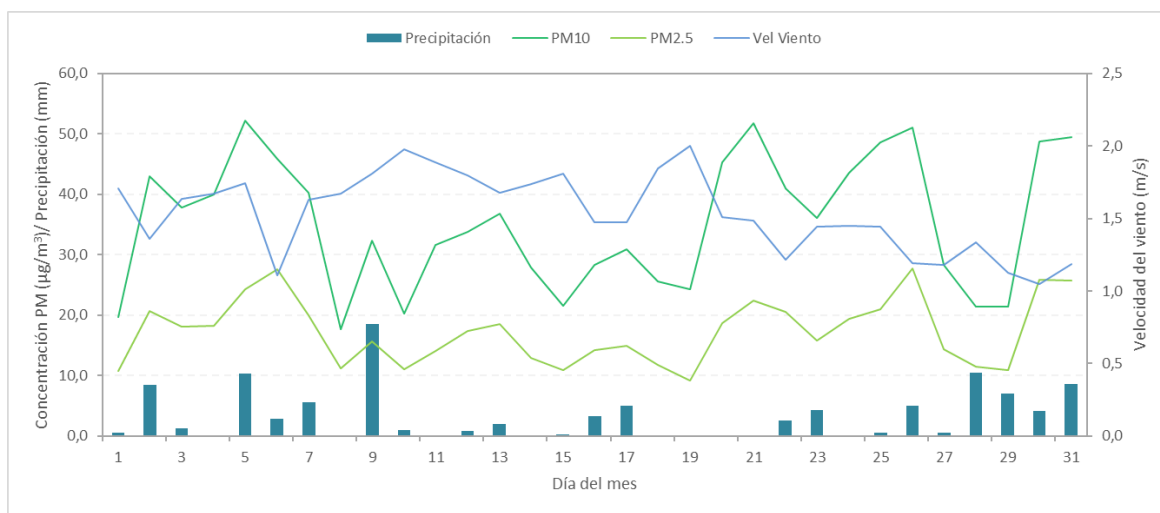


Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – octubre 2023

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 octubre de 2023 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.

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

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

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 3 y el 30 de octubre y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral el 7 y el 31 de octubre.

TUNAL

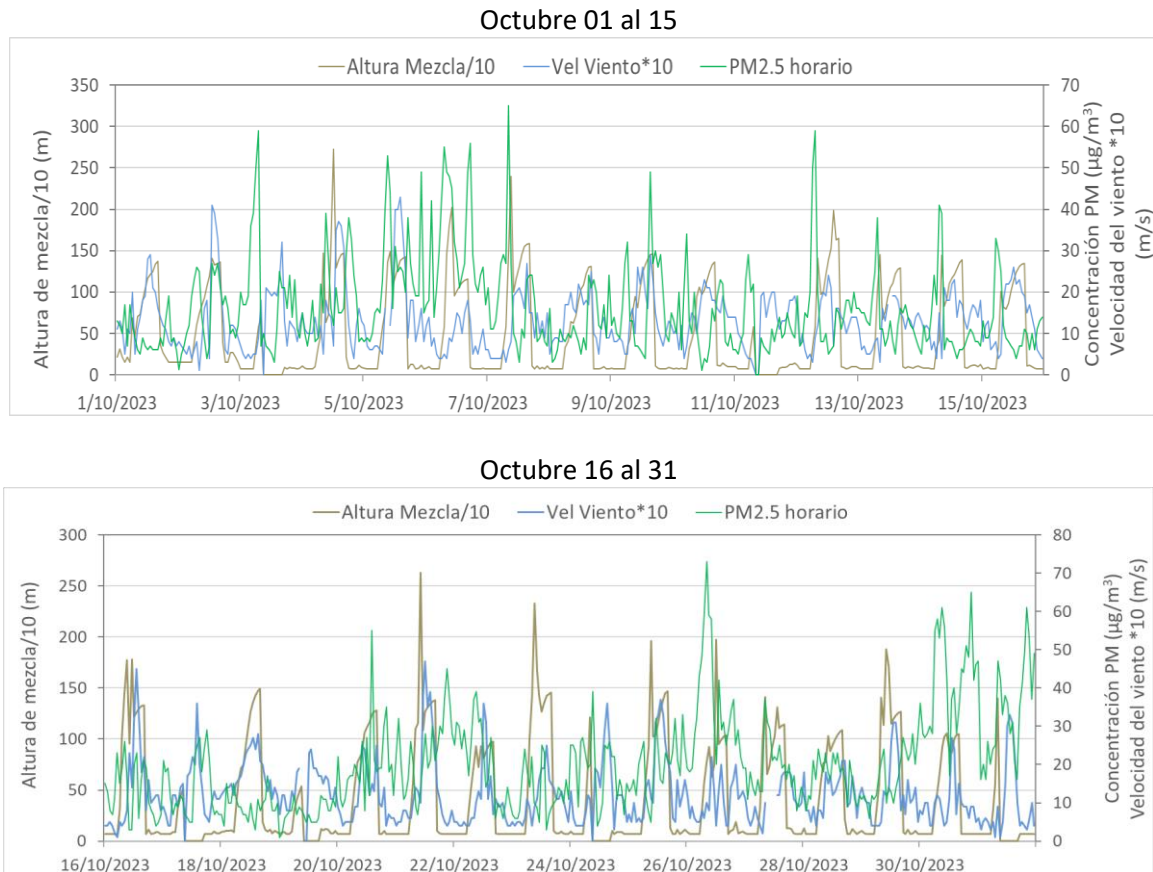


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Tunal - octubre 2023

	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

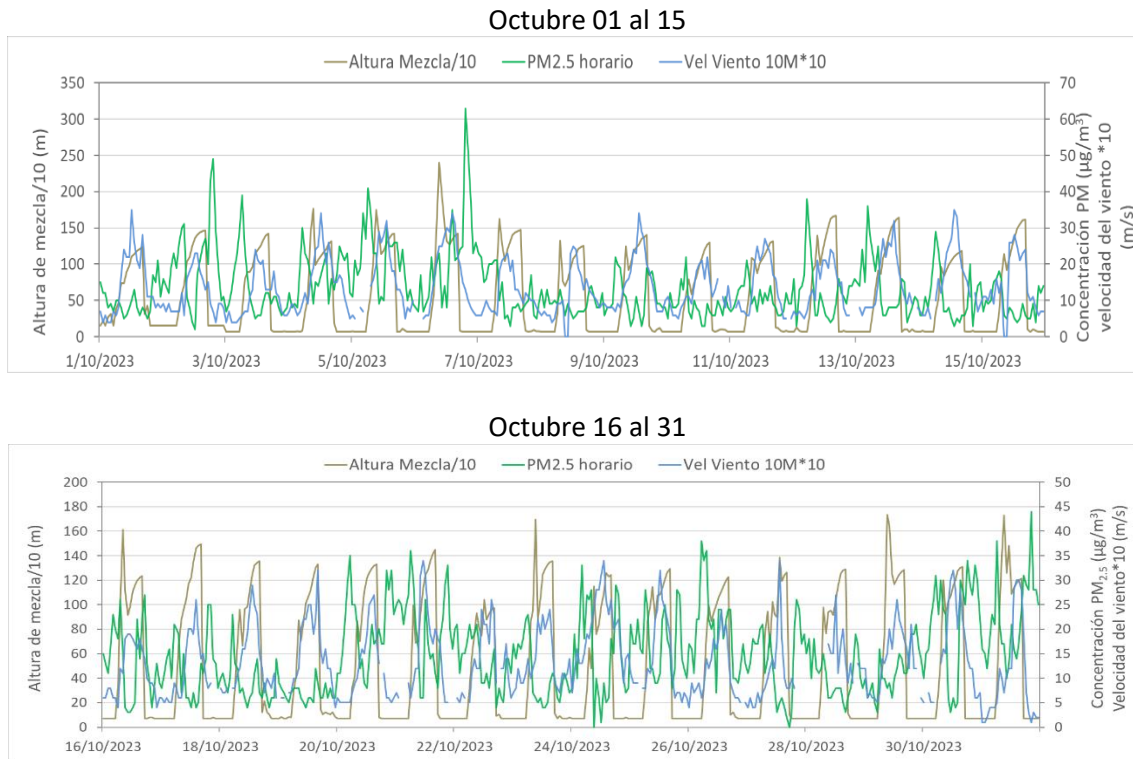


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral - octubre 2023

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

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

En la Figura 9 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de octubre de 2023; los valores promedio más altos de NO₂ fueron registrados en Móvil Fontibón, de SO₂ fueron registrados en Bolivia, de CO fueron registrados en Tunal (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de O₃ se evidenció en Usaqué, siendo las zonas occidente, noroccidente, suroriente y norte de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases contaminantes criterio en el mes.

Por otro lado, se registraron dieciséis (16) excedencias de las concentraciones 1h y una (1) excedencia de las concentraciones 24h de SO₂: 50 µg/m³ para datos 24h y 100 µg/m³ para datos 1h. Las demás concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en O₃: 100 µg/m³ para datos 1h, CO: 35000 µg/m³ para datos 1h y 5000 µg/m³ para datos 8h y NO₂: 200 µg/m³ para datos 1h.

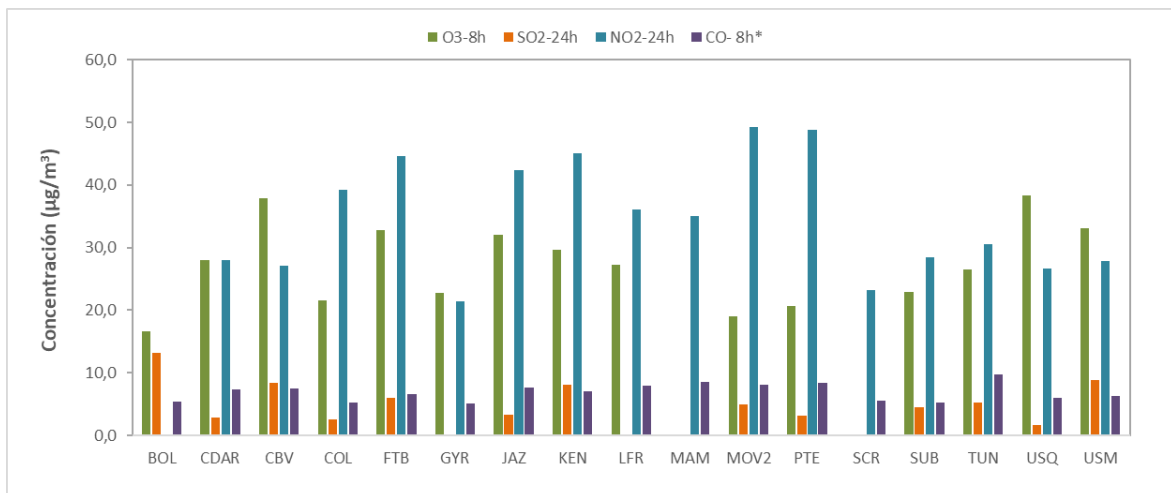


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - octubre 2023

*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

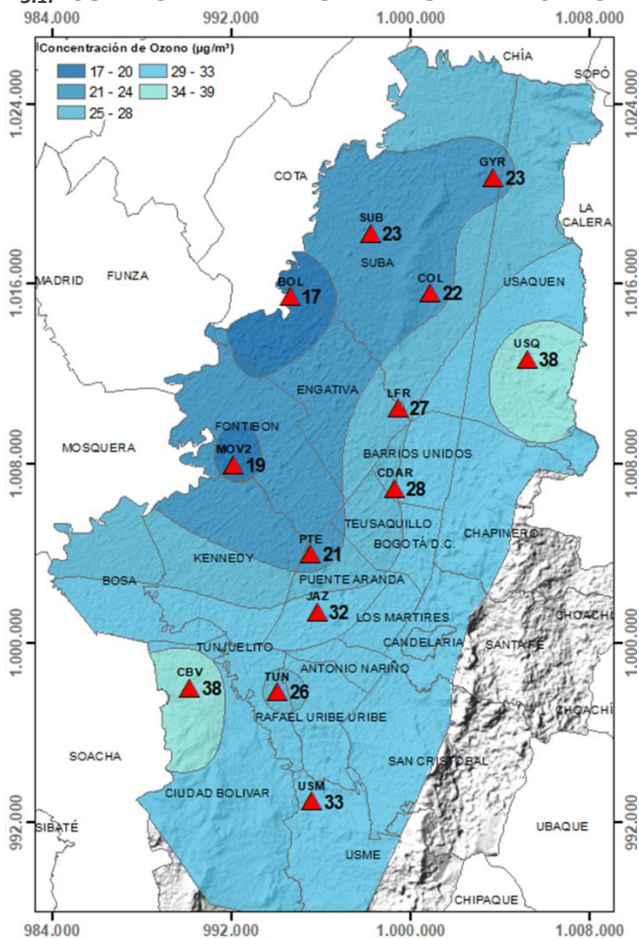


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – octubre 2023

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 octubre de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Ciudad Bolívar. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el occidente y noroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil Fontibón y Bolivia. Las estaciones San Cristóbal (0%), MinAmbiente (0%), Kennedy (57%) y Fontibón (64%), no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en los equipos por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna de operación del equipo y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

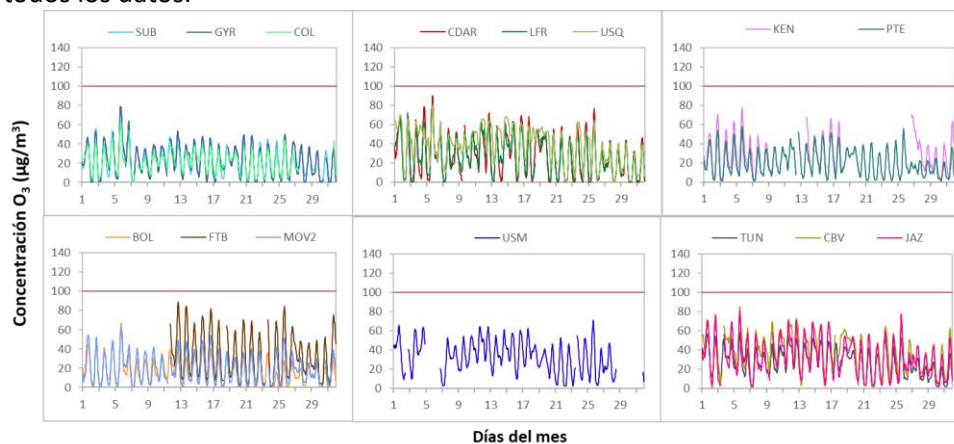


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - octubre 2023

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

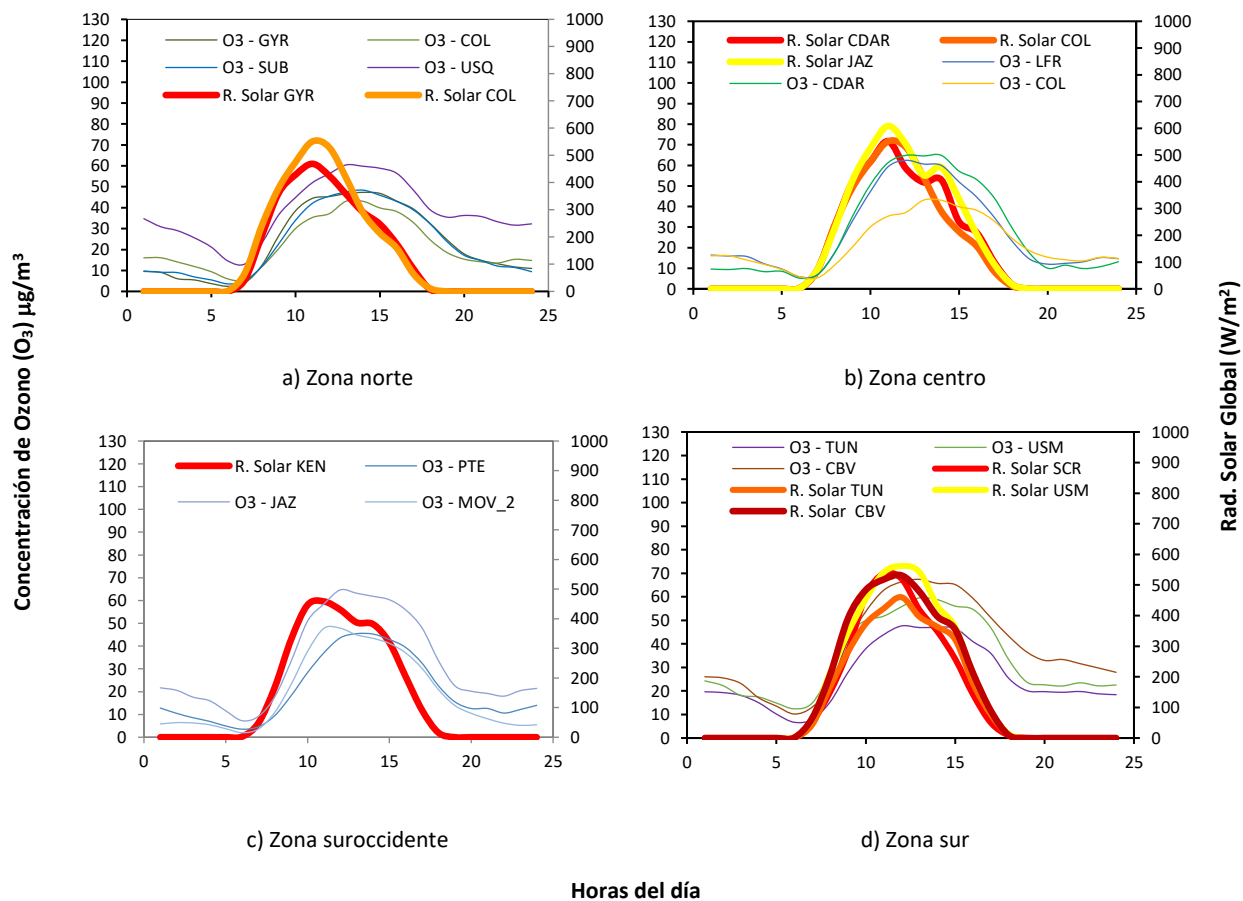


Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O_3 ($\mu g/m^3$) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2) octubre 2023. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

Con el incremento en las precipitaciones, se observa una disminución de las cantidades de radiación solar entrantes en la hora de mayor incidencia, respecto al mes anterior, sobre todo en las zonas centro y sur.

En la zona centro el descenso fue de 616 a 608 W/m^2 y en el sur de 581 a 562 W/m^2 . Con esta ligera reducción de las concentraciones de ozono, no se presentaron variaciones significativas, tales concentraciones fluctuaron entre los 43 y 65 $\mu g/m^3$.

En las zonas restantes se registró un ligero incremento de la radiación solar, pero la variación de las concentraciones de ozono no presentó mayores cambios respecto al mes anterior. En la zona norte se presentó un incremento de 3 $\mu g/m^3$, respecto al mes anterior

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

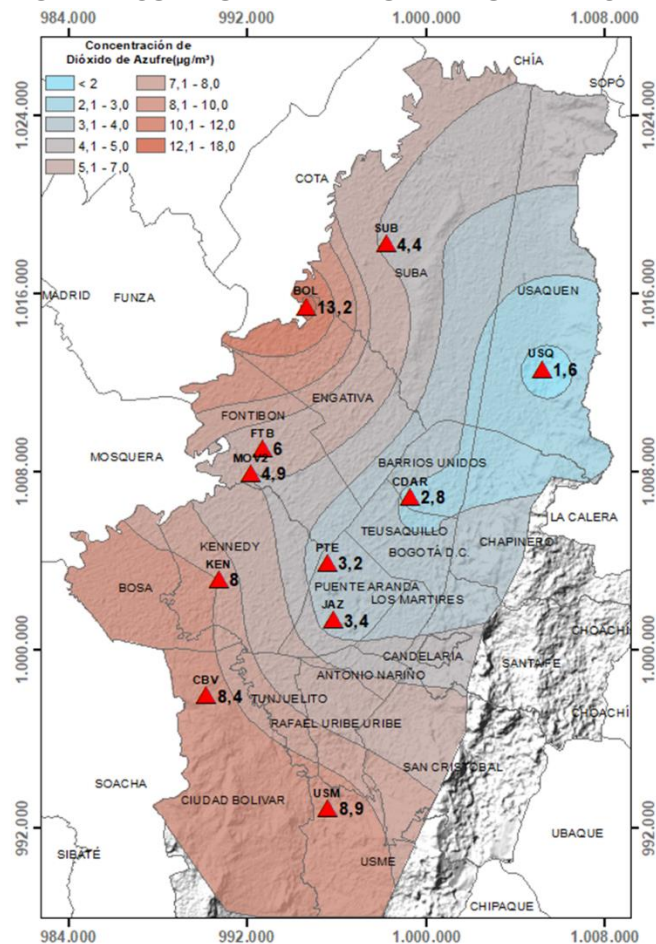


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – octubre 2023

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de octubre de 2023 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el noroccidente y suroriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Bolivia 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 Usaquén y CDAR.

Las estaciones Tunal (45%) y Colina (74%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en los equipos por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna de operación del equipo y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

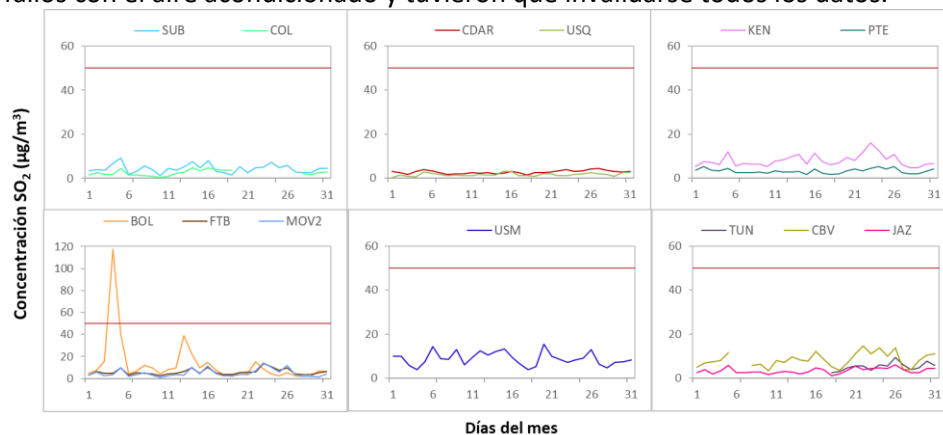


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - octubre 2023

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

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

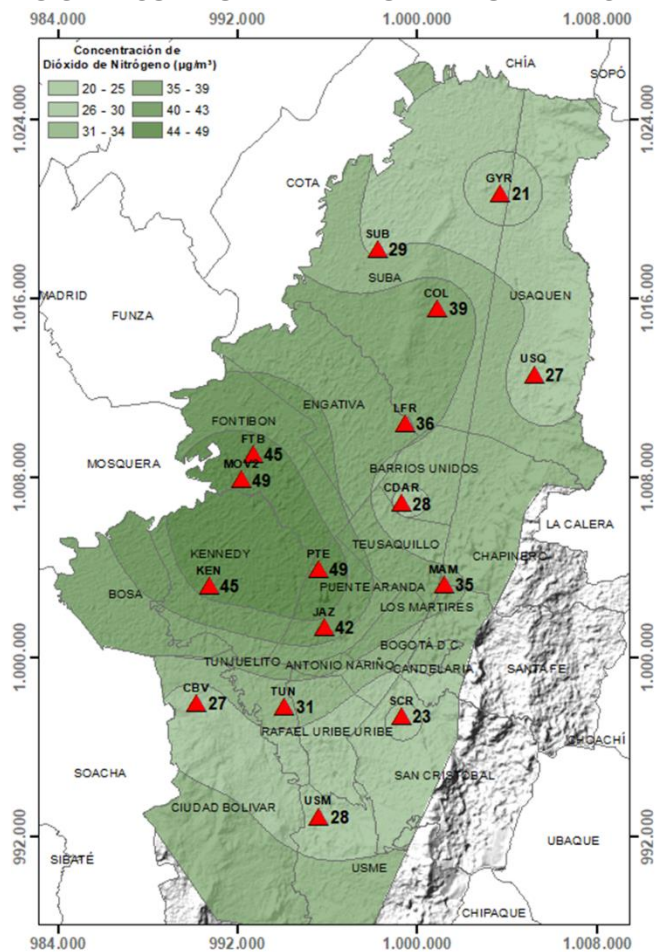


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - octubre 2023

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de octubre de 2023. 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 Móvil Fontibón y Puente Aranda. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y suroriente especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y San Cristóbal.

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

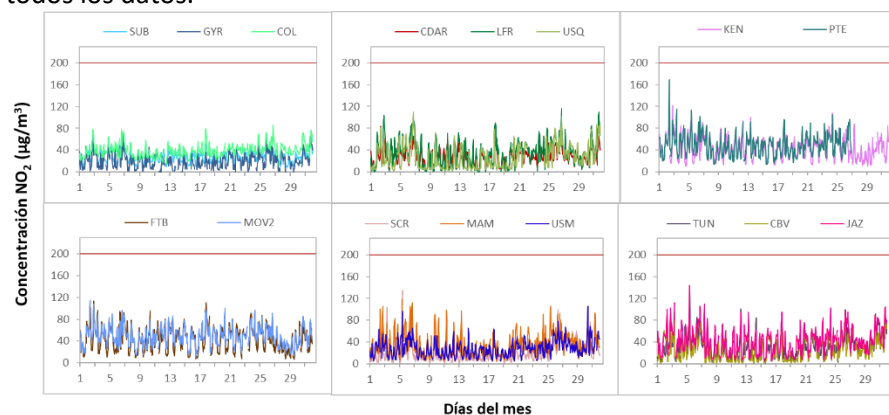


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - octubre 2023

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

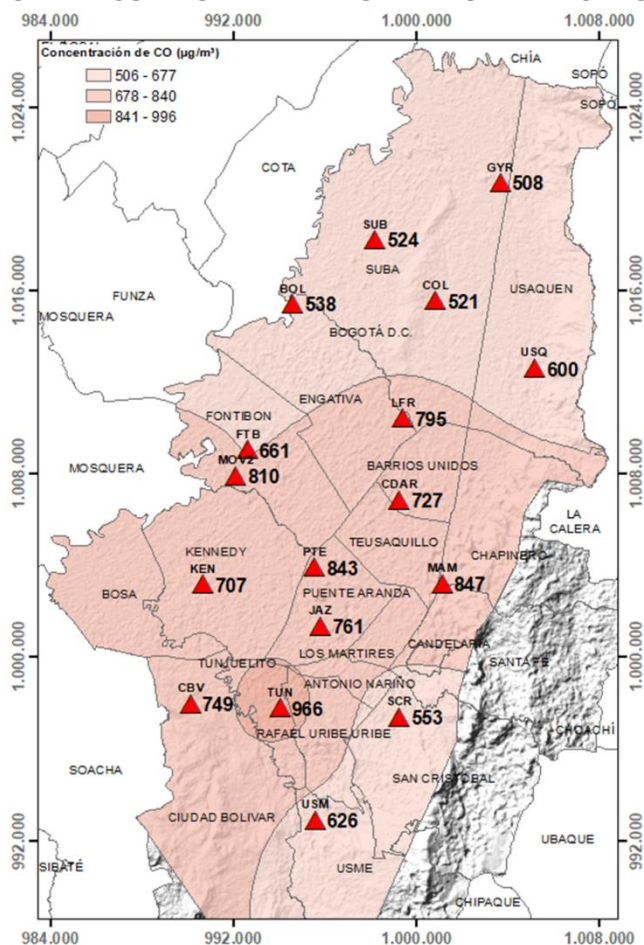


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – octubre 2023

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 octubre de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroriente y centro de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Tunal y MinAmbiente. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Colina.

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.

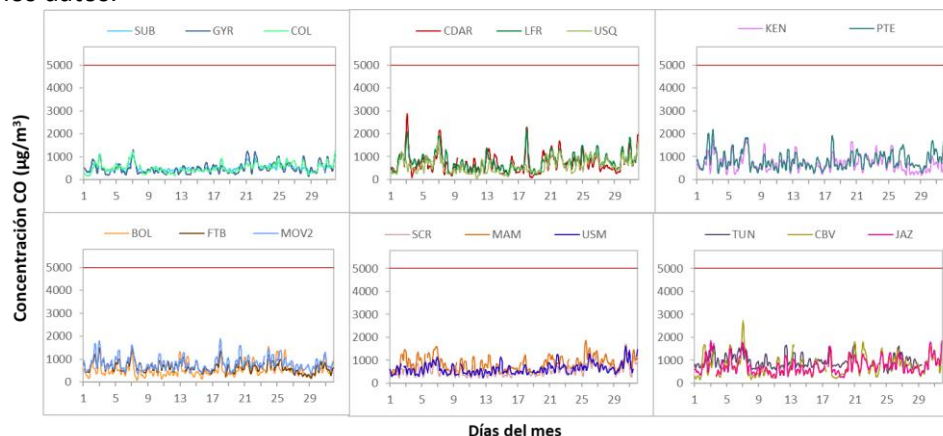


Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - octubre 2023

  	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

En el mes de octubre de 2023 se registraron datos en siete (7) estaciones de la RMCAB, en ellas se alcanzó la representatividad temporal de más del 75% de las concentraciones horarias. La concentración promedio de eBC en la ciudad fue $4.2 \pm 4.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima de eBC se observó el 6 de octubre a las 10:00 am en la estación CDAR con un valor de $36.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones Kennedy, CDAR y Tunal presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de 5.7, 5.4 y $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. La estación Fontibón reportó una concentración intermedia de $4.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y las estaciones que reportaron las menores concentraciones fueron Ciudad Bolívar, Puente Aranda y San Cristóbal con valores de 3.0, 3.0 y $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

A continuación, se presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las zonas de la ciudad. Durante el mes se registraron concentraciones cercanas al promedio de cada estación, excepto el 30 y 31 de octubre en las estaciones Puente Aranda y Tunal, donde se reportaron altas concentraciones de eBC. En Puente Aranda se registraron concentraciones superiores a los $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De forma general, se presentaron las mayores concentraciones de eBC durante la primera semana de octubre como se observa en la Figura 19.

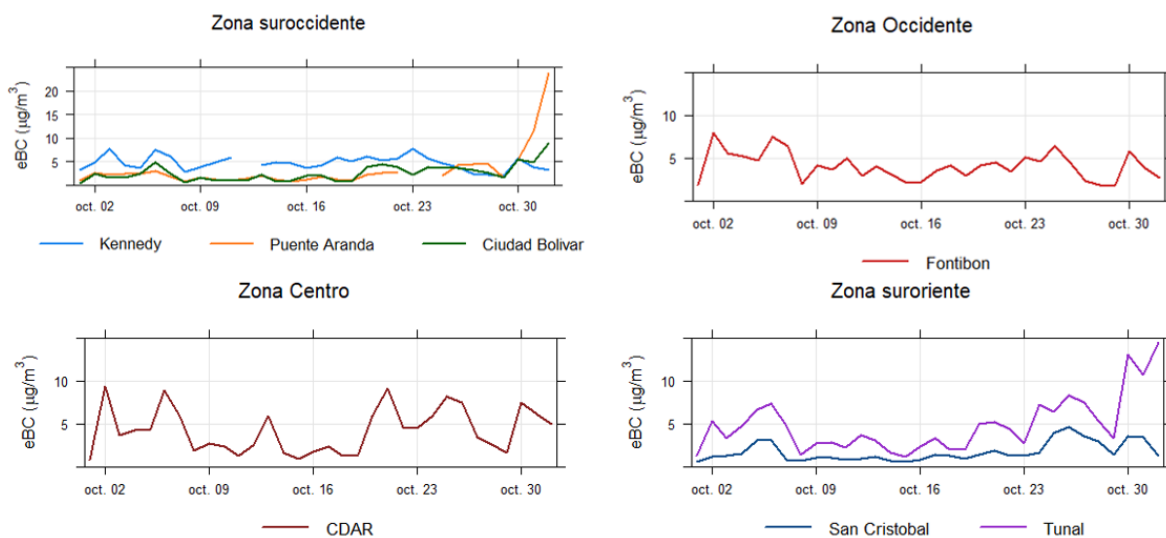


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para octubre de 2023

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

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

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

La estación San Cristóbal mostró altos porcentajes de BC procedentes de quema de biomasa (9%), seguido por las estaciones Ciudad Bolívar (9%) y CDAR (8%). Los días que se presentaron mayores concentraciones de BC se observaron masas de aire procedentes del occidente del país.

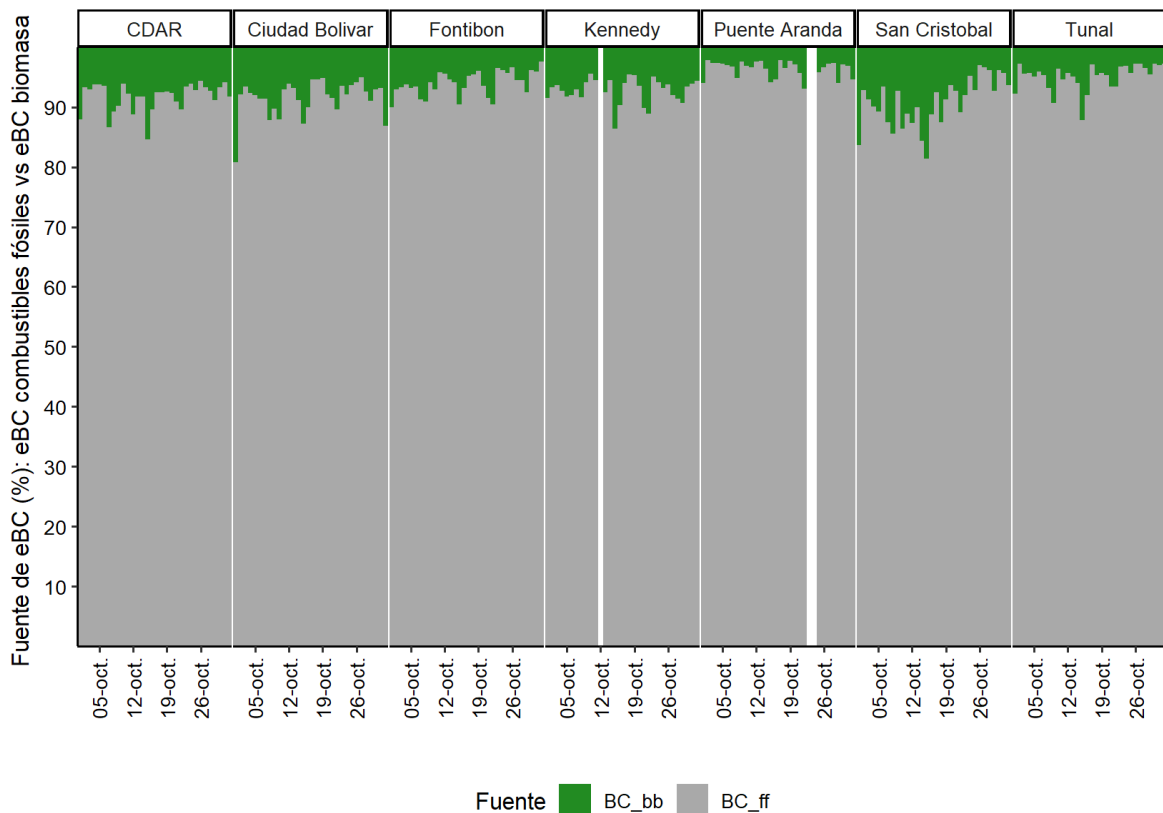


Figura 20. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - octubre de 2023

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

Las concentraciones promedio diarias eBC son presentadas en la Figura 21, donde se observan que los mayores valores diarios de eBC se presentaron los días 6, 26 y 30 de octubre con valores promedio de 7, 5 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.



Figura 21. Calendario de las concentraciones diarias (24h) promedio de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el mes de octubre de 2023

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 y se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un tiempo de exposición determinado, sin embargo, puede ser calculado para cada contaminante prioritario con el fin de establecer su magnitud.

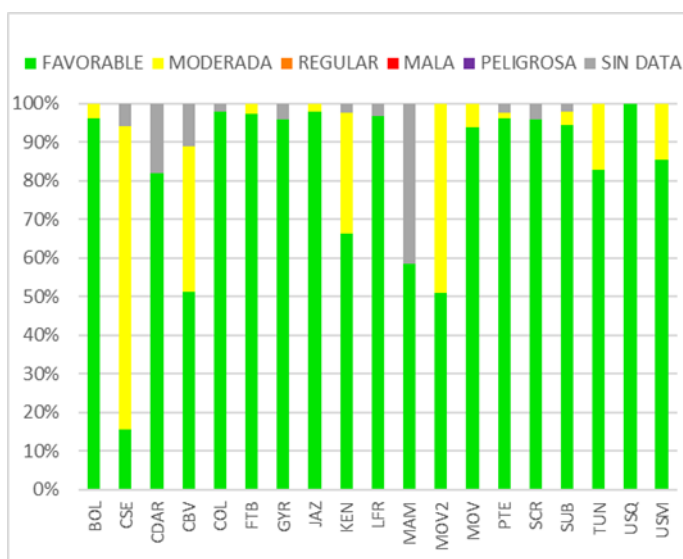


Figura 22. IBOCA para PM₁₀ por estación – octubre 2023

La Figura 22 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo registrados durante el mes de octubre del 2023. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando un 100% en Usaquéen. En la estación Carvajal - Sevillana y Móvil Fontibón se registró un porcentaje considerable para la condición “moderada” con valores de 79% y 49% respectivamente.

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

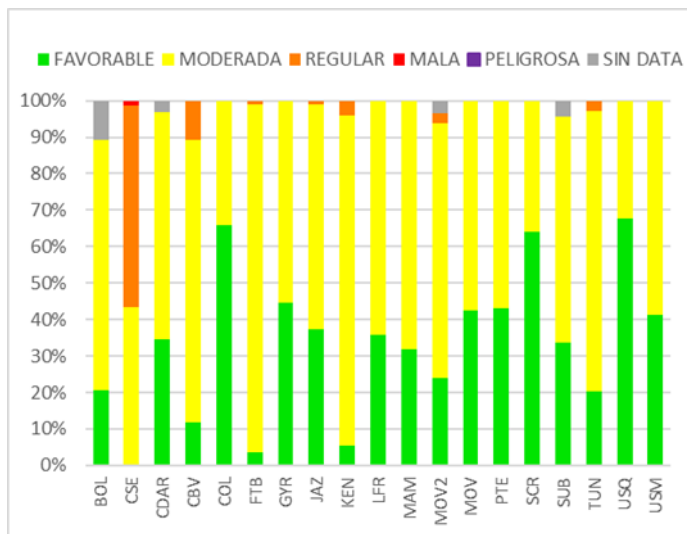


Figura 23. IBOCA para PM_{2.5} por estación – octubre 2023

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 para la mayoría de las estaciones predominó la condición “moderada”, excepto para las estaciones del norte de la ciudad donde la condición “favorable” predominó registrando para Usaquén un valor de 68% y para Colina un valor de 66%. Adicionalmente, se observó la condición “regular” en las estaciones Carvajal – Sevillana (55%), Ciudad Bolívar (11%), Kennedy (4%), y Móvil Fontibón y Tunal (3%).

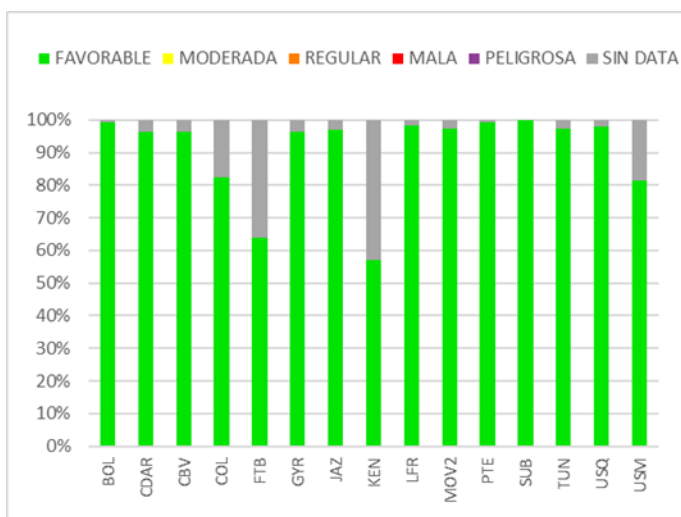


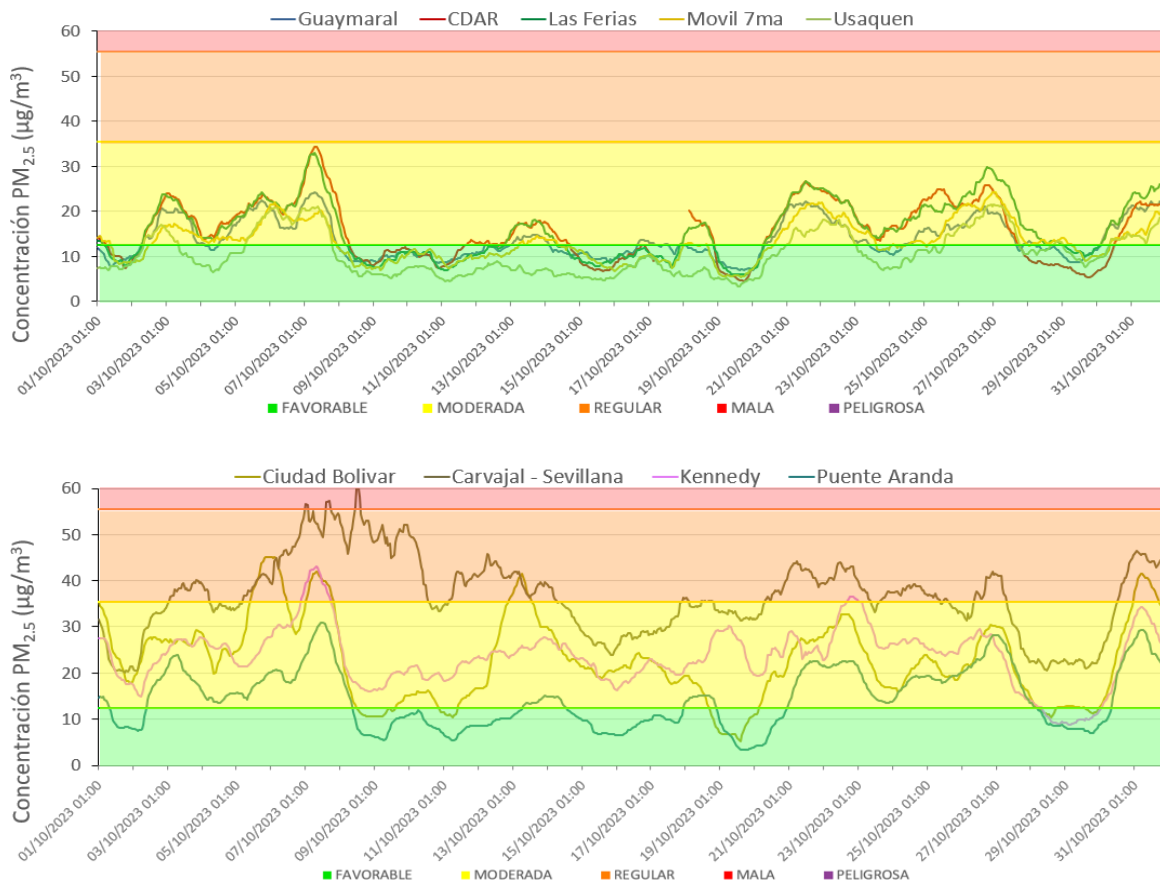
Figura 24. IBOCA para O₃ por estación – octubre 2023

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 octubre 2023. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones, cabe resaltar que la estación San Cristóbal no registró datos ya que el equipo de monitoreo salió de servicio por fallos.

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

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 octubre del 2023. Se observó para la mayoría de las estaciones condiciones “moderadas” de calidad de aire que prevalecieron durante todo el mes y para el suroccidente de la ciudad se alcanzaron condiciones “regulares”, lo cual puede ser atribuido principalmente a los 21 eventos relacionados a incendios forestales, estructurales, vehiculares, pastizales y quemas de residuos en la ciudad de Bogotá presentados y condiciones meteorológicas a causa de procesos de inversión térmica.



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

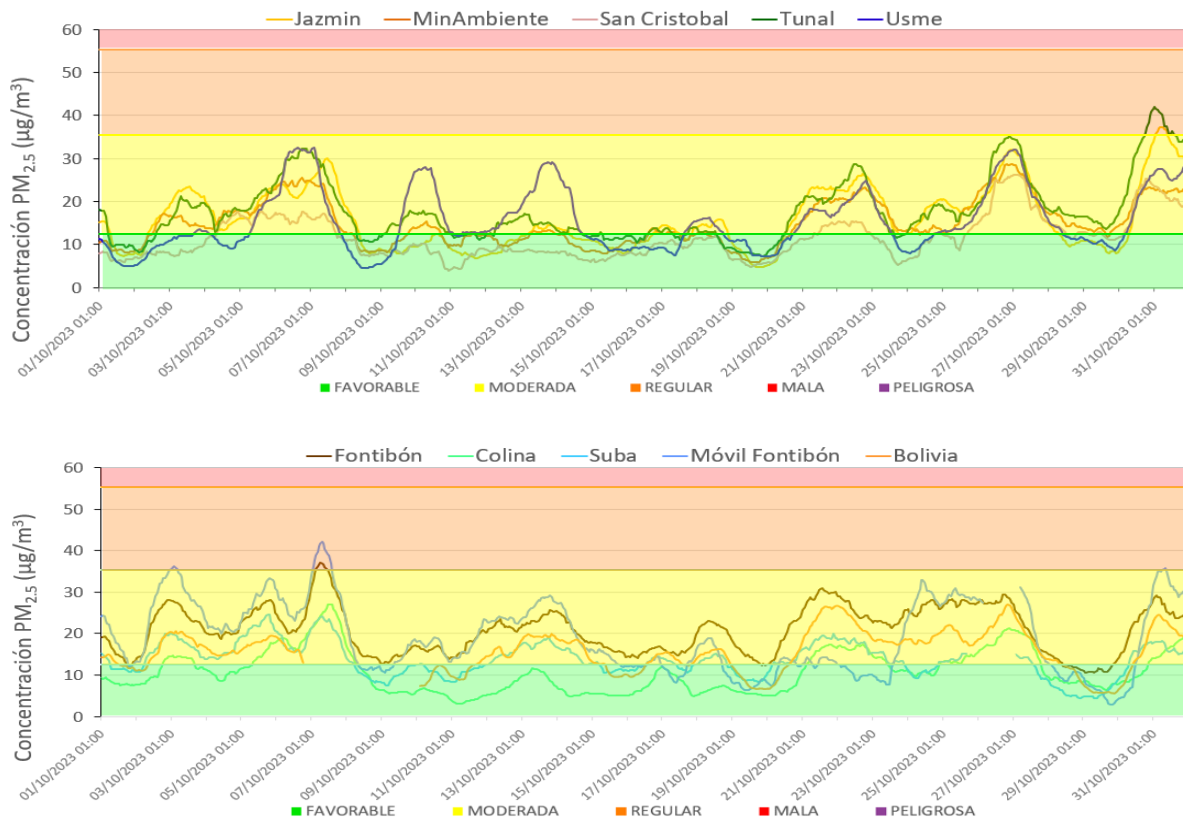


Figura 25. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} octubre 2023

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de octubre de 2023, 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

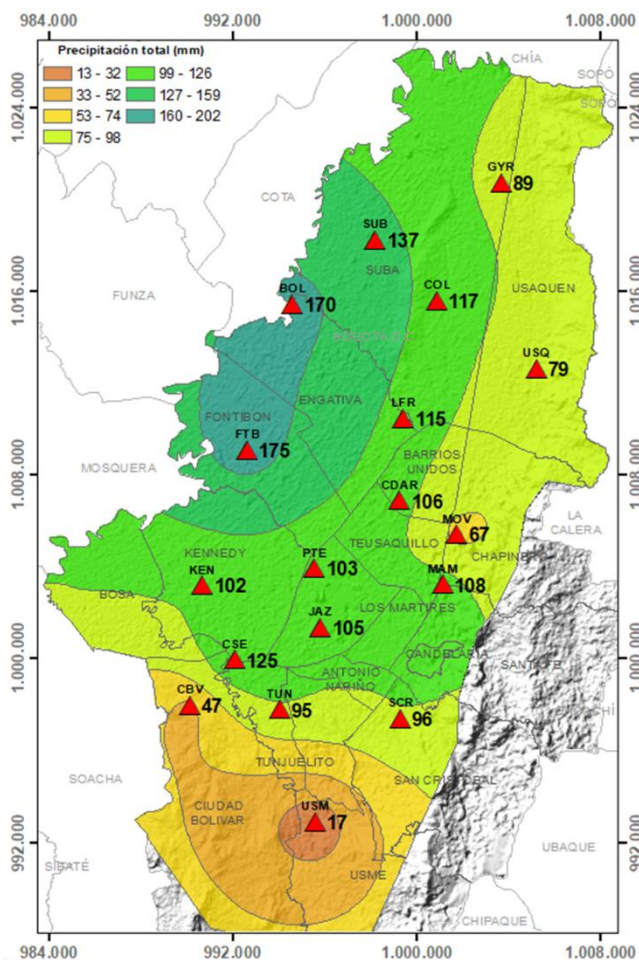


Figura 26. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – octubre 2023

El mes de octubre es uno de los meses más lluviosos del segundo periodo de lluvias de la ciudad. Normalmente las mayores precipitaciones se distribuyen a lo largo de los cerros orientales donde se propicia la convección forzada de vientos cargados de humedad provenientes del valle del Magdalena, sin embargo, para el mes de octubre se observa una distribución atípica. Esta distribución se asocia a lluvias de tipo advectivos (transporte horizontal), que al parecer predominaron hacia el flanco occidental de la ciudad como se registró en las estaciones Fontibón, Bolivia y Suba.

Los acumulados de precipitación para la fecha, fueron inferiores a los registrados en condiciones normales con el episodio El Niño. Comparado con el mes de octubre del año anterior, se observa una notable reducción de hasta el 50% en algunas estaciones, esta reducción debió afectar la reducción de los contaminantes particulados y gaseosos por lavado atmosférico. Ver Figura 26.

El número de días con lluvia fue de entre 15 a 25 días, pero su intensidad fue baja, de lo que se deduce una baja contribución de las lluvias a la reducción de las concentraciones de contaminantes. Ver Figura 27.

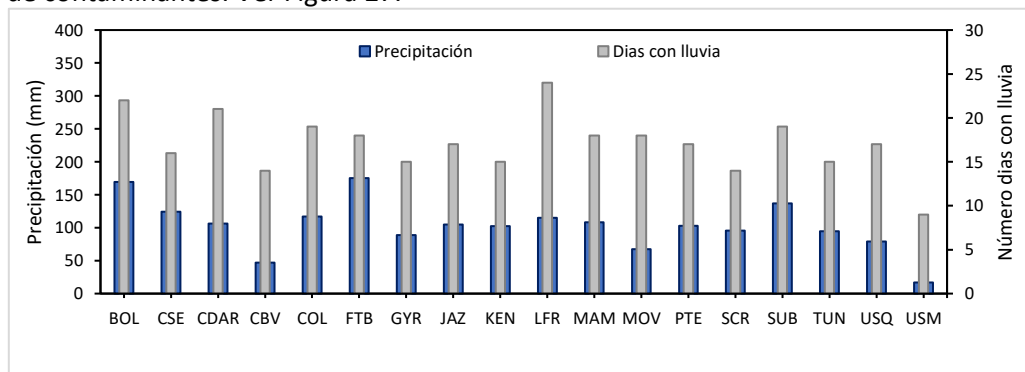


Figura 27. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – octubre 2023

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

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

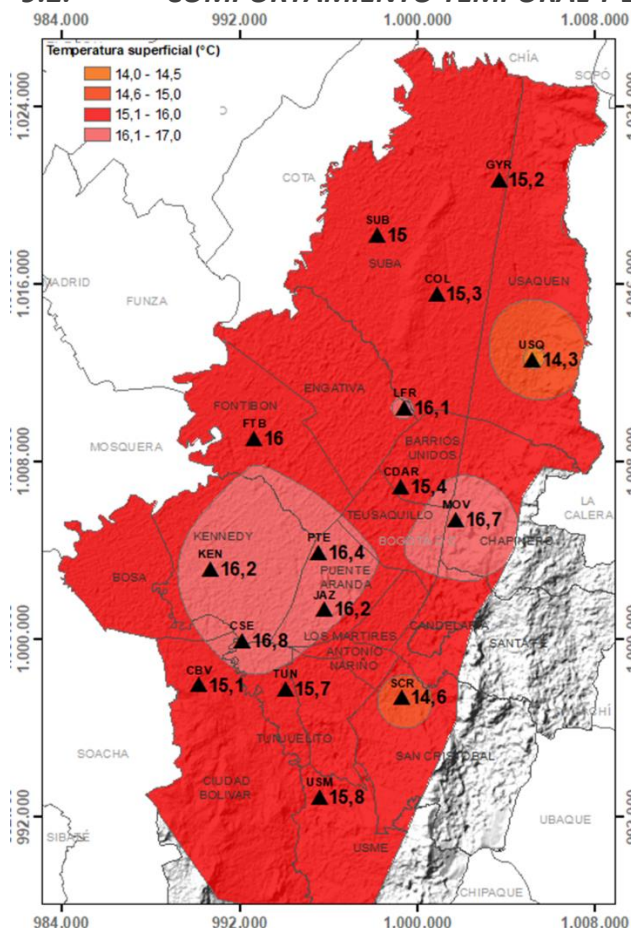


Figura 28. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – octubre 2023

Otro aspecto que evidencia la influencia del fenómeno El Niño, son las altas temperaturas registradas para un mes típicamente lluvioso. Durante el mes de octubre se observa un incremento en la temperatura media superficial al suroccidente y centro oriente de la ciudad, con valores medios de entre los 16 a los 17 °C. Ver Figura 28.

En cuanto a las máximas absolutas, estas se registraron en las estaciones Tunal (27.9 °C), Suba (26.5 °C), Kennedy (26.1 °C), Las Ferias (25.8 °C), Móvil (25.5 °C) y Carvajal-Sevillana (25.1 °C). Las mínimas absolutas en las estaciones Tunal (6.2 °C), Guaymaral (7.2 °C), CDAR (6.2 °C) y Suba (6.4 °C). Ver Figura 29.

Las mayores amplitudes térmicas que favorecieron el ascenso y mezcla turbulenta, así como la difusión de los contaminantes en la ciudad, se presentaron en las estaciones Suba (21.7 °C), San Cristóbal (18.4.0 °C) y Guaymaral (17.6 °C).

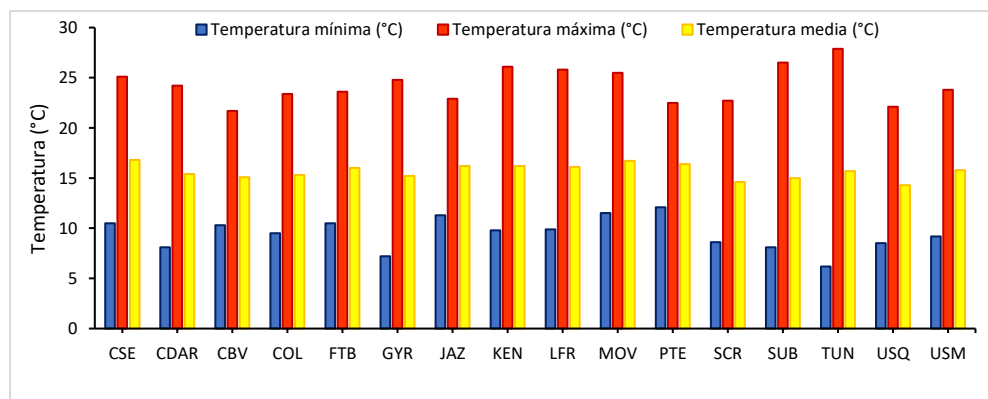


Figura 29. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – octubre 2023

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

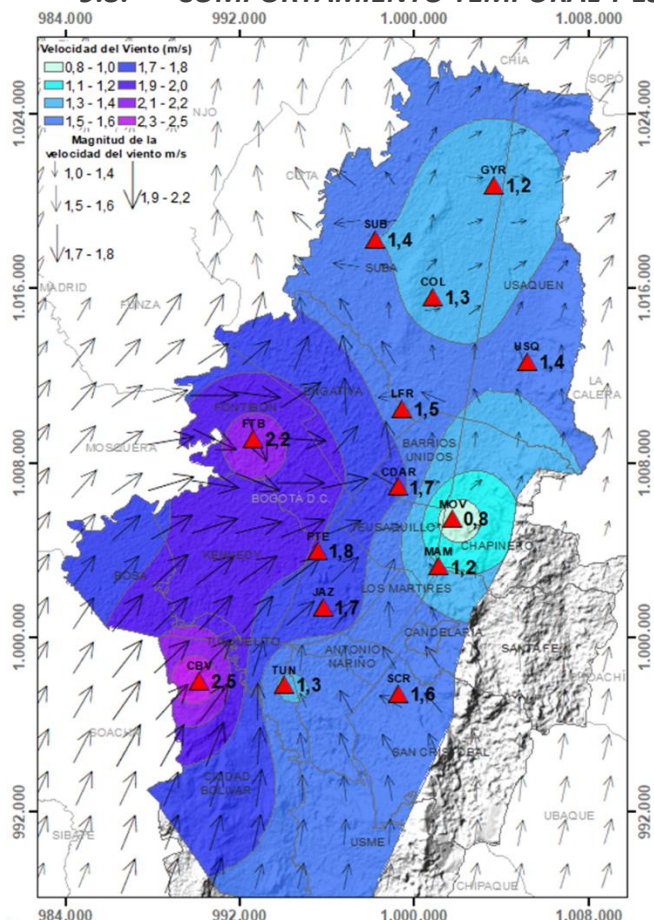


Figura 30. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – octubre 2023

A diferencia del mes anterior, en octubre el flujo de los vientos tuvo la contribución de vientos del occidente característicos de esta época, pero además la contribución del sur y suroccidente. Posiblemente, la confluencia de vientos pudo limitar el proceso de convección forzada determinada por la interacción de los vientos del occidente con los cerros orientales. Otro aspecto que pudo haber influenciado, es el de la reducción en el contenido de humedad de la atmósfera y las condiciones de estabilidad poco favorables para la formación de nubes de tipo convectivo. Ver Figura 30.

Las velocidades medias del viento, en la mayoría de las estaciones del suroccidente mostraron una ligera reducción respecto al mes anterior con una diferencia aproximada de 0.3 m/s. Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia occidente de la ciudad representadas por las estaciones Fontibón (7.9 m/s), Ciudad Bolívar (7.8 m/s), MinAmbiente (6.0 m/s) y Jazmín (5.1 m/s). Ver Figura 31.

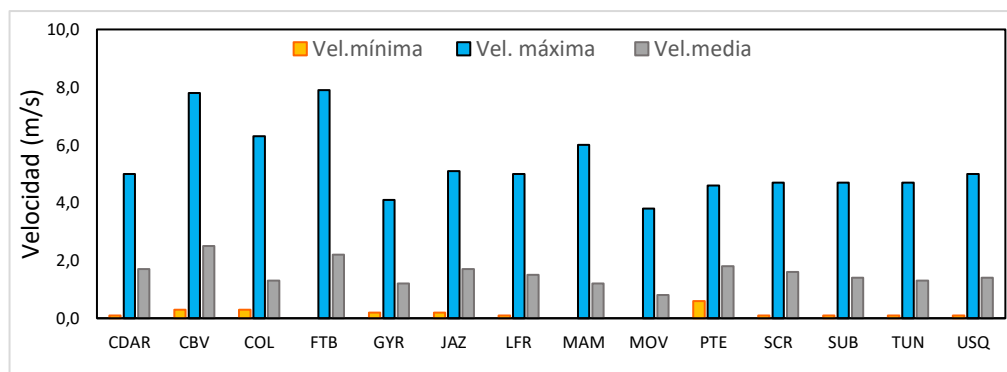


Figura 31. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – octubre 2023

	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 suroccidente, y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal – Sevillana, Kennedy y Móvil Fontibón mientras que los menores valores se observaron en las zonas norte y suroriente, en el área de influencia de Colina, Usaquén y San Cristóbal. Carvajal - Sevillana tuvo el promedio mensual más alto de PM_{10} ($72.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y de $PM_{2.5}$ ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$); se registraron en total veinte (20) excedencias de PM_{10} y diecinueve (19) excedencias de $PM_{2.5}$ en el mes.
- Con respecto a los gases, Tunal registró el promedio más alto de CO ($966.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Móvil Fontibón en NO_2 ($49.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Bolivia de SO_2 ($13.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Usaquén de O_3 ($38.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el mes. Se registraron dieciséis (16) excedencias de las concentraciones 1h y una (1) de las concentraciones 24h de SO_2 .
- En octubre de 2023 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en las estaciones Kennedy, CDAR y Tunal presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de 5.7, 5.4 y $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. El aporte principal de Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones son Puente Aranda, Tunal, Fontibón y Kennedy. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente en San Cristóbal, Ciudad Bolívar y CDAR.
- Con respecto al índice IBOCA en octubre de 2023, para las concentraciones registradas de $PM_{2.5}$ se observó una predominancia de la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, excepto para las estaciones del norte de la ciudad donde la condición “favorable” predominó. Las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se observaron en la segunda y cuarta semana del mes.
- El mes de octubre es uno de los meses más lluviosos del segundo periodo de lluvias de la ciudad, sin embargo, se observó una distribución atípica. Las mayores precipitaciones se registraron en las estaciones Fontibón (175 mm) y Bolivia (170 mm). En todas las estaciones de la ciudad se registraron más de cinco (5) días de lluvia.
- En el mes de octubre se observó un incremento en la temperatura media superficial al suroccidente y centro oriente de la ciudad. Carvajal - Sevillana tuvo el mayor promedio mensual con 16.8°C y Usaquén registró el menor valor de temperatura mensual con 14.3°C . Los mayores registros máximos absolutos se observaron en Tunal (27.9°C) y Suba (26.5°C).
- En octubre de 2023 el flujo de los vientos tuvo la contribución de vientos del occidente, característicos de esta época, pero además contribución del sur y suroriente. Las velocidades promedio mensuales más altas se observaron en Ciudad Bolívar con 2.5 m/s y Fontibón con 2.2 m/s. Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia el occidente.

  	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	
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
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
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	GYR	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
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	
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
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				
Móvil Fontibón	MOV2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Carrera. 98 #16 B50	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
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	
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				
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			
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Vecindario	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D50 Sur	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 2023 (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. Tecnologías de medición automática continua de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia U.S. E.P.A.

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	L
		EQPM-0404-151	
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0515-225	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0981-054	C
		RFCA-1093-093	
		RFCA-0915-228	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

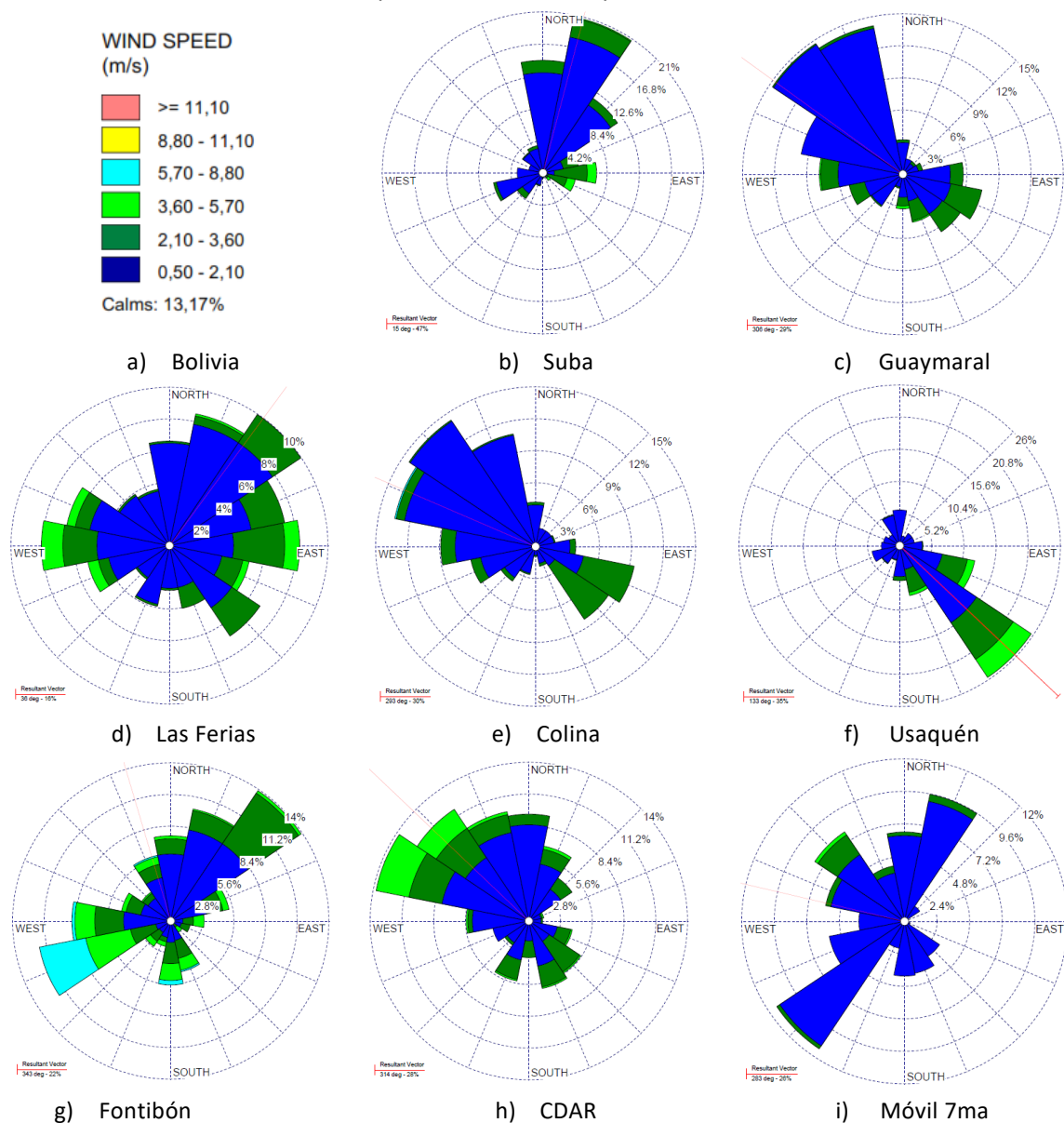
¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2022. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-12/List_of_FRM_and_FEM.pdf

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

11.3. ROSAS DE LOS VIENTOS

En la Figura 32 se presentan las rosas de los vientos, que complementan la descripción del comportamiento de los vientos durante el mes de octubre. Dichas rosas informan acerca de la frecuencia y magnitud de los vientos durante el periodo analizado, en las diferentes direcciones que ocurrieron, así como el vector resultante (en línea roja), que representa la dirección de donde provienen los vientos en cada una de las estaciones.

Los vientos con mayor persistencia se registraron al suroccidente, sur y suroriente de la ciudad, como predominantemente ocurre para esta fecha del año. Así las cosas, en el sector San Cristóbal predominaron los vientos del sur oriente con un 46%, Usaquéen con 26% y Tunal con 21%. Se presentan las estaciones con una representatividad temporal de mínimo 75%.



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

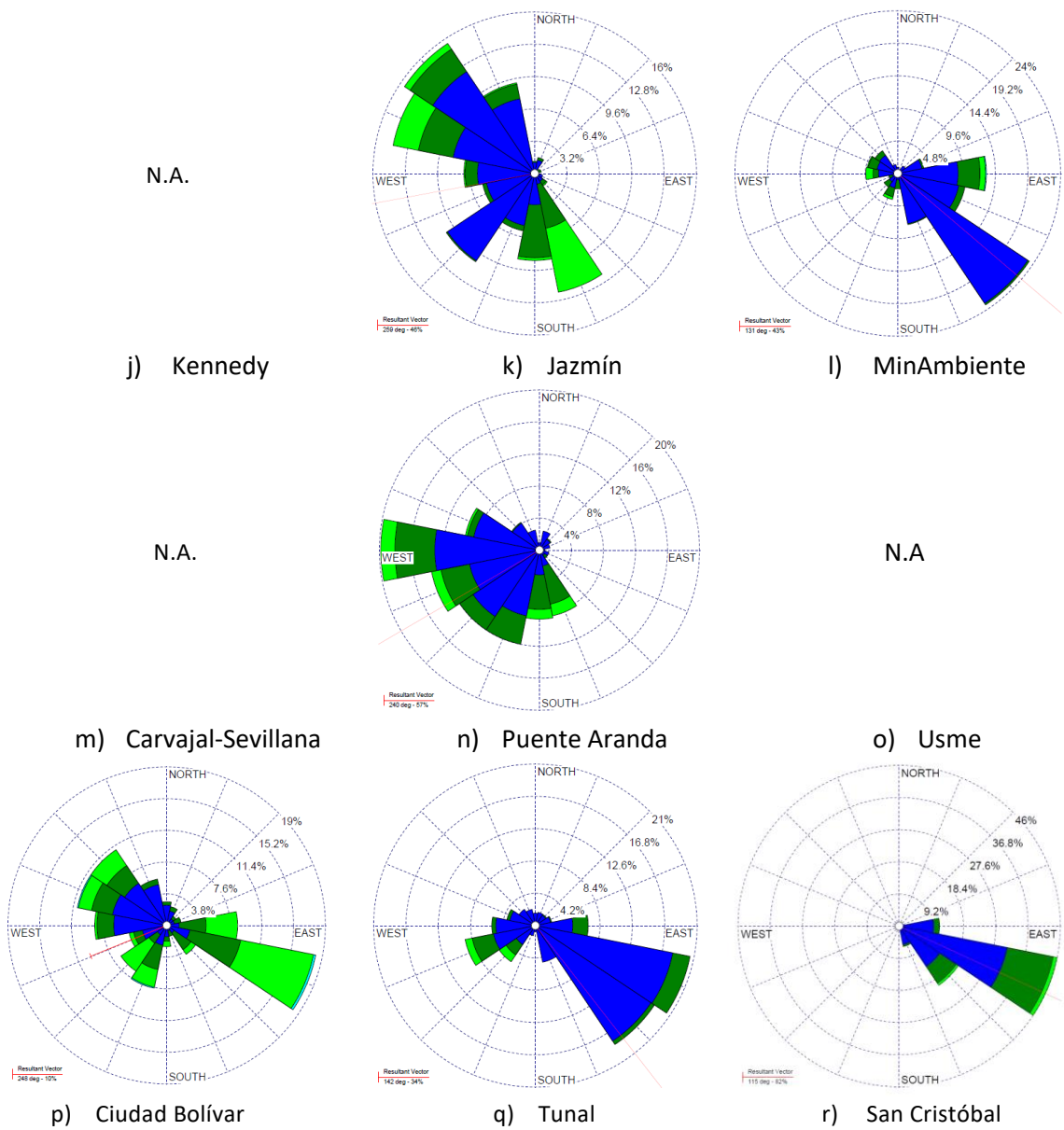


Figura 32. Rosas de los vientos – octubre de 2023

  	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 31 de octubre de 2023.
- ✓ 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:

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

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. 2023IE310196 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