

Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá

Mayo 2022


Estación San Cristóbal

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
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: 2



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Claudia Nayibe López Hernández
Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C.

Carolina Urrutia Vásquez
Secretaria Distrital de Ambiente

Julio Cesar Pulido Puerto
Subsecretario General y de Control
Disciplinario

Camilo Alexander Rincón Escobar
Director de Control Ambiental

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

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

Luis Álvaro Hernández González
Líder Técnico de la RMCAB

Ana Milena Hernández Quinchara
María Camila Buitrago Jiménez
Lady Mateus Fontecha
Profesionales Especializados del SATAB

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

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

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

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 mayo de 2022 se tuvieron diecisiete (17) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y siete (7) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras $PM_{2.5}$. En cuanto a las concentraciones 1h de dióxido de azufre SO_2 se registró una (1) excedencia, de las concentraciones 1h de dióxido de nitrógeno NO_2 se registró una (1) excedencia, de las concentraciones 8h del monóxido carbono CO se registraron diez (10) excedencias y de las concentraciones 8h de Ozono O_3 no se registraron excedencias a la normatividad.

En el mes de mayo se evidenció un ascenso significativo en las concentraciones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y en las concentraciones de los gases CO , SO_2 y NO_2 , en la mayoría de las estaciones. Respecto al O_3 , en la mayoría de las estaciones se presentó un descenso respecto a las concentraciones registradas en abril y no se presentaron excedencias en este contaminante.

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 las estaciones en este mes no se vio afectada por valores significativos de desviación estándar y/o de temperatura interna.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, se precisa que junto a la estación Las Ferias se ubica un parqueadero que, por causa de las emisiones de fuentes móviles, pudo incidir en los registros de concentración de material particulado y gases en dicha estación, especialmente en las horas pico de la ciudad por ingreso y egreso de vehículos.

Finalmente, como novedad durante el mes, se realizó el cargue de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio de los meses de enero, febrero y marzo y se inició el procesamiento del mes de mayo para cargue al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAI. También, el grupo operativo de campo de la RMCAB reanudó los mantenimientos rutinarios en los equipos y sensores de la estación Carvajal – Sevillana, debido a que se otorgó la autorización de acceso a la estación por parte de las directivas del predio en el que se ubica la estación. Por otro lado, se trasladó el equipo de Black Carbon de la estación Carvajal – Sevillana a la estación Ciudad Bolívar, por lo que desde este mes se monitorea allí dicho parámetro.

Adicionalmente, ingresaron a la SDA repuestos para mantenimiento de equipos y pluviómetros para instalación en las diferentes estaciones. Además, se actualizaron y aprobaron diversos formatos que se utilizan para el control de datos en la RMCAB.

Nota:

Este informe “Informe mensual de calidad del aire mayo 2022”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5516995 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

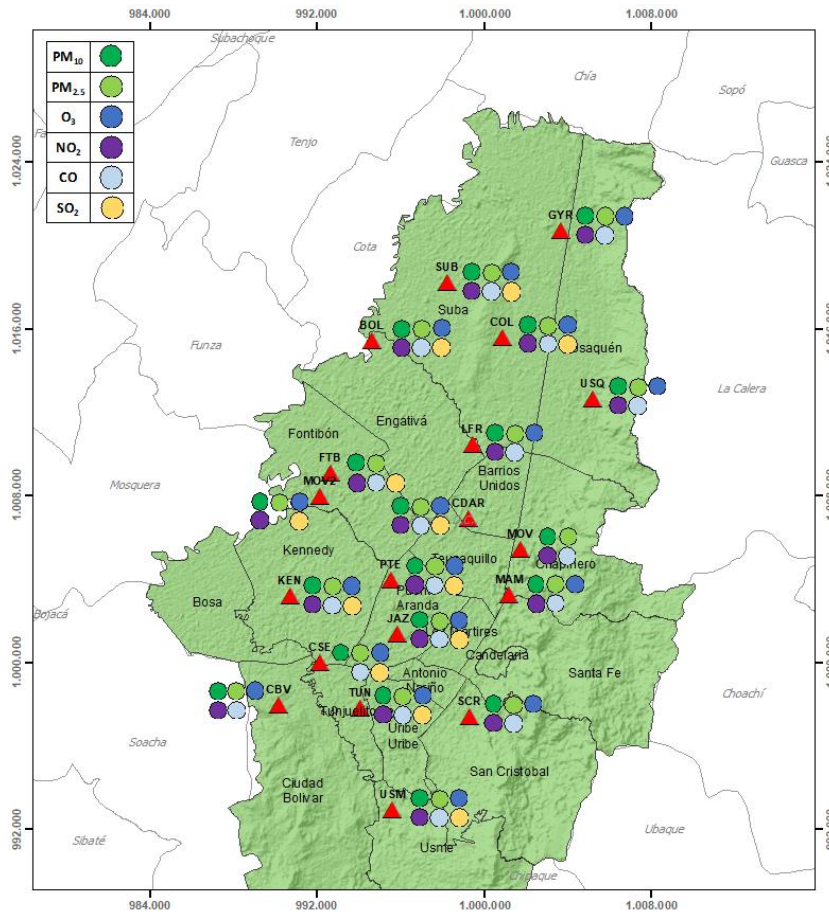


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

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 mayo de 2022 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en la estación Usme se registraron temperaturas de hasta 19,9°C, lo cual corresponde a variaciones de temperatura habituales del área. 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 25,5% y 70,5% 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 encontraran citadas las estaciones a lo largo de este documento.

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




Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Colina
Sigla	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	COL
Estación	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	Carvajal - Sevillana	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 mayo, se realizó el cargue de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio de los meses de enero, febrero y marzo de 2022 al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE. Adicionalmente, se inició el procesamiento de la información del mes de abril.

De otra parte, durante el mes, el grupo operativo de campo de la RMCAB reanudó los mantenimientos rutinarios en los equipos y sensores de la estación Carvajal – Sevillana, debido a que se otorgó la autorización del acceso a la estación por parte de las directivas del predio en el que se ubica. Por otro lado, se trasladó el equipo de Black Carbon de la estación Carvajal – Sevillana a la estación Ciudad Bolívar, por lo que ahora se monitorea allí dicho parámetro.

Por último, ingresaron repuestos a la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA para mantenimiento de equipos y pluviómetros para instalación en las diferentes estaciones. Adicionalmente, se aprobó la modificación de la matriz en la que se procesan los datos de contaminantes de la RMCAB, se actualizaron los formatos en los que se consignan los datos de calibración y/o verificación multipunto de los analizadores de gases y de verificación de flujo temperatura y presión de los analizadores de partículas y se actualizaron los valores de referencia que registran los nuevos cilindros de gases y calibradores dinámicos para cálculos de incertidumbre.

  	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

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 mayo 2022.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

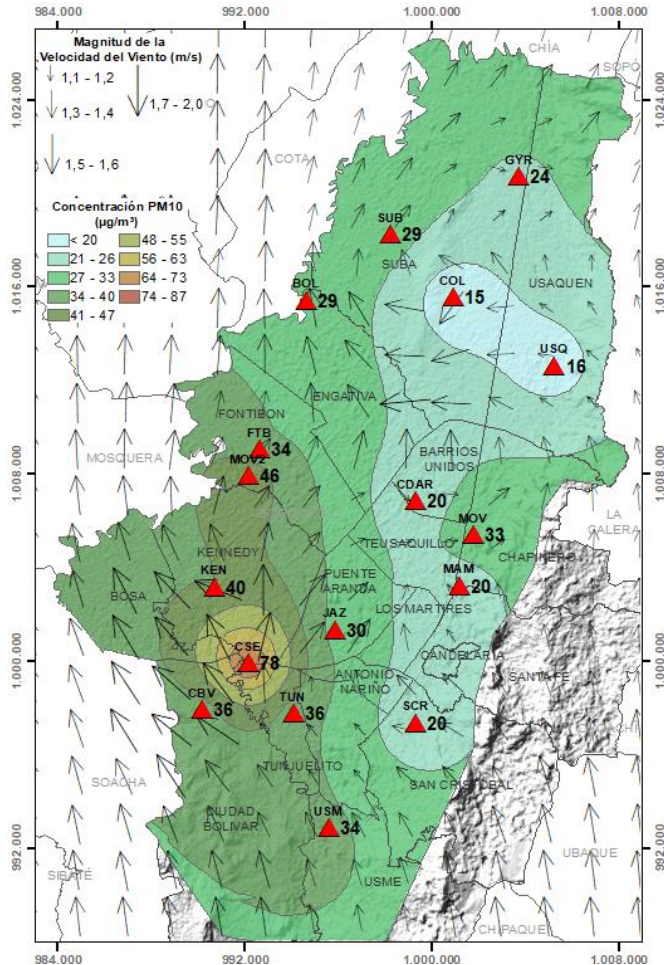


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – mayo 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Carvajal - Sevillana (78,2 µg/m³) y en el occidente en la Móvil Fontibón (46,1 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (15,4 µg/m³) y Usaquen (16,4 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 108,8 µg/m³ en Carvajal - Sevillana y a 80,2 µg/m³ en Ciudad Bolívar; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³). En el mes se registraron en total diecisiete (17) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀ dieciséis (16) en Carvajal – Sevillana y una (1) en Ciudad Bolívar. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

La estación Las Ferias (74%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

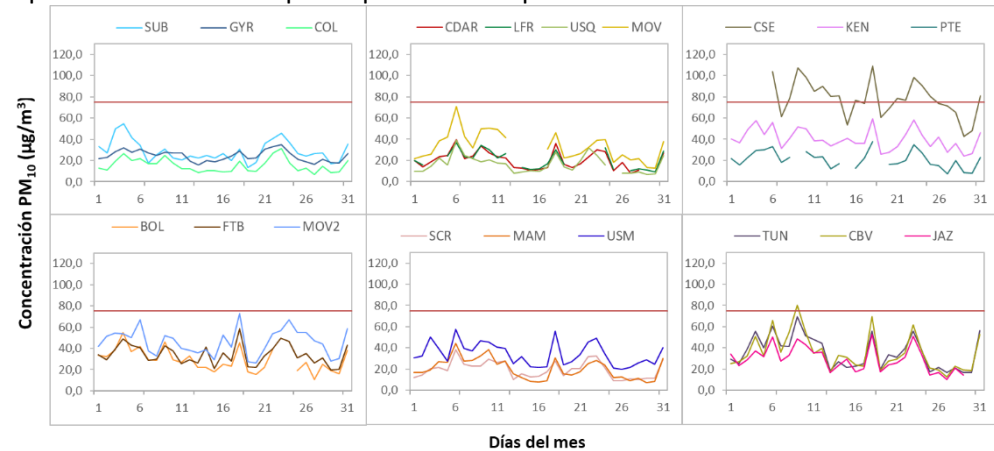


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo – mayo 2022

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

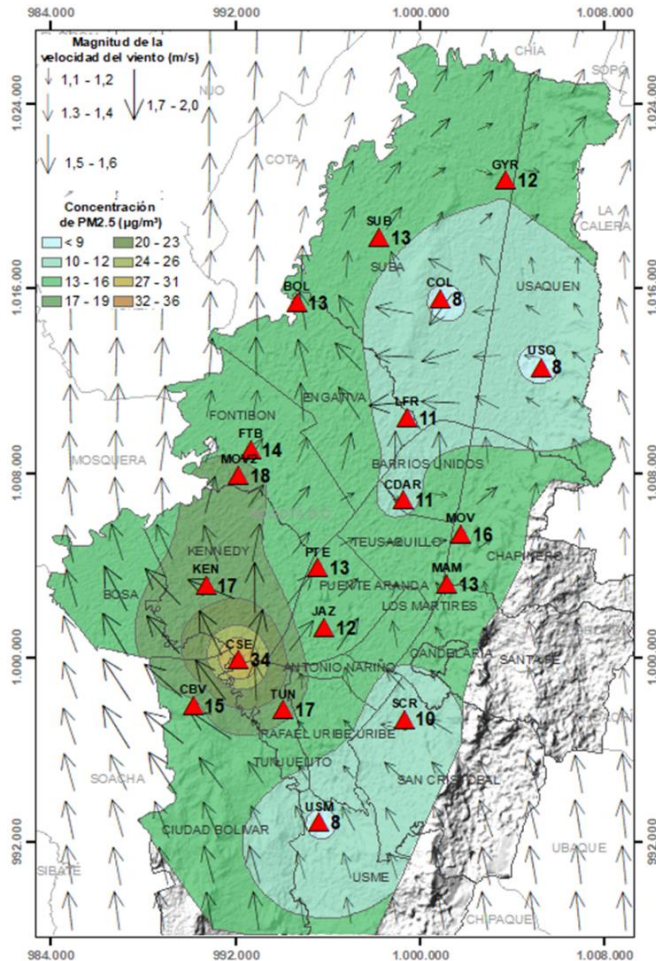


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – mayo 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Carvajal - Sevillana (33,9 µg/m³) y en occidente en la Móvil Fontibón (18,2 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (7,5 µg/m³) y en Usaquén (8,2 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 48,0 µg/m³ en Carvajal - Sevillana y 30,8 µg/m³ en MinAmbiente; solo la concentración de Carvajal - Sevillana sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37 µg/m³). En el mes se registraron en total siete (7) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5} y fueron en Carvajal - Sevillana. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma. Todas las estaciones alcanzaron el 75% de representatividad temporal.

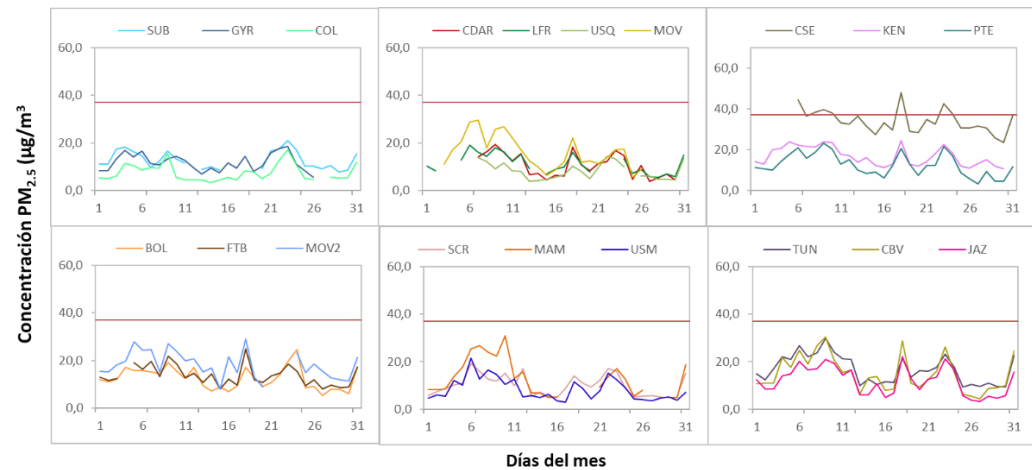


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – mayo 2022

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 mayo 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, 25 y 27 de mayo. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 6, 18 y 24 de mayo que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 7, 10 y 18 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 7 y 10 se evidencian disminuciones considerables en el material particulado, las cuales se acompañaron de ascensos en la velocidad del viento, pero el 18 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.

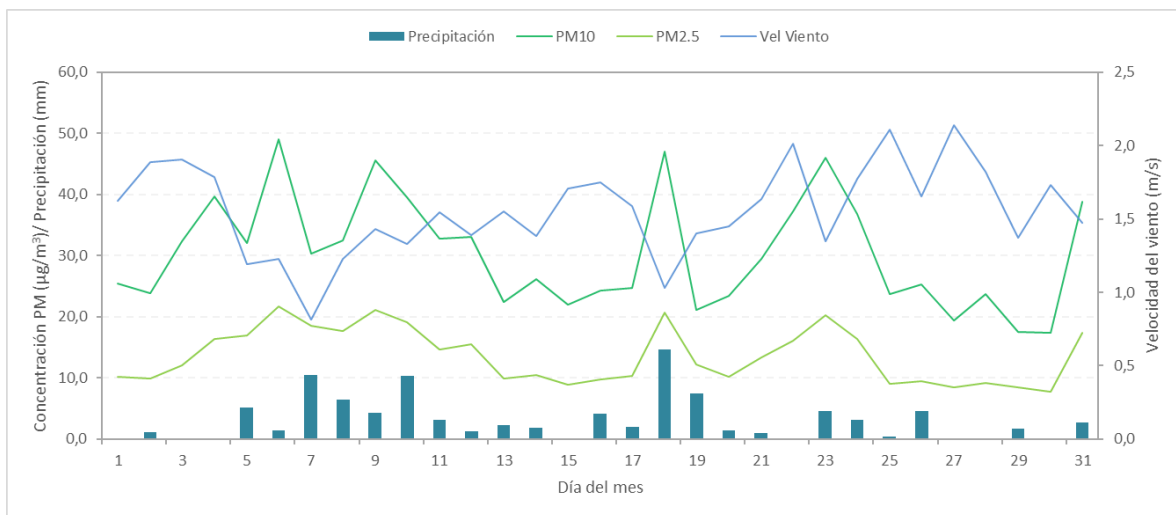



Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – mayo 2022

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 mayo 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.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

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 9, el 18 y el 31 de mayo y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral el 3, el 11 y el 16 de mayo.

TUNAL

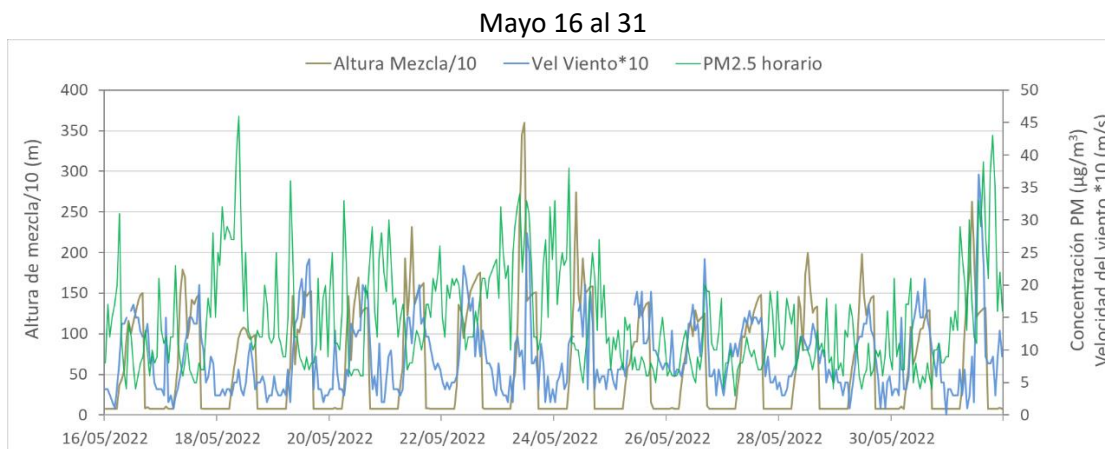
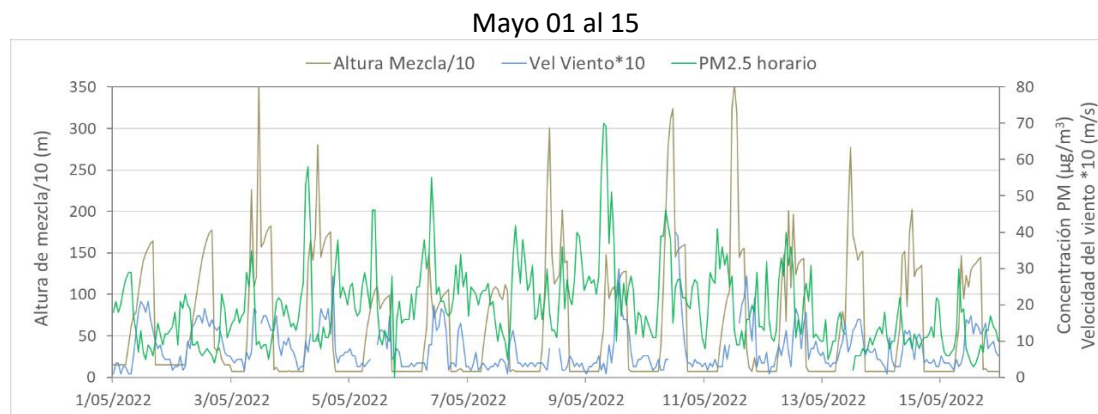


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - mayo 2022

GUAYMARAL

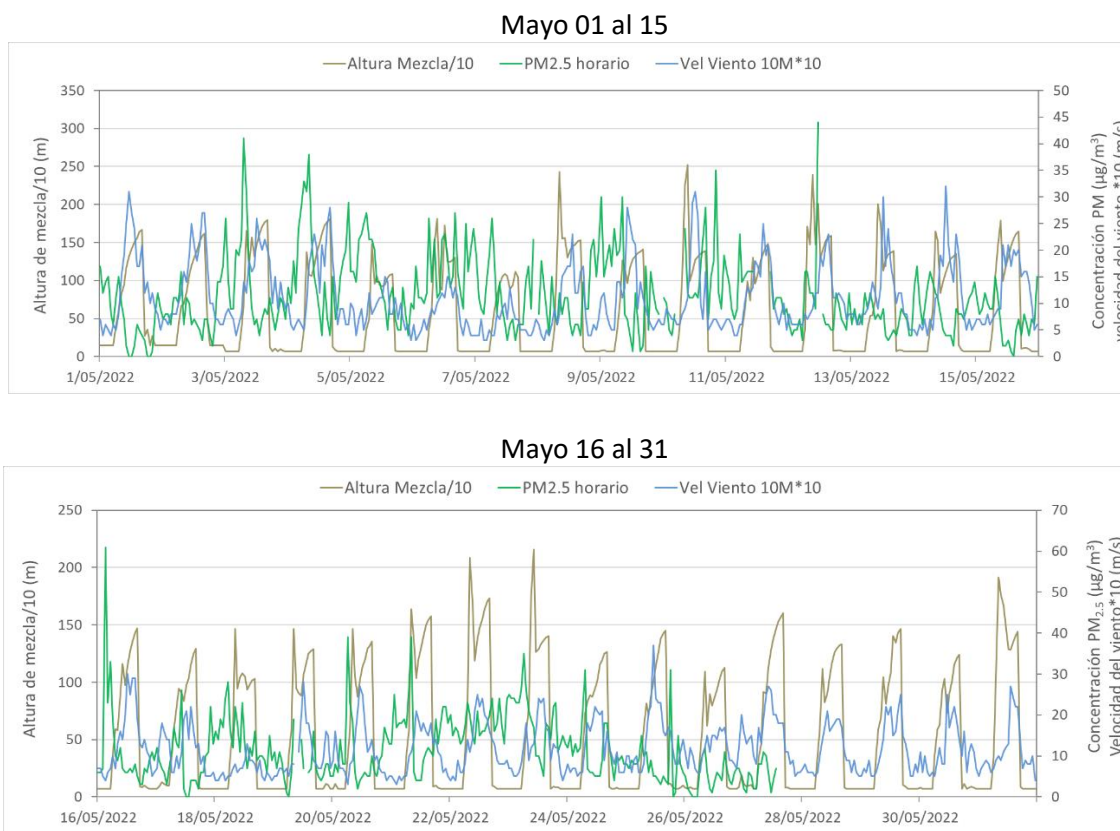


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Guaymaral - mayo 2022

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 Mayo de 2022; los valores promedio más altos de SO₂ y CO fueron registrados en la estación Carvajal – Sevillana, el mayor registro de NO₂ se presentó en Puente Aranda (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de O₃ se evidenció en Usaquén, siendo las zonas norte y suroccidente de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases criterio en el mes.

Por otro lado, se registró una (1) excedencia de las concentraciones promedio 1h de SO₂ (100 µg/m³), una (1) excedencia de las concentraciones promedio 1h de NO₂ (200 µg/m³) y diez (10) excedencias de las concentraciones promedio 8h de CO (5000 µg/m³) 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: O₃: 100 µg/m³ para datos 8h, SO₂: 50 µg/m³ para datos 24h y CO: 35000 µg/m³ para datos 1h.

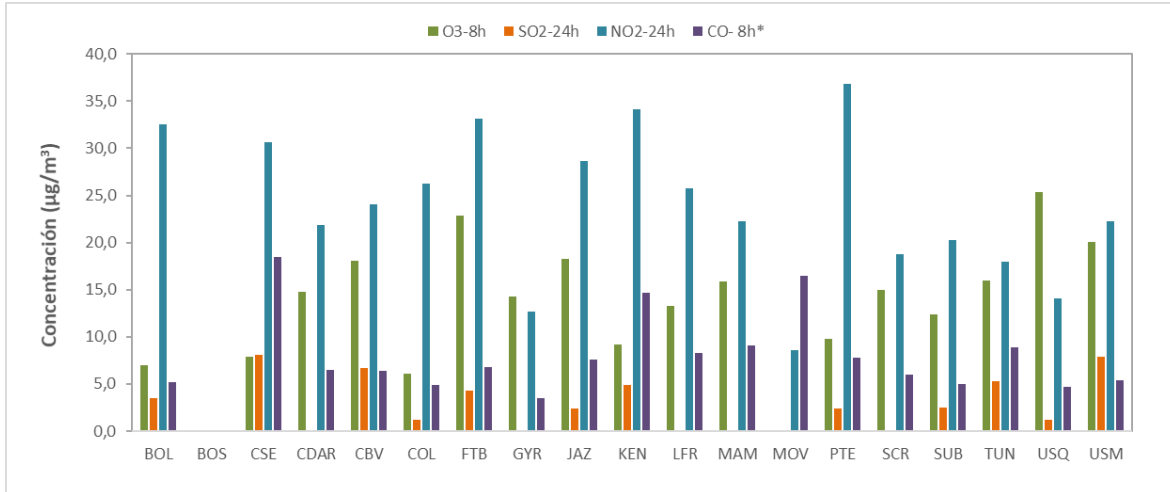


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - mayo 2022

*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

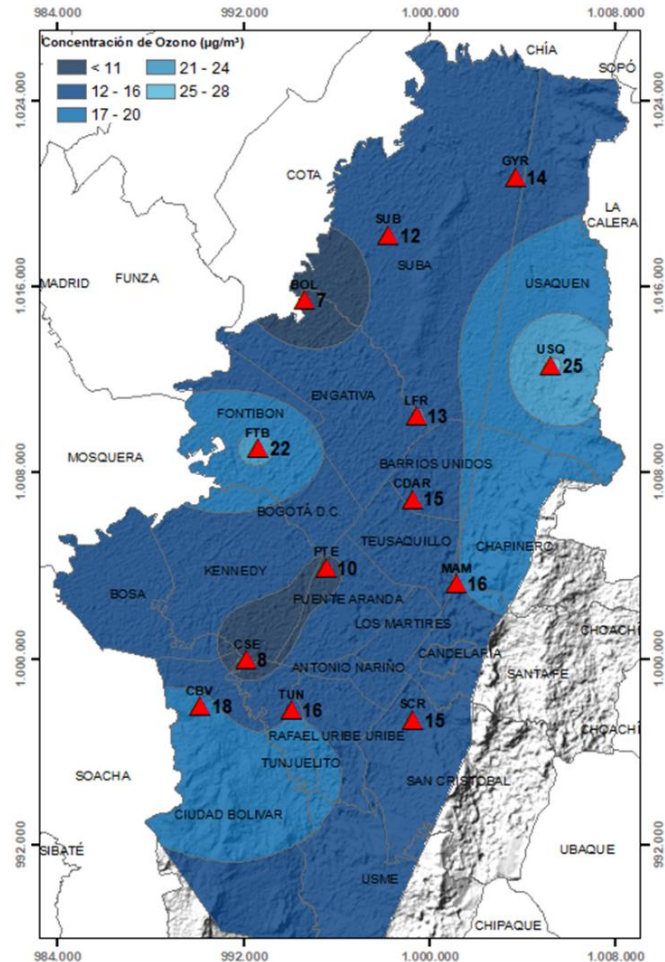


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – mayo 2022

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 mayo 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 Usaquén y Fontibón. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el occidente y suroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Bolivia y Carvajal - Sevillana.

Las estaciones Usme (20%), Móvil Fontibón (0%), Kennedy (45%), Jazmín (42%), y Colina (71%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

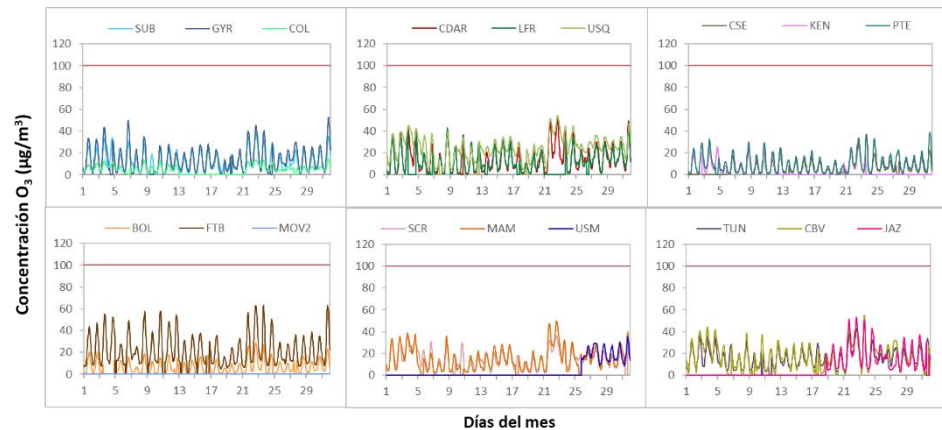


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - mayo 2022

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

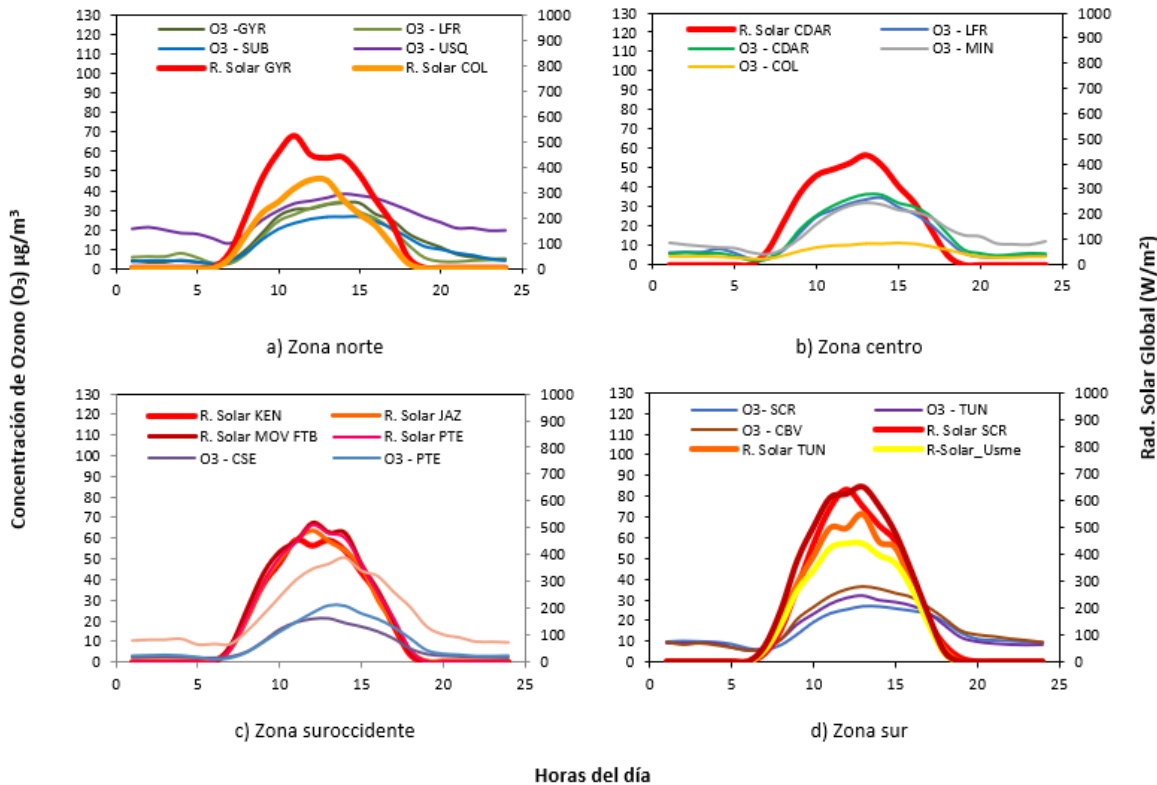


Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) – mayo 2022. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

De acuerdo con los registros de los acumulados de radiación solar en las estaciones de la RMCAB, se puede deducir que, pese a la reducción de las lluvias, el cielo estuvo cubierto principalmente por nubes del tipo estratiforme, que se extienden en la bóveda celeste bloqueando el ingreso de radiación solar y, con ello, reducen el proceso de producción de ozono en bajos niveles por fotodisociación. De allí, que los mayores acumulados medios horarios mensuales, estuvieron alrededor de los 500 W/m² en gran parte de la ciudad y hasta 600 W/m² en la zona sur. Con ello, en toda la ciudad las concentraciones de ozono no superaron los 40 µg/m³, salvo en la estación Fontibón donde se estimaron concentraciones medias de hasta 50 µg/m³ en el pico de la tarde. (Ver Figura 12). Es posible que estas concentraciones registradas en la estación Fontibón sean transportadas desde fuentes externas y en altura si se tiene en cuenta la elevación a la que se encuentra la estación con respecto a la vía.

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

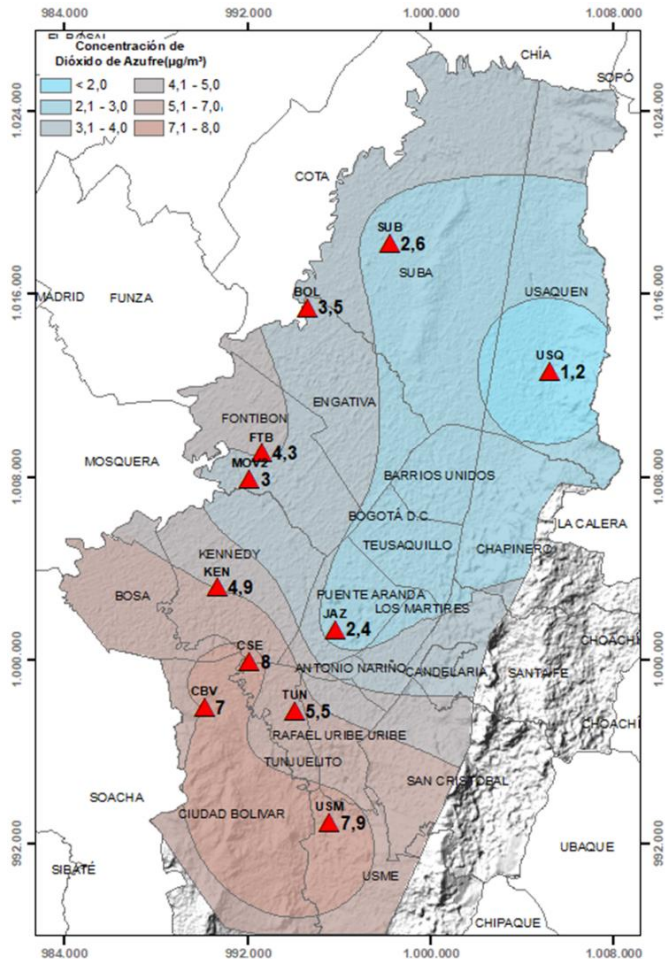


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – mayo 2022

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de mayo de 2022 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroccidente y suroriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal - Sevillana y Usme. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el suroccidente y norte, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Jazmín.

No alcanzaron el 75% de representatividad temporal las estaciones Puente Aranda (29%) y Colina (68%), ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

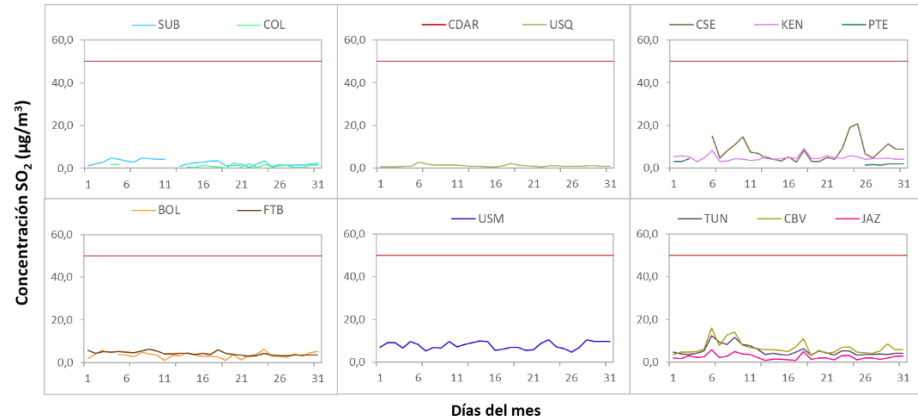


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - mayo 2022

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

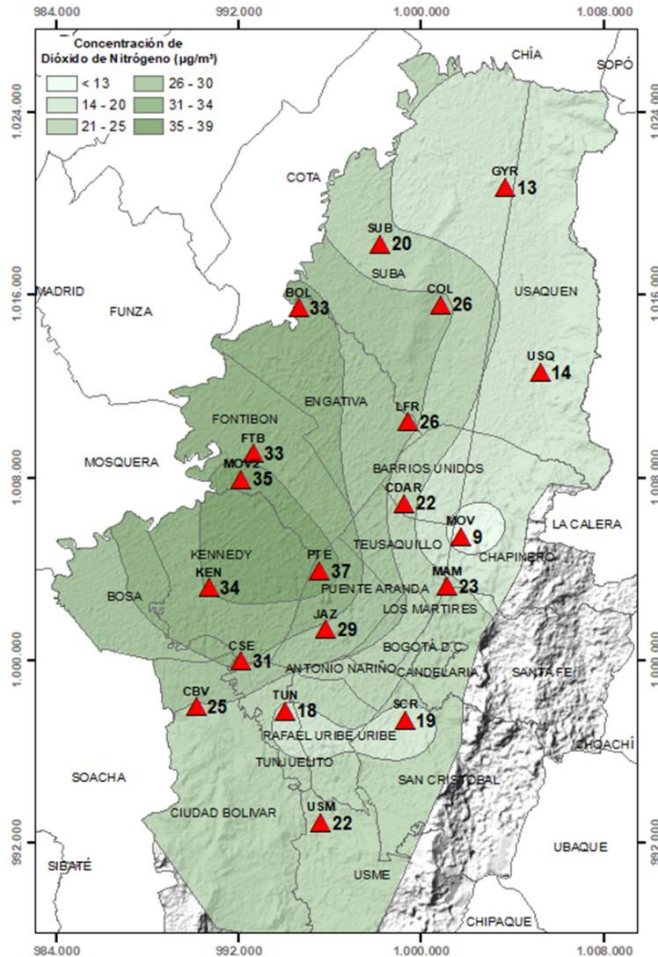


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - mayo 2022

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de mayo de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en suroccidente y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Puente Aranda y Móvil Fontibón.

Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil 7ma y Guaymaral. Todas las estaciones alcanzaron el 75% de representatividad temporal.

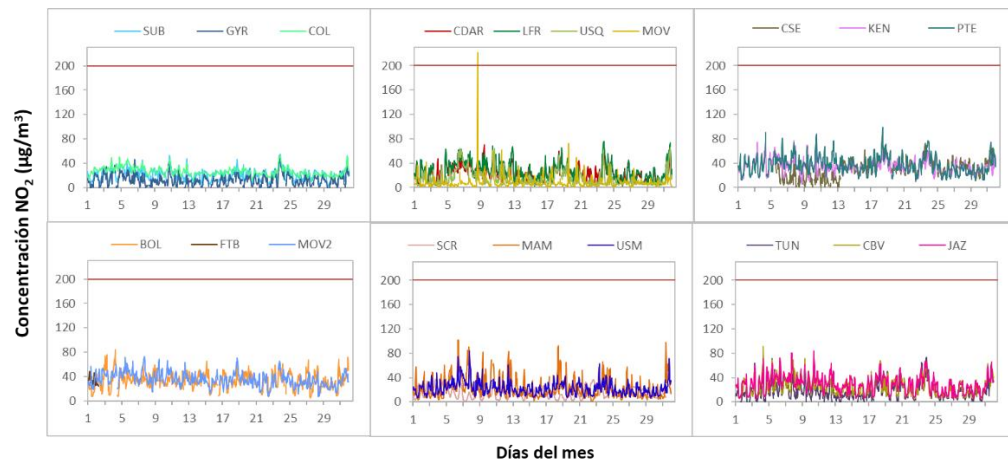


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - mayo 2022

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

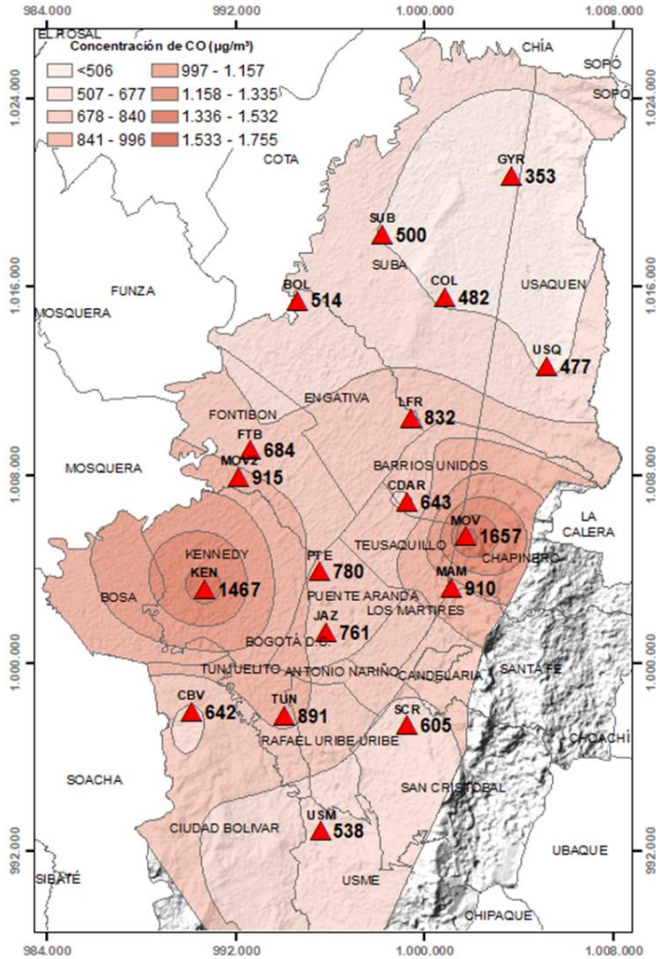


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – mayo 2022

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 mayo de 2022. 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 Móvil 7ma y Kennedy.

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 Usaqué. No alcanzó el 75% de representatividad temporal la estación Carvajal - Sevillana (60%), ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

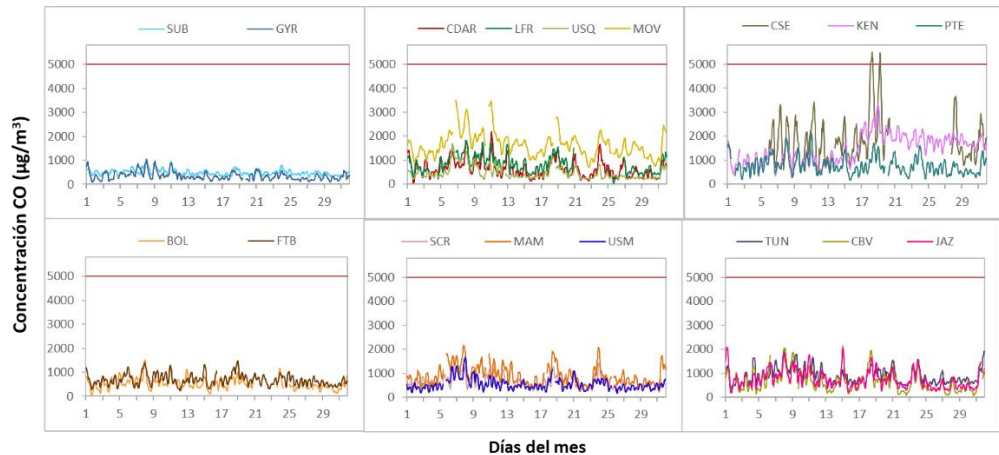


Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - mayo 2022

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

6. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

El Black Carbon (BC) es uno de los componentes claves del material particulado que contribuye al cambio climático y el deterioro de la calidad del aire. Parte de la fracción carbonácea del material particulado es el BC, el cual se caracteriza por una fuerte absorción de luz en el rango de longitud del espectro visible (380 – 780 nm) y resistencia a su transformación química en la atmósfera, lo que permite asociarlo como un trazador de emisiones de combustión de fuentes fósiles y quema de biomasa. Estas dos características, destacan el BC como uno de los contaminantes de vida corta con mayor impacto en el clima, la calidad del aire y la salud de la población (GAW Report, 2016; Petzold et al., 2013).

El Black Carbon también es importante en su determinación debido a que este contaminante tiene más probabilidades de causar efectos en la salud; por lo tanto, la identificación de las fuentes se basa en las diferentes propiedades ópticas de los aerosoles carbonosos. por estos también es relevante distinguir la contribución de los combustibles fósiles (ff) y la quema de biomasa (bb), lo cual es posible mediante una determinación de longitud de onda múltiple del coeficiente de absorción a través del uso de un etalometro (María Piñeiro-Iglesias, 2021).

Este equipo es una herramienta importante para la distribución de fuentes de aerosoles carbonosos, por ello cuando se utilizan métodos de absorción óptica para la medición de BC, se debe utilizar el término “Black Carbon equivalente” (BCe), que corresponde a la longitud de onda de 880 nm.

En el mes de mayo de 2022, se registraron datos en ocho estaciones de la RMCAB y en siete de ellas se registró más del 75% de las concentraciones horarias entre el 1 y 31 de mayo de 2022. La concentración promedio horaria de BCe registrada en Bogotá D.C., entre el 1 y 31 de mayo fue de $3,9 \pm 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentración máxima de BCe se observó el 4 de mayo a las 07:00 en la estación Tunal, con un valor de $37,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se aprecia que las estaciones Kennedy y Fontibón presentaron las mayores concentraciones horarias de BCe, con valores promedio de 6,2 y $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Las estaciones Tunal y Centro de Alto Rendimiento presentaron concentraciones de $3,9$ y $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. San Cristóbal y Ciudad Bolívar presentaron las menores concentraciones, con valores de 1,7 y $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por otro lado, se informa que la estación de Carvajal - Sevillana no registró datos de BC durante este mes, ya que de acuerdo con un diagnóstico de las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ y el inventario de fuentes fijas en la ciudad se identificó que la estación de Ciudad Bolívar puede ser un punto de monitoreo relevante para la identificación de emisiones por quema de biomasa, por lo que se realizó el traslado del equipo de Black Carbon entre las estaciones anteriormente mencionadas.

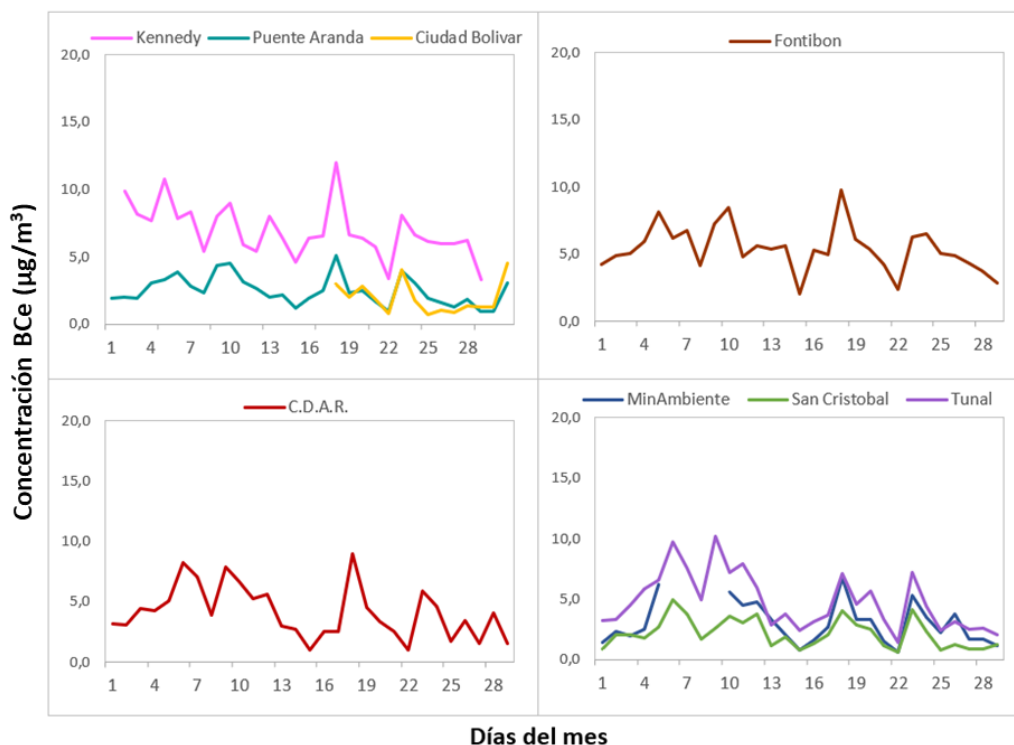


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de BCe para mayo 2022

La Figura 19 presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de BCe para las estaciones ubicadas en cada zona de la ciudad. Durante la primera y segunda semana del mes se evidencia un aumento en las concentraciones en la mayoría de las estaciones, en donde se registraron los valores promedios más altos durante el día 18 de mayo entre 9 y 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo la estación Kennedy la que registro un valor máximo de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; en las estaciones Tunal, CDAR y Fontibón se observó un incremento en la concentración de BCe los días 5 a 9 de mayo.

Por otro lado, la estación Tunal presenta un aumento de concentraciones durante la primera semana del mes registrando el valor más alto el día 9 con un valor de 10,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; por otro lado, las estaciones Ciudad Bolívar, Puente Aranda y San Cristóbal no registran concentraciones superiores a los 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el transcurso del mes.

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

Para el cálculo del BC biomasa se aplicó la metodología propuesta por Sandradewi (2008) el cual toma las mediciones de longitudes de onda para calcular un porcentaje de BC proveniente de la biomasa. Como valor indicativo de la quema de biomasa se optó por tomar datos satelitales del sensor MODIS, el cual capta las áreas quemadas caracterizadas por depósitos de carbón y cenizas, remoción de vegetación y alteración de la estructura vegetal. Es por eso que varios estudios han registrado el transporte de las plumas de quema de biomasa, que varían entre cientos y hasta miles

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

de kilómetros, es por ello que se seleccionó un dominio en el Norte de Suramérica (NSA) entre las coordenadas W -81.4°, S -4.5°, W-49.7°, N 13.3° para el análisis de incendios activos.

La Figura 20 se muestra el número de incendios activos detectados por el sensor MODIS durante el mes de mayo de 2022, en el norte de Suramérica. Los fuegos detectados son clasificados de acuerdo al poder radiativo (Fire Power Radiative – FPR, por sus siglas en inglés) como lo sugiere (Ichoku et al., 2008).¹ La categoría 1 corresponde a incendios con FPR < 100MW, la categoría 2 son los incendios con un FPR entre 100 y 500, la categoría 3 entre 500 y 1000, la categoría 4 entre 1000 y 1500 y la categoría 5 son incendios con un FRP >1500MW. Durante el mes analizado se censaron incendios, que en su mayoría se encuentran clasificados en la categoría 1 (2727), en la categoría 2 (146) y en la categoría 3 (1). Los días 2, 4 y 11 del mes se caracterizaron por registrar una mayor cantidad de incendios correspondientes a 485, 338 y 253, respectivamente.

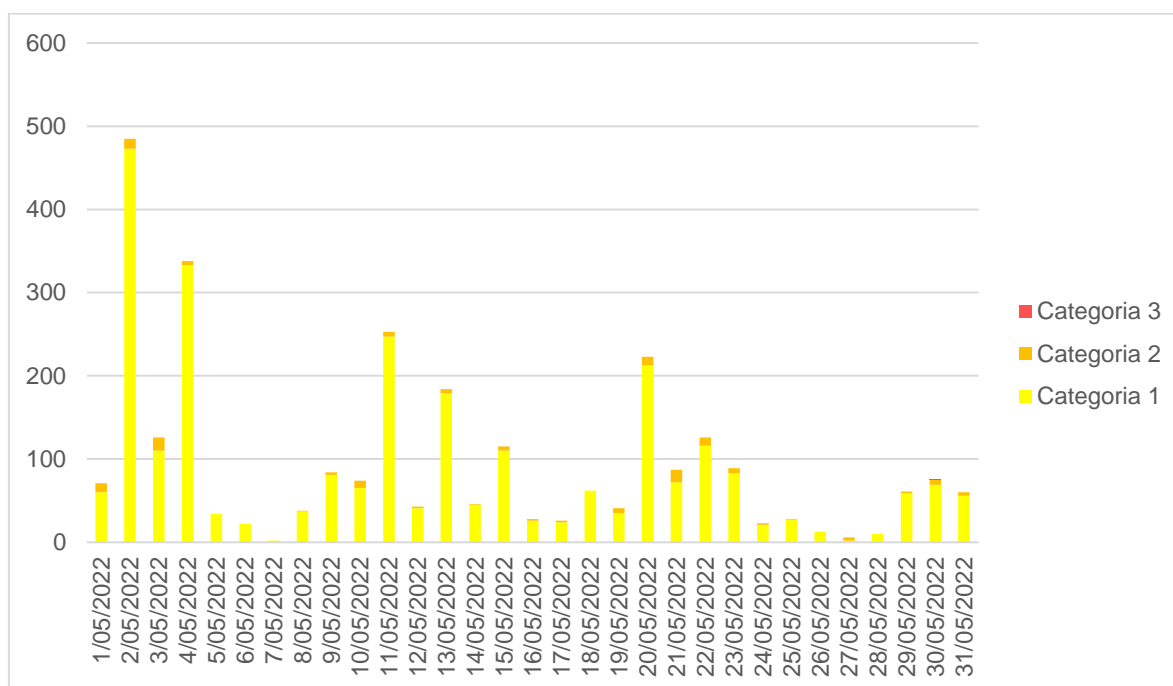


Figura 20. Gráfico de frecuencia de incendios activos censados por MODIS durante el mes de mayo de 2022. La categoría 1 corresponde a incendios con poder radiativo (FPR) menor a 100 MW, la categoría 2 a los incendios con 100<FPR<500, la categoría 3 incendios con 500<FRP<1000, la categoría 4 incendios con 1000<FRP<1500 y la categoría 5 con FRP>1500.

En la Figura 21 se puede observar la distribución espacial de incendios activos y las retrotrayectorias de vientos que se presentaron durante el mes en días donde se registraron altas concentraciones de BCe. En la Figura 21a se evidencia una alta densidad de incendios en las regiones Caribe, Andes, Orinoquia colombiana y el norte de Venezuela para los días del 2 al 6 de mayo; sin embargo, las direcciones de vientos no muestran un transporte de partículas directo de BCe que explique el aumento de concentraciones registradas el 6 de mayo. Para el periodo comprendido entre el 6 y 10 de mayo se detectaron pocos incendios en las regiones de Colombia y Venezuela, adicionalmente, los vientos se manifestaron en dirección occidente-oriente desde la región del pacífico colombiano

la segunda y tercera semana, específicamente los días 15 y 22, en donde las estaciones de Centro de Alto Rendimiento, MinAmbiente y San Cristóbal presentan un porcentaje de aumento entre el 14 y 22%, siendo esta última estación la que registró el mayor porcentaje de quema de biomasa.

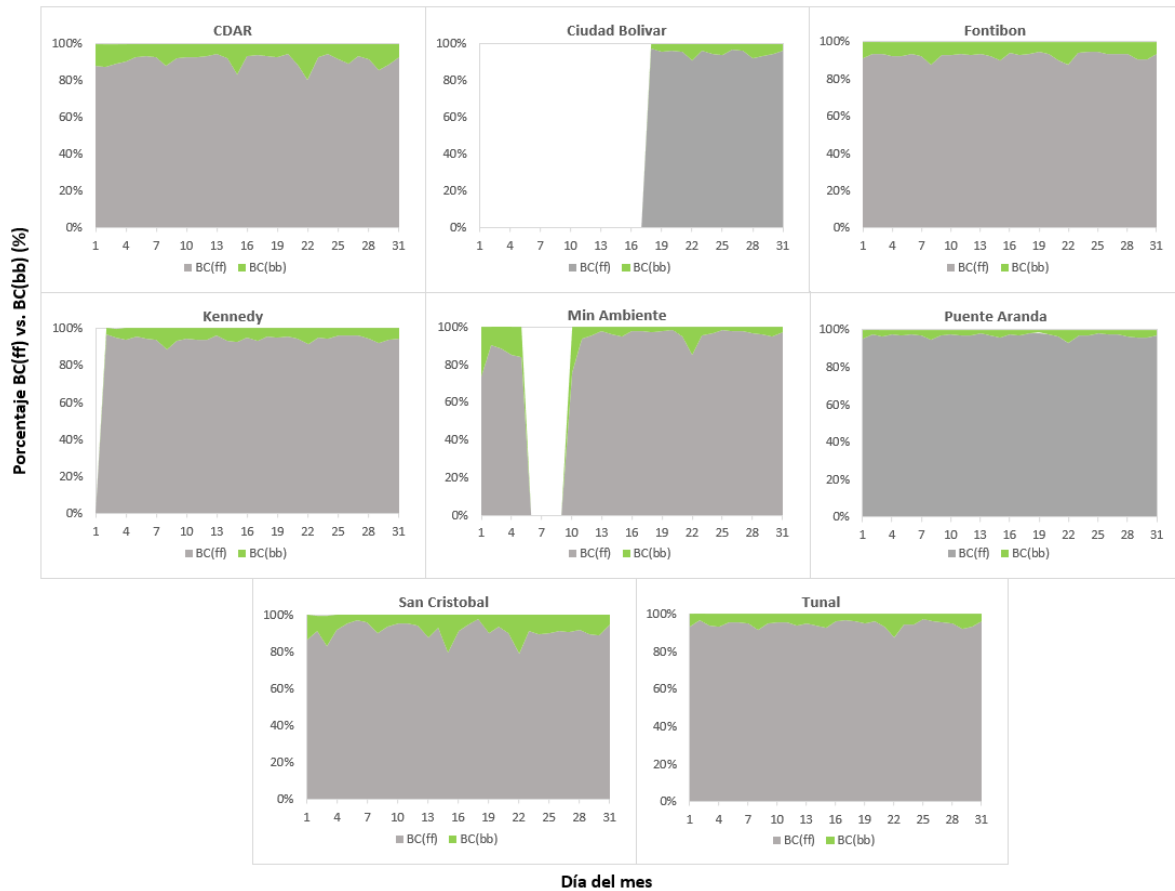


Figura 22. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) – mayo 2022

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.

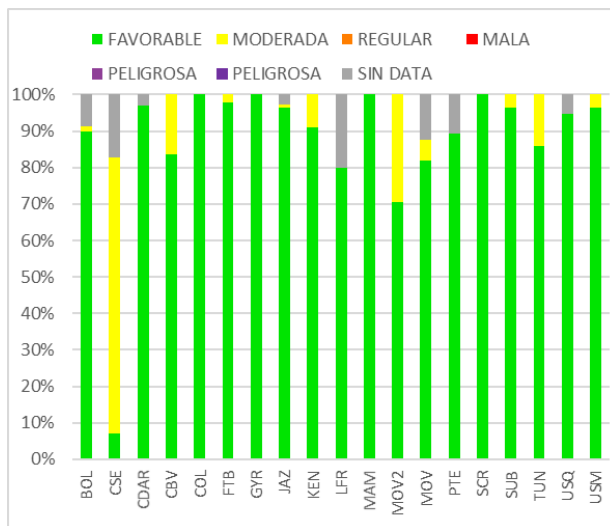


Figura 23. IBOCA para PM₁₀ por estación – mayo 2022

La Figura 23 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 mayo 2022. Se observa que la condición “favorable” predominó en todas las estaciones, la cual se registró durante el 100% del mes en Colina, MinAmbiente y San Cristóbal. Además, se evidenció un porcentaje notable de la condición “moderada” en las estaciones Carvajal - Sevillana y Móvil Fontibón, con un porcentaje de 76 y 30% respectivamente.

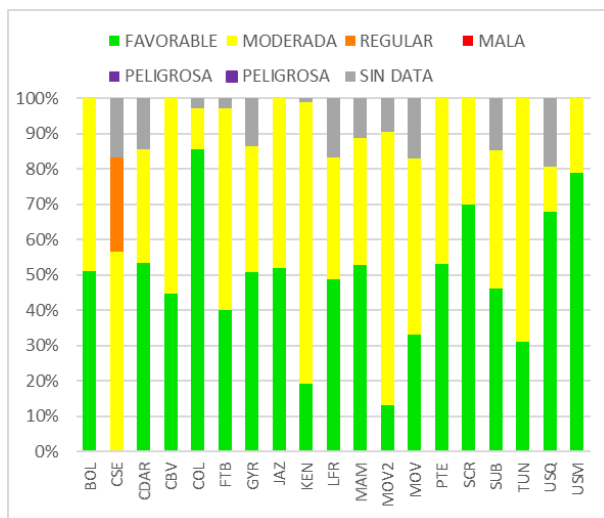


Figura 24. IBOCA para PM_{2.5} por estación – mayo 2022

La Figura 24 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 mayo 2022 predominó la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, registrando los porcentajes más altos en Kennedy (80%) y Móvil Fontibón (77%). La condición “favorable” fue predominante en las estaciones Colina, Usme y San Cristóbal, con porcentajes entre 70 y 86% respectivamente. En Carvajal-Sevillana se observó un porcentaje notable de la condición “regular”, con un 26% del mes.

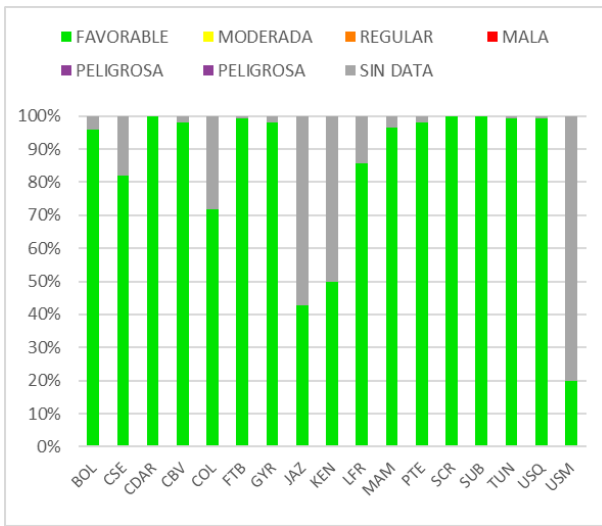


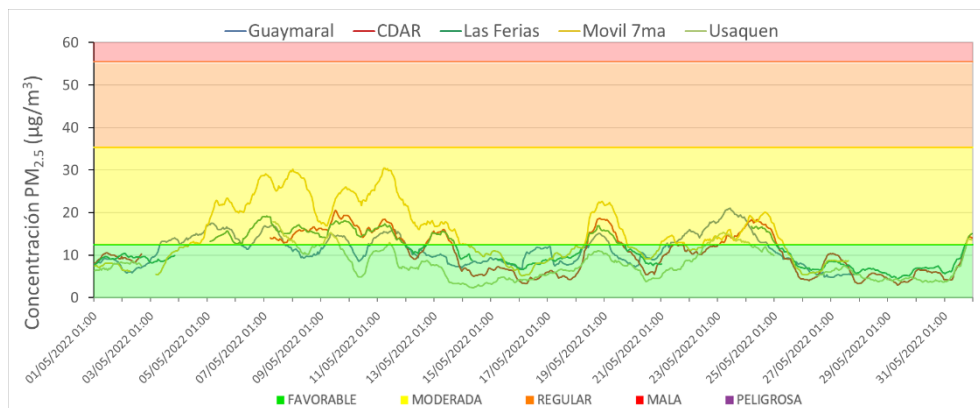
Figura 25. IBOCA para O₃ por estación – mayo 2022

La Figura 25 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 mayo 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 Usme, Kennedy y Jazmín registraron varios datos atípicos que fueron invalidados, por ello se registró una baja representatividad temporal en el mes.

8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 26 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de mayo de 2022. Se evidencia que las concentraciones fueron más altas en la primera mitad del año, predominando la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, y la condición “regular” en la estación Carvajal-Sevillana. En la segunda mitad se observó una reducción de las concentraciones, con predominancia de la condición “favorable”, principalmente desde el 27 de mayo. En la estación Carvajal-Sevillana se registraron algunos picos en la condición “regular”, pero en la segunda mitad del mes predominó la condición “moderada”.

Durante el mes se observaron varios episodios de precipitación, los cuales contribuyeron principalmente en la primera semana del mes a reducir las concentraciones de material particulado, aunque en la segunda semana aumentaron nuevamente las concentraciones, por influencia de la disminución de la velocidad del viento y de la magnitud de las lluvias en este periodo.



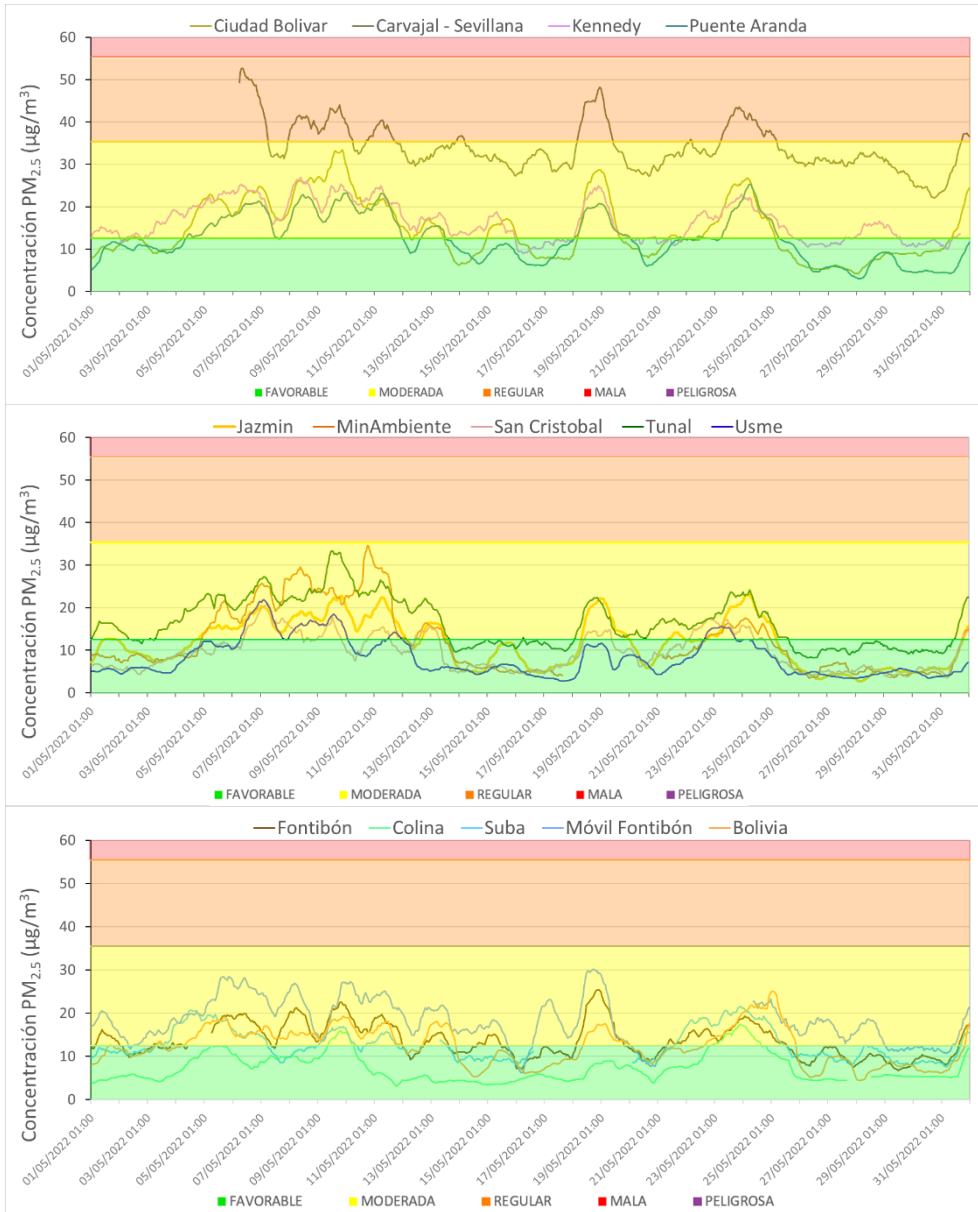



Figura 26. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} mayo 2022

En la Figura 27 se puede observar el comportamiento de la contaminación atmosférica en la mañana y la tarde del día 16 de mayo en la zona occidental de la ciudad, que corresponde al tercer lunes del mes. En mayo se mantuvieron las precipitaciones a lo largo de la ciudad, con menor frecuencia que en los dos meses anteriores, por lo que se observaron varios días sin precipitaciones, sin embargo, hubo días con alta nubosidad, por lo que la contaminación no se hizo tan visible en las mañanas.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

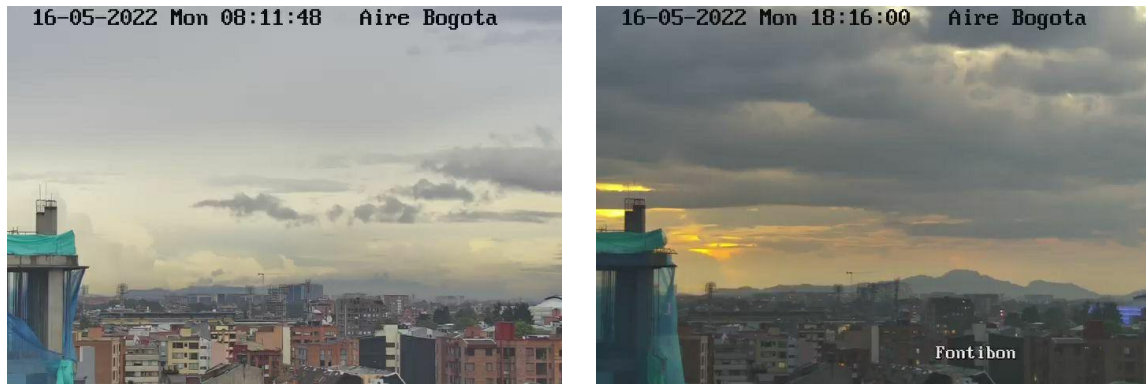


Figura 27. Fotografía del occidente de la ciudad mañana y tarde. Mayo 16 de 2022

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de mayo 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

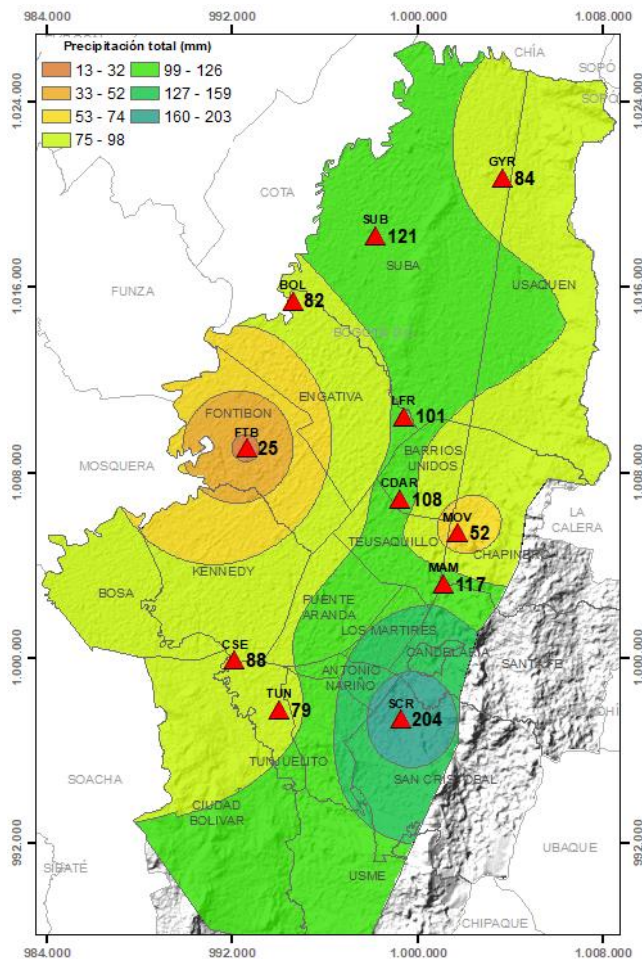


Figura 28. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – mayo 2022

Para el mes de mayo se registró una notoria reducción de la precipitación respecto a mes de abril. En el sector de San Cristóbal y a lo largo de la franja paralela a los cerros orientales, se registraron los mayores acumulados de lluvia, los cuales confirman la influencia de los cerros orientales como un factor determinante en la ocurrencia de lluvias de tipo convectivas y su distribución en la ciudad. No se descarta la ocurrencia de lluvias de tipo advectivas en el sector de Suba procedentes del occidente que hayan contribuido con la reducción de contaminantes, transportados desde el suroccidente por arrastre. Ver Figura 28.

Otro aspecto que da cuenta de la reducción de la intensidad de las lluvias es el número de días con lluvia (Figura 29), que en las estaciones Fontibón y Carvajal - Sevillana se contabilizó por debajo de los 20 días. En las estaciones de CDAR y Bolivia el número de días fue mayor pero los acumulados fueron bajos, lo que sugiere lluvias de baja intensidad con poca capacidad de arrastre y lavado atmosférico.

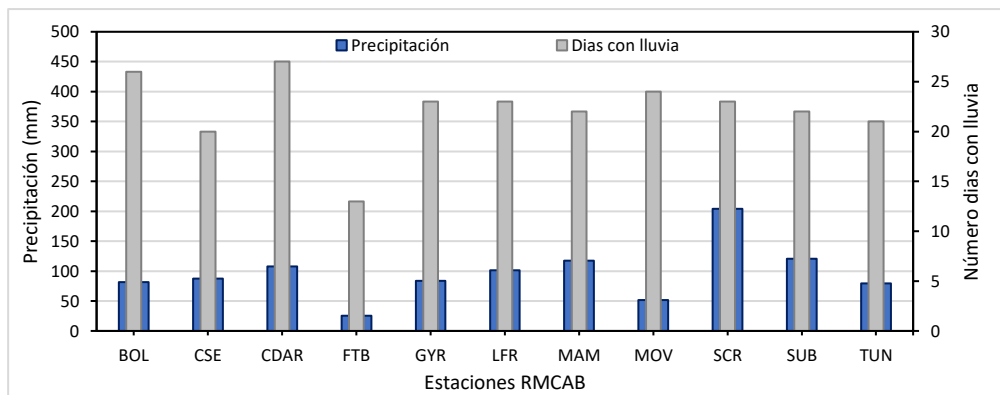


Figura 29. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – mayo 2022

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

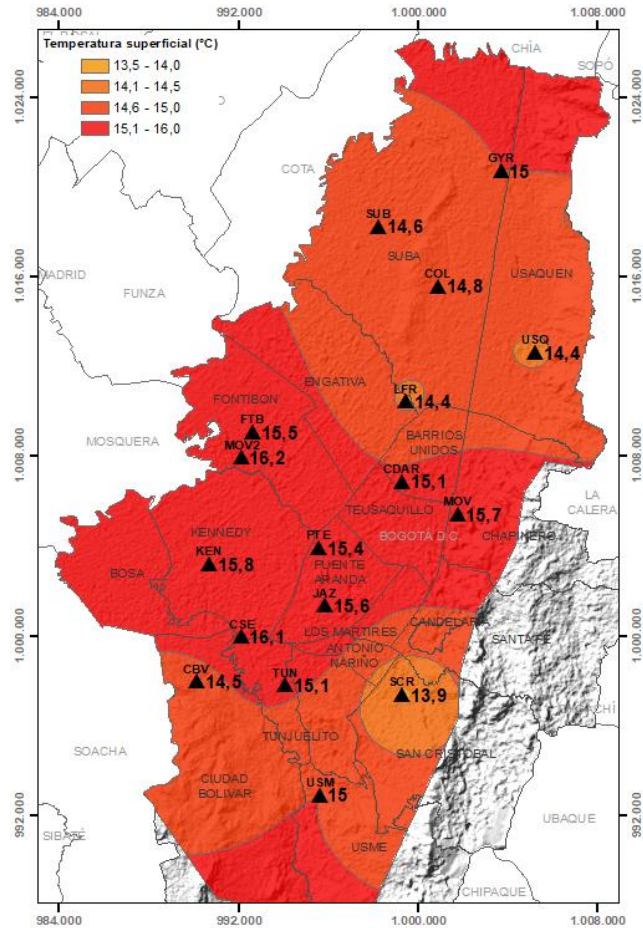


Figura 30. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – mayo 2022

Con la reducción de las lluvias, se observa un ligero ascenso en la temperatura del aire en superficie hacia el sur, norte y en el centro de la ciudad, respecto del mes anterior. En la franja central de oriente a occidente que se aprecia en la Figura 30, se observa un comportamiento espacial, semejante al registrado en abril, con un aumento de entre 0,2 °C a 0,9 °C. El mayor incremento se presentó en la estación Móvil Fontibón con una diferencia de 0,9 °C frente al mes de abril.

Las máximas temperaturas absolutas se registraron en las estaciones Tunal (27,3 °C), Kennedy (26,5 °C), Móvil 7ma (25,1 °C), CDAR (24,3 °C), Guaymaral (23,6 °C), y Carvajal - Sevillana (23,6 °C), mientras que las mínimas absolutas se presentaron en las estaciones Tunal (6,6 °C), Guaymaral (6,6°C), CDAR (7,2 °C) y Suba (7,4 °C). (Figura 31). En cuanto a la amplitud térmica, en las estaciones Tunal, Suba, Kennedy y CDAR se presentaron los mayores registros, lo cual, en las regiones tropicales durante el día, favorecen la convección térmica, la mezcla y la difusión turbulenta de contaminantes descargados a la atmósfera.

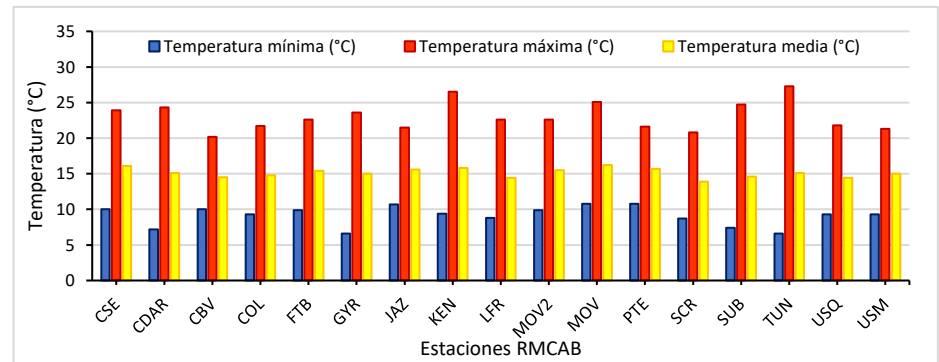


Figura 31. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – mayo 2022

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

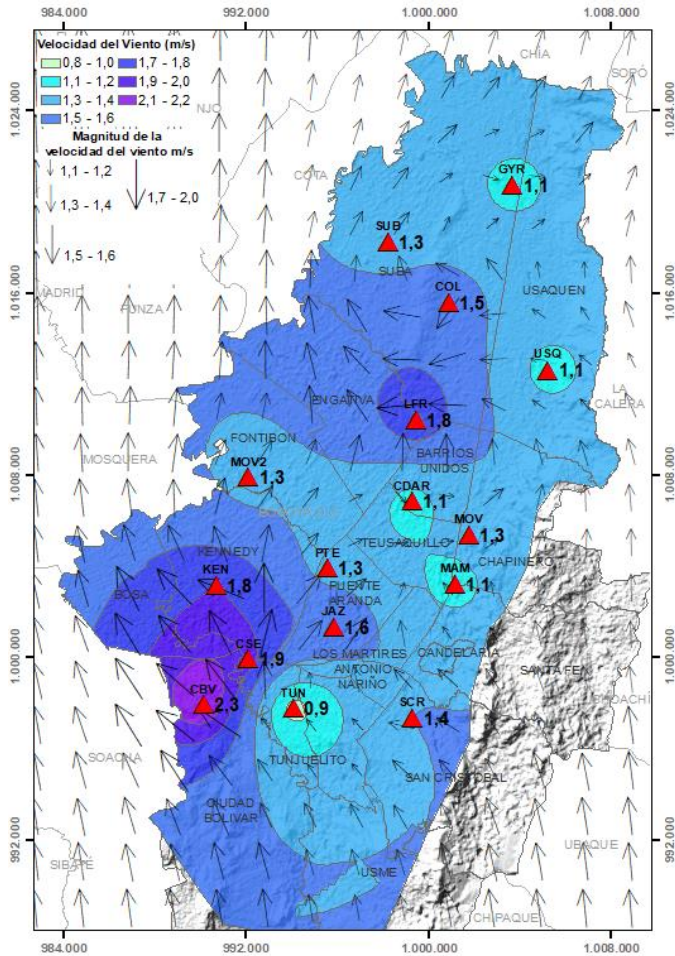


Figura 32. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – mayo 2022

Durante el mes de mayo se presentó una variación en la persistencia de los vientos con respecto a lo que va corrido del año, los cuales han mostrado una predominancia del suroccidente y occidente. Para este mes se observó una mayor influencia de los vientos alisios del sur oriente, y este cambio de dirección puede ser el responsable de la reducción de las lluvias en la ciudad, toda vez que su interacción con los cerros orientales no favorece la formación de nubes por forzamiento convectivo. Como es frecuente, las mayores velocidades se presentaron al suroccidente de la ciudad, fluctuando entre 1,3 y 2,3 m/s, procedentes del suroriente predominantemente; sin embargo, el flujo de vientos del suroriente alcanzó velocidades medias de entre 1,5 m/s a 1,8 m/s al noroccidente de la ciudad. (Figura 32).

Las velocidades máximas absolutas, se presentaron hacia el centro oriente y suroccidente de la ciudad, con valores de hasta 8,1 m/s en la estación MinAmbiente, seguidas de las estaciones Ciudad Bolívar, Las Ferias y Kennedy, con velocidades de entre 6,4 a 5,8 m/s. Estos vientos son frecuentes en horas de la tarde. Por su energía y capacidad de mezclado son importantes para la depuración de la calidad del aire de ciudad. (Figura 33).

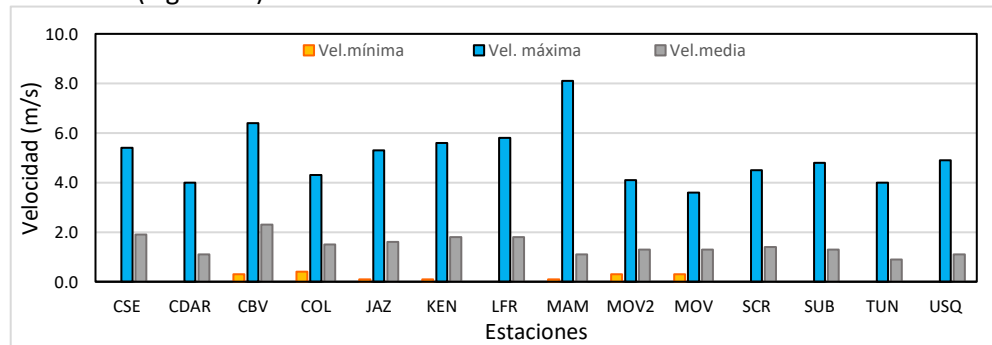


Figura 33. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – mayo 2022

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

10. CONCLUSIONES

- Las concentraciones más altas de material particulado se observaron al suroccidente y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de la estación Carvajal-Sevillana, mientras que los menores valores se observaron en la zona norte de la ciudad, en el área de influencia de Colina y Usaquén. Carvajal - Sevillana tuvo el promedio mensual más alto de PM₁₀ (78,2 µg/m³) y de PM_{2.5} (33,9 µg/m³); se registraron en total 17 excedencias de PM₁₀ y 7 excedencia de PM_{2.5} en el mes.
- Con respecto a los gases, Puente Aranda registró el promedio más alto de NO₂, Carvajal-Sevillana registró las concentraciones más altas de SO₂ y Usaquén registró el promedio más alto de O₃ durante el mes. Hubo una reducción de las concentraciones de gases en relación al mes anterior en la mayoría de las estaciones. Se observó una excedencia horaria de SO₂, una excedencia horaria de NO₂ y 10 excedencias octohorarias de O₃.
- En mayo de 2022 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en los primeros diez días del mes para la zona suroccidente y suroriente de la ciudad, con los valores más altos en Tunal y Kennedy. El aporte principal a Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Fontibón, Kennedy, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente en la primera y segunda semana del mes, siendo más alta en la estación San Cristóbal.
- Con respecto al índice IBOCA en mayo de 2022, para las concentraciones registradas de PM_{2.5} se observó una predominancia de la condición “moderada”, con el mayor porcentaje registrado para la estación Kennedy, con un 80% del mes; las concentraciones más altas de PM_{2.5} se observaron en la primera y segunda semana del mes. La estación Carvajal-Sevillana registró las concentraciones más altas del mes, con un 26% del mes en la condición “regular”.
- En el mes de mayo de 2022 se evidenció una reducción notable de las precipitaciones respecto al mes anterior. Las mayores precipitaciones se observaron en el suroriente de la ciudad, con 204 mm en San Cristóbal. La mayoría de las estaciones registraron más de 20 días de lluvia durante el mes, aunque en Fontibón se registraron 13 días de lluvia en el mes.
- Con relación a la temperatura superficial en mayo de 2022, se observó un ligero aumento de la temperatura en relación al mes anterior, ya que se redujeron las precipitaciones. San Cristóbal registró el menor valor de temperatura mensual, con 13,9°C, y Móvil Fontibón tuvo el mayor promedio mensual con 16,2°C, y los registros máximos horarios se observaron en Tunal y Kennedy, con 27,3 y 26,5 °C respectivamente.
- En mayo de 2022 se evidenció que predominaron los vientos provenientes del suroccidente, y una mayor influencia de los vientos alisios del suroriente. Las velocidades promedio mensual más altas se observaron en Ciudad Bolívar con 2.3 m/s y Carvajal-Sevillana con 1.9 m/s. Los máximos horarios se observaron al oriente y sur de la ciudad, en MinAmbiente y Ciudad Bolívar.

11. ANEXOS

11.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

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

Características	Ubicación								Contaminantes						Variables Meteorológicas							
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO _x	CO	SO ₂	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.
Guaymaral	GYR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Sub urbana	De fondo	Autopista Norte # 205-59	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis # 132-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74° 5'36.46"W	2571	6	Suba	Sub urbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-61	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Sub urbana	De fondo	Avenida Calle 80 # 121-98	X	X	X	X	X	X							
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 # 69Q-50	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Estación Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
MinAmbiente	MAM	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Urbana	De tráfico	Calle 37 # 8-40	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Urbana	De tráfico	Carrera 104 # 20 C-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Urbana	Industrial	Calle 10 # 65-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Urbana	De fondo	Carrera 80 # 40-55 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Carvajal - Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Urbana	Tráfico / Industrial	Autopista Sur # 63-40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Urbana	De fondo	Carrera 24 # 49-86 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este # 12-78 sur	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
El Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Urbana	Residencial	Calle 1 G # 41 A 39	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D 50 Sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur # 56 - 11	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142B-55	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	Urbana	Tráfico / Industrial	Cra. 98 #16 B 50	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: 2

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 diciembre de 2021 (EPA, 2021)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	EQOA-0992-087	D
		EQOA-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	


¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2021. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-12/designated-referene-and-equivalent-methods-12152021.pdf>

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

11.3. 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 mayo 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

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 2

utiliza la última versión vigente cargada el aplicativo interno de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA "Isolucion".

Tabla 4. Procedimientos Internos para la operación y calibración de equipos de la RMCAB

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

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]

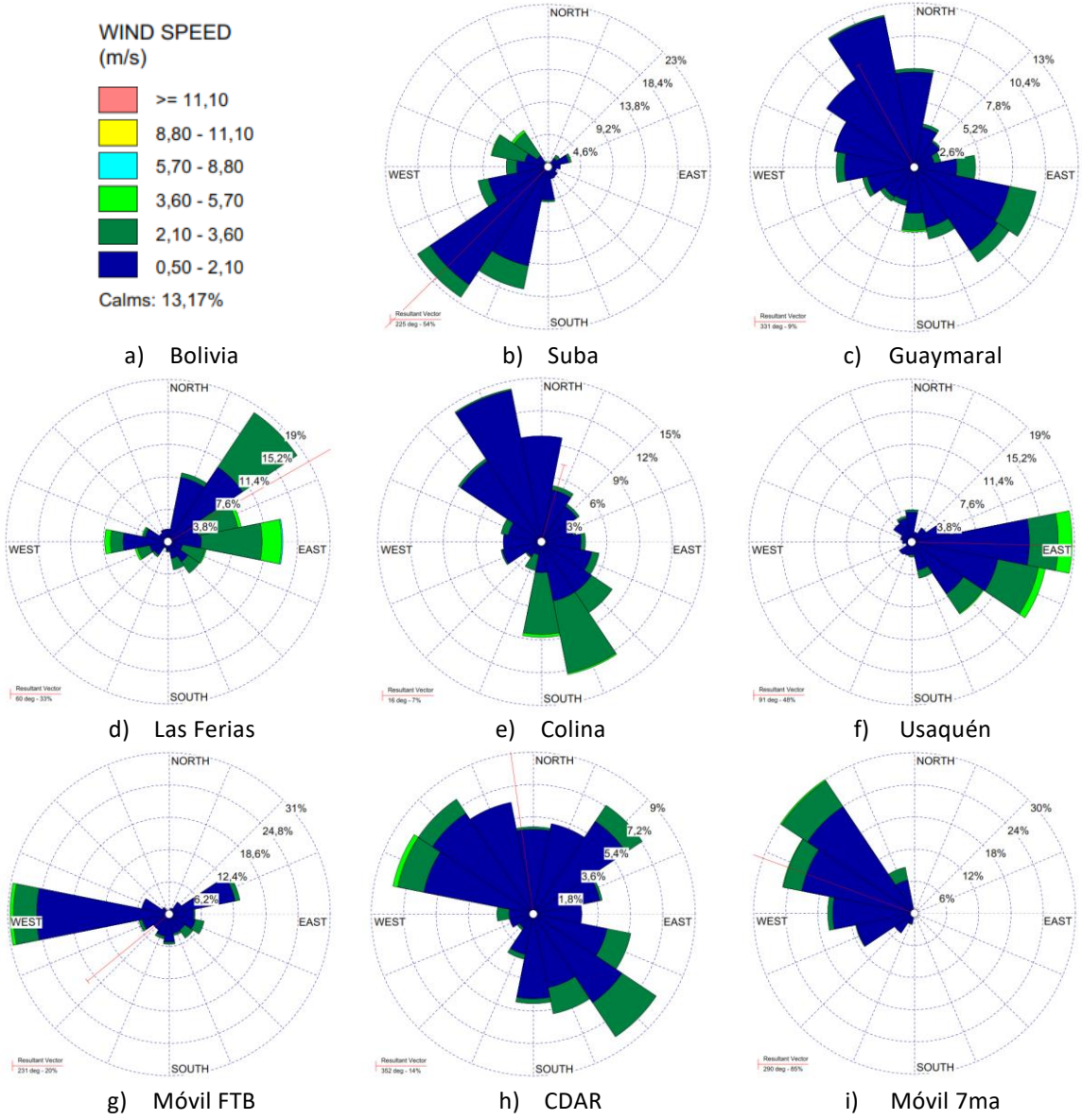
R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

11.4. ROSAS DE LOS VIENTOS

Complementariamente a la descripción anterior del comportamiento de los vientos durante el mes de mayo del año en curso, se presentan las rosas de los vientos representativas de cada estación de

la RMCAB en la Figura 34. El mapa citado permite visualizar espacialmente el comportamiento promedio del viento en su conjunto; sin embargo, las rosas de viento proporcionan información adicional que permite visualizar, no solo la magnitud de la velocidad del viento y su frecuencia, sino el vector resultante (en línea roja); es decir, la dirección de donde, en promedio, provienen los vientos durante el periodo analizado. Así pues, a partir de ellas se puede deducir que, en mayo de 2022 los vientos con mayor persistencia se registraron en las estaciones: San Cristóbal con un 47% de vientos del oriente, Móvil de Fontibón con un 31% de vientos del occidente; seguidas por Móvil Séptima con un 30% de vientos del noroccidente y Ciudad Bolívar con un 30% de vientos del oriente. Estas rosas se describen para aquellas estaciones que superaron el criterio de representatividad temporal superior al 75%.



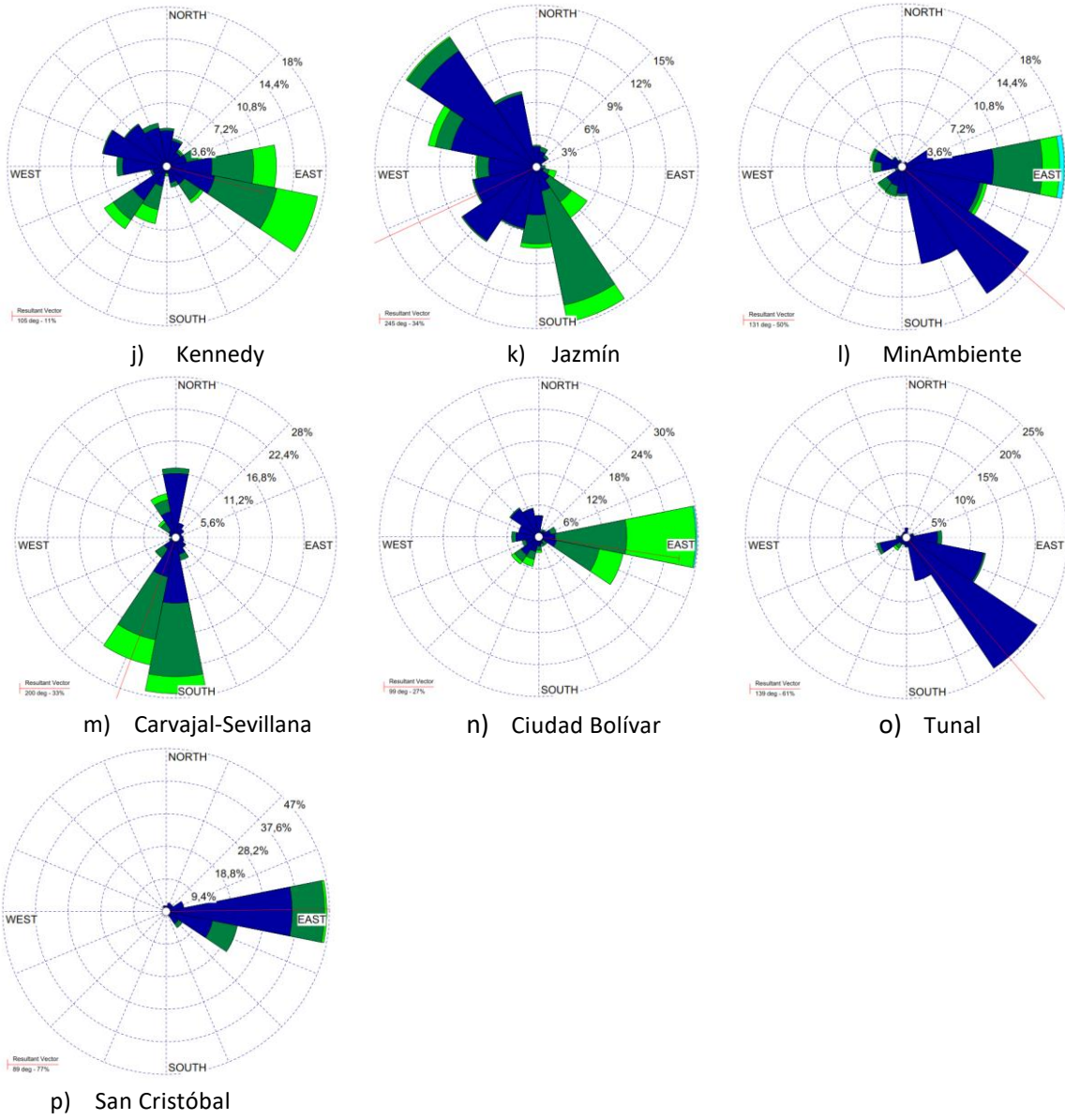


Figura 34. Rosas de los vientos – mayo de 2022

FIN DEL INFORME