



Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá

.....
Junio 2022

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



	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 junio de 2022 se tuvieron dieciocho (18) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y trece (13) 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 registraron siete (7) excedencias, 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 ochenta y seis (86) excedencias y de las concentraciones 8h de Ozono O_3 no se registraron excedencias a la normatividad.

En el mes de junio no se evidenció un cambio significativo de las concentraciones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en las diferentes estaciones respecto al mes anterior, no obstante, si se presentó un leve aumento en las excedencias. Respecto a las concentraciones y excedencias de los gases CO , O_3 , SO_2 y NO_2 ocurrió lo mismo que se mencionó con material particulado, sin embargo, se evidenció un aumento particular en el número de excedencias de CO .

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 la estación Móvil 7ma se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentó congelamiento de la unidad condensadora y evaporadora del aire acondicionado, este inconveniente se presentó el 26 de junio y se solucionó el 30 de junio. Para cada hora de excedencia al rango de referencia de temperatura interna y/o desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, 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 del mes de abril 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 gestionó una visita de la alcaldía en la estación Ciudad Bolívar.

Adicionalmente, se gestionaron recursos para la contratación del suministro de energía eléctrica en las estaciones, se trabajó en la actualización de formatos e instructivos internos y se recibió la auditoría de extensión y seguimiento a la acreditación vigente del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente en la NTC-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración”, realizada por el IDEAM entre el 13 y el 24 de junio a todas las estaciones de la RMCAB.

Nota:

Este informe “Informe mensual de calidad del aire junio 2022”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5558934 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

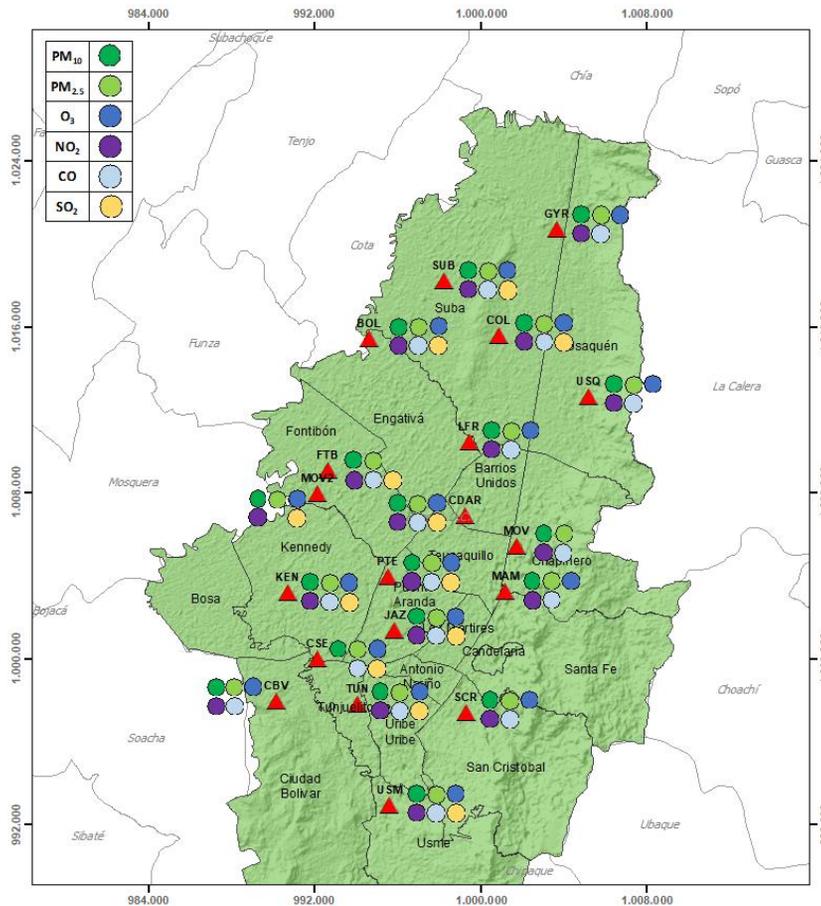


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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 junio de 2022 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en la estación Móvil 7ma se registraron temperaturas de hasta 17°C y 31,4°C, lo cual corresponde a variaciones de temperatura por un fallo que se presentó con el aire acondicionado de la estación. 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 11% y 65,3% 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 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 junio, se realizó el cargue de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio del mes de abril de 2022 al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE. Adicionalmente, se inició el procesamiento de la información del mes de mayo.

De otra parte, durante el mes, el grupo operativo de campo de la RMCAB gestionó diferentes correctivos y mantenimientos rutinarios en las estaciones, además atendió una visita realizada por parte de funcionarios de la Alcaldía a la estación Ciudad Bolívar. Asimismo, en conjunto con el grupo administrativo y de análisis y validación, se recibió la auditoría de extensión y seguimiento a la acreditación vigente del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente en la NTC-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración”, realizada por el IDEAM entre el 13 y el 24 de junio a todas las estaciones de la RMCAB.

Por último, se gestionaron recursos para la contratación del suministro de energía eléctrica en las estaciones y se realizó la modificación de los formatos internos PA10-PR06-F3 “Calibración y/o verificación multipunto”, PA10-PR06-F1 “Verificación de flujo temperatura y presión analizadores de partículas” y PA10-PR03-F12 “Cálculo de Incertidumbre RMCAB” y del instructivo interno PA10-PR06-INS1 “Instructivo para la revisión rutinaria de la operación de los monitores de partículas”.

  	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 junio 2022.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

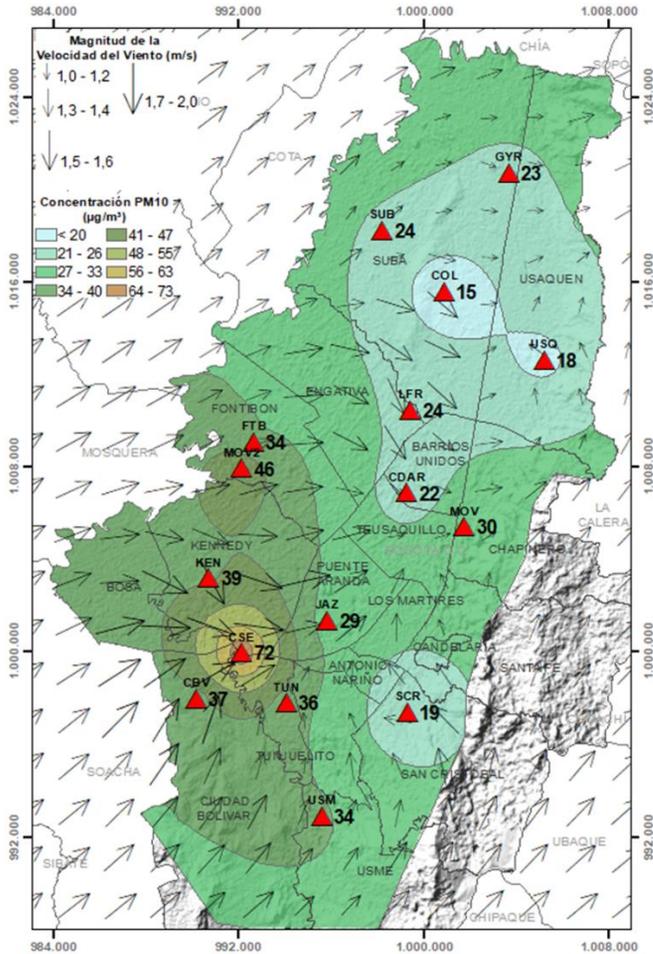


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – junio 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Carvajal - Sevillana (72,5 µg/m³) y en el occidente en Móvil Fontibón (45,9 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (15,5 µg/m³) y Usaquén (18,1 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 Móvil Fontibón; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³). En el mes se registraron en total dieciocho (18) 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 dos (2) en Móvil Fontibón. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

Las estaciones MinAmbiente (67%) y Bolivia (47%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados. La estación Puente Aranda tuvo un fallo en el monitor, por lo cual este quedó fuera de operación.

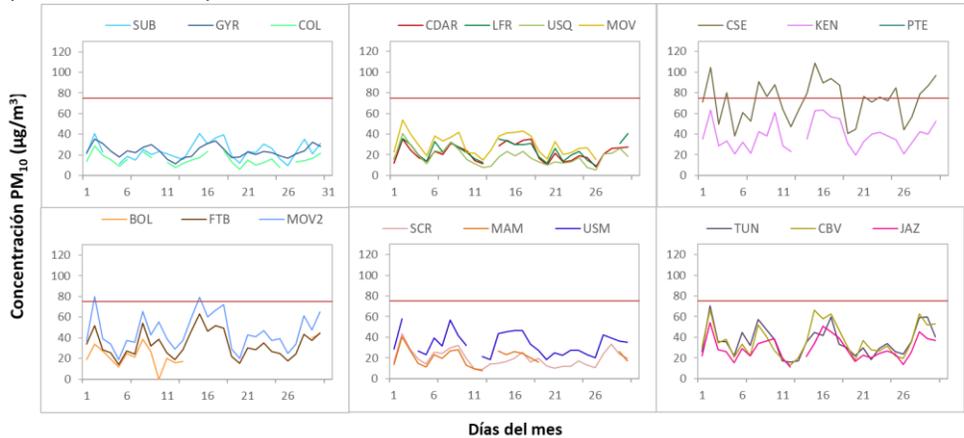


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo – junio 2022

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

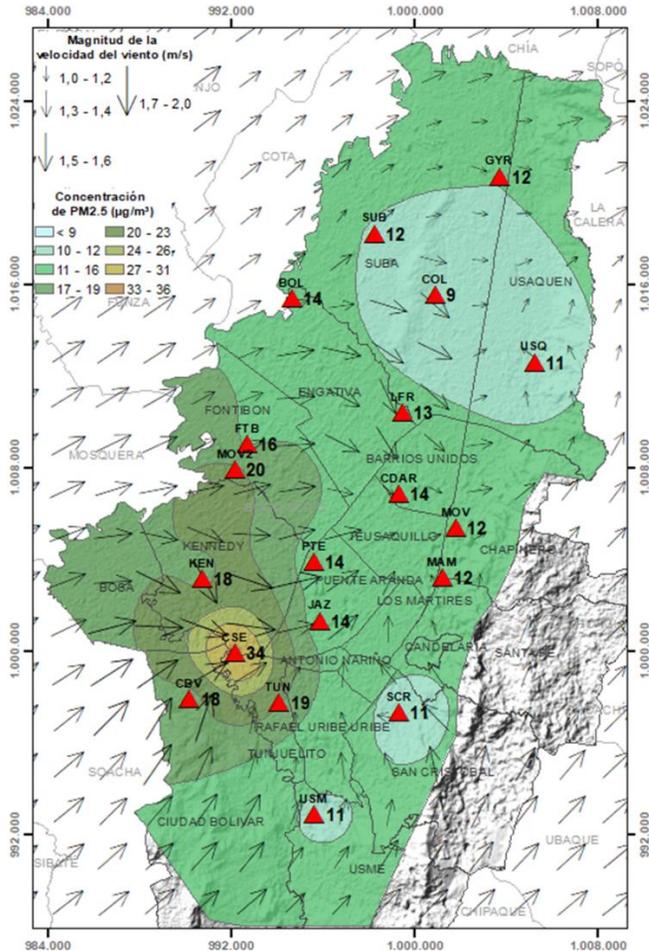


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – junio 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Carvajal - Sevillana (34,3 µg/m³) y en occidente en Móvil Fontibón (19,5 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (8,9 µg/m³) y en Usaquén (10,6 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 45,3 µg/m³ en Carvajal - Sevillana y 30,1 µg/m³ en Móvil Fontibón; 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 trece (13) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5} y todas 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.

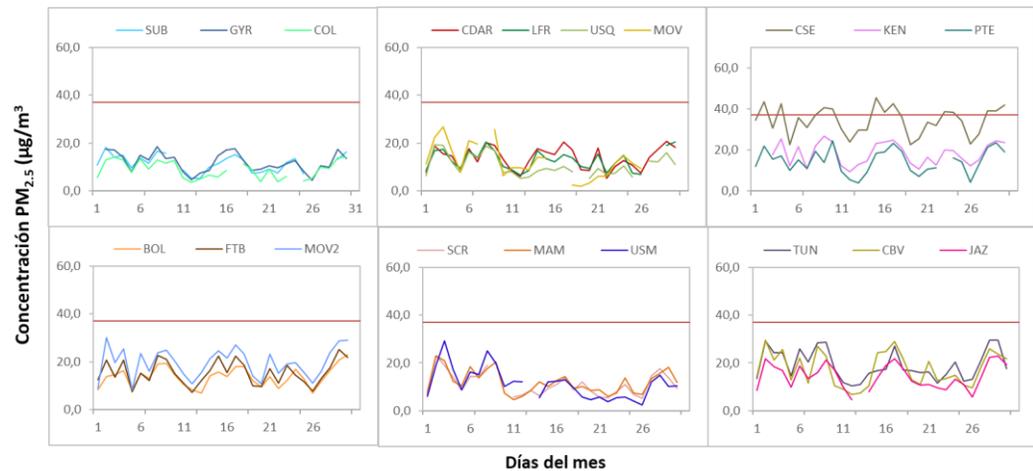


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – junio 2022

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 junio 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 junior influencia los días 12, 22 y 26 de junio. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 2, 8 y 28 de junio 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 se evidencian disminuciones considerables en el material particulado, aunque se presentaron descensos en la velocidad del viento, pero el 10 y el 18 aunque se presentaron cantidades significativas de precipitación, las concentraciones de material particulado aumentaron ya que como se evidencia en la gráfica, las velocidades del viento fueron bajas.

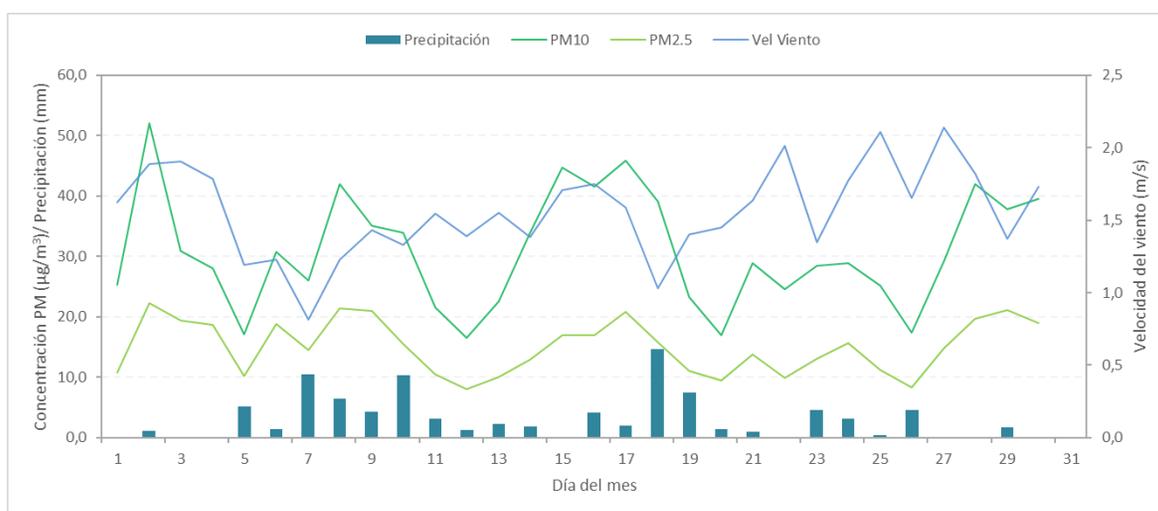


Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – junio 2022

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 junio 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.

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

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

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 8, el 23 y el 29 de junio y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral el 8, el 15 y el 18 de junio.

TUNAL

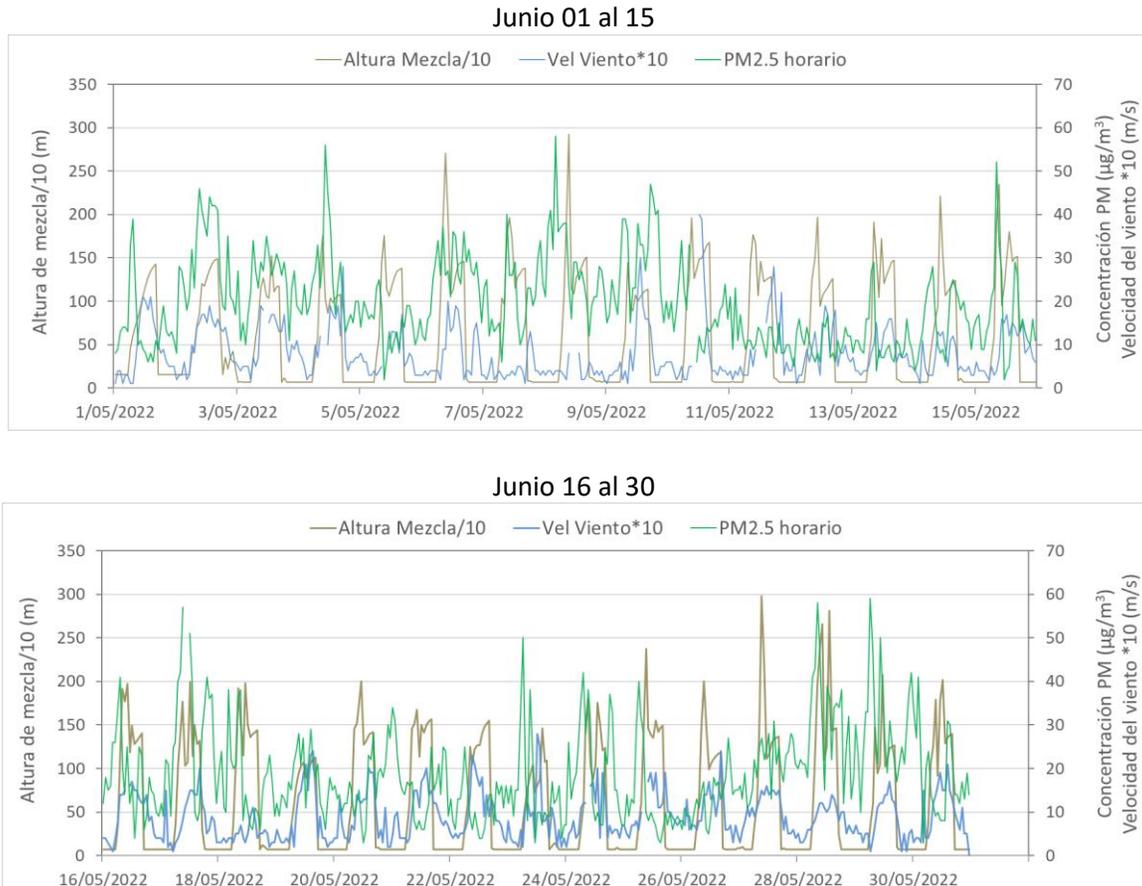


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - junio 2022

GUAYMARAL

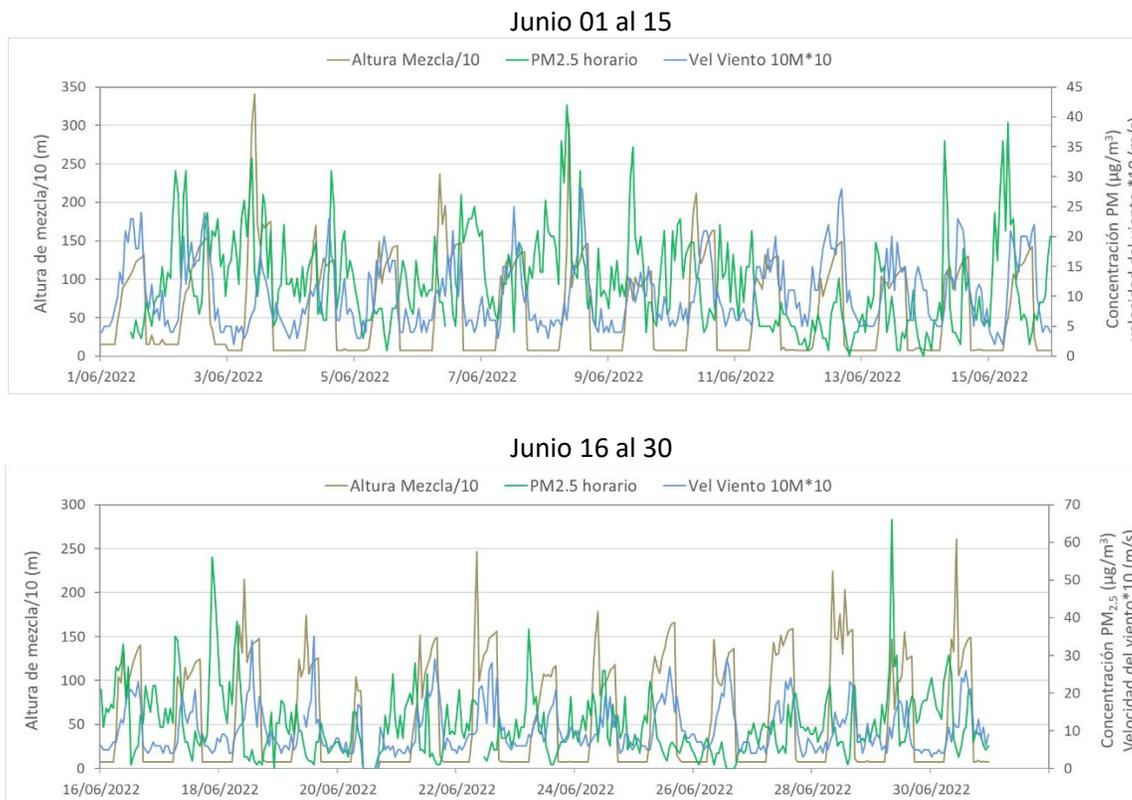


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral - junio 2022

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

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

Por otro lado, se registraron siete (7) excedencias de las concentraciones promedio 1h de SO_2 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), una (1) excedencia de las concentraciones promedio 1h de NO_2 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y ochenta y seis (86) excedencias de las concentraciones promedio 8h de CO ($5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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

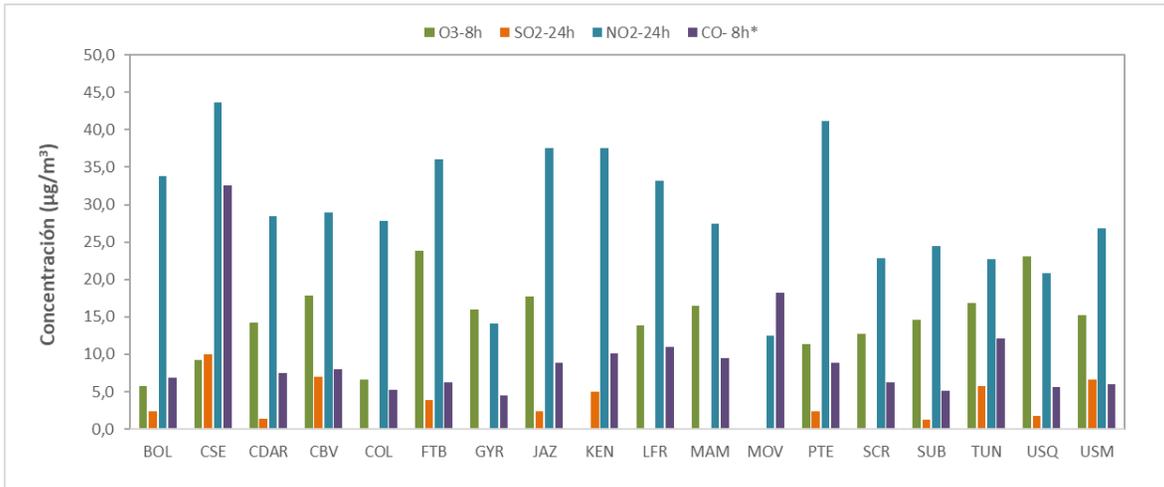


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - junio 2022

*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

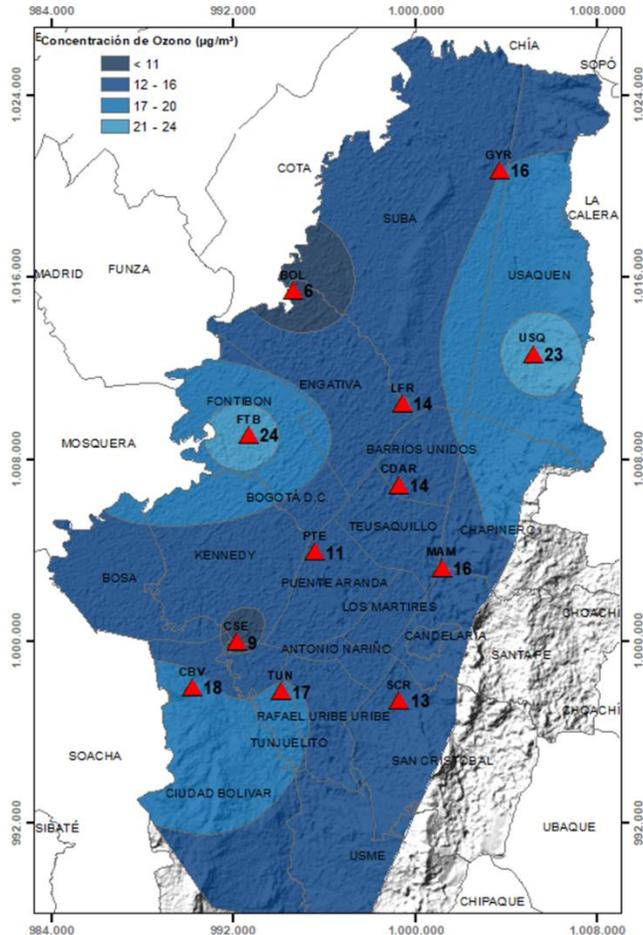


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – junio 2022

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 junio 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 norte, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Bolivia y Colina.

Las estaciones Usme (49%), Suba (32%), Móvil Fontibón (65%), Jazmín (49%), y Colina (38%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

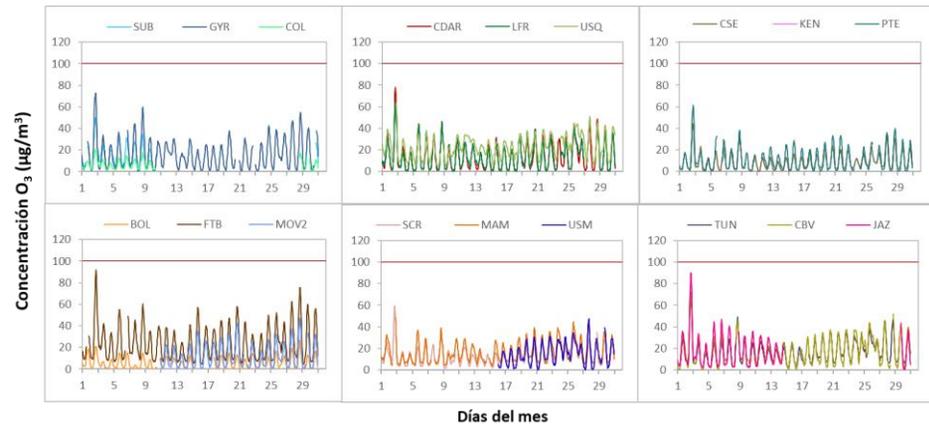
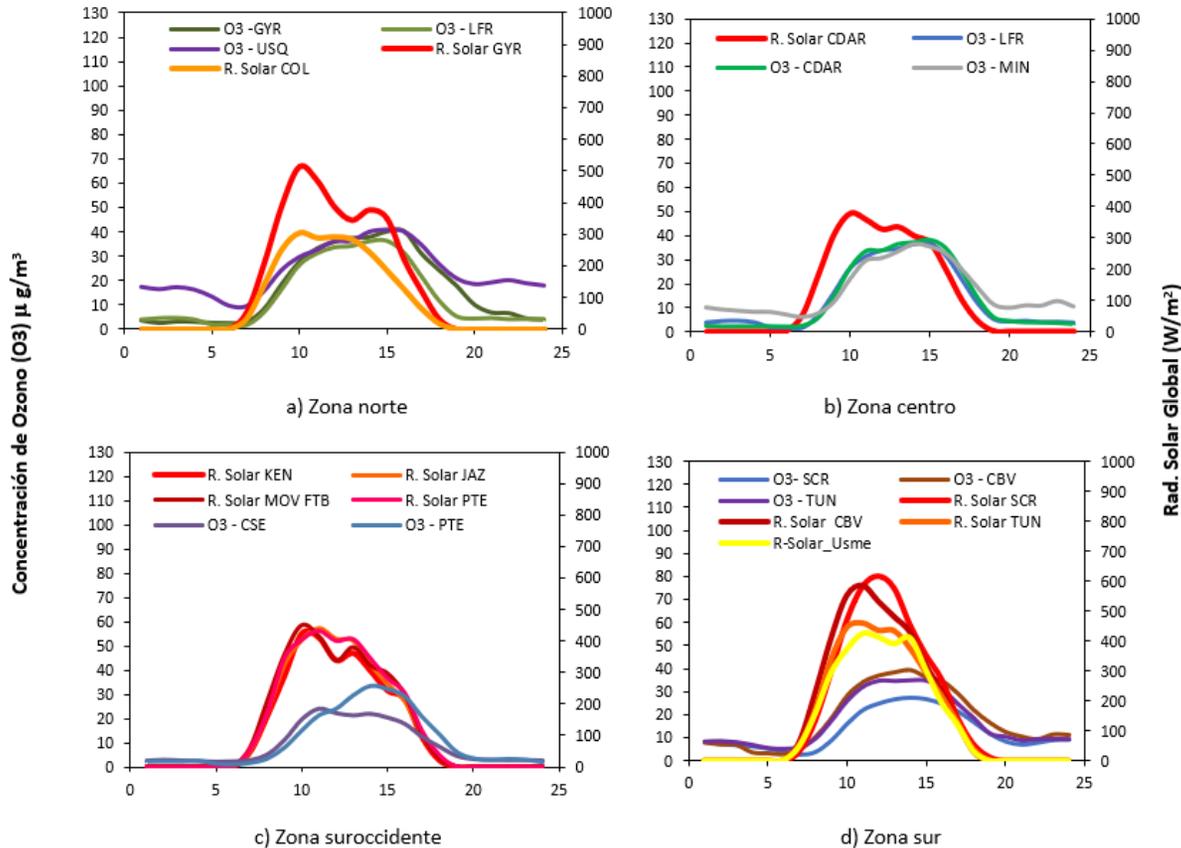


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - junio 2022

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



Asociado al incremento de las lluvias, se hace evidente que durante el mes de junio hubo mayor cobertura de nubes. Por esta razón, se observa una importante reducción en las cantidades de radiación solar entrantes y con ello, la reducción de las concentraciones de ozono troposférico. Los mayores acumulados medios horarios mensuales de radiación solar, estuvieron alrededor de $500 W/m^2$ en gran parte de la ciudad, hasta $600 W/m^2$ la zona sur. Ligado a lo anterior, en toda la ciudad las concentraciones de ozono no superaron los $40 \mu g/m^3$. (Figura 12). Las mayores concentraciones medias horarias mensuales de ozono se presentaron en la zona norte con las estaciones Usaquén y Guaymaral que alcanzaron un máximo medio horario de $39,9 \mu g/m^3$ en la hora de mayor concentración, seguido por Ciudad Bolívar en el sur, con $39,4 \mu g/m^3$ y CDAR y Las Ferias en el centro, con $38 \mu g/m^3$.

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) – junio 2022. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

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

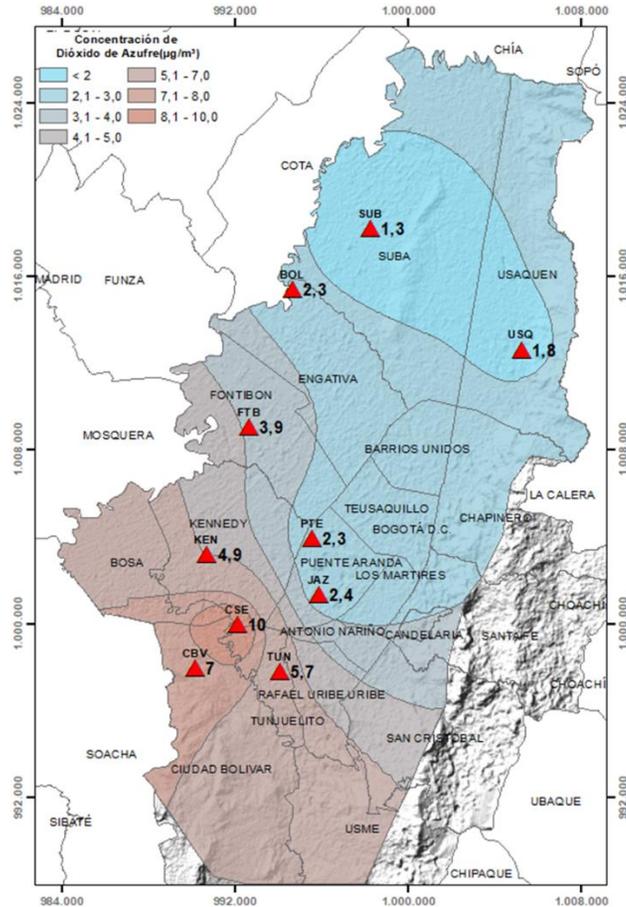


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – junio 2022

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

No alcanzaron el 75% de representatividad temporal las estaciones Usme (50%), Móvil Fontibón (67%), Colina (0%) y C.D.A.R. (57%) ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

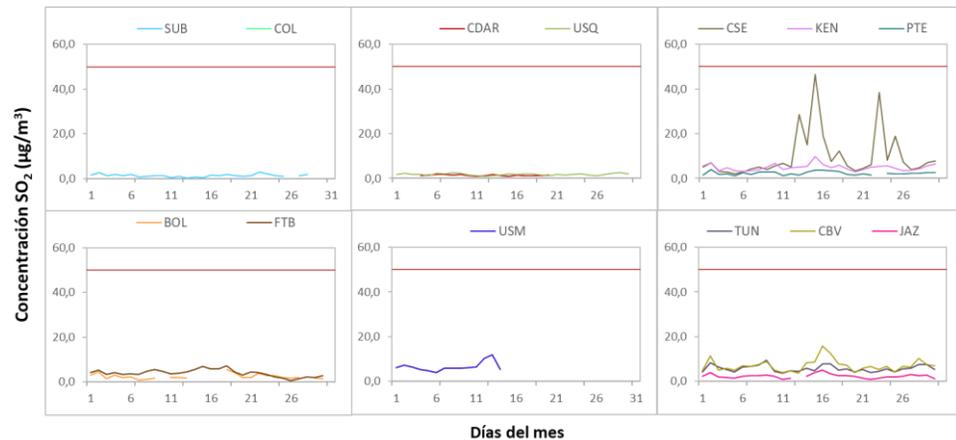


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - junio 2022

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

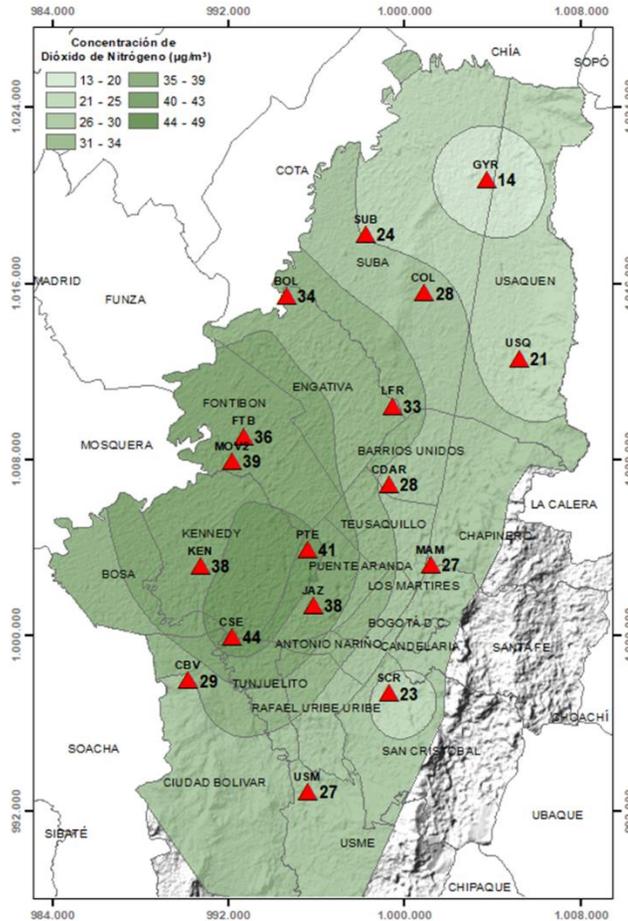


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - junio 2022

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de junio de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal – Sevillana y Puente Aranda. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Usaquén.

No alcanzaron el 75% de representatividad temporal las estaciones Tunal (63%) y Móvil 7ma (67%), ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

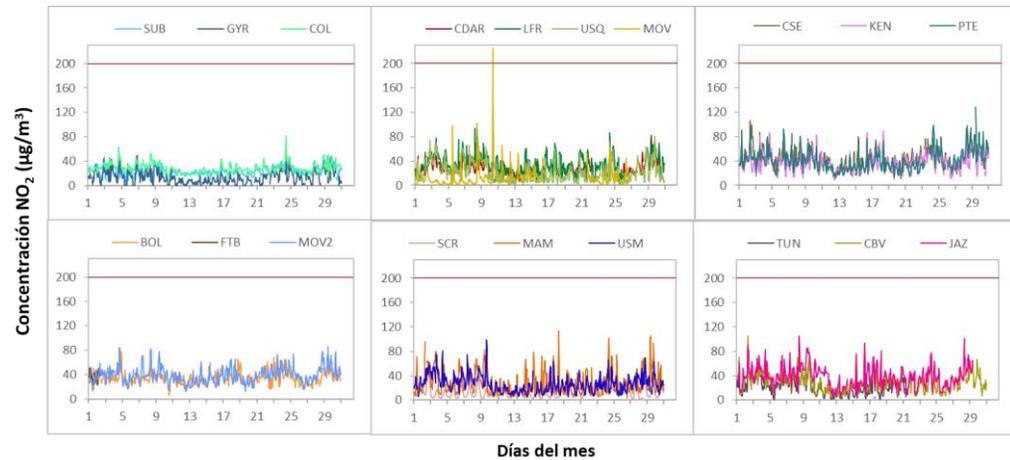


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - junio 2022

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

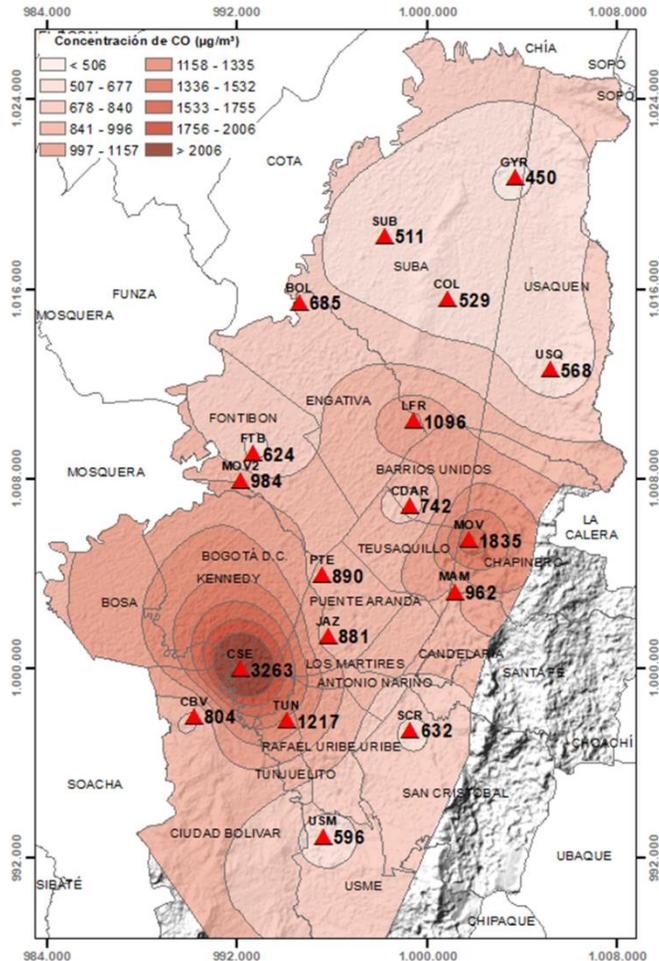


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – junio 2022

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 junio de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroccidente y oriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal - Sevillana y Móvil 7ma. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Suba.

No alcanzó el 75% de representatividad temporal la estación Kennedy (30%), ya que se presentaron datos atípicos que tuvieron que ser invalidados.

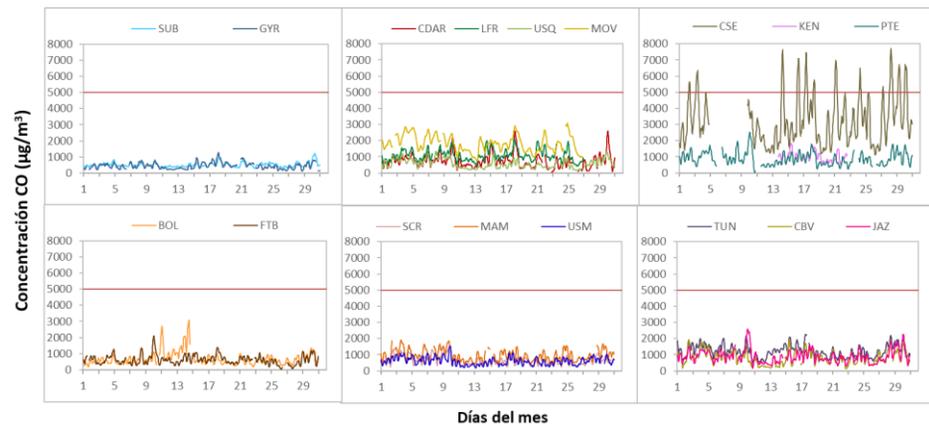


Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - junio 2022

	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” (eBC), que corresponde a la longitud de onda de 880 nm.

Durante el mes de junio de 2022 se registraron datos en ocho estaciones de la RMCAB y en todas se alcanzó a registrar más del 75% de las concentraciones horarias entre el 1 y 29 de junio de 2022. La concentración promedio horaria de eBC registrada en Bogotá D.C., entre el 1 y 29 de junio fue de $4,3 \pm 4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que corresponde a un valor superior al observado en el mes de mayo. La concentración máxima de eBC se observó el 29 de junio a las 06:00 en la estación Tunal, con un valor de $28,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

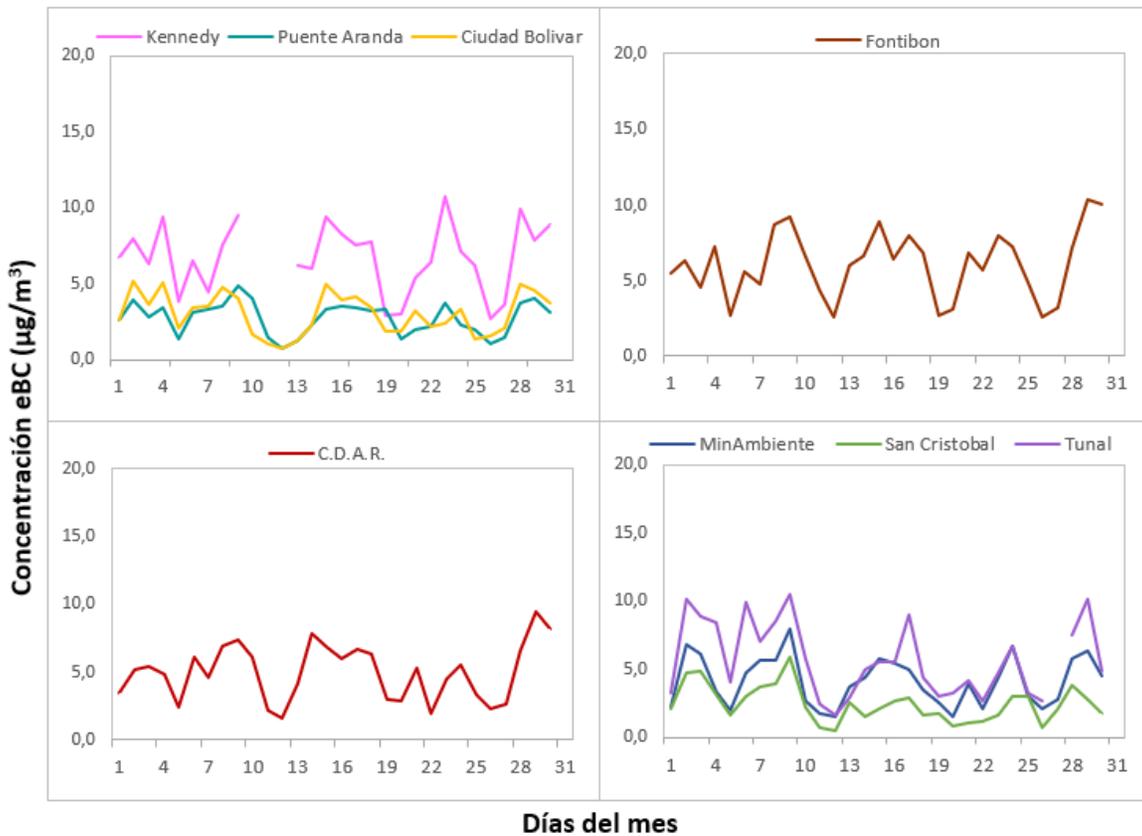


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para junio 2022

La Figura 19 presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las estaciones, clasificadas por zonas de la ciudad. De forma general, las mayores concentraciones se observaron el 29 de junio. En la estación Tunal se registró una concentración promedio diaria superior a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el 29 de junio. Entre el 2 y el 9 de junio se observaron altas concentraciones de eBC en la estación MinAmbiente cercanas a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Puente Aranda. El 12 y el 26 de junio se observaron las menores concentraciones de eBC en la mayoría de las estaciones de la ciudad.

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

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 junio de 2022, en el norte de Suramérica. Los fuegos detectados son clasificados de acuerdo con el 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 (1128), en la categoría 2 (72) y en la categoría 3 (1). Los días 1, 10 y 22 del mes se caracterizaron por registrar una mayor cantidad de incendios correspondientes a 95, 95 y 90, respectivamente.

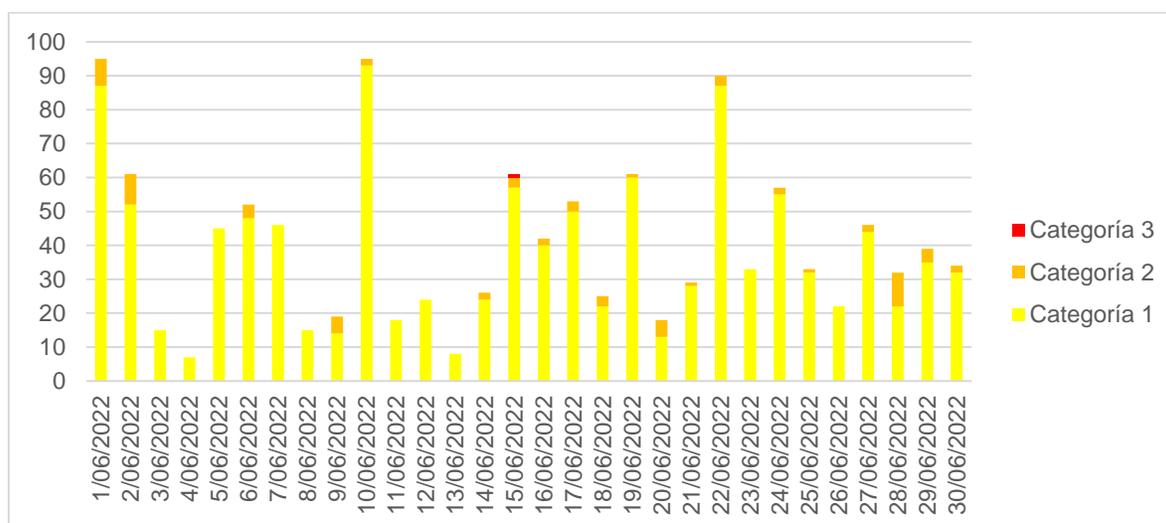


Figura 20. Gráfico de frecuencia de incendios activos censados por MODIS durante el mes de junio de 2022. La categoría 1 corresponde a incendios con poder radiativo (FPR) menor a 100 MW, la categoría 2 a los incendios con 100<FPR<500, la categoría 3 incendios con 500<FRP<1000, la categoría 4 incendios 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 eBC. En la Figura 21a se evidencia una baja densidad de incendios dispersos entre el territorio de Ecuador, Colombia y Venezuela para los días del 5 al 9 de junio; por otro lado, para las mismas fechas las direcciones de vientos se originaron en la región de la Orinoquía colombiana, específicamente en los departamentos de Arauca y Casanare, atravesando los departamentos de Boyacá y Cundinamarca con dirección suroccidente hasta llegar a la ciudad de Bogotá; sin embargo, no se evidencia el transporte de partículas del contaminante que explique el aumento de las concentraciones registradas el 9 de junio. Para el periodo comprendido entre el 25 al 29 de junio se detectó pocos incendios en las regiones de Colombia, Venezuela y Ecuador, adicionalmente, para estas fechas los vientos se manifestaron en dirección occidente - oriente desde la región del pacífico colombiano hasta la ciudad de Bogotá (Figura 21b). Aunque, el 29 de junio correspondió a un día con altas concentraciones de BC por quema de biomasa, las trayectorias de vientos y baja densidad

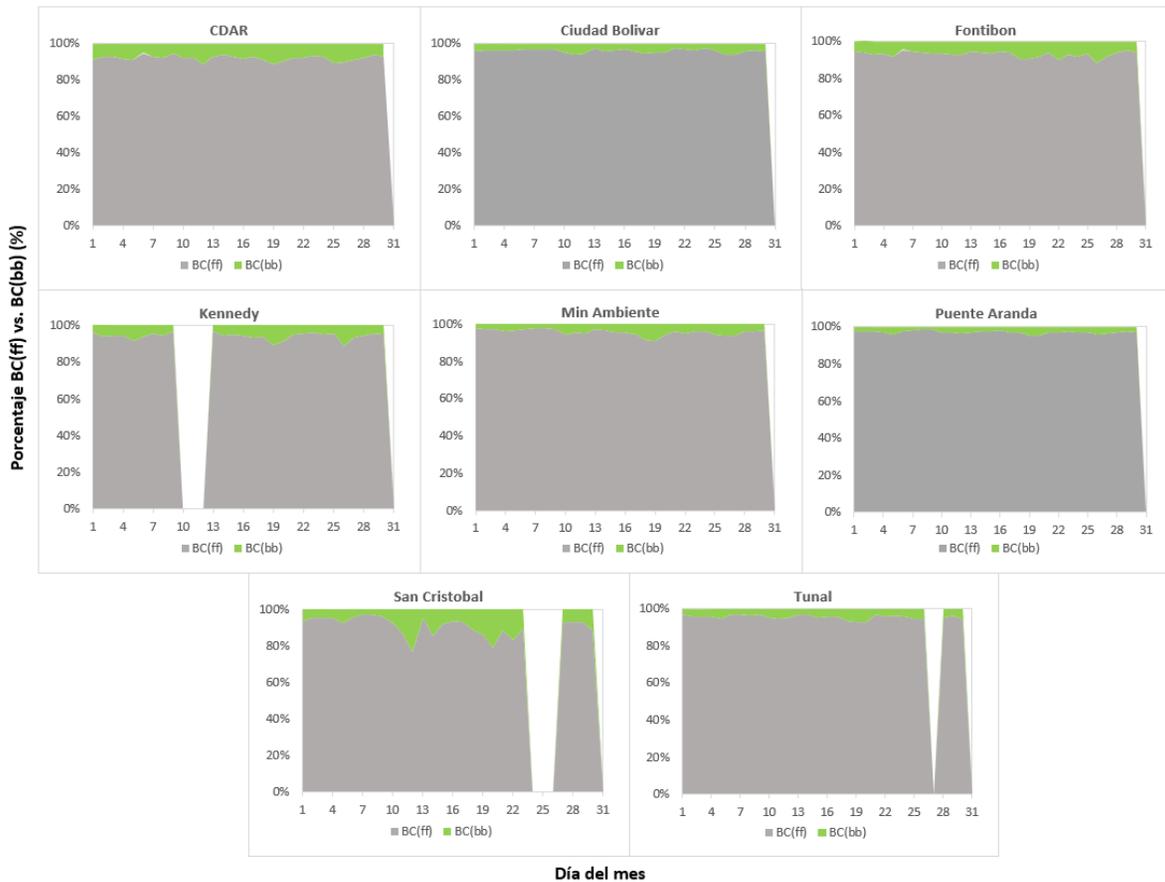


Figura 22. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) – junio 2022

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.

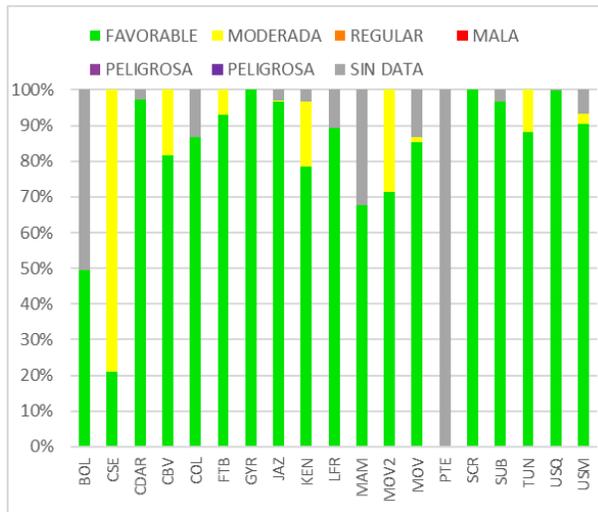


Figura 23. IBOCA para PM₁₀ por estación – junio 2022

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 junio 2022. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando durante todo el mes esta condición en Guaymaral, San Cristóbal y Usaquén. En Carvajal – Sevillana predominó la condición moderada, con un 79% de tiempo en el mes, y también tuvo un porcentaje notable en Móvil Fontibón (29%) y Ciudad Bolívar (18%).

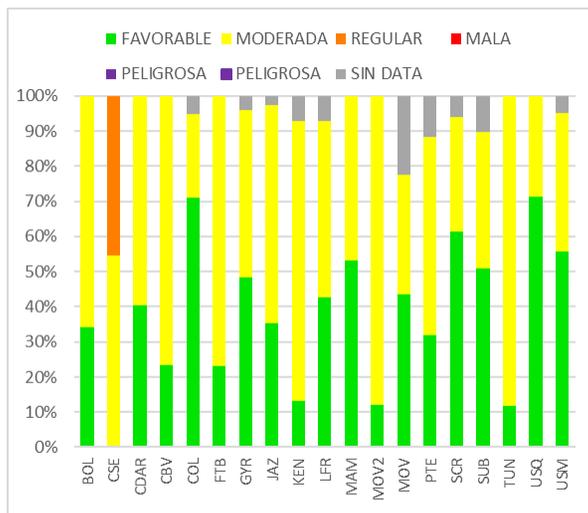


Figura 24. IBOCA para PM_{2.5} por estación – junio 2022

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 junio 2022 predominó la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, registrando los porcentajes más altos en Tunal y Móvil Fontibón (88%) y Kennedy (80%). La condición “favorable” fue predominante en las estaciones Colina y Usaquén, con un porcentaje del 71%, seguidas de San Cristóbal con 61%. En Carvajal-Sevillana se observó un porcentaje notable de la condición “regular”, con un 45% del mes.

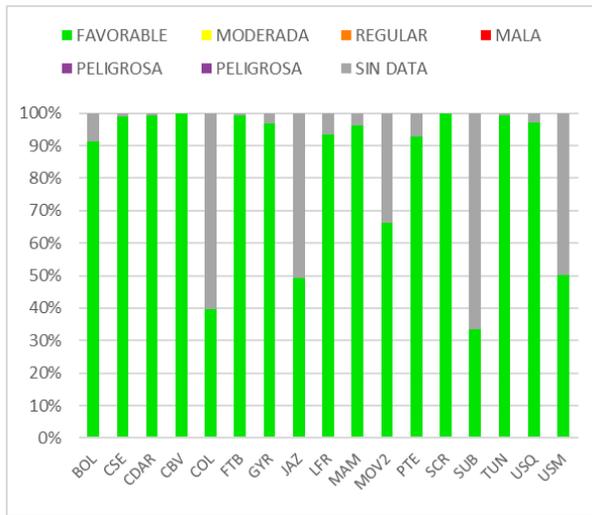
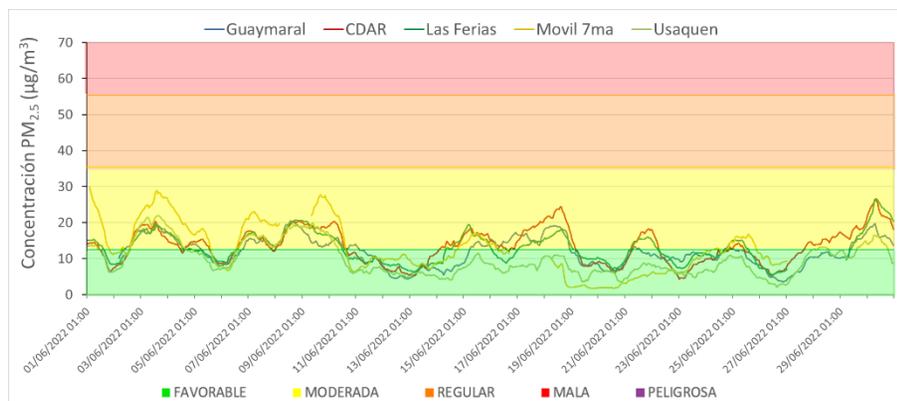


Figura 25. IBOCA para O₃ por estación – junio 2022

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 junio 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 Colina, Jazmín, Suba y Usme registraron varios datos atípicos que fueron invalidados, por ello se registró una baja representatividad temporal del parámetro 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 junio de 2022. Se evidencia que en la mayoría del mes se registró la condición “moderada”. En las estaciones del norte y centro geográfico de la ciudad, las concentraciones se mantuvieron bajas con algunos incrementos en la tercera y quinta semana del mes. En el sur y suroccidente se observaron más concentraciones en la condición “moderada”, aunque hubo una reducción notable de las concentraciones entre el 11 y el 15 de junio, y después hubo un incremento notable hacia el 17 de junio, debido a la salida de vehículos previa al primero de los tres festivos de la temporada de mitad de año. Después de finalizar los festivos se redujeron nuevamente las concentraciones y finalmente se incrementaron nuevamente en los últimos días del mes.



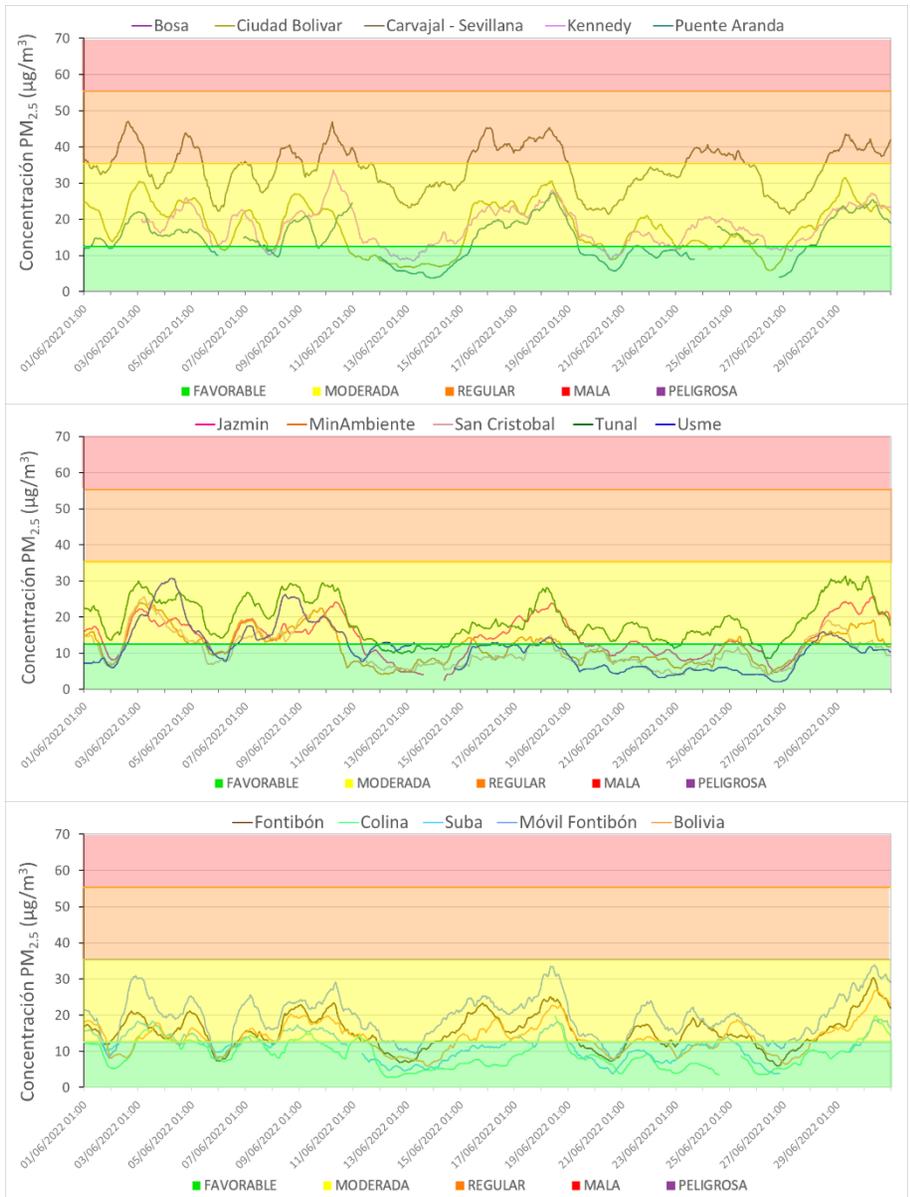


Figura 26. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} junio 2022

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

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

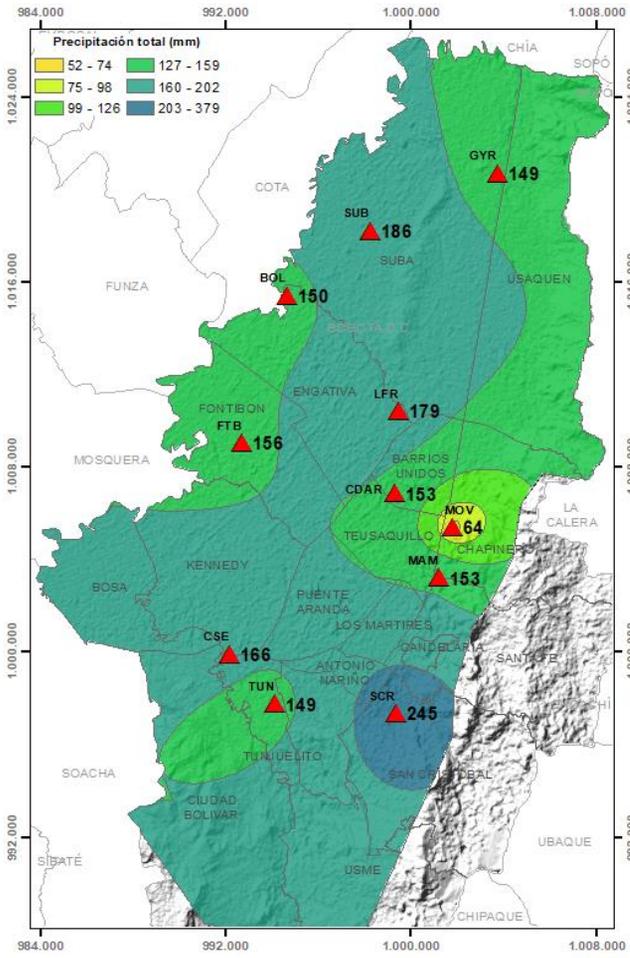


Figura 27. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – junio 2022

De acuerdo con la estacionalidad de las lluvias, el mes de junio se reconoce históricamente como un mes de transición del primer período de lluvias al segundo período seco. Sin embargo, en este mes los totales acumulados registrados por la RMCAB mostraron un incremento en las precipitaciones en toda la ciudad, con mayor abundancia hacia el suroriente. Los acumulados en junio incluso fueron mayores que los del mes de mayo, el cual es característicamente lluvioso. Ver Figura 27.

El número de días con lluvia, por encima de 25 días, en 8 de las 11 estaciones que registraron eventos de lluvia, confirma que este mes fue más húmedo comparado con el mes de mayo, donde solo dos estaciones superaron los 25 días con lluvia. De este comportamiento se deduce que la reducción de PM₁₀ en algunas estaciones al norte, sur oriente e incluso al suroccidente obedecen a la contribución de las lluvias como agente de lavado atmosférico. En la estación de Kennedy, donde las concentraciones de PM₁₀ se redujeron de 40 µg/m³ en mayo a 23 µg/m³ en junio; es decir, poco menos del 50%, esta contribución se relaciona principalmente a eventos de lluvia. (Figura 28)

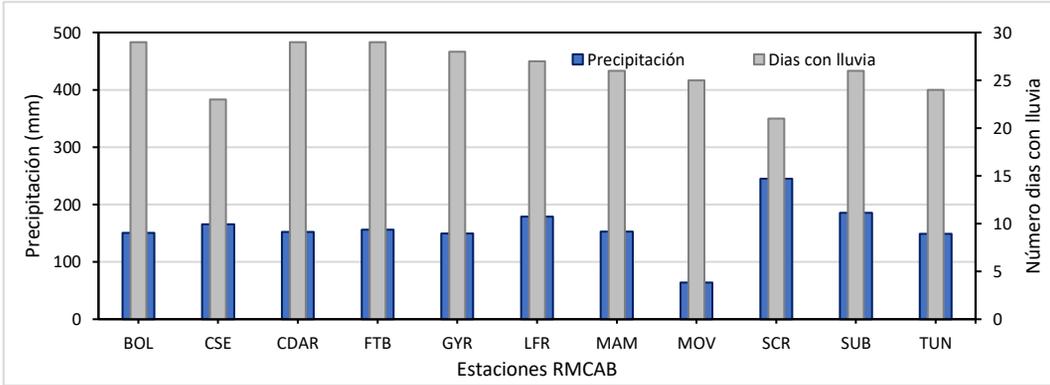


Figura 28. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – junio 2022

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

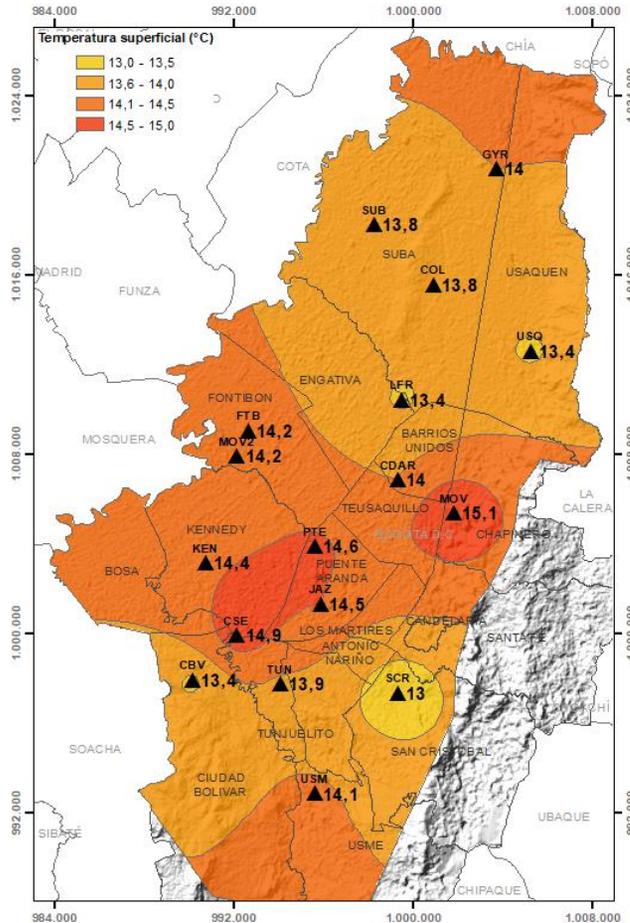


Figura 29. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – junio 2022

Con el aumento de las lluvias en junio, la temperatura superficial del aire se redujo en toda la ciudad, principalmente al suroccidente, donde en promedio, pasó de 16,1 °C a 14,9 °C en la estación Carvajal - Sevillana y en Kennedy de 15,8 °C a 14,4 °C. Las mayores temperaturas se presentaron al norte y sur de la ciudad y en la faja que se encuentra en el centro geográfico de la ciudad distribuida de oriente a occidente. En la Figura 29, se observa el comportamiento espacial de la temperatura durante el mes de junio, mostrando una semejanza espacial al registrado en abril y mayo, pero con la reducción antes descrita, de entre 0,8 °C en la estación Suba hasta 1,4 °C en la estación Kennedy.

Las temperaturas máximas absolutas se registraron en las estaciones CDAR (25 °C), Suba (24,9 °C), Kennedy (24,6 °C), Tunal (24,5 °C) y Móvil 7ma (24,3 °C). Entre tanto, las mínimas absolutas en las estaciones Tunal (6,0 °C), CDAR (6,8°C), Guaymaral (7,0 °C) y Suba (7,5 °C). (Figura 30). En cuanto a la amplitud térmica, en las estaciones Tunal (18,5 °C), CDAR (18,2 °C), Suba (17,4 °C) presentaron mayores amplitudes que, en las regiones tropicales durante el día favorecen la convección térmica, la mezcla y la difusión turbulenta del aire contaminado de la ciudad.

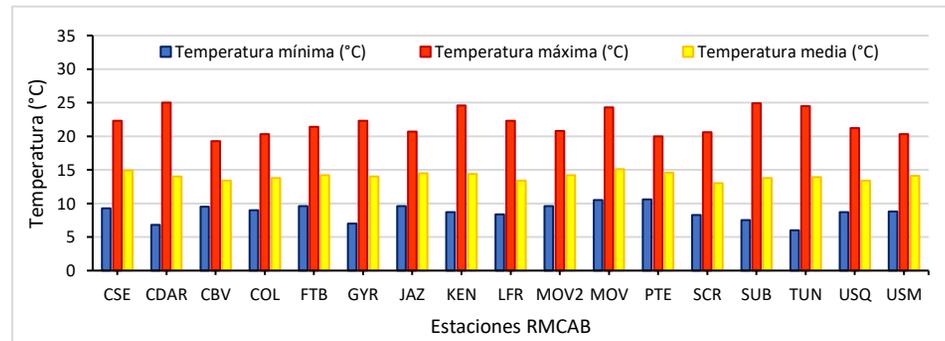


Figura 30. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – junio 2022

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

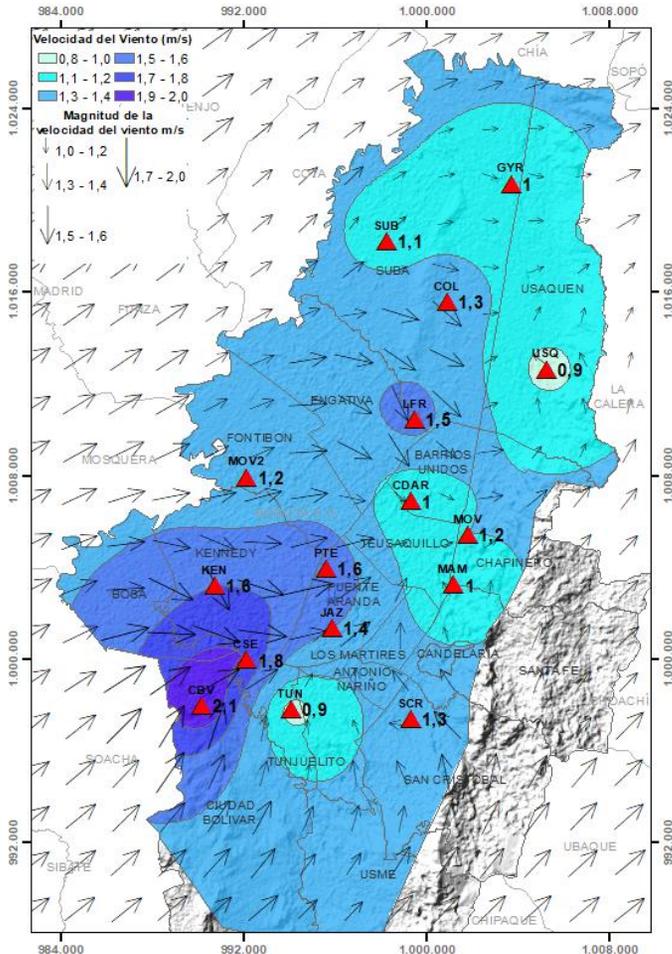


Figura 31. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – junio 2022

En junio, los vientos nuevamente se establecieron con predominio del occidente y suroccidente. Esta situación, como se ha ventilado frecuentemente, es la que bajo condiciones de estabilidad y humedad apropiadas, favorece la formación de nubes de gran desarrollo vertical y la consecuente ocurrencia de fuertes lluvias. Además, propician el transporte de nubes del occidente, y lluvias de tipo advectivas en el flanco occidental de la ciudad, así como la introducción de contaminantes de fuentes externas.

Como es recurrente, las mayores velocidades se presentaron al suroccidente del Distrito Capital, con velocidades que fluctuaron entre 1,6 m/s y 2,1 m/s, procedentes del suroriente predominantemente (Figura 31).

Las velocidades máximas absolutas, se registraron hacia el suroccidente y norte de la ciudad, con valores de hasta 8,1 m/s en la estación Ciudad Bolívar y 7,7 m/s en la estación Colina; vientos que por su fuerza y capacidad de mezclado son importantes para la depuración de la ciudad, sobre todo en horas de la tarde cuando han adquirido mayor energía (Figura 32).

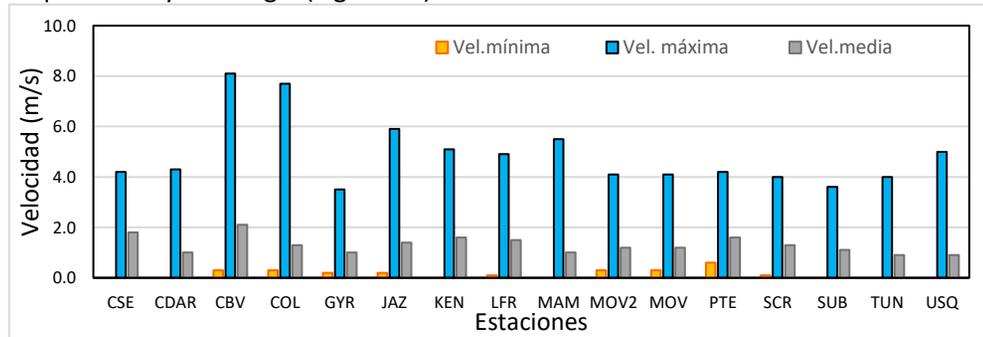


Figura 32. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – junio 2022

	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 (72,5 µg/m³) y de PM_{2.5} (34,3 µg/m³); se registraron en total 18 excedencias de PM₁₀ y 13 excedencias de PM_{2.5} en el mes.
- Con respecto a los gases, Carvajal - Sevillana registró el promedio más alto de CO (3262 µg/m³), NO₂ (43,7 µg/m³), y de SO₂ (10 µg/m³) y Fontibón registró el promedio más alto de O₃ durante el mes (23,7 µg/m³). Hubo una reducción generalizada de las concentraciones de gases en relación al mes anterior en la mayoría de las estaciones. Se registraron siete excedencias horarias de SO₂, una excedencia horaria de NO₂ y 86 excedencias octohorarias de CO.
- En junio de 2022 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en los primeros diez días del mes para la zona suroriente de la ciudad, y en los últimos días en el resto de la ciudad; los registros más altos fueron del orden de 10 µg/m³. El aporte principal a Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Ciudad Bolívar, Kennedy, MinAmbiente, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente a mediados del mes, siendo más alto en la estación San Cristóbal.
- Con respecto al índice IBOCA en junio de 2022, para las concentraciones registradas de PM_{2.5} se observó una predominancia de la condición “moderada” en la mayoría de estaciones, con el mayor porcentaje registrado para las estaciones Tunal y Móvil Fontibón, con un 88% 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 de PM_{2.5}, con un 45% del mes en la condición “regular”.
- En junio de 2022 se observó un incremento de la precipitación para el histórico del mes, en el cual hay una transición hacia el periodo seco. Las mayores precipitaciones se observaron en el suroriente de la ciudad, con 245 mm en San Cristóbal. La mayoría de las estaciones registraron más de 25 días de lluvia durante el mes, solo en Carvajal-Sevillana y San Cristóbal se registraron valores por debajo de dicho número de días.
- Con relación a la temperatura superficial en junio de 2022, se observó una disminución de la temperatura en relación con el mes anterior, ya que hubo un incremento de las precipitaciones. San Cristóbal registró el menor valor de temperatura mensual, con 13,0°C, y Móvil 7ma tuvo el mayor promedio mensual con 15,1°C, y los registros máximos horarios más altos se observaron en CDAR y Suba, con 25,0 y 24,9°C respectivamente.
- En junio de 2022 se evidenció que predominaron los vientos provenientes del suroccidente y occidente. Las velocidades promedio mensual más altas se observaron en Ciudad Bolívar con 2,1 m/s y Carvajal-Sevillana con 1,8 m/s. Los máximos horarios se observaron al norte y sur de la ciudad, en Colina 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

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	
Guaymaral	GVR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Autopista Norte #205-59	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 1 G #41 A39	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	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	
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Industrial	Calle 10 #65-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este #12-78 sur	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
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	
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				
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: 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 30 de junio 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]

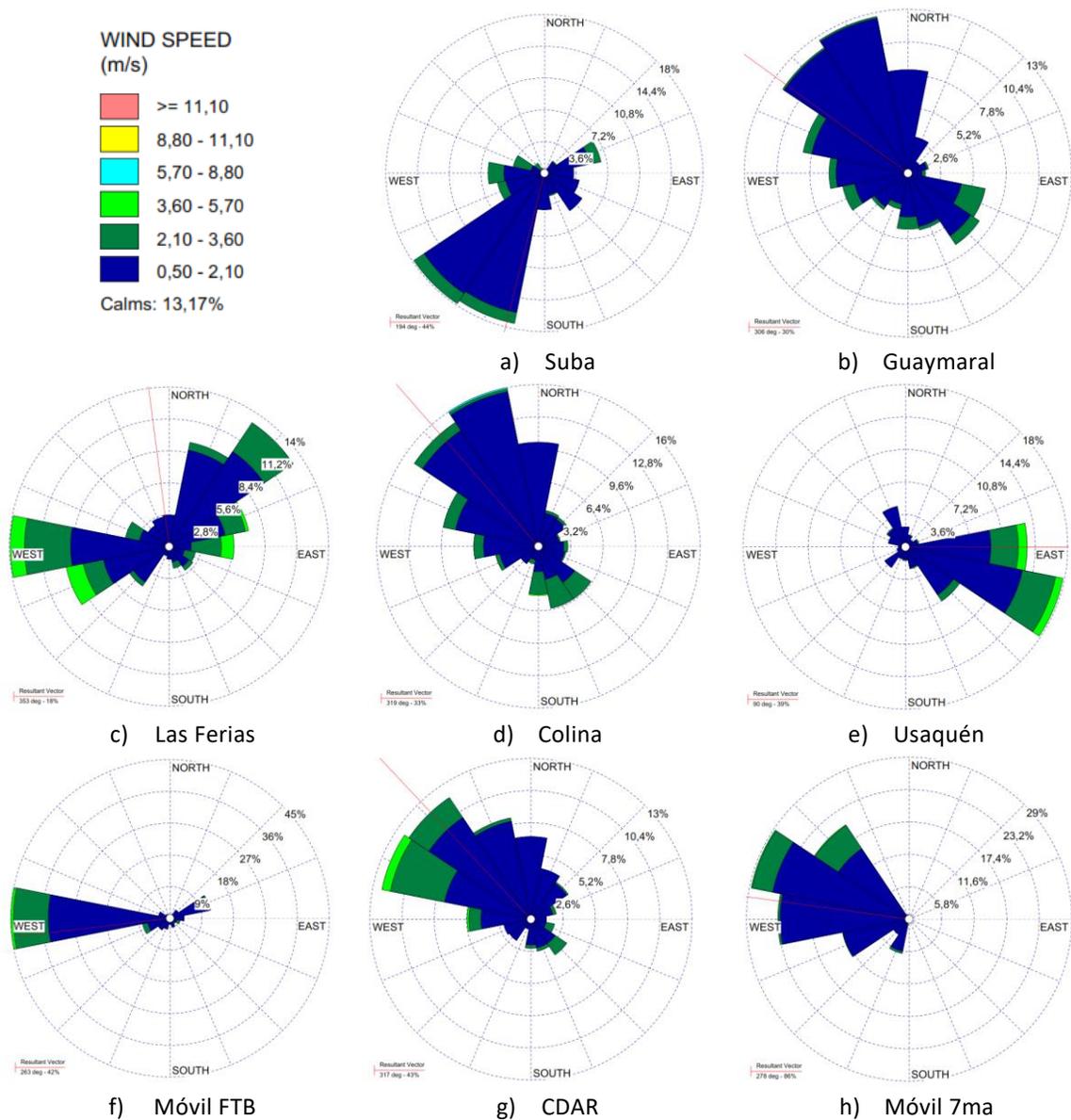
R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

11.4. ROSAS DE LOS VIENTOS

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

la RMCAB en la Figura 33. Estas permiten ampliar la comprensión del comportamiento de los vientos, como complemento al campo del viento representado en el mapa de la Figura 31. Aunque dicho mapa ilustra con una claridad espacialmente muy comprensible acerca de las direcciones medias mensuales predominantes durante el mes de junio, las rosas de viento proporcionan además de la magnitud de la velocidad del viento y su frecuencia, el vector resultante (en línea roja), que representa en esencia la dirección de donde, en promedio, provienen los vientos durante el periodo analizado. Así que, partir de estas rosas se puede deducir que, en junio de 2022 los vientos con mayor persistencia se registraron en las estaciones: San Cristóbal con un 49% de vientos del oriente, Móvil de Fontibón con un 45% de vientos del occidente; seguidas por Móvil Séptima con un 29%. Estas rosas se describen para aquellas estaciones que superaron el criterio de representatividad superior al 75%.



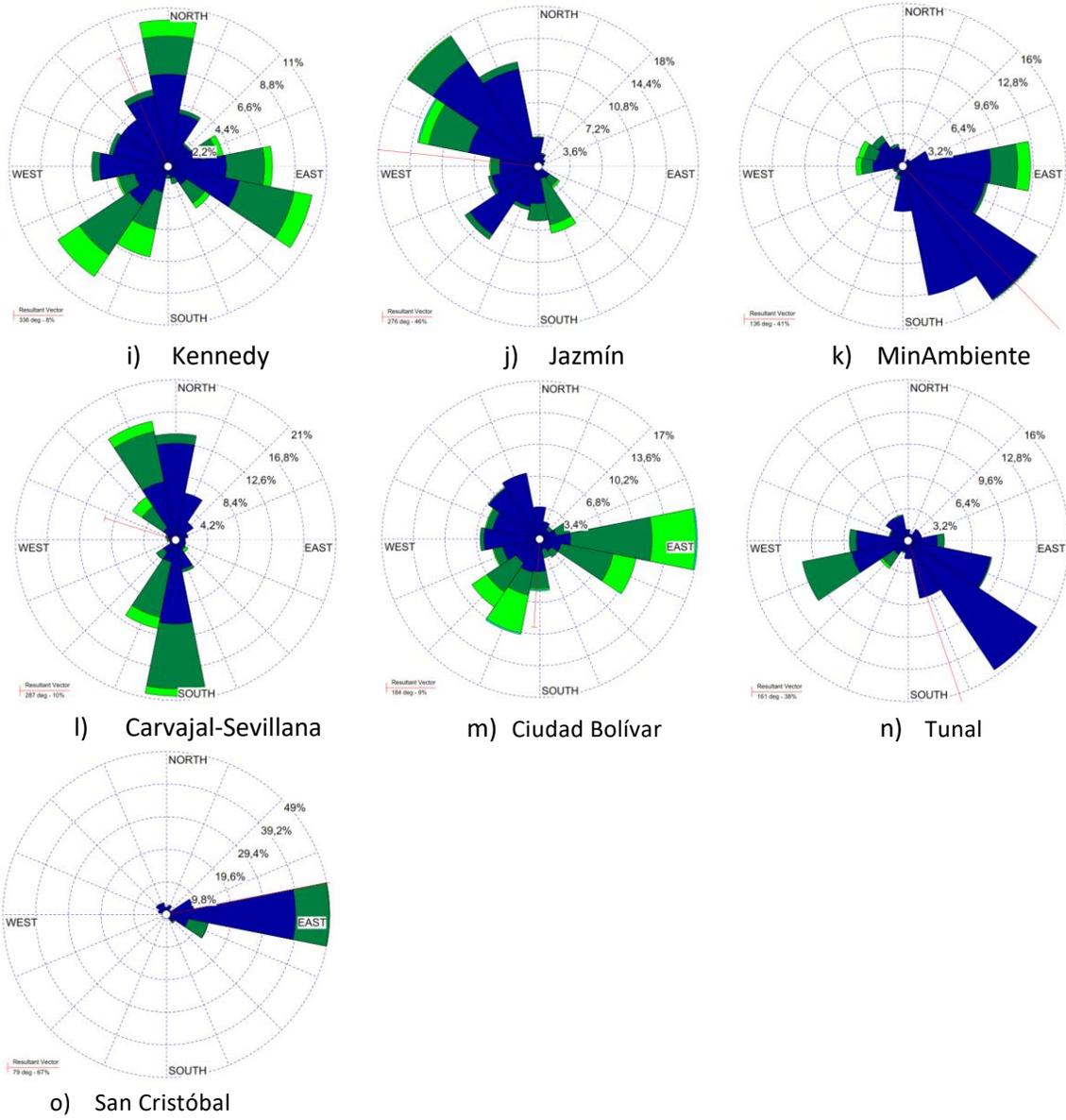


Figura 33. Rosas de los vientos – junio de 2022

FIN DEL INFORME