



# Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá



## Septiembre 2022


Estación Usaquén

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de  
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.



	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB</b>	
	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**  
**Luisa Fernanda Osorio Marín**  
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

**Secretaría Distrital de Ambiente**  
Avenida Caracas No. 54 - 38

© octubre - 2022, Bogotá - Colombia  
Informe mensual de septiembre de la Red de  
Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá D.C.

2022  
Impreso en Colombia

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB</b>	
	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 septiembre de 2022 se tuvieron ocho (8) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras  $PM_{10}$  y diez (10) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras  $PM_{2.5}$ . En cuanto a las concentraciones 8h de ozono  $O_3$  se registró una (1) excedencia. Respecto a el monóxido carbono  $CO$ , el dióxido de azufre  $SO_2$  y el dióxido de nitrógeno  $NO_2$  no se registraron excedencias a la normatividad.*

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

*De otra parte, aunque se presentan datos de concentración que no cumplieron con el porcentaje de representatividad temporal del 75%, establecido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire expedido por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estos datos se presentaron como indicativos, pero no se incluyeron dentro de los cálculos y análisis de concentración. La representatividad temporal de las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado en las estaciones. Para cada hora de excedencia al rango de referencia de temperatura interna y/o desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación.*

*En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, 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. También, en la zona de influencia de la estación de Usme, se están realizando obras civiles que pudieron ser causales de incidencias en las concentraciones registradas en la estación.*

*Finalmente, durante el mes se realizó el procesamiento de la información de las semanas del 01 al 07, del 08 al 15 y del 16 al 31 de agosto de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargar el próximo mes en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE.*

*De otra parte, el grupo operativo de campo de la RMCAB atendió visitas para el mantenimiento externo de los aires acondicionados de las estaciones, también se continuo con el periodo de intercomparaciones de sensores meteorológicos, además se realizaron pruebas de funcionamiento y operación en algunos pluviómetros de la red. Por otro lado, se ejecutaron actividades para la reparación del datalogger de la estación Kennedy, se apoyó el evento en la estación CDAR en el que se realizó de la Red Colaborativa de Microsensores y se participó activamente en la realización del día sin carro y sin moto. Adicionalmente, se trabajó en la solicitud de cambios documentales de algunos procedimientos e instructivos internos de la RMCAB.*

**Nota:**

***Este informe “Informe mensual de calidad del aire septiembre 2022”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5665162 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.***

## 2. INTRODUCCIÓN

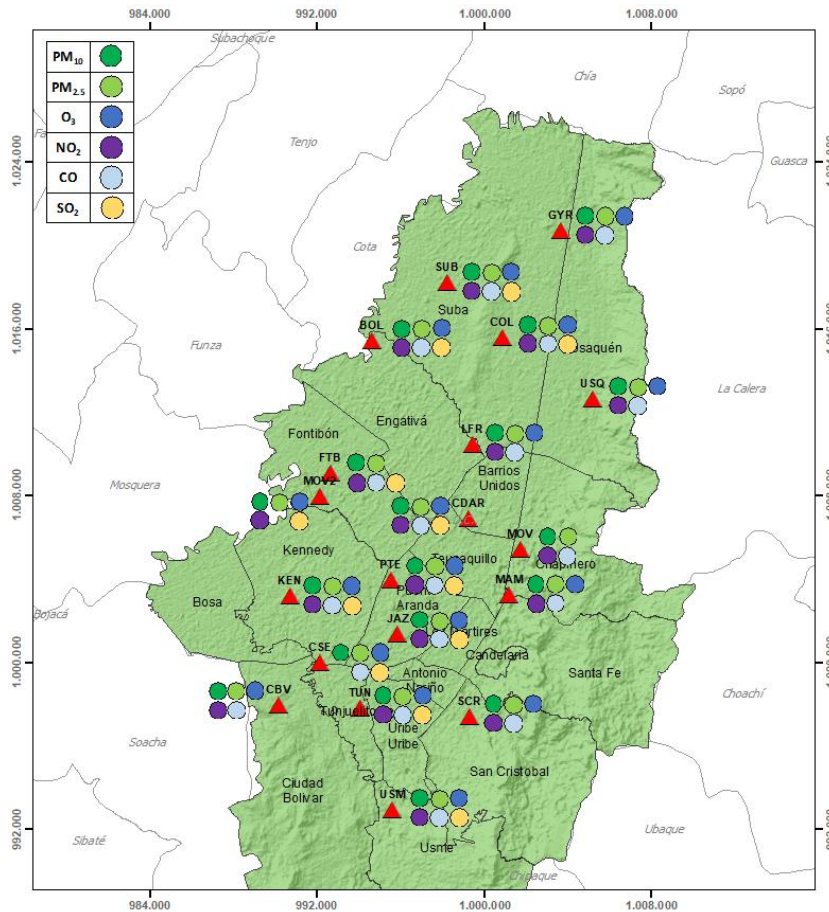


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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.

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB</b>	
	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 septiembre de 2022 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en la estación Las Ferias se registraron temperaturas de hasta 28,2°C y en la estación Móvil 7ma se presentaron registros de hasta 16,0°C, en la primera, esto se presentó por intervenciones en la estación y en la segunda debido a fallos que se asociaron con el aire acondicionado. 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 7,7% y 66,2% 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




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

### 3. GESTIONES ADMINISTRATIVAS DE LA RMCAB

En el mes de septiembre, se realizó el procesamiento de la información de las semanas del 01 al 07, del 08 al 15 y del 16 al 31 de agosto de la información de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue el próximo mes en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE.

De otra parte, durante el mes, el grupo operativo de campo de la RMCAB atendió visitas para el mantenimiento externo de los aires acondicionados de las estaciones, también se continuó con el periodo de intercomparaciones de sensores meteorológicos respecto a sensores patrones en las estaciones Minambiente, Puente Aranda, Móvil Fontibón y San Cristóbal. Por otro lado, se realizaron pruebas de funcionamiento y operación en los pluviómetros instalados en las estaciones mencionadas. Adicionalmente, se apoyó el evento en la estación CDAR CDAR en el que se realizó de la Red Colaborativa de Microsensores y se participó activamente en la realización del día sin carro y sin moto. También, se reparó el datalogger de Kennedy por lo que se retomó el monitoreo en la estación.

Por último, se trabajó en la solicitud de cambios documentales al procedimiento interno PA10-PR12 "Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de Black Carbon (BC)" junto con su instructivo PA10-PR12-INS1 "Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de Black Carbon modelo AE33", a los modelos PA10-PR04-M1 "Informe anual de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB", PA10-PR04-M2 "Informe trimestral de la red de monitoreo de

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

*calidad del aire de Bogotá – RMCAB” y PA10-PR04-M3 “Informe Mensual de la Red Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB” del procedimiento PA10-PR04 “Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá de la RMCAB” y al instructivo PE03-PR07-INS1 “Instructivo para determinar la conformidad en el Laboratorio de la SDA”.*

#### **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 septiembre 2022.

#### 4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM<sub>10</sub>

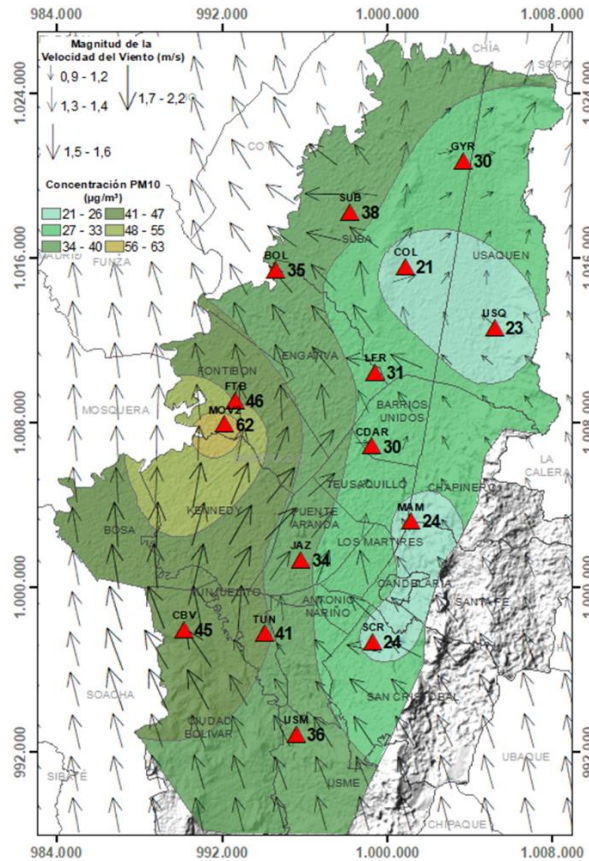


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM<sub>10</sub> – septiembre 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el occidente en Móvil Fontibon (62,3 µg/m<sup>3</sup>) y en Fontibon (45,8 µg/m<sup>3</sup>), mientras que las menores concentraciones se registraron en el norte en Colina (21,3 µg/m<sup>3</sup>) y Usaquen (23,2 µg/m<sup>3</sup>). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 94,9 µg/m<sup>3</sup> en Móvil Fontibon y a 89,3 µg/m<sup>3</sup> en Ciudad Bolívar; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m<sup>3</sup>). En el mes se registraron en total ocho (8) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM<sub>10</sub>, seis (6) en Móvil Fontibón y dos (2) en Ciudad Bolívar. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

Las estaciones Puente Aranda (0%), Móvil 7ma (13%), Kennedy (27%) y Carvajal - Sevillana (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas, por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

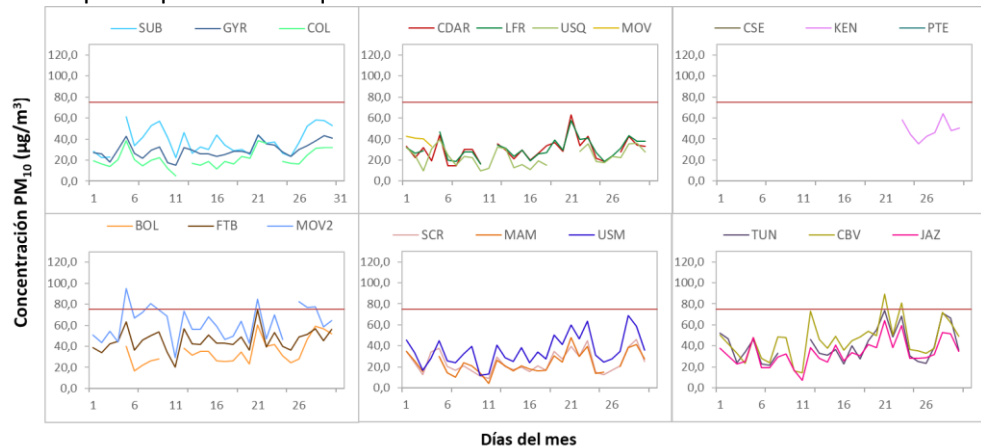


Figura 3. Concentraciones diarias PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo – septiembre 2022

#### 4.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM<sub>2.5</sub>

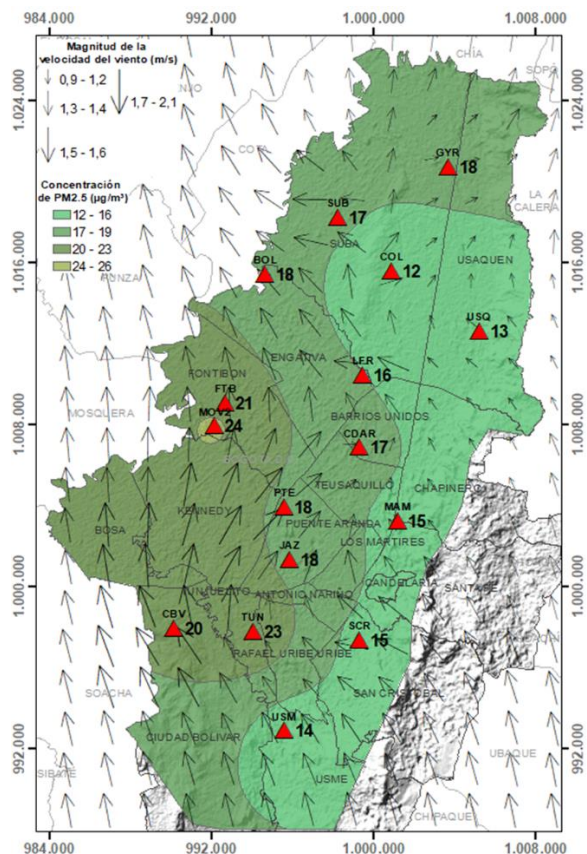


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM<sub>2.5</sub> – septiembre 2022

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el occidente en Móvil Fontibón (23,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en el Sur en Tunal (23,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Colina (12,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en Usaquén (13,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Las concentraciones máximas diarias más altas del mes corresponden a 42,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Móvil Fontibón y 42,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Tunal; ninguna concentración sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En el mes se registraron en total diez (10) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM<sub>2.5</sub>, tres (3) en Móvil Fontibón, dos (2) en Ciudad Bolívar, Kennedy y Tunal y una (1) en Jazmín. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

Las estaciones Móvil 7ma (13%), Kennedy (27%) y Carvajal - Sevillana (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas, por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

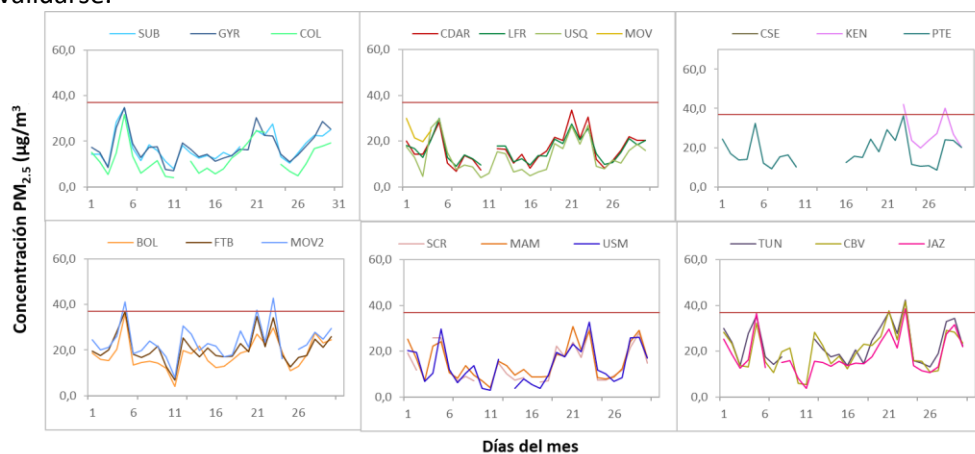



Figura 5. Concentraciones diarias PM<sub>2.5</sub> por estación de monitoreo – septiembre 2022



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

### 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, precipitación y velocidad del viento durante el mes de septiembre 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 4, 11 y 25 de septiembre. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 21, 23 y 28 de septiembre que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 1, 19 y 29 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 29 se evidencian disminuciones considerables en el material particulado y asimismo ascensos en la velocidad del viento, pero el 1 y el 19 aunque se presentaron cantidades significativas de precipitación, las concentraciones de material particulado aumentaron ya que como se evidencia en la gráfica, la velocidad del viento fue baja.

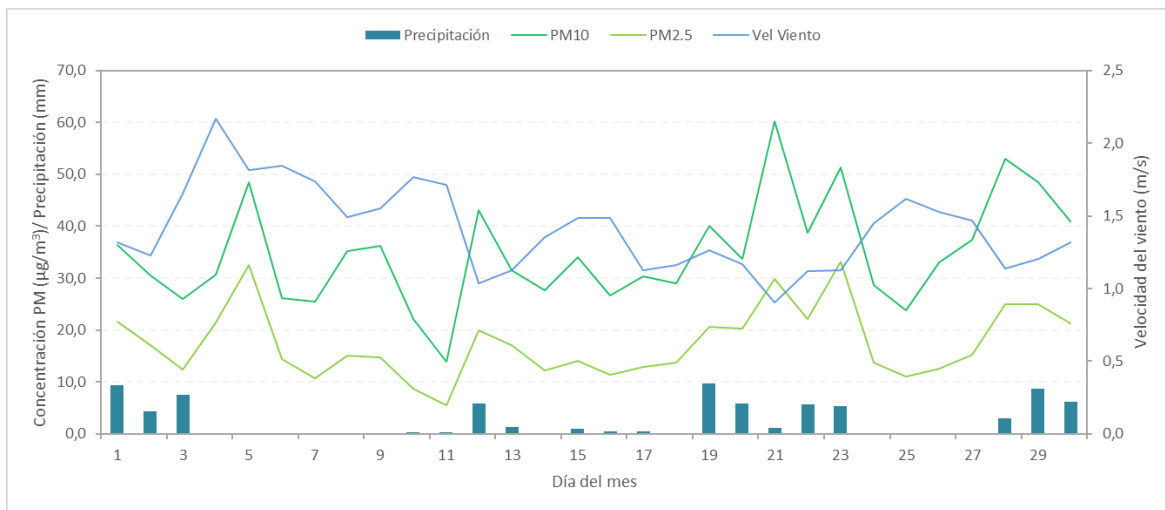



Figura 6. Promedio de concentración PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – septiembre 2022

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 septiembre de 2022 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y la velocidad del viento en la estación Tunal y en la Figura 8 para la estación Guaymaral.

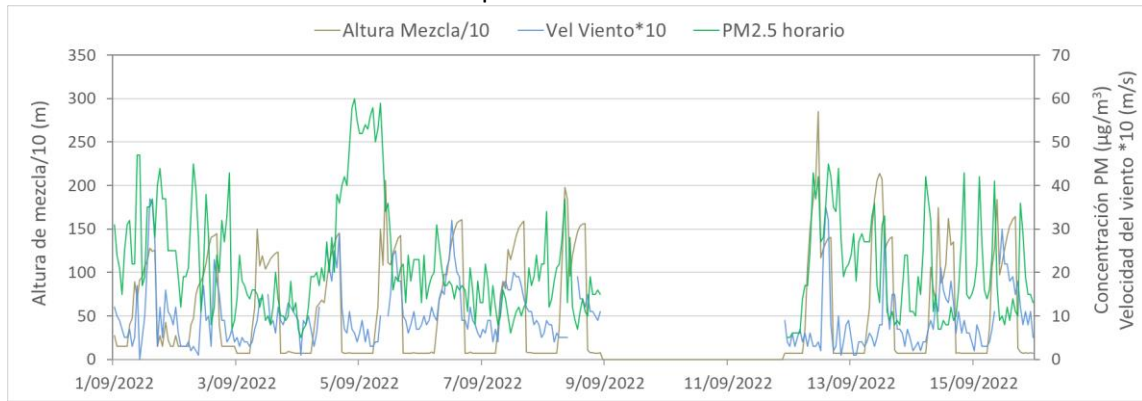
Se puede evidenciar que los registros más bajos de altura de capa de mezcla coinciden con incrementos de la concentración de material particulado, debido a que hay un volumen menor de

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB</b>	
	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 5 y el 22 de septiembre y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral también el 5 y el 22 de septiembre.

## TUNAL

### Septiembre 01 al 15



### Septiembre 16 al 30

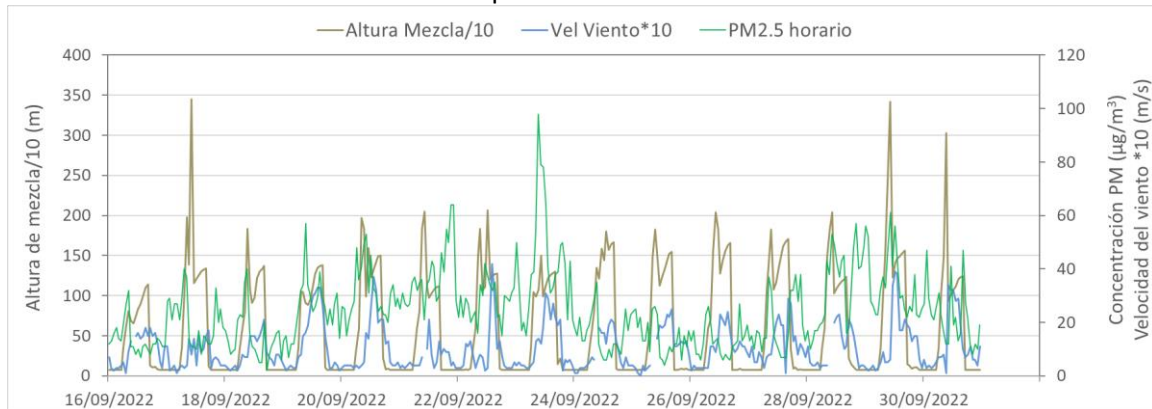



Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones  $PM_{2.5}$  y velocidad del viento estación Tunal - septiembre 2022

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

## GUAYMARAL

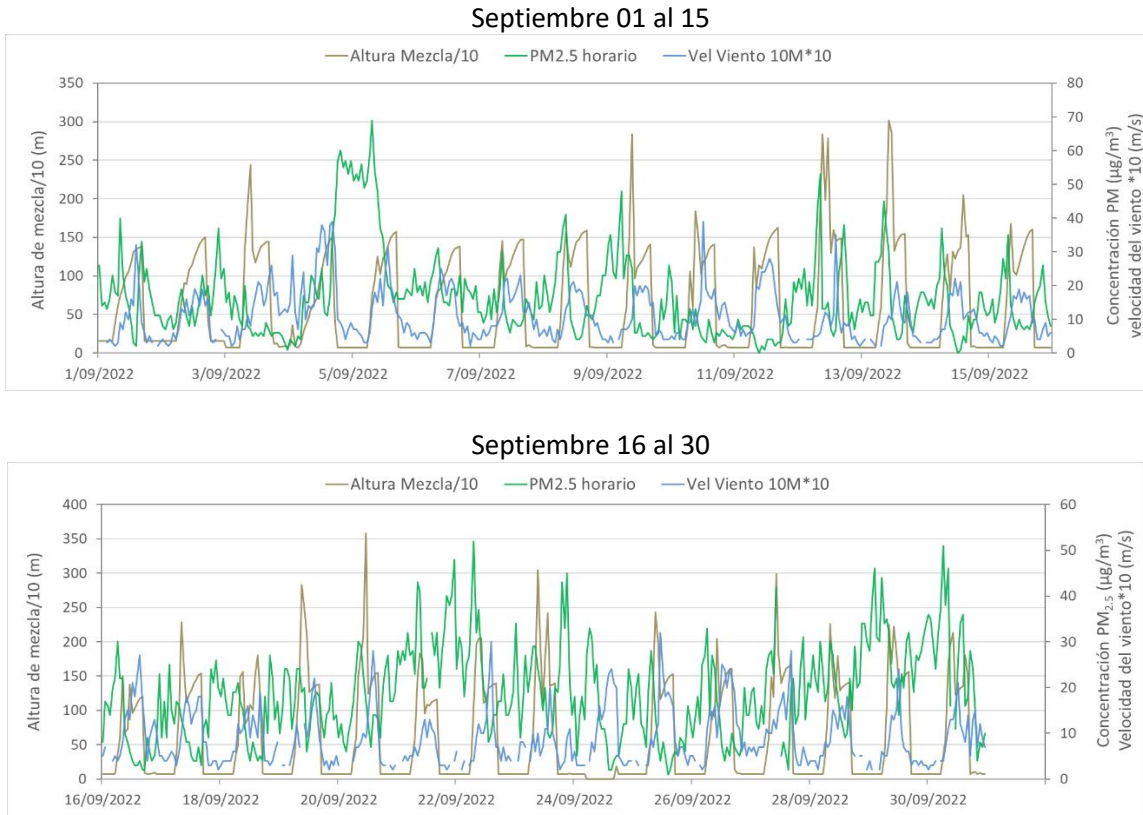


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones  $PM_{2.5}$  y velocidad del viento estación Guaymaral - septiembre 2022

## 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 septiembre de 2022; los valores promedio más altos de  $NO_2$ , fueron registrados en Colina, de  $SO_2$  fueron registrados en Kennedy, de  $CO$  fueron registrados en la Móvil 7ma (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de  $O_3$  se evidenció en Fontibón, siendo las zonas norte, suroccidente y occidente 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 8h de  $O_3$  ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en la estación Fontibón la cual NO CUMPLIÓ con los niveles máximos permisibles establecidos. Las demás concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en:  $SO_2$ :  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para datos 24h y  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para datos 1h,  $CO$ :  $35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para datos 1h y  $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para datos 8h y  $NO_2$ :  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para datos 1h.

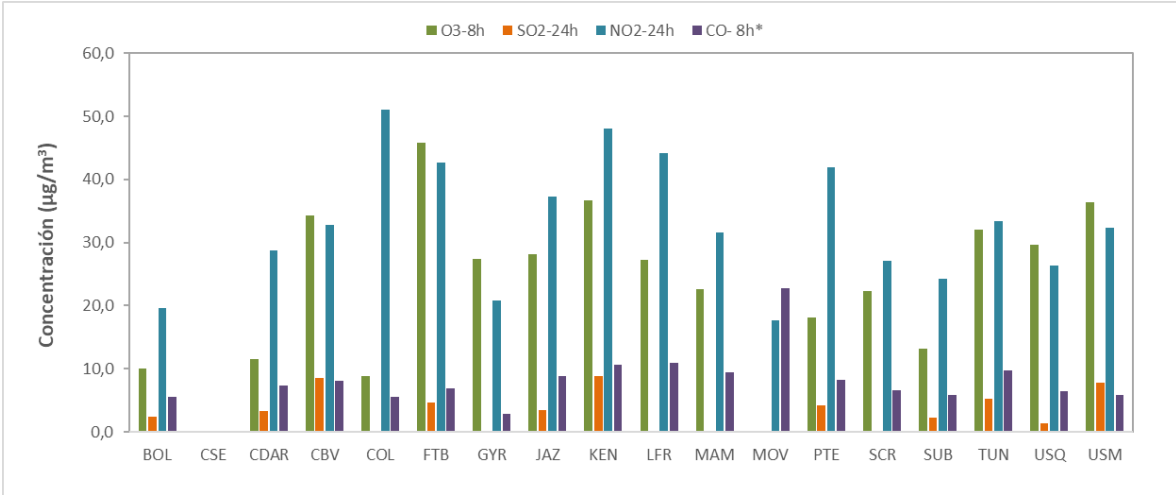


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO) por estación de monitoreo - septiembre 2022

\*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 – O<sub>3</sub>**

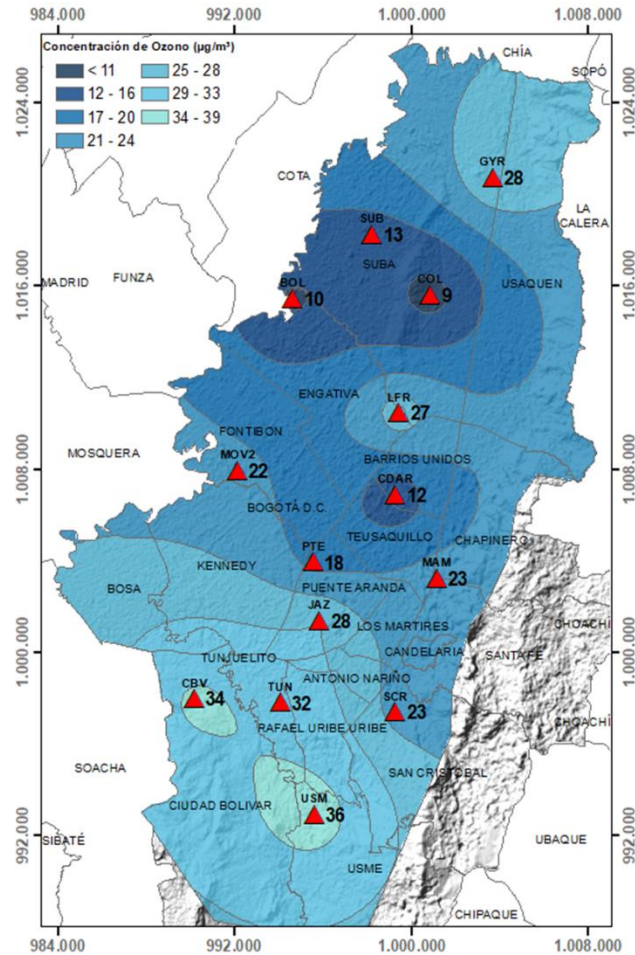


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O<sub>3</sub> – septiembre 2022

En el mapa de la Figura 10, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O<sub>3</sub> con base en datos media móvil 8 horas para el mes de septiembre de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el sur y suroriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usme y Ciudad Bolívar. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y occidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Bolivia.

Las estaciones Usaqué (33%), Kennedy (27%), Fontibón (25%) y Carvajal – Sevillana (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas, por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

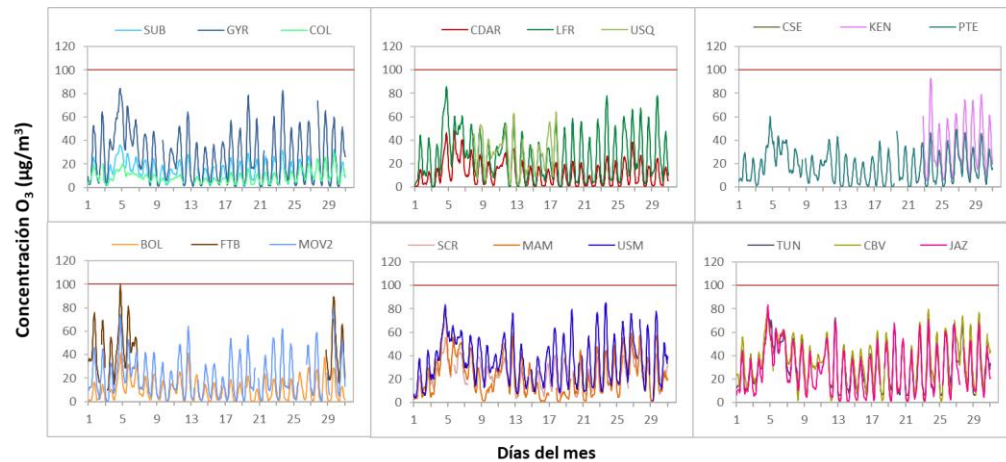
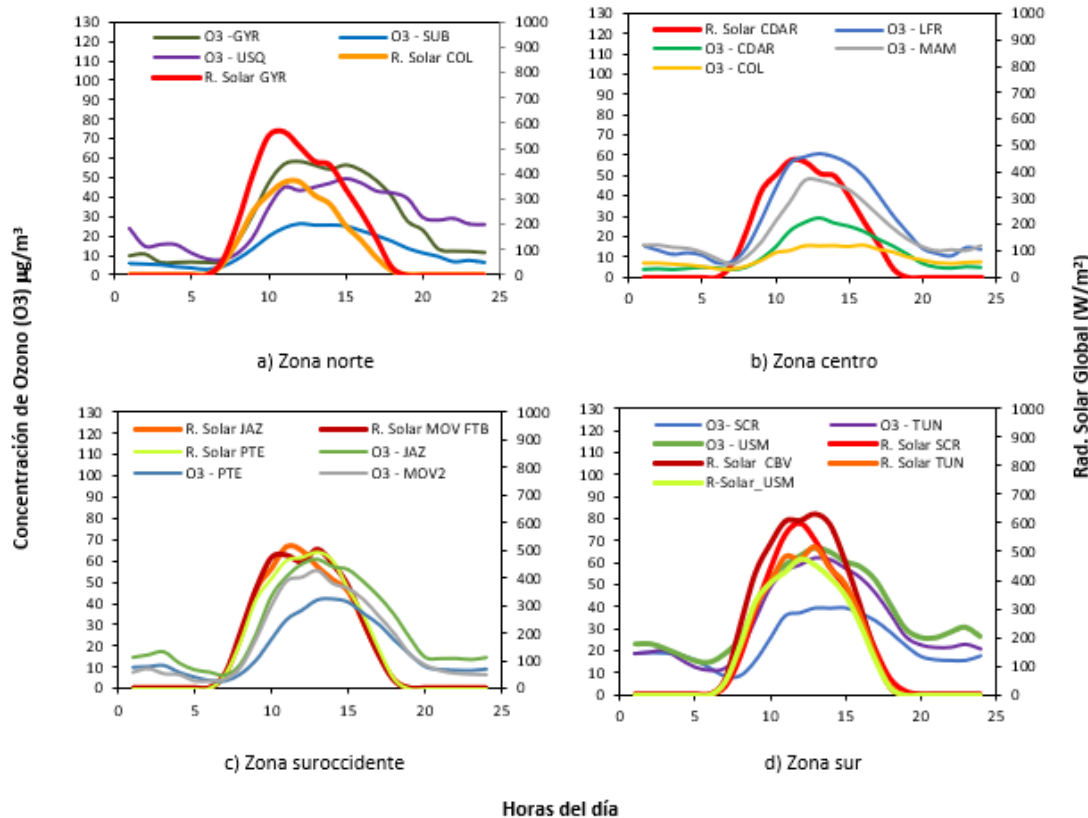


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O<sub>3</sub> por estación de monitoreo - septiembre 2022

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



Al comienzo del segundo periodo de lluvias del mes de septiembre, las cantidades de radiación solar presentaron reducción en toda la ciudad con respecto al mes de agosto. La mayor incidencia de radiación media horaria durante septiembre se apreció hacia el sur de la ciudad con 592 W/m<sup>2</sup>. No obstante, pese a que la energía entrante no fue superior a la del mes de agosto, en la zona centro de la ciudad se presentaron incrementos en las concentraciones de O<sub>3</sub> en la hora de mayor concentración, pasando de 44 µg/m<sup>3</sup> a 59 µg/m<sup>3</sup> en Las Ferias durante septiembre, y de 44 µg/m<sup>3</sup> a 47 µg/m<sup>3</sup> en MinAmbiente. Asimismo, en la zona norte la estación Guaymaral registró un incremento de ozono de 46 µg/m<sup>3</sup> en agosto a 59 µg/m<sup>3</sup> en septiembre. En la zona sur las estaciones Usme y Ciudad Bolívar también registraron incrementos en las horas pico, con valores entre los 65 µg/m<sup>3</sup> y los 70 µg/m<sup>3</sup>, frente a 40 µg/m<sup>3</sup> en agosto. Este incremento en las concentraciones de ozono, registrado durante el mes de septiembre respecto al mes de agosto, se generó probablemente debido a las fuentes móviles del área de influencia en cada estación. (Figura 12).

Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>) – septiembre 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 – SO<sub>2</sub>**

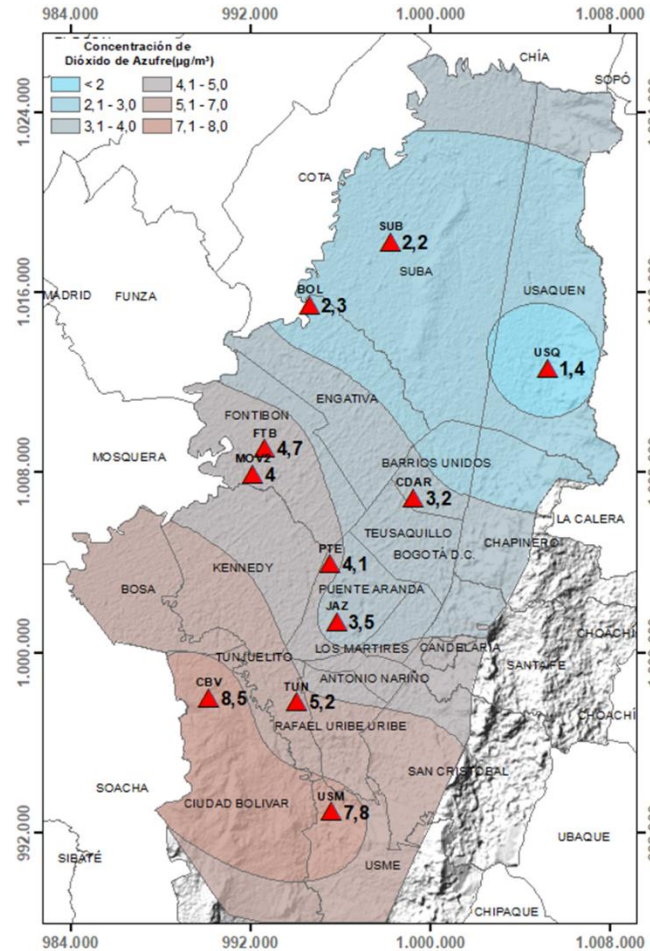


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO<sub>2</sub> – septiembre 2022

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO<sub>2</sub> para el mes de septiembre de 2022 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el sur y suroriente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Ciudad Bolívar y Usme. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y nororiente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Suba.

Las estaciones Kennedy (27%), Colina (0%) y Carvajal - Sevillana (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos al interior de las cabinas, por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

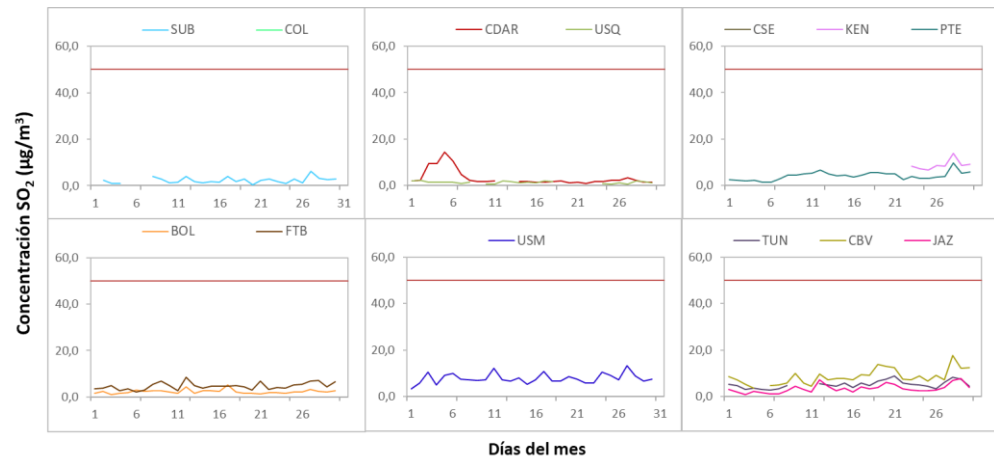


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO<sub>2</sub> por estación de monitoreo - septiembre 2022

**5.3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO – NO<sub>2</sub>**

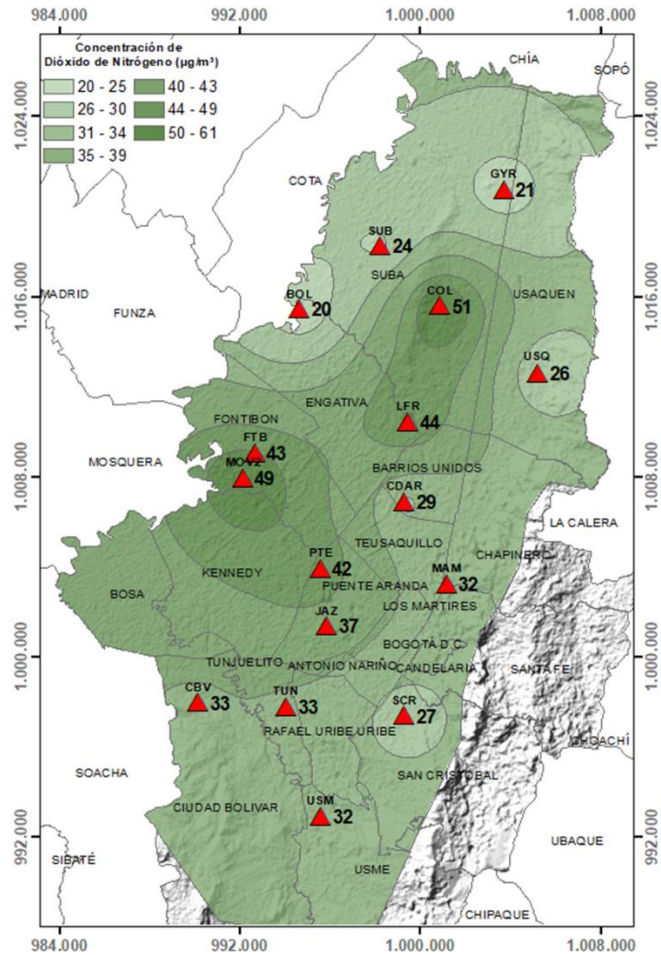


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO<sub>2</sub> - septiembre 2022

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO<sub>2</sub> para el mes de septiembre de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Móvil Fontibón. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y occidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Bolivia.

Las estaciones Móvil 7ma (13%), Kennedy (27%) y Carvajal - Sevillana (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en interior de las cabinas, por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

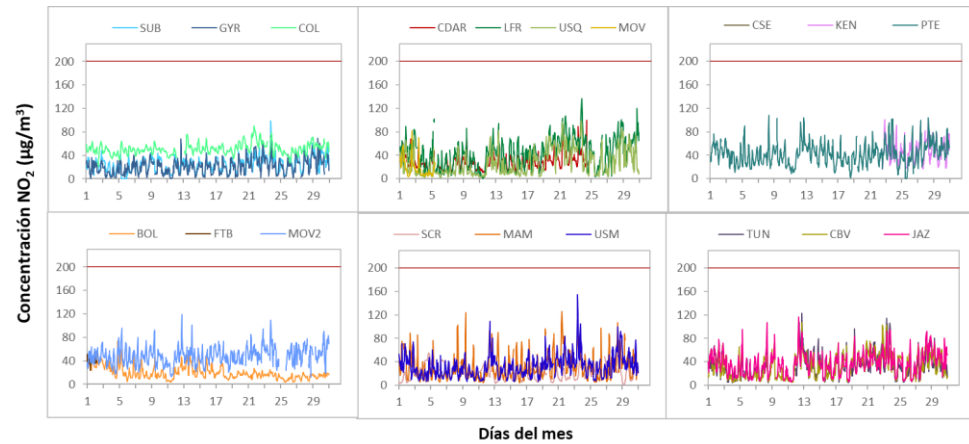


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO<sub>2</sub> por estación de monitoreo - septiembre 2022



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

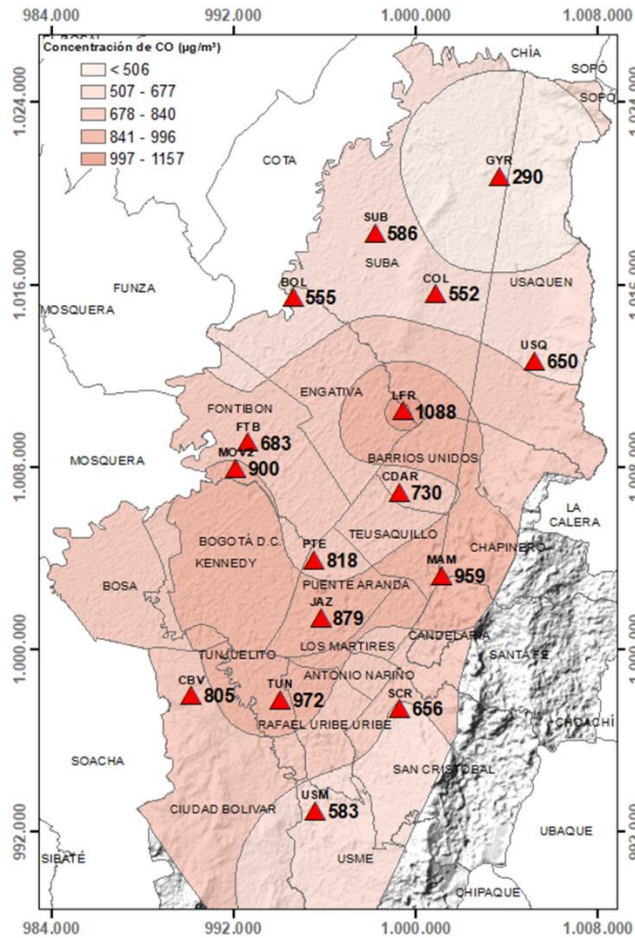


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – septiembre 2022

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 septiembre de 2022. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y en el sureste de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Las Ferias y Tunal. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Guaymaral y Colina.

Las estaciones Móvil 7ma (13%), Kennedy (27%) y Carvajal - Sevillana (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en el interior de las cabinas, por lo cual los contaminantes registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

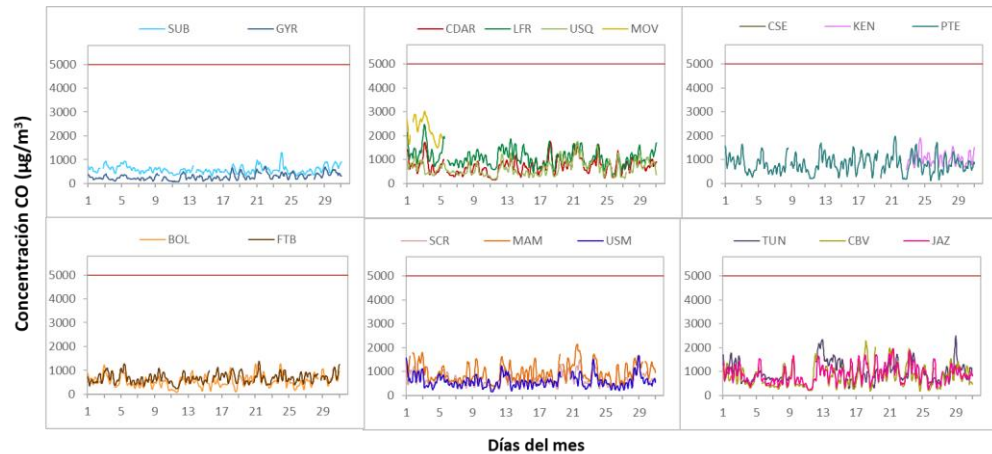



Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - septiembre 2022

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB</b>	
	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 septiembre de 2022 se registraron datos en ocho (8) estaciones de la RMCAB y en siete (7) de ellas se alcanzó a registrar más del 75% de las concentraciones horarias entre el 1 y el 30 de septiembre de 2022. La estación Kennedy registró el 26% de las concentraciones de eBC horarias, respectivamente. La concentración máxima de eBC se observó el 21 de septiembre 8:00 am en la estación CDAR con un valor de 30,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las estaciones Kennedy y Fontibón presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de 7,3 y 6,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. Las estaciones Tunal, CDAR y MinAmbiente presentaron concentraciones de 6,0, 4,9 y 4,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, la estación Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Puente Aranda presentaron las menores concentraciones, con valores de 3,0, 2,7 y 2,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.

La Figura 19 presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las estaciones, clasificadas por zonas de la ciudad. Los últimos días del mes se observó un incremento de las concentraciones de eBC en las estaciones CDAR y Tunal, alcanzando valores de 10,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 10,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. Durante la semana del 19 al 23 de septiembre se observó un incremento en las concentraciones en todas las estaciones, en donde algunas superaron los valores de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La máxima concentración se observó el 23 de septiembre con un valor de 10,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación Tunal.

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

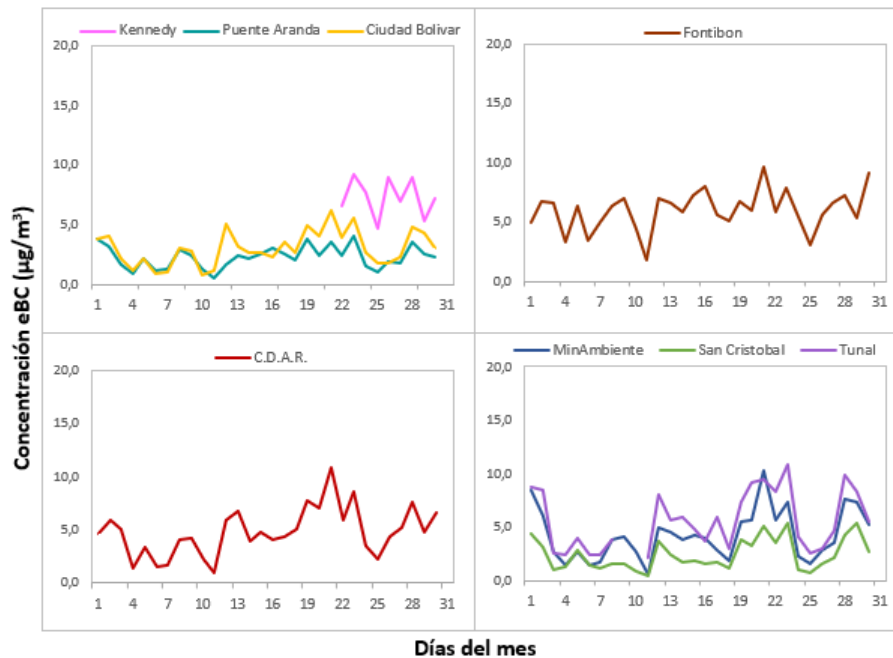



Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para septiembre de 2022

### 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, en consecuencia, 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.

En la Figura 20 se muestra el número de incendios activos detectados por el sensor MODIS, durante el mes de septiembre 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). 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 (91008), en la categoría 2 (10095), en la categoría 3 (635), en la categoría 4 (128) y en la categoría 5 (91). Los días 3, 4 y 5 del mes se caracterizaron por registrar una mayor cantidad de incendios correspondientes a 7610, 6517 y 6105 respectivamente.

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

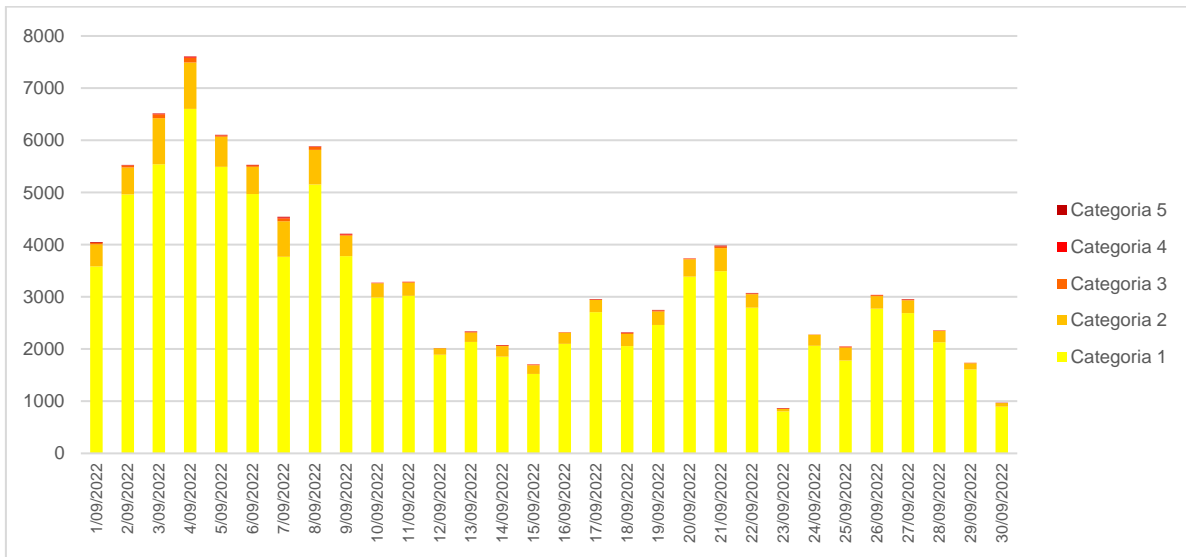


Figura 20. Gráfico de frecuencia de incendios activos censados por MODIS durante el mes de septiembre de 2022. La categoría 1 corresponde a incendios con poder radiativo (FRP) menor a 100 MW, la categoría 2 a los incendios con  $100 < \text{FRP} < 500$ , la categoría 3 incendios con  $500 < \text{FRP}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

En la Figura 21 se puede observar la distribución espacial de incendios activos y las retro trayectorias 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 15 al 20 de septiembre. En cuanto a los vientos, se originaron en la región del Amazonas colombiano, atravesándola con dirección sur-norte 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 día 19.

Por otro lado, durante el periodo comprendido entre el 16 al 21 de septiembre se detectaron pocos incendios en las regiones de Colombia, Venezuela y unos cuantos, en Ecuador, adicionalmente, los vientos se mantuvieron en la misma dirección, sin evidenciar relación alguna con el transporte de partículas provenientes de incendios (Figura 21b). El 22 de septiembre también se registró un aumento en las concentraciones de BC por quema de biomasa, las trayectorias de vientos se presentaron en dirección oeste-este desde la región del pacífico hasta la ciudad de Bogotá, sin mostrar un transporte de partículas aparente (Figura 21c). En el periodo comprendido durante los días del 19 al 23 de septiembre, los vientos presentaron las mismas trayectorias que en el periodo anterior, las altas concentraciones medidas por las estaciones el día 23 no correspondieron a los incendios registrados por el sensor (Figura 21d).

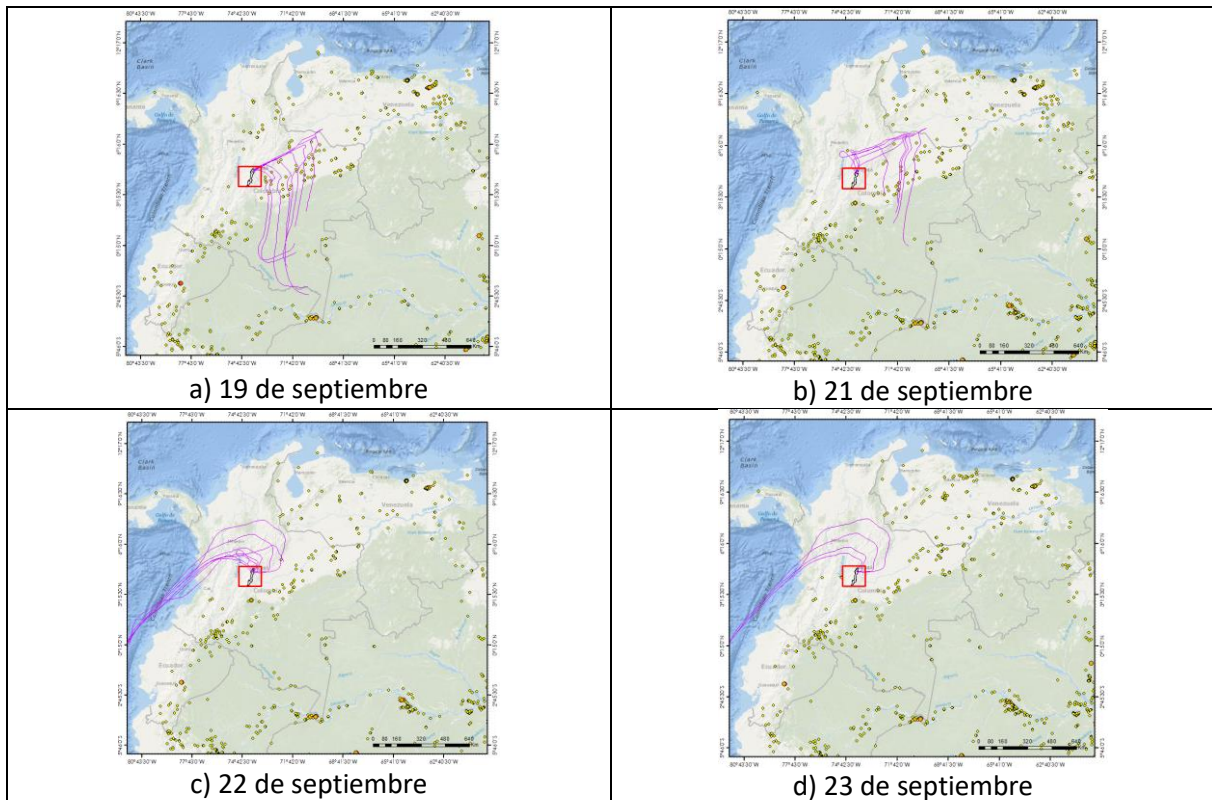


Figura 21. Distribución espacial de incendios activos y retro trayectorias de vientos de días con mayor concentración de eBC

La Figura 22 muestra el comportamiento temporal del mes de septiembre de 2022 de Black Carbon del porcentaje por quema de biomasa BC(bb) comparados con el porcentaje de Black Carbon por combustibles fósiles BC(ff). De acuerdo con esta gráfica se puede apreciar que el mayor porcentaje de BC que se encuentra en la atmósfera es proveniente de la quema de combustibles fósiles emitido por las fuentes fijas y fuentes móviles de la ciudad.

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

Durante el mes de septiembre se evidencia un incremento en el porcentaje de quema de biomasa en todas las estaciones, específicamente durante la semana del 4 al 9 en donde se registró la influencia de fenómenos regionales, particularmente el aumento de incendios en Brasil. Adicionalmente durante la semana del 19 al 24 se presentó una situación similar en donde las estaciones CDAR y San Cristóbal registraron los incrementos de quema de biomasa.

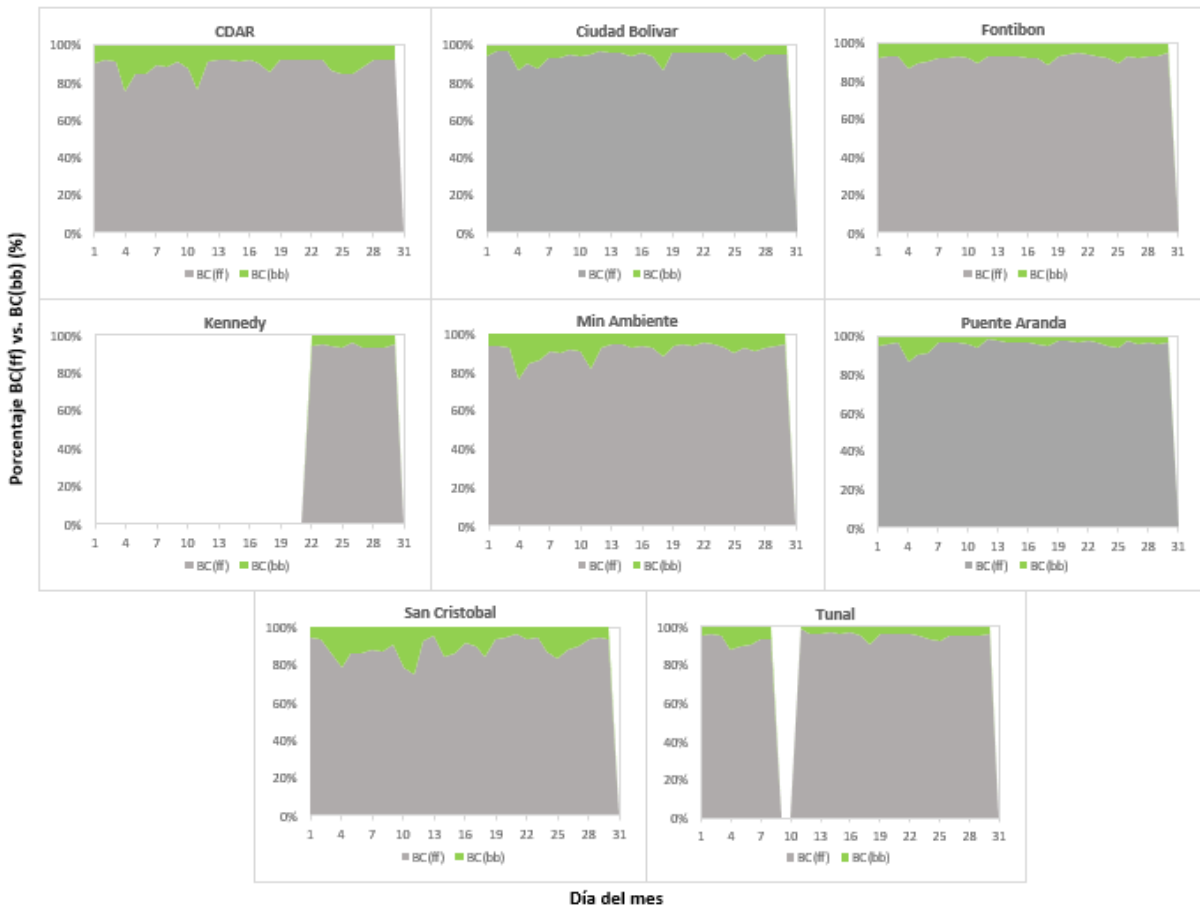


Figura 22. Serie temporal porcentaje de quema black carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black carbon de quema de biomasa BC(bb) - septiembre de 2022.

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

El Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 868 de abril de 2021, es un indicador multipropósito adimensional en una escala de 0 a 500, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indica el estado de la calidad del aire que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un tiempo de exposición determinado, sin embargo, puede ser calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer su importancia en términos de afectación.



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

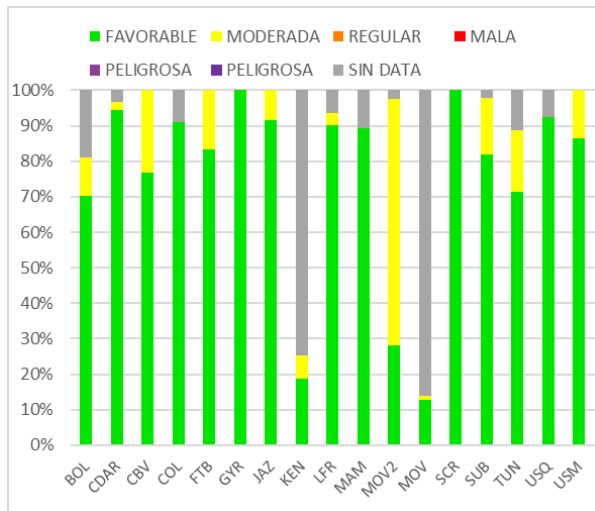


Figura 23. IBOCA para PM<sub>10</sub> por estación – septiembre 2022

La Figura 23 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo registrados en el mes de septiembre 2022. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando en un 100% de dicha condición en Guaymaral y San Cristóbal. En Móvil Fontibón predominó la condición “moderada”, con un 69% de tiempo en el mes. Se registró también la condición “moderada” en algunas estaciones del sur y occidente de la ciudad, con porcentajes entre 17 y 23%.

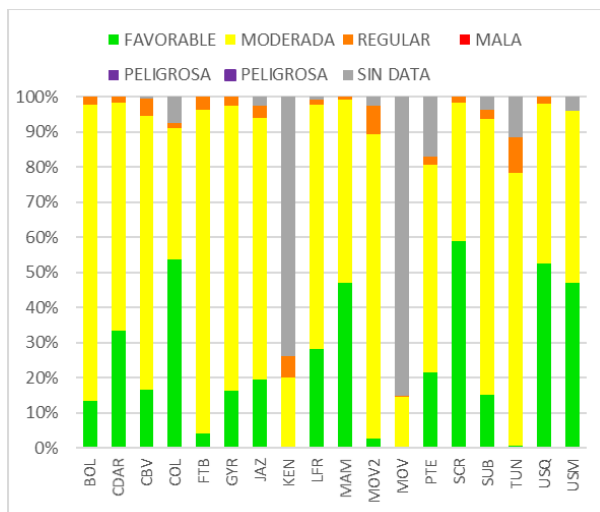
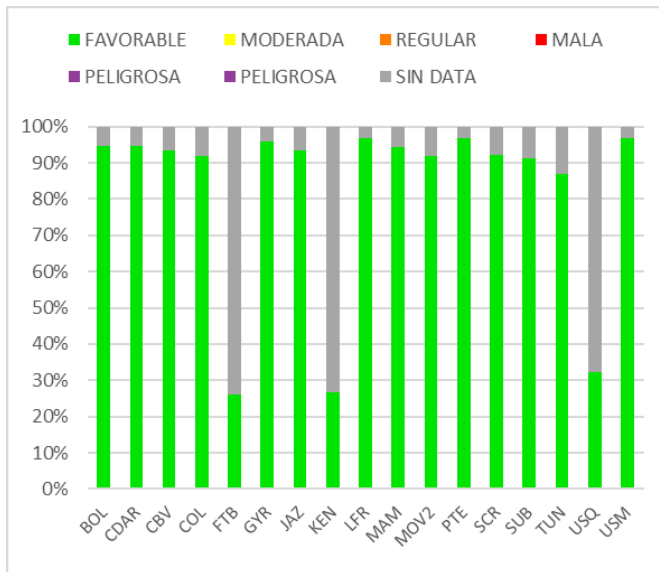


Figura 24. IBOCA para PM<sub>2.5</sub> por estación – septiembre 2022

La Figura 24 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>2.5</sub> por estación. Se observa que en el mes de septiembre 2022 predominó la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, registrando los porcentajes más altos en Fontibón (92%) y Móvil Fontibón (87%). La condición “favorable” fue predominante en las estaciones San Cristóbal y Colina, con 59% y 54% respectivamente. También se observó la condición “regular” en un porcentaje entre el 1 y el 6% del mes en la mayoría de las estaciones, y en un 10% en la estación Tunal.



La Figura 25 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O<sub>3</sub> en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de septiembre 2022. Se observa que la categoría “favorable” predomina durante todo el mes en las estaciones de la RMCAB que registraron datos de O<sub>3</sub> en el mes. Las estaciones Fontibón, Kennedy y Usaquén, no cuentan con la mayoría de los datos debido a que se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

Figura 25. IBOCA para O<sub>3</sub> por estación – septiembre 2022

## 8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 26 se observan las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de septiembre de 2022. Al inicio del mes se registró la condición “moderada” durante los primeros cinco días, sin embargo, se evidenció un aumento notable de las concentraciones entre el 05 y 06 de septiembre, en los cuales se registró la condición “regular” en todas las estaciones. En los días siguientes hubo una reducción notable de las concentraciones, con lo cual se favoreció la dispersión de contaminantes debido a los cambios en la meteorología.

Hacia la cuarta semana del mes se evidenció un nuevo incremento de las concentraciones de manera más gradual que en la primera semana del mes, en la que se registraron las concentraciones más altas en la zona suroccidental, predominando la condición “moderada” y luego descendieron nuevamente el día 26 de septiembre registrando la condición “favorable” en varias estaciones. En los últimos días del mes se evidenció un nuevo aumento de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>, aunque solamente se observó la condición “regular” en las estaciones Tunal y Kennedy por 21 y 18 horas respectivamente.





SECRETARÍA DE  
AMBIENTE

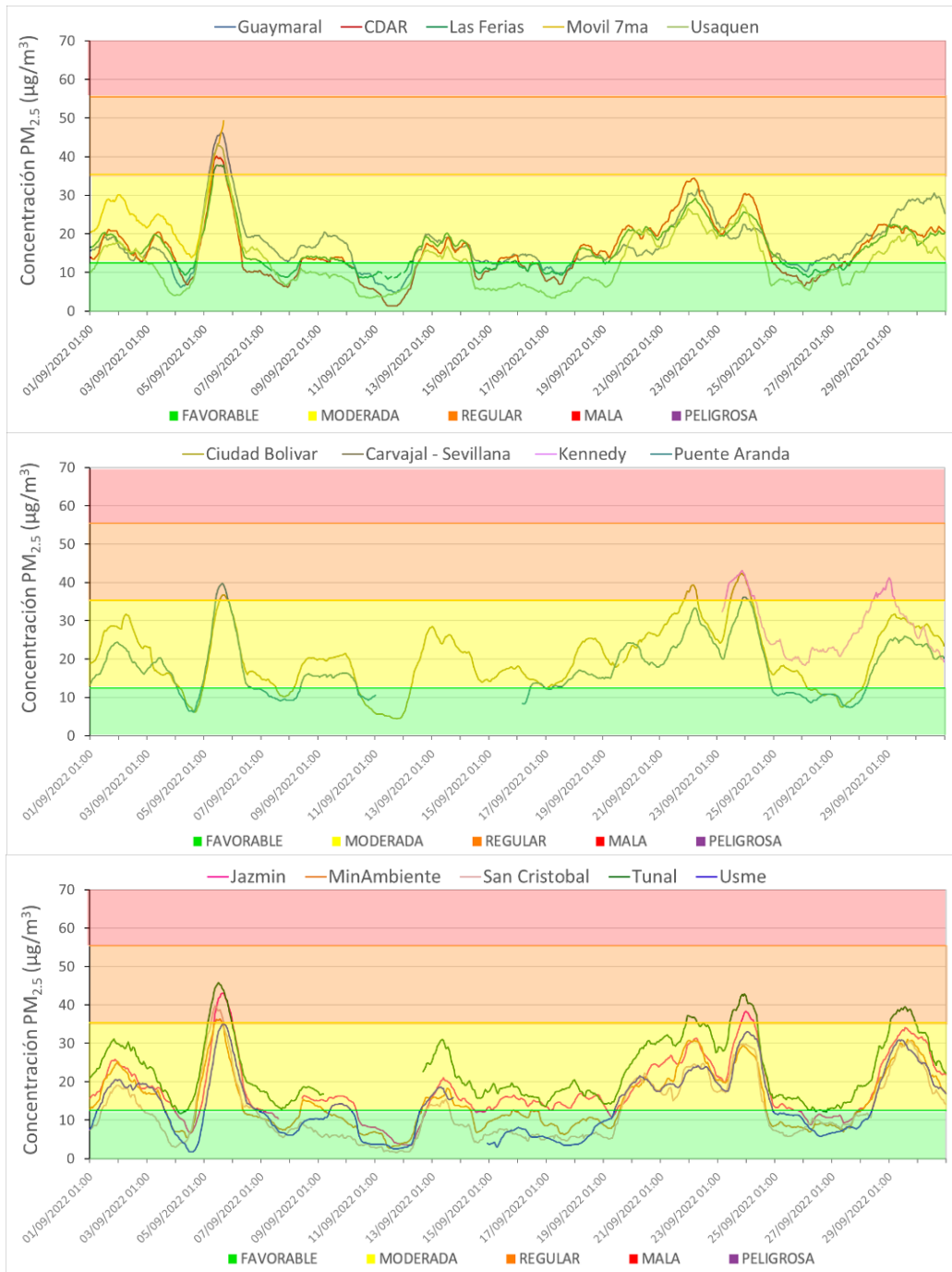


## METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN

### INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ - RMCAB

Código: PA10-PR04-M3

Versión: 2



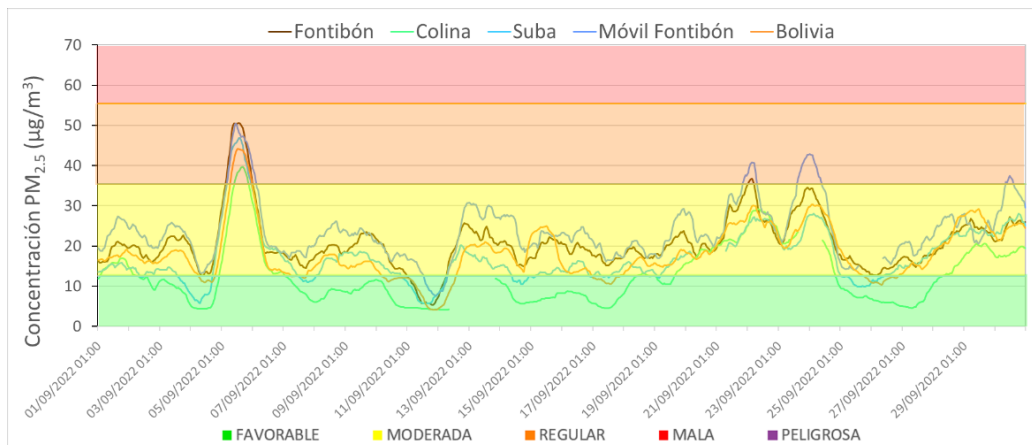


Figura 26. Concentraciones media móvil 24 h  $PM_{2.5}$  septiembre 2022

El día 05 de septiembre se observó un crecimiento súbito de las concentraciones de material particulado, pasando en menos de 24 horas de la condición “favorable” a la condición “regular”, que predominó en las estaciones entre las 3:00 am del 5 de septiembre a las 3:00 am del 06 de septiembre, siendo la estación Móvil Fontibón la que registró dicha condición por mayor tiempo. Esta situación fue causada por una predominancia de vientos del sur desde el 4 de septiembre, el cual transportó material particulado generado en los incendios forestales que predominaron en la Amazonía. Con el cambio del régimen de vientos, el día 06 de septiembre se redujeron las concentraciones nuevamente a la condición “moderada”.

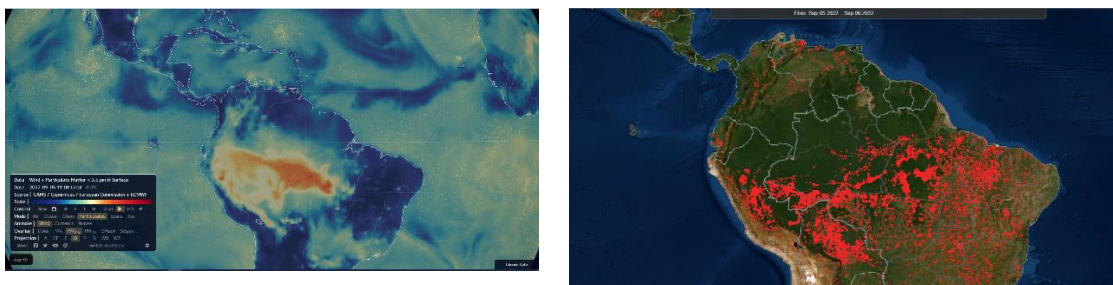


Figura 27. Vista de satélite de concentraciones de material particulado en Suramérica y puntos calientes asociados a incendios. Septiembre 5 de 2022. Fuente: nullschool.com y FIRMS

En la Figura 28 se observan las concentraciones horarias de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  registradas durante la jornada del día sin carro y sin moto del 2022, (por cada una de las zonas de la ciudad - Tabla 2), realizada el 22 de septiembre. Se evidenció que al inicio del día se registraron concentraciones altas, debido a que se presentó influencia del material particulado de los incendios provenientes de la Amazonía, con altas concentraciones el 21 de septiembre, por ello se observó un fenómeno de acumulación de material particulado especialmente en horas de la mañana.

Durante el día se observó una reducción progresiva de las concentraciones, debido a la reducción de la flota vehicular que circuló en la ciudad, sin embargo, en la zona suroccidente se mantuvieron las altas concentraciones, con un pico de concentración entre 12:00 am y 2:00 pm, debido a que se mantuvo la circulación de vehículos de carga pesada que predomina en esta zona, y posteriormente

se observó un incremento de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  durante la noche, después de la finalización de la jornada del día sin carro.

Tabla 2. Estaciones de monitoreo de la RMCAB por zona

Zona	Estaciones		
Centro Oriente	Guaymaral	Usaquén	Móvil 7ma
	Las Ferias	CDAR	
Suroriente	MinAmbiente	Jazmín	Usme
	San Cristóbal	Tunal	
Suroccidente	Puente Aranda	Kennedy	
	Carvajal-Sevillana	Ciudad Bolívar	
Noroccidente	Móvil Fontibón	Fontibón	Colina
	Bolivia	Suba	

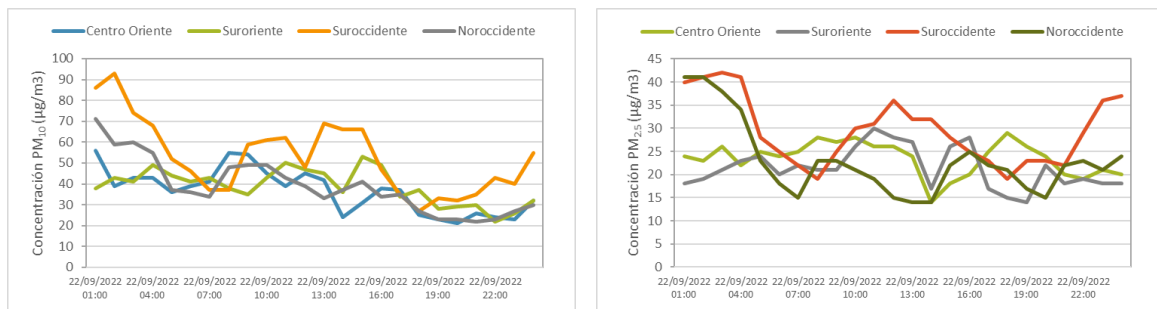


Figura 28. Concentraciones horarias  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  por zona. Septiembre 22 de 2022

En la Figura 29 se observa la fotografía del occidente de la ciudad en la mañana y en la tarde del día sin carro (22 de septiembre), en la cual se observa que el cielo permaneció nublado durante todo el día, e incluso se registraron precipitaciones de entre 2 y 8 mm de las 02:00 pm a las 05:00 pm, sin embargo, debido a la baja velocidad del viento que se registró durante la madrugada y la mañana, no se observó una reducción notable de las concentraciones de material particulado durante la tarde.

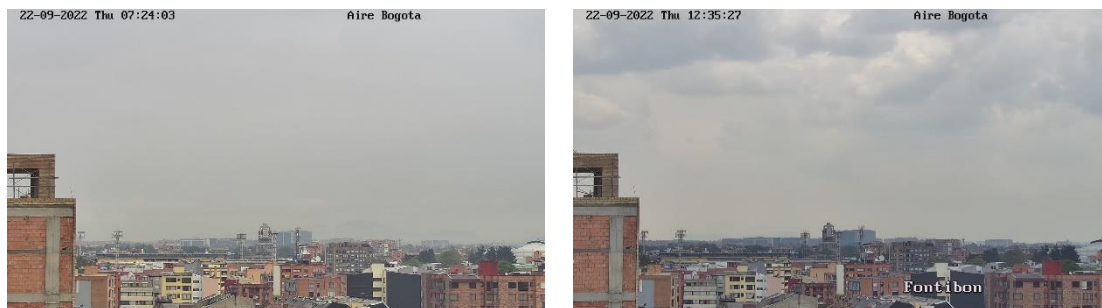



Figura 29. Fotografía zona occidente de la ciudad mañana y tarde. Septiembre 22 de 2022

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

## **9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS**

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

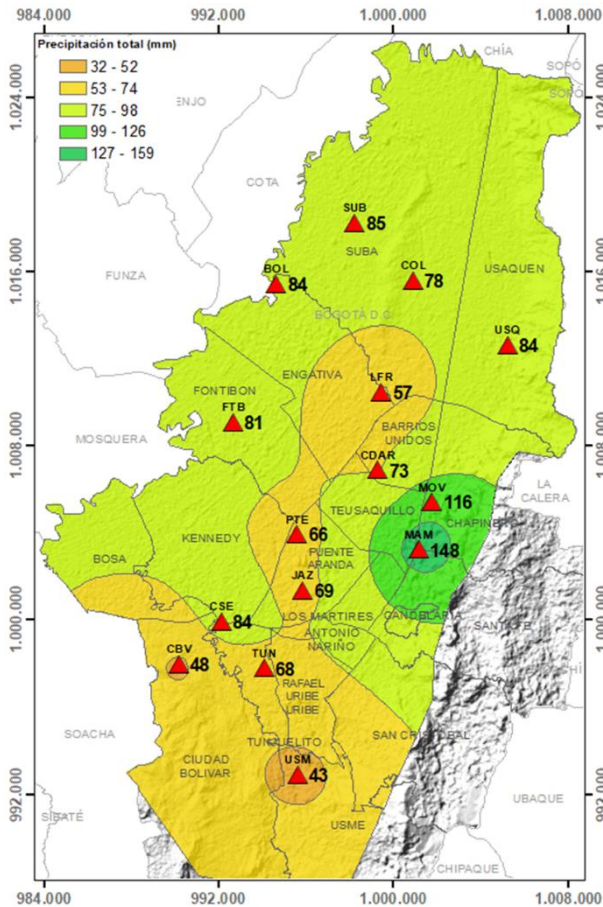


Figura 30. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – septiembre 2022

Desde la estacionalidad de las lluvias el mes de septiembre se caracteriza por ser el mes de transición entre el segundo periodo seco y el segundo periodo de lluvia del año. Con respecto al mes de agosto se observa un ligero incremento en los acumulados de precipitación, principalmente hacia el occidente, norte y oriente de la ciudad. Por otro lado, al sur y en la franja central representada por las estaciones Las Ferias, Puente Aranda y Jazmín, se registraron las menores cantidades de precipitación del mes, como se observa en la Figura 30.

Cabe resaltar que la reducción en las concentraciones de material particulado y gases del mes de septiembre no fue mayor que en agosto, por lo cual, se asume que las lluvias no contribuyeron a la reducción de contaminantes. El número de días con lluvia fue semejante al del mes anterior y se presentaron algunos incrementos en las estaciones MinAmbiente y Móvil 7ma como se aprecia en la Figura 31, dichas estaciones registraron incrementos en el número de días de 18 a 20 y de 15 a 18 días con lluvia, respectivamente.

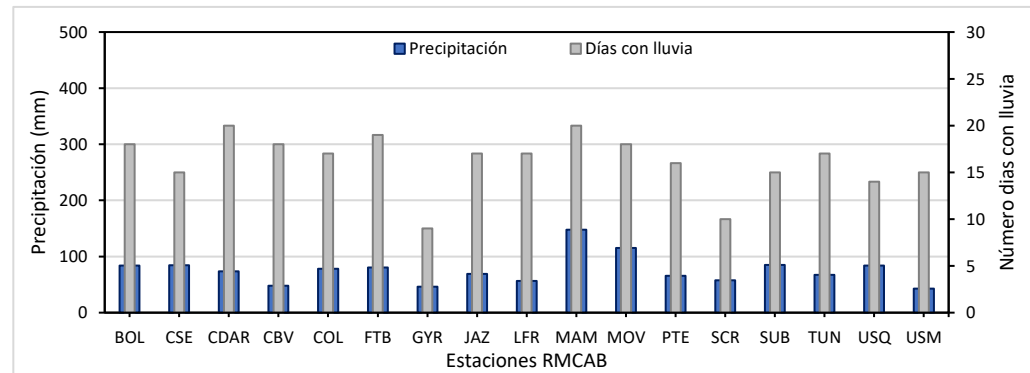


Figura 31. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – septiembre 2022

**9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA**

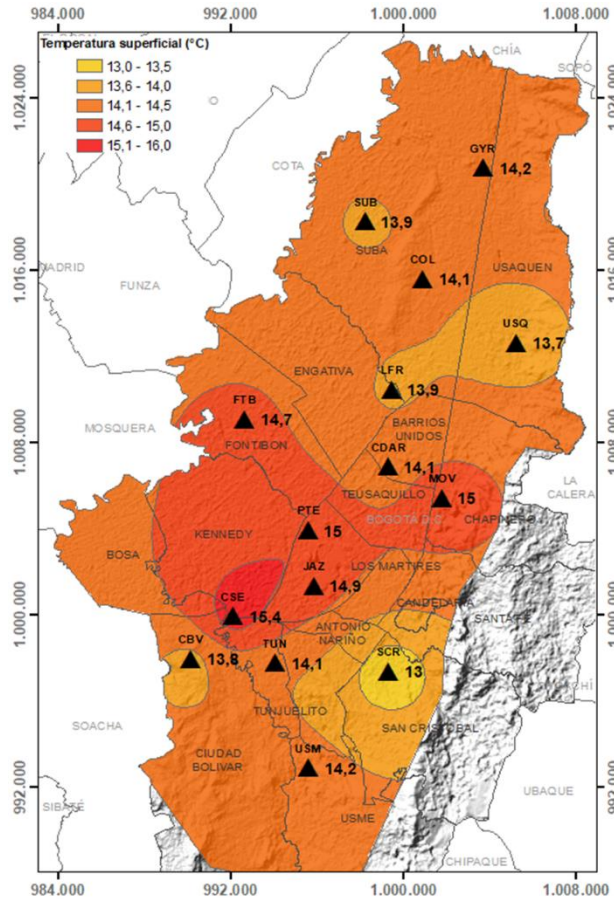


Figura 32. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – septiembre 2022

Durante el mes de septiembre la temperatura media superficial presentó un comportamiento semejante al mes de agosto, con leves descensos en cada una de las estaciones de entre 0,1 a 0,2 °C. El mayor descenso se presentó hacia el centro oriente, donde se estimó una disminución de 0,7 °C, este descenso puede estar asociado a las cantidades de lluvia registradas entre las estaciones Móvil 7ma y MinAmbiente, como se observa en la Figura 32.

Las temperaturas máximas absolutas se registraron en las estaciones Tunal (26,3 °C), Móvil 7ma (24,2 °C), CDAR (23,7 °C), Carvajal-Sevillana (23,6 °C) y Guaymaral (23,5 °C). De otra parte, las mínimas absolutas se registraron en Tunal (4,4 °C), CDAR (5,4°C), Guaymaral (5,5 °C) y Suba (6,1 °C). Figura 33.

En cuanto a la amplitud térmica, en las estaciones Tunal (21,9 °C), CDAR (18,3 °C) y Guaymaral (18 °C) se presentaron mayores amplitudes y posiblemente condiciones convectivas favorables para el ascenso y mezcla turbulenta, las cuales propician la difusión de los contaminantes del aire de la ciudad, sumado al transporte de los vientos alisios del suroriente los que predominan para este periodo.

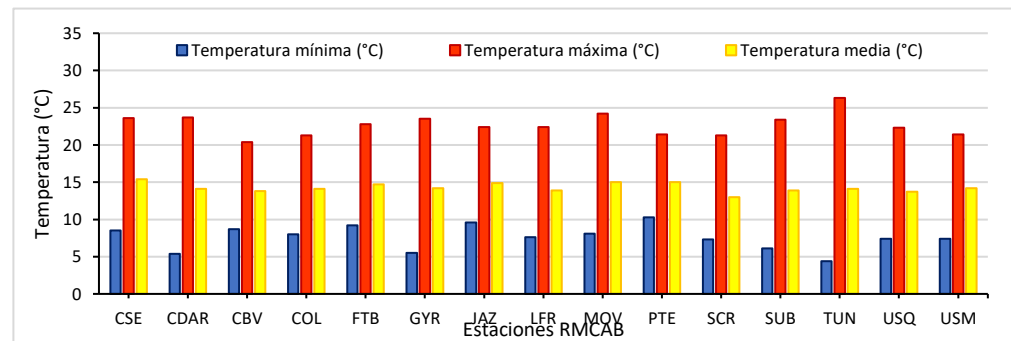


Figura 33. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación - septiembre 2022

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

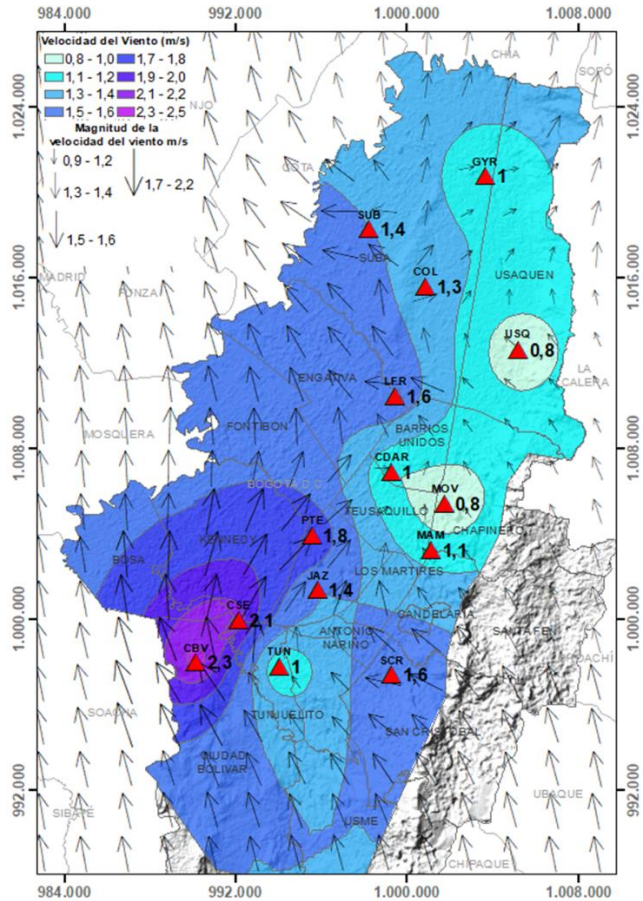


Figura 34. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – septiembre 2022

En septiembre la velocidad de los vientos redujo su magnitud con respecto al mes de agosto, el cual es reconocido por presentar las mayores velocidades durante el año, a pesar de que la diferencia más significativa se presentó hacia el suroccidente con una disminución de 0,3 m/s.

La ciudad estuvo bajo el predominio de los vientos del suroriente en gran parte de la ciudad, sobre todo al sur y a lo largo de los cerros orientales con algún flujo divergente en el sur, penetrando el centro geográfico de la ciudad con una componente suroccidente, pero posiblemente redirigido al occidente por el flujo básico de los alisios del suroriente. Los vientos con mayor capacidad de mezclado se desarrollaron hacia el suroccidente y occidente, lo que probablemente contribuyó a la disminución de la concentración de contaminantes particulados y gaseosos. Estos vientos registraron velocidades entre 1,4 m/s a 2,3 m/s. Figura 34.

Las velocidades máximas absolutas, se registraron hacia el suroccidente y centro de la ciudad, con valores de hasta 7,2 m/s en la estación Ciudad Bolívar, 6,0 m/s en la estación Las Ferias y 5,9 m/s en la estación Carvajal Sevillana. Figura 35.

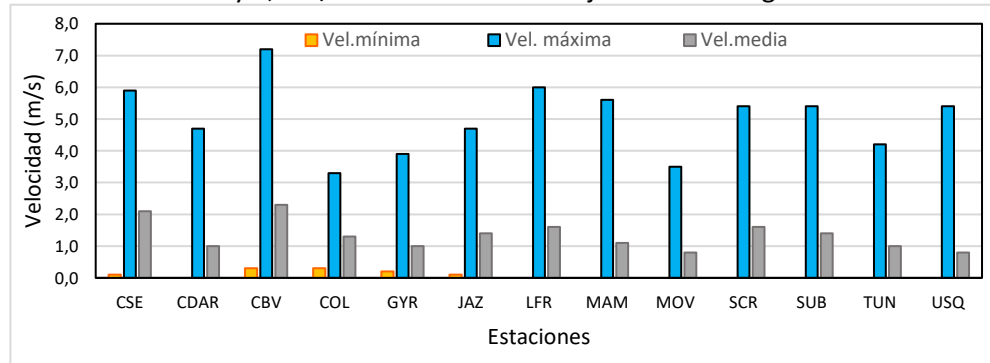



Figura 35. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – septiembre 2022.

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

## **10. CONCLUSIONES**

- Las concentraciones más altas de material particulado se observaron en la zona occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de la estación Móvil Fontibón, mientras que los menores valores se observaron en la zona norte de la ciudad, en el área de influencia de Colina y Usaquén. Móvil Fontibón tuvo el promedio mensual más alto de PM<sub>10</sub> (62,3 µg/m<sup>3</sup>) y de PM<sub>2.5</sub> (23,9 µg/m<sup>3</sup>); se registraron en total ocho (8) excedencias de PM<sub>10</sub> y diez (10) excedencias de PM<sub>2.5</sub> en el mes.
- Con respecto a los gases, Las Ferias registró el promedio más alto de CO (1087,0 µg/m<sup>3</sup>), Colina en NO<sub>2</sub> (51,1 µg/m<sup>3</sup>), Ciudad Bolívar de SO<sub>2</sub> (8,5 µg/m<sup>3</sup>) y Usme en O<sub>3</sub> (36,3 µg/m<sup>3</sup>) durante el mes. Las concentraciones de los diferentes gases fueron variables respecto al mes anterior (unas subieron y otras bajaron) y se registró únicamente una (1) excedencia en O<sub>3</sub>.
- En septiembre de 2022 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en la cuarta semana del mes en la mayoría de las estaciones; los registros más altos fueron del orden de 10 µg/m<sup>3</sup>. El aporte principal a Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Ciudad Bolívar, Kennedy, Fontibón, MinAmbiente, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente a finales del mes, siendo más alta en CDAR y San Cristóbal.
- Con respecto al índice IBOCA en septiembre de 2022, para las concentraciones registradas de PM<sub>2.5</sub> se observó una predominancia de la condición “moderada” en la mayoría de las estaciones, con el mayor porcentaje registrado para las estaciones Fontibón (92%) y Móvil Fontibón (87%); las concentraciones más altas de PM<sub>2.5</sub> se observaron en la segunda mitad del mes, especialmente la cuarta semana.
- En el mes de septiembre de 2022 se observó un ligero incremento de la precipitación respecto al mes de agosto, principalmente en las estaciones del occidente, norte y oriente de la ciudad. El número de días con lluvia fue semejante al del mes anterior y se presentaron algunos incrementos en las estaciones MinAmbiente y Móvil 7ma.
- Con relación a la temperatura superficial en septiembre de 2022, se presentaron leves descensos en cada una de las estaciones de entre 0,1 a 0,2 °C. El mayor descenso se presentó hacia el centro oriente, donde se estimó una disminución de 0,7 °C. Tunal registró el menor valor de temperatura mensual con 4,4 °C y Móvil 7ma tuvo el mayor promedio mensual con 15,7°C, y los registros máximos horarios más altos se observaron también en Tunal con 26,0 y en Móvil 7ma con 25,4 °C.
- En septiembre de 2022 se evidenció que predominaron los vientos provenientes del suroccidente. Las velocidades promedio mensuales más altas se observaron en la estación Ciudad Bolívar con 7,2 m/s en Las Ferias con 6,0 m/s y 5,9 en Carvajal - Sevillana. Los máximos horarios se observaron hacia el suroccidente y centro de la ciudad.




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

## 11. ANEXOS

### 11.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

Tabla 3. 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 <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	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				
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
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	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	

	<b>METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	<b>INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB</b>	
	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)<sup>1</sup>. 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 4. 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 <sub>10</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
		EQPM-0404-151	
PM <sub>2.5</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0193-091	
NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
		RFCA-0915-228	
SO <sub>2</sub>	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

<sup>1</sup> 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>

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

### **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 septiembre de 2022.
- ✓ Las concentraciones y resultados presentados en este informe de calidad del aire y en la página web se encuentran a condiciones de referencia, con el fin de que sean comparables con los niveles establecidos por la normatividad vigente.
- ✓ La identificación de las contribuciones a la incertidumbre de la medición de los equipos se documenta en el instructivo interno PA10-PR03-INS8 y su registro se consigna en el formato interno PA10-PR03-F12. Lo anterior se evalúa bajo una regla de decisión binaria de Aceptación Simple, en este caso el Límite de Aceptación corresponde al mismo Límite de Tolerancia, es decir el nivel máximo permisible que establece la Resolución 2254 de 2017 para cada contaminante y tiempo de exposición.
- ✓ Dentro del análisis del presente informe se declara la conformidad de la siguiente forma: CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean menores o iguales al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. NO CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean mayores al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. El criterio de incertidumbre se describe en los criterios de gestión metrológica.
- ✓ Este informe fue elaborado con base en el modelo de informe mensual establecido de la RMCAB relacionado en el procedimiento interno PA10-PR04 Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá. Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno PA10-PR05- Revisión y Validación de datos de la RMCAB. Cabe resaltar que los procesos de monitoreo de contaminantes se realizan bajo los siguientes procedimientos internos, para los cuales se utiliza la última versión vigente cargada el aplicativo interno de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA “Isolucion”.

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

Tabla 5. 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 6. 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 <sub>2</sub>	2,6186	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub>	1,8804	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O <sub>3</sub>	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]

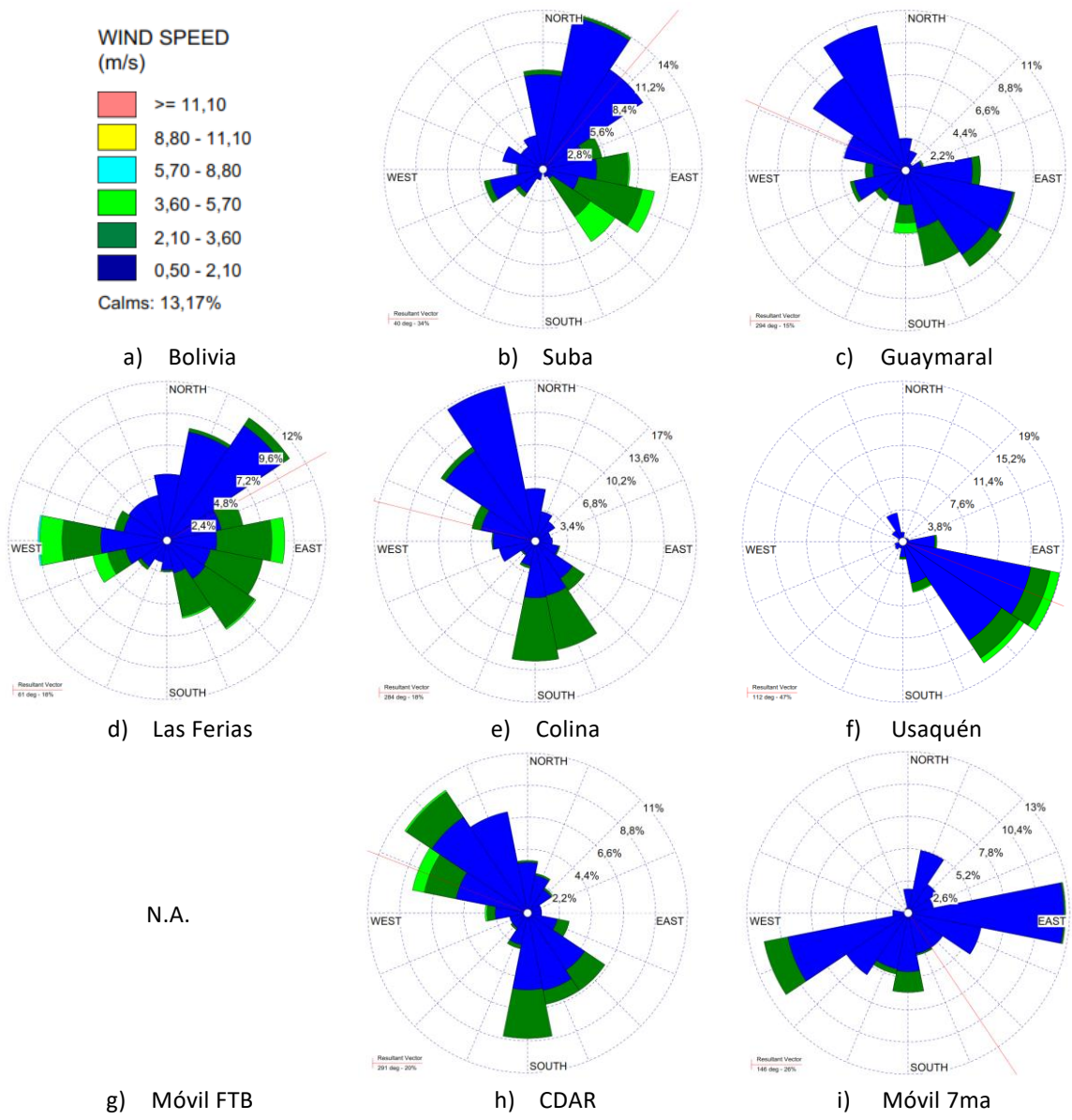
P: presión atmosférica [Pa]

R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

### 11.4. ROSAS DE LOS VIENTOS

La Figura 36 muestra una idea del comportamiento medio de los vientos en la ciudad en cuanto a dirección y magnitud hacia donde fluyeron los vientos en la ciudad, sin embargo, las rosas de los vientos de la Figura 36jError! No se encuentra el origen de la referencia. ofrecen información adicional en cuanto a frecuencia y magnitud de los vientos durante el mes en las diferentes direcciones que ocurrieron, así como el vector resultante (línea roja), que representa la dirección de donde en promedio, provienen los vientos durante el periodo analizado. Se puede deducir que, en septiembre de 2022 los vientos con mayor persistencia se registraron en las estaciones San Cristóbal con un 46% de vientos del oriente, Carvajal-Sevillana con un 30% de vientos del sur y Ciudad Bolívar con un 26% de vientos del oriente. Estas rosas se elaboraron con datos de las estaciones que superaron el criterio de representatividad temporal del 75%.



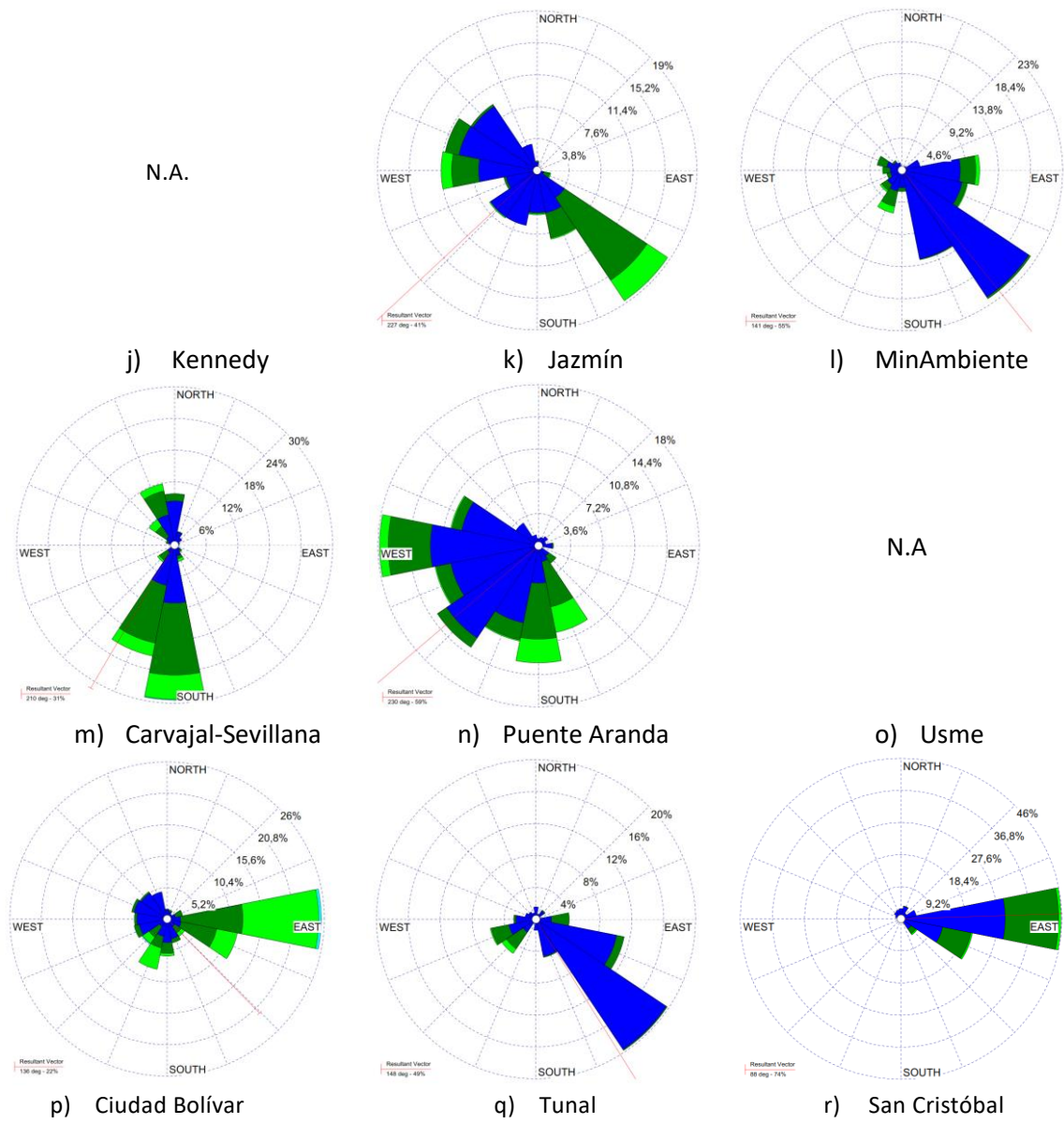


Figura 36. Rosas de los vientos – septiembre de 2022

**FIN DEL INFORME**