



Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá

Septiembre 2021

Estación Carvajal - Sevillana

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
Secretaría de Ambiente

  	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	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-M2	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 2021 se tuvieron dieciocho (18) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras PM_{10} y dieciocho (18) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras $PM_{2.5}$. En cuanto a las concentraciones de ozono O_3 se registraron cuatro (4) excedencias a la norma. Para las concentraciones de dióxido de azufre SO_2 se registraron siete (7) excedencias 1h y una (1) 24h, para el dióxido de carbono CO y el dióxido de nitrógeno NO_2 no se registraron excedencias a la normatividad.

Durante el mes de septiembre se evidenció el efecto en el aumento de las concentraciones de contaminantes por el retorno de la gran mayoría de actividades en la ciudad, especialmente en la zona suroccidente. Asimismo, se evidenció aumento significativo en las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , CO, O_3 y SO_2 en la mayoría de las estaciones respecto a las concentraciones registradas en agosto.

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 media móvil de concentración.

En cuanto a las interferencias del monitoreo, durante el mes se evidenció que en la zona de influencia de la estación Guaymaral aproximadamente a 27m, se instaló una planta eléctrica por parte de la universidad, la cual cuenta con un ducto de emisiones cuya altura es de 10m aproximadamente. En la estación Fontibón, se identificó la generación de emisiones en horas de la mañana provenientes de la actividad del tostado de café, sin embargo, no se han percibido registros de concentraciones significativas que puedan atribuirse a influencias por dichas causas. Por otro lado, en la estación Bolivia se ha observado el cargue y descargue de material en la PTAR, que podría interferir en los registros de material particulado y gases por las emisiones de las fuentes móviles que los transportan, sin embargo, los registros no evidencian grandes afectaciones significativas por estas fuentes.

Finalmente, como novedad se aprobó la nueva versión de uno de los procedimientos internos de la RMCAB, actualizando principalmente los anexos para procesar y analizar la información de calidad del aire.

Nota:

Este informe “Informe mensual de calidad del aire Septiembre 2021”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5258944 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

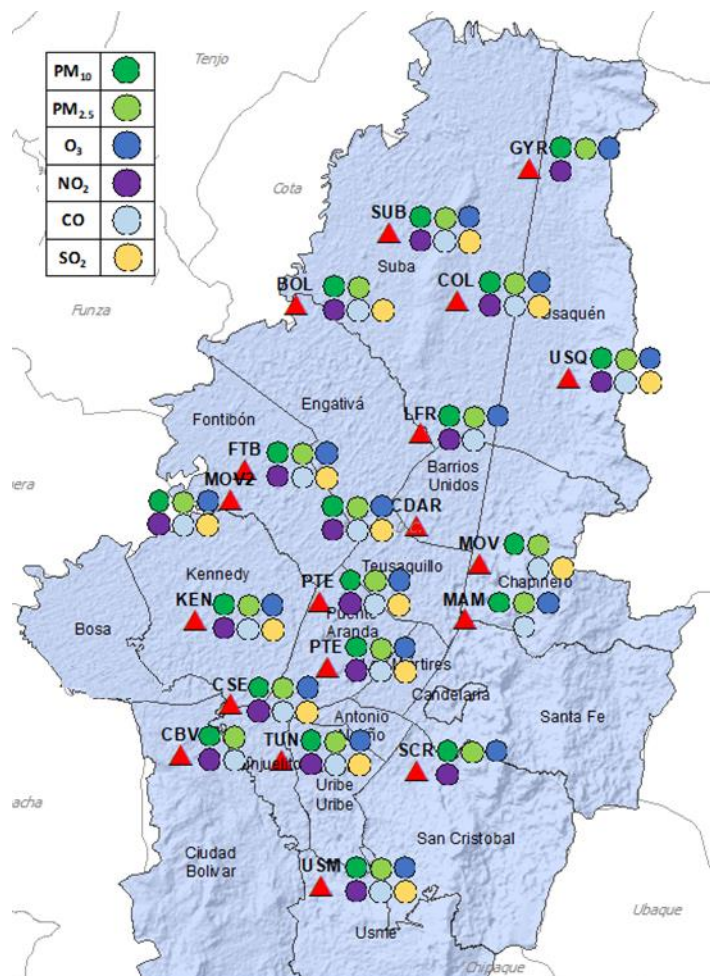


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

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-M2	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 2021 la temperatura interna osciló entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en la estación San Cristóbal se registraron temperaturas de hasta 36,4°C y en Usme de hasta 18,4°C; lo cual corresponde a variaciones de temperatura, por intervención de los equipos al interior de las cabinas. 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 16,50% y 76,98% 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 septiembre de 2021, se aprobó la versión 8 del procedimiento interno de la RMCAB PA10-PR04 “Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá de la RMCAB”, esta versión incluye nuevos anexos para el procesamiento y análisis de la información de calidad del aire y lineamientos de acuerdo con lo establecido en la NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.

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 2021.

4.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

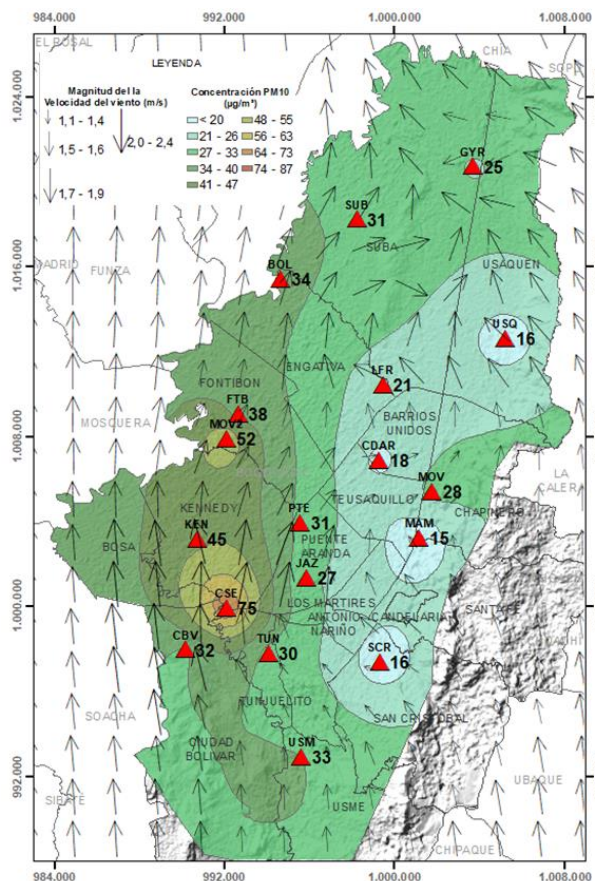


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ - septiembre 2021

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona sur occidental de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana (75,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la zona occidental en la estación Móvil Fontibón (51,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona central en la estación MinAmbiente (15,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la zona norte en la estación Usaquén (15,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la zona sur oriente en la estación San Cristóbal (15,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 104,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Carvajal - Sevillana y a 80,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Móvil Fontibón; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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, catorce (14) en Carvajal-Sevillana y cuatro (4) en la Móvil Fontibón. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

La estación Colina no alcanzó el 75% de representatividad temporal (53%), debido a que se presentaron datos atípicos que se invalidaron, por lo que el monitor estuvo en observación operativa.

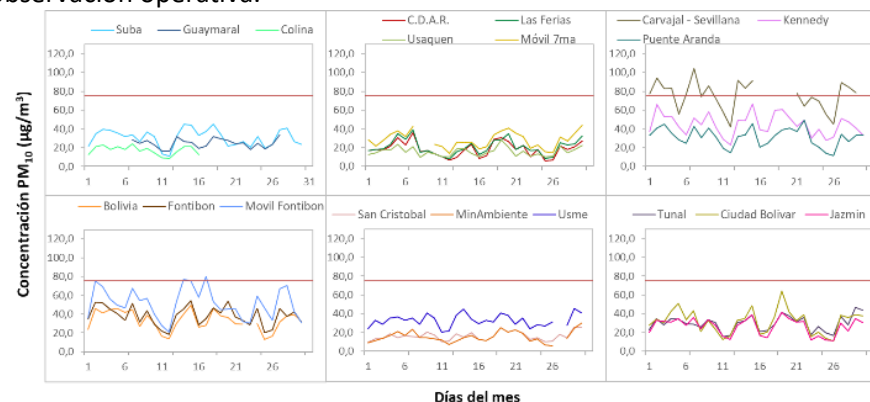


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo - septiembre 2021

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

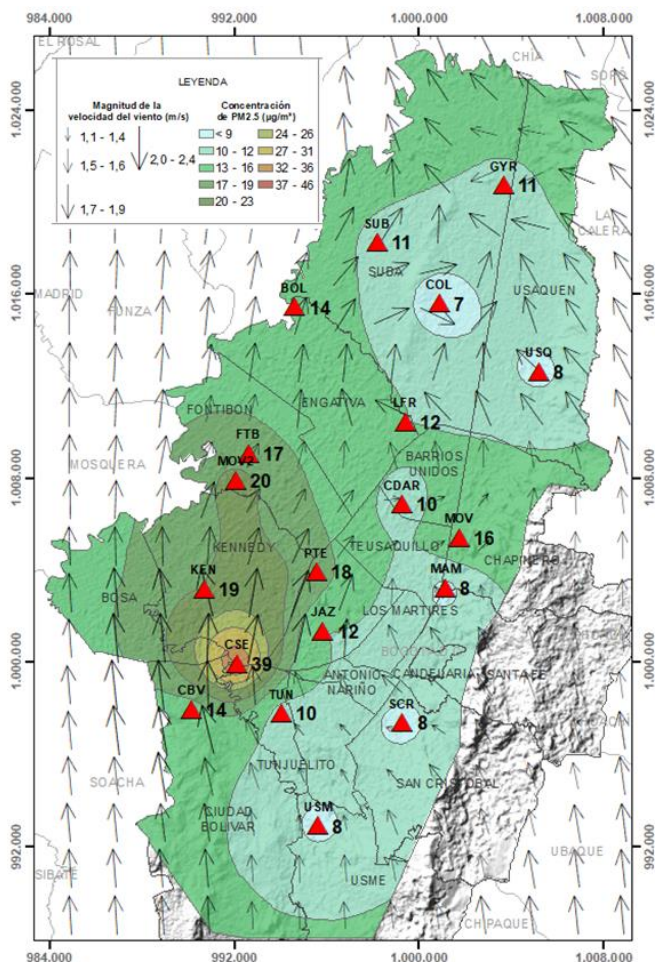


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} - septiembre 2021.

En este mes, las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en la zona sur occidental de la ciudad la estación Carvajal - Sevillana (38,6 µg/m³) y en la zona occidental en la estación Móvil Fontibón (20,1 µg/m³), mientras que las menores concentraciones se registraron en la zona norte en la estación Colina (6,8 µg/m³) y en la zona sur oriental en la estación Usme (8,0 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 46,8 µg/m³ en la estación Carvajal - Sevillana y 31,0 µg/m³ en la estación Ciudad Bolívar; solo la concentración de Carvajal - Sevillana sobrepasó el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (37 µg/m³). En el mes se registraron dieciocho (18) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para PM_{2.5} y todas se presentaron en Carvajal - Sevillana. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma.

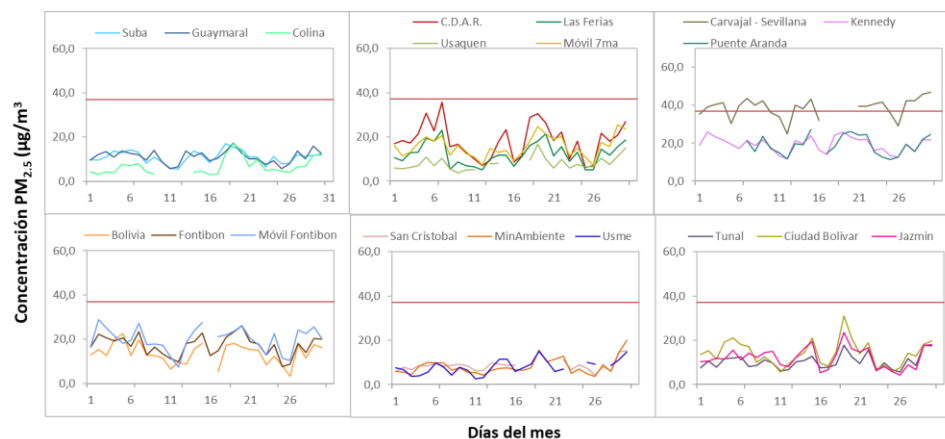


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – septiembre 2021

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

4.3 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y EL MATERIAL PARTICULADO

La Figura 12 representa la variación diaria en la ciudad de las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, precipitación y velocidad del viento durante el mes de septiembre de 2021. 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 11, 16 y 25 de septiembre. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 7, 19 y 27 de septiembre que coincide con la baja en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 6, 22 y 30 se presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 6 y el 30 se evidencia una disminución en el material particulado y a su vez un descenso en la velocidad del viento, sin embargo, el 22 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.

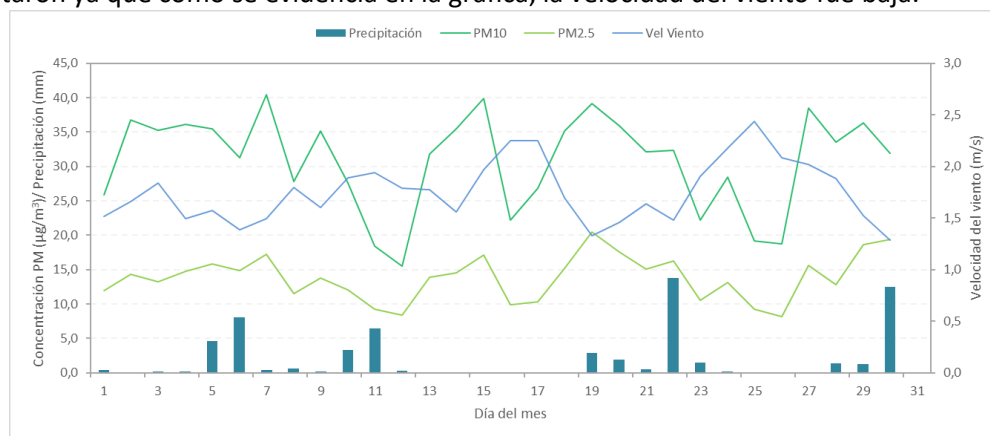


Figura 6. Promedio de concentración PM_{10} y $PM_{2.5}$, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad - septiembre 2021

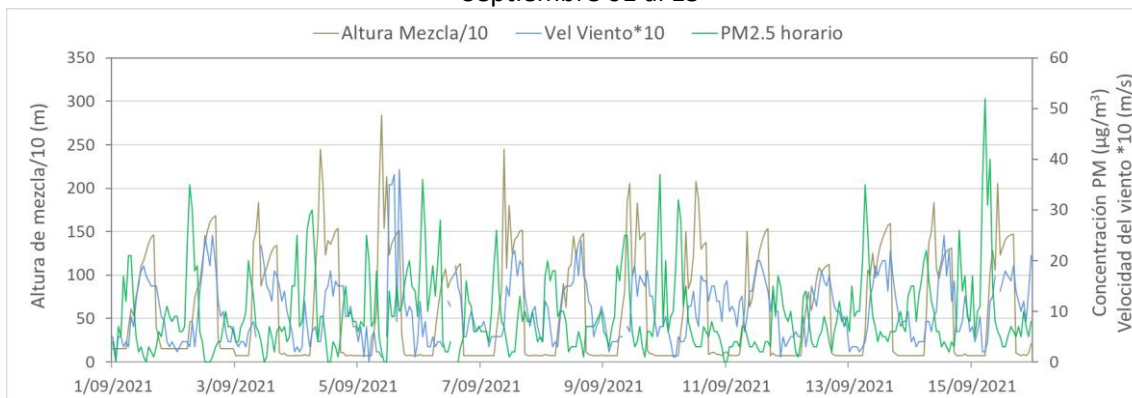
Cabe resaltar que dichas variaciones dependen del comportamiento de las variables meteorológicas según la época del año, ya que en la época seca (primer y tercer trimestre) hay mayor tendencia a que se presenten inversiones térmicas en las mañanas, también depende de la variación diaria de las concentraciones (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 las Figuras 13 y 14, se observa la comparación del comportamiento horario durante el mes de septiembre de 2021 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de $PM_{2.5}$ y la velocidad del viento en las estaciones Guaymaral y Tunal. Se puede evidenciar que los registros más bajos de altura de la capa de mezcla coinciden con incrementos de la concentración de material particulado, debido a que hay un volumen menor de aire para la dispersión del contaminante, lo cual ocurre principalmente en las madrugadas cuando la temperatura del aire es más baja, la velocidad del viento también es más baja y la atmósfera más estable. Como ejemplo de lo anterior, este comportamiento se evidencia en la Figura 13 correspondiente a la estación Tunal el 15, el 22 y el 27 de septiembre y en la Figura 14 correspondiente a la estación de Guaymaral el 13, el 9 y el 18 de septiembre.

  	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN INFORME MENSUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
Código: PA10-PR04-M2	Versión: 2	

TUNAL

Septiembre 01 al 15



Septiembre 16 al 30

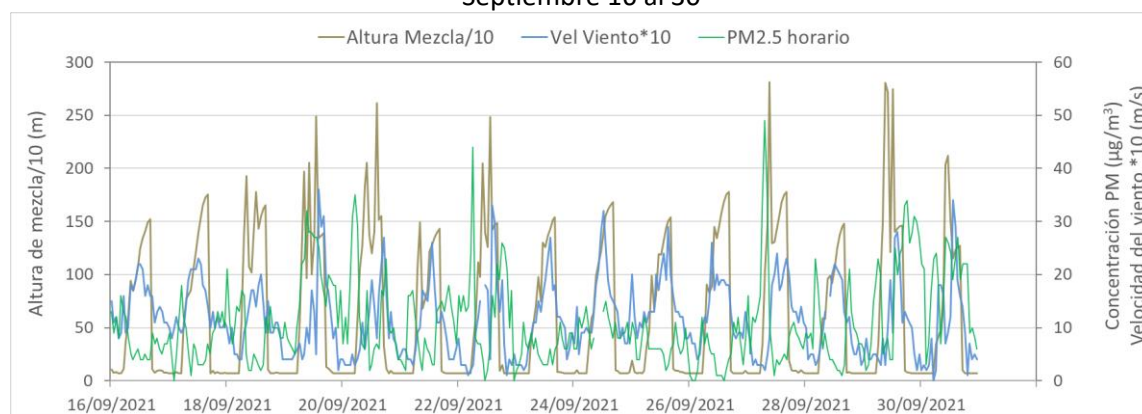
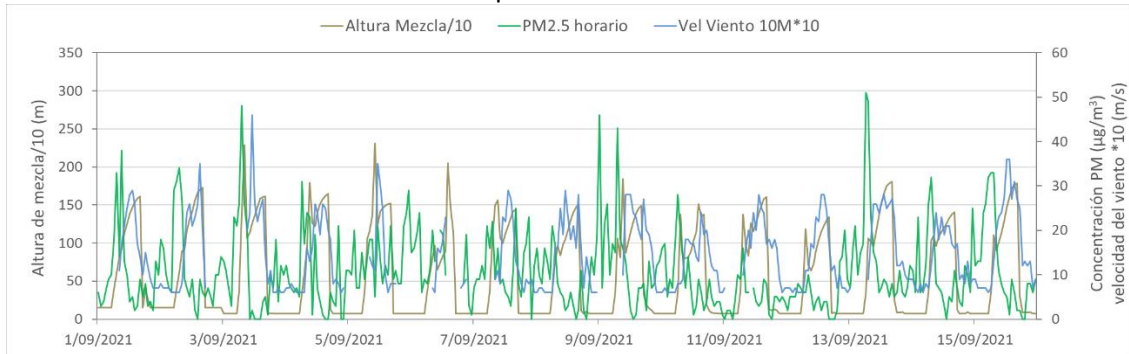


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - septiembre 2021

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

GUAYMARAL

Septiembre 01 al 15



Septiembre 16 al 30

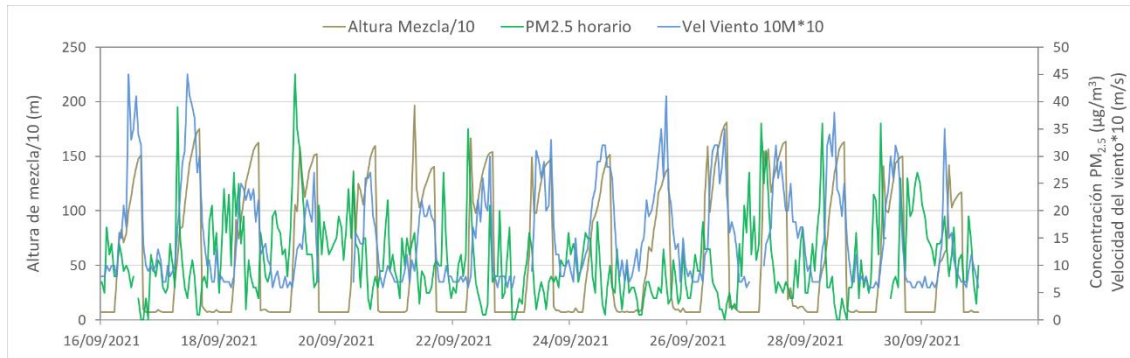


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones $PM_{2.5}$ y velocidad del viento estación Guaymaral septiembre 2021

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

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

En la Figura 9 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de septiembre 2021; los valores promedio más altos de SO₂, NO₂ y CO, gases asociados a la combustión fueron registrados en la estación Carvajal-Sevillana, mientras que el promedio más alto de O₃ se evidenció en la estación Usaquén, siendo las zonas suroccidental y norte de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases criterio en el mes.

Por otro lado, en el mes se registraron en total cuatro (4) excedencias de las concentraciones promedio 8h de O₃, en la estación Fontibón, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma de 100 µg/m³, siete (7) excedencias de las concentraciones promedio 1h de SO₂ las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma de 100 µg/m³, y una (1) excedencia en las concentraciones promedio de 24h de SO₂ en la estación Carvajal – Sevillana, la cual NO CUMPLIÓ con el nivel máximo permisible establecido en la norma de 50 µg/m³. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma ya que no se registraron excedencias en: NO₂: 200 µg/m³ para datos 1 hora, CO: 35000 µg/m³ para datos 1 hora y CO: 5000 µg/m³ para datos 8 horas.

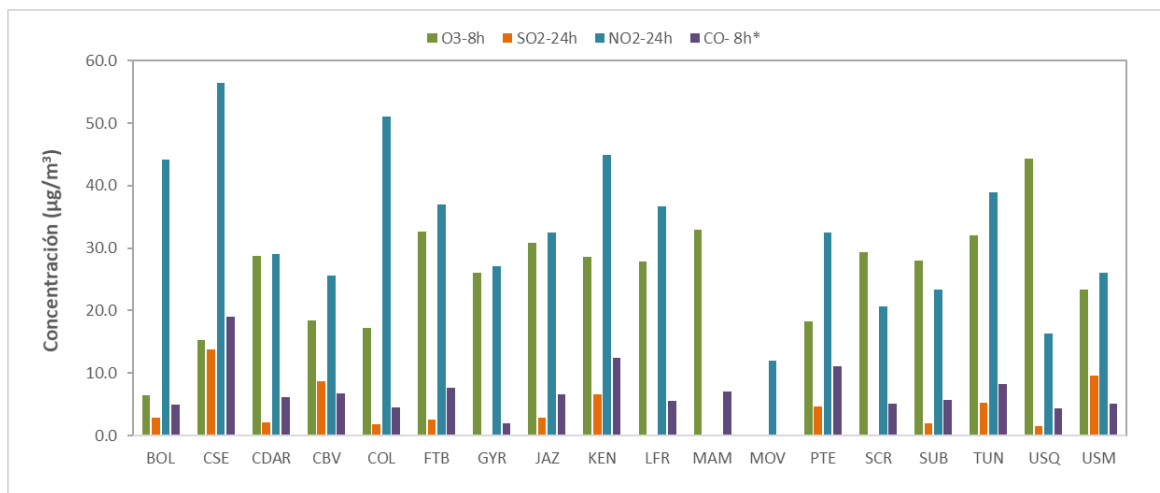


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - septiembre 2021

*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.

	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

5.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO - O₃

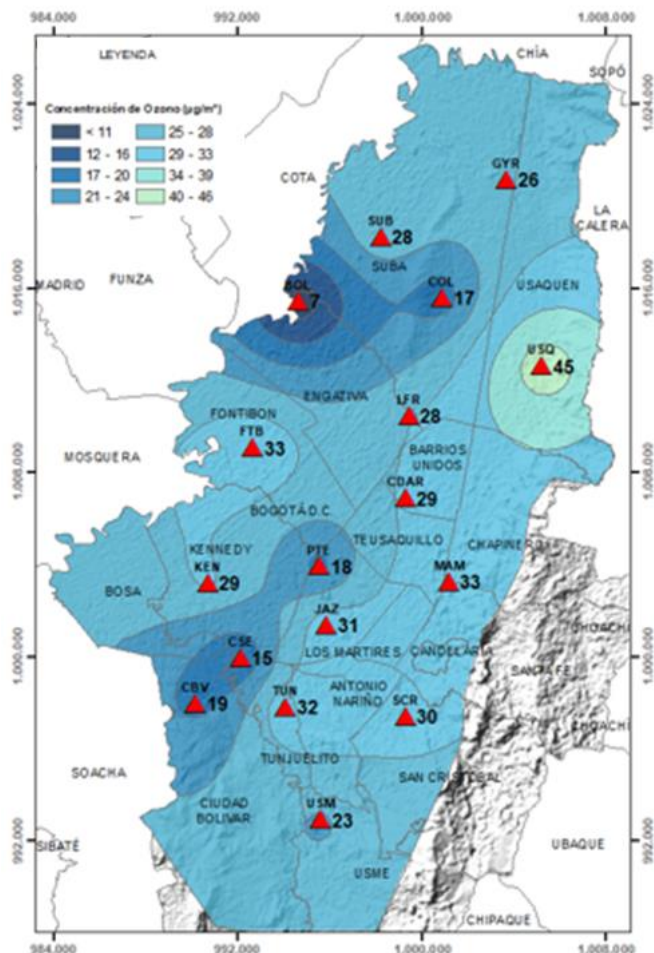


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ - septiembre 2021

En el mapa de la Figura 20, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O₃ con base en datos media móvil 8 horas para el mes de septiembre de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona de influencia de la estación Usaquén, y al occidente y oriente de la ciudad hacia las estaciones Fontibón y MinAmbiente. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en la zona de influencia de las estaciones Bolivia y Carvajal – Sevillana, al noroccidente y suroccidente de la ciudad.

La estación Móvil Fontibón no alcanzó el 75% de representatividad temporal (18%) ya que se presentaron datos atípicos que se invalidaron, por lo que el analizador de O₃ estuvo en observación operativa.

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

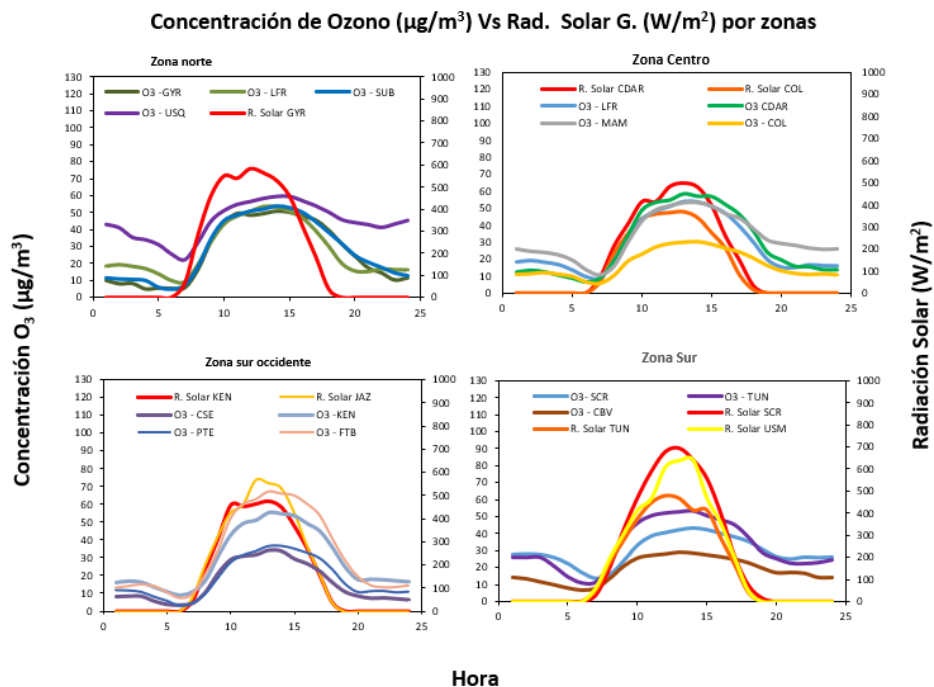


Figura 11. Comportamiento horario de las concentraciones de O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2) - Septiembre 2021. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

Los valores de radiación solar registrados durante el mes de septiembre permiten observar un ligero incremento en las cantidades de radiación solar entrantes, con respecto al mes anterior, principalmente al norte y al sur de la ciudad, donde se alcanzaron los $583 \text{ W}/\text{m}^2$ en promedio a la hora de mayor incidencia en el norte y $677 \text{ W}/\text{m}^2$ en el sector sur. Asimismo, las concentraciones de ozono se vieron ligeramente incrementadas en las horas de mayor incidencia del sol pasando de $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación de Usaqué (zona norte); en la estación CDAR (zona centro) de $48,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $55,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en San Cristóbal (zona sur) de $38,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $43,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En la zona norte, al igual que en el mes anterior se presentaron incrementos de ozono en horas nocturnas, las cuales son atribuibles a procesos fisicoquímicos diferentes a la fotodisociación ejercida por el sol. Las cantidades de radiación solar entrante, en promedio horario mensual en la hora de mayor incidencia, estuvieron por debajo de los $600 \text{ W}/\text{m}^2$ al norte de la ciudad y ligeramente por encima de los $700 \text{ W}/\text{m}^2$ al sur. Ver Figura 11.

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

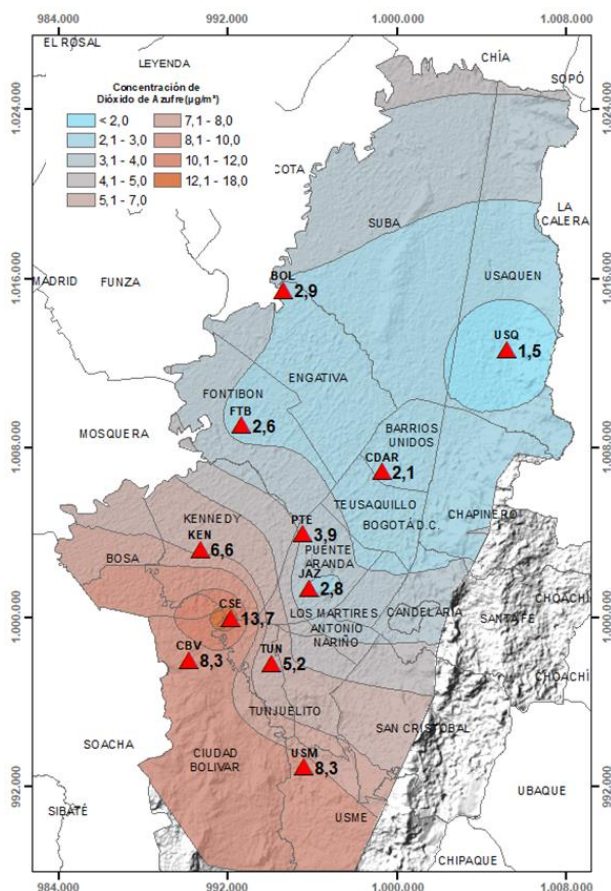


Figura 12. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ - septiembre 2021

En el mapa de la Figura 22 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de septiembre de 2021 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en las zonas suroccidental y sur de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal – Sevillana, Ciudad Bolívar y Usme. Las concentraciones más bajas se evidencian en las zonas norte y centro, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y C.D.A.R.

No alcanzaron el 75% de representatividad temporal las estaciones Colina (20%) y Suba (63%), ya que se presentaron datos atípicos que se invalidaron, por lo que los analizadores estuvieron en observación operativa.

5.3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITROGENO – NO₂

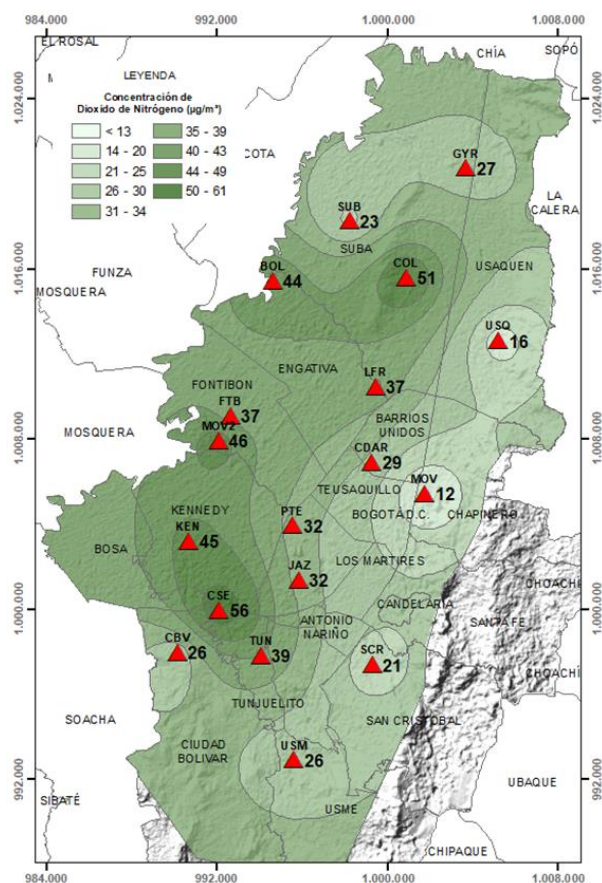


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - septiembre 2021

En el mapa de la Figura 23 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de septiembre de 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en las zonas suroccidente y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil Fontibón. Las concentraciones más bajas se evidencian en la zona norte, principalmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil 7ma y Usaquén.

Todos los analizadores de NO₂ de las estaciones registraron más del 75% de representatividad temporal, por lo cual los promedios son representativos para todas las estaciones.

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

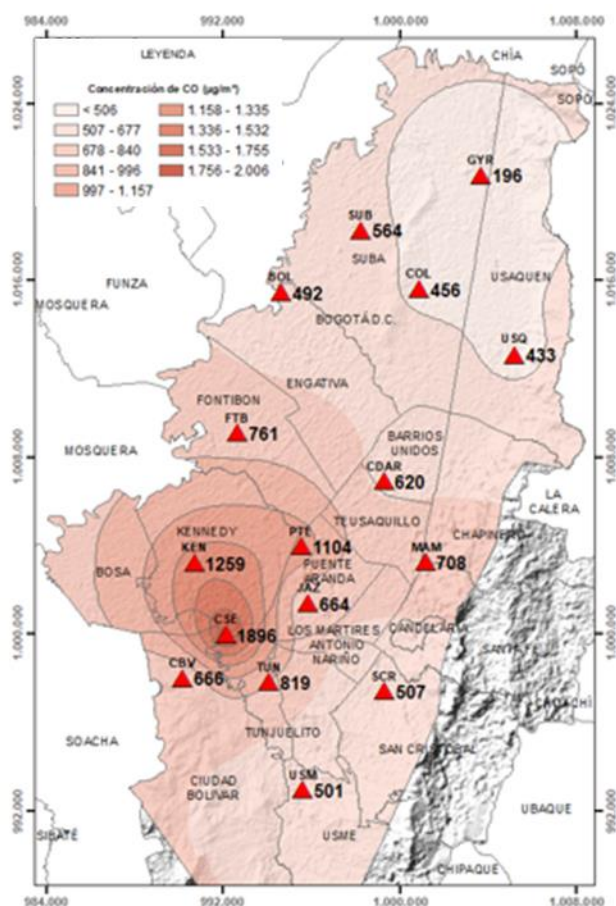


Figura 14. Distribución espacial concentraciones mensuales CO - septiembre 2021.

En el mapa de la *Figura 14* 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 2021. Se observa que las concentraciones más altas predominan en la zona suroccidental de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal - Sevillana y Kennedy. Las concentraciones más bajas se evidencian en las zonas norte y noroccidental de la ciudad, principalmente en la zona de influencia de las estaciones Usaqué y Guaymaral.

La estación Las Ferias no alcanzó el 75% de representatividad temporal con un 27% de datos en el mes, debido a que se presentaron datos atípicos que se invalidaron, por lo que el analizador estuvo en observación operativa.

	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

Los equipos de Black Carbon realizan el monitoreo de las partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en la atmósfera y cuyo tamaño varía entre 0.001 y 1 μm . La RMCAB cuenta con ocho aethalometros que funcionan en dos (2) longitudes de onda; 880 nm para medir la concentración de Black Carbon (BC) total, el cual es producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles; y 370 nm para indicar una medida del “componente UV”, es decir, para medir concentraciones de Black Carbon (UV-BC) proveniente de la quema directa de biomasa (Ramirez Cely, 2016).

La Figura 15 y la Figura 16 presentan la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de BC para las estaciones de la RMCAB en cada zona de la ciudad durante el mes de septiembre 2021. En la zona suroccidental, se presentaron las mayores concentraciones, especialmente en la estación Carvajal - Sevillana, en la que se observaron concentraciones mayores a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la mayor parte del mes, en donde se registró un valor máximo durante la primera semana de 14,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Un comportamiento similar se aprecia en la estación Kennedy, con valores mayores a 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, más de la mitad del mes. Las estaciones ubicadas al noroccidente, centro-oriente y suroriente muestran un incremento en las concentraciones de BC en la primera y tercera semana del mes, cuyos valores no superan los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

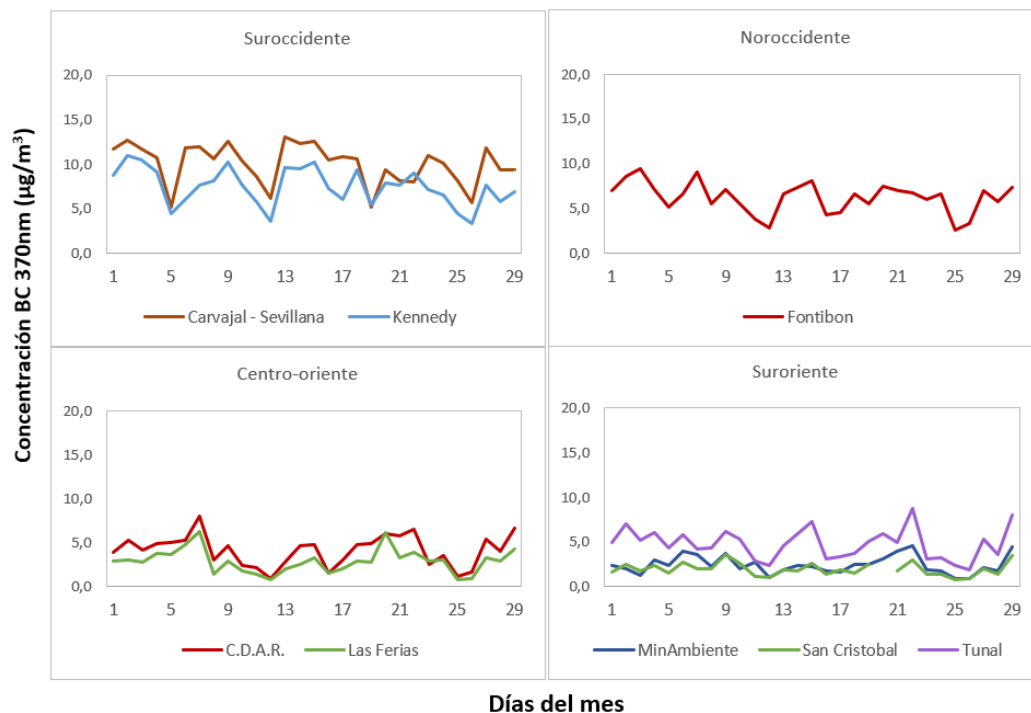


Figura 15. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 370nm para septiembre de 2021

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

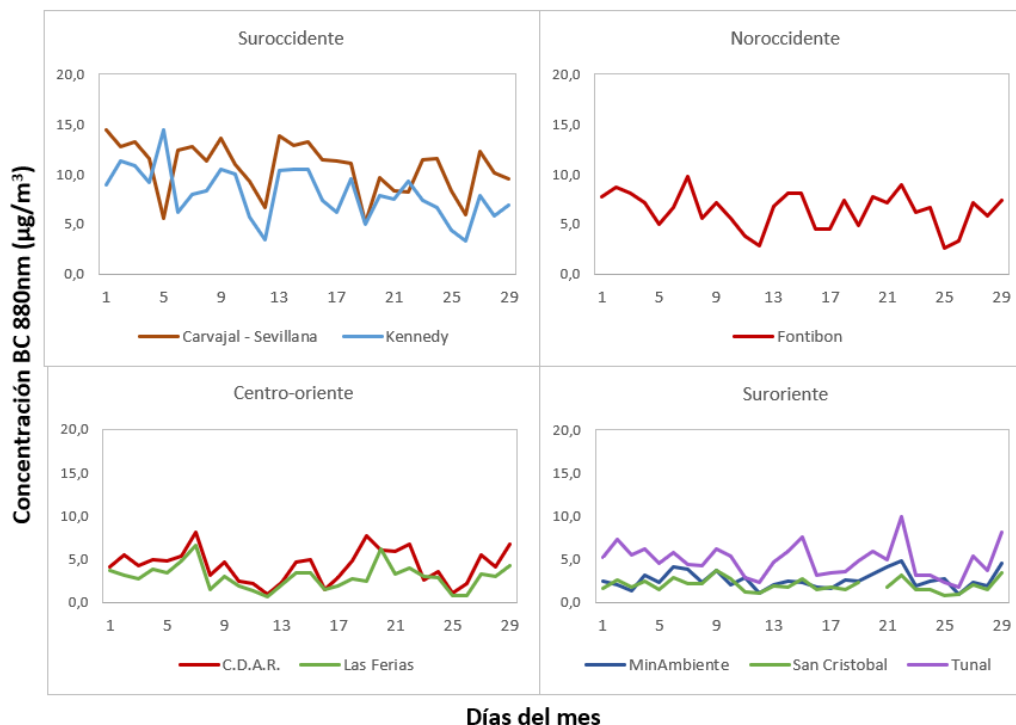


Figura 16. Comportamiento de las concentraciones diarias de longitud de onda 880nm para septiembre de 2021

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) para el análisis de incendios activos.

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

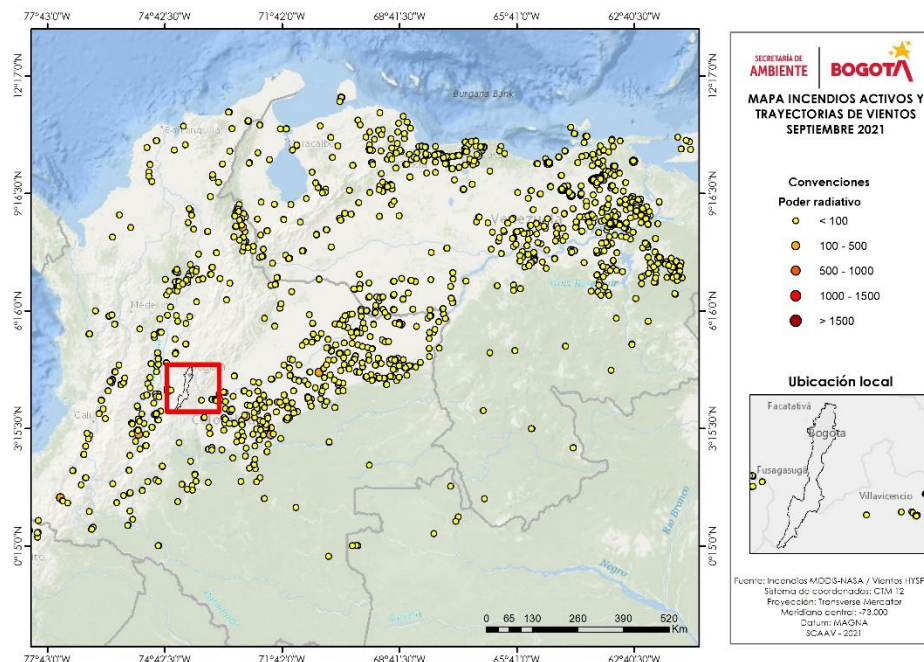


Figura 17. Distribución espacial de incendios activos identificados por el sensor MODIS en el mes de septiembre 2021

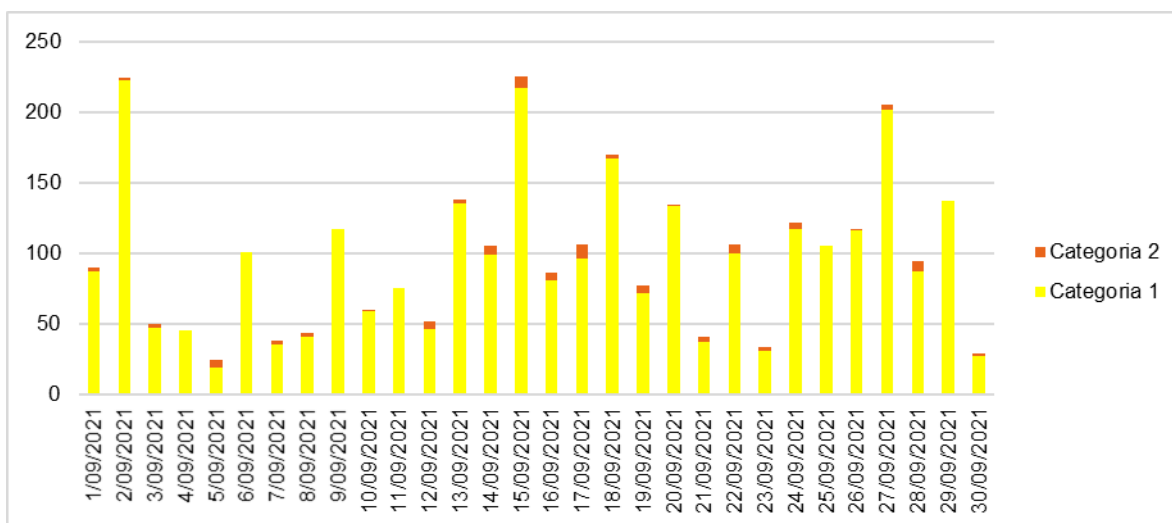


Figura 18. Número de eventos o puntos calientes identificados por el sensor MODIS en el mes de septiembre 2021

En la Figura 17 se muestra la distribución espacial de incendios activos detectados por el sensor MODIS durante el mes de septiembre de 2021, en el norte de Suramérica. Los fuegos detectados son clasificados de acuerdo al poder radiativo (Fire Power Radiative – FPR, por sus siglas en inglés) como lo sugiere (Ichoku et al., 2008).¹ La categoría 1 corresponde a incendios con FPR < 100MW y la categoría 2 son los incendios con un FPR entre 100 y 500. Durante el mes analizado se censaron incendios, que en su mayoría se encuentran clasificados en la categoría 1 (2854) y unos pocos en la categoría 2 (95), los días 2, 15 y 27 del mes se caracterizaron por registrar una mayor cantidad de incendios correspondientes a 224, 225 y 205, respectivamente.(Figura 18).

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

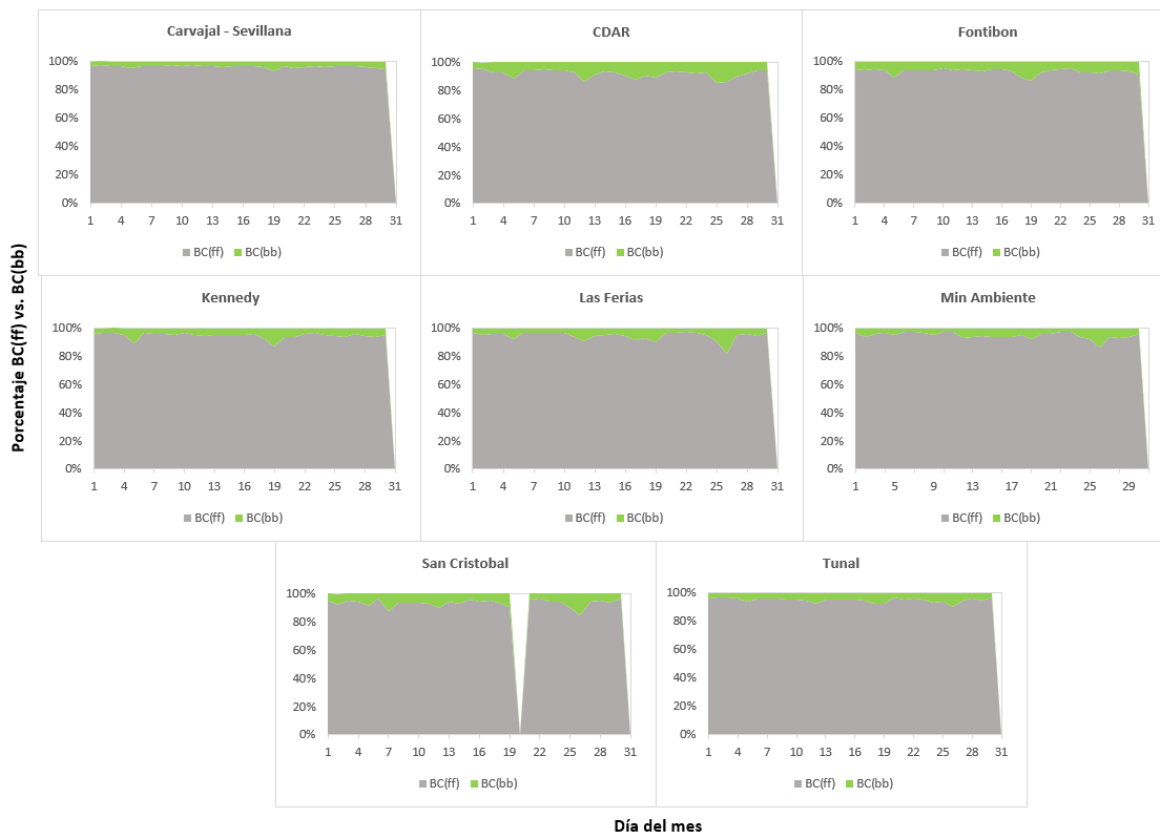


Figura 19. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - septiembre 2021

La Figura 19 muestra el comportamiento temporal del mes de septiembre de 2021 de Black Carbon por quema de biomasa BC (bb) comparados con el porcentaje de Black Carbon de combustibles fósiles BC (ff). De acuerdo con esta grafica 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 Carvajal – Sevillana, Kennedy y Tunal; por otro lado, se evidencia que las estaciones Centro de Alto Rendimiento, San Cristóbal y MinAmbiente presentan un aumento en el porcentaje de Black Carbon por quema de biomasa, especialmente durante la cuarta semana del mes.

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

7. INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (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.

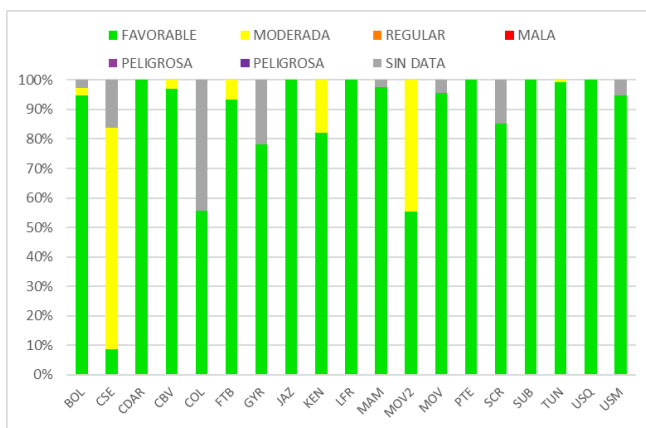


Figura 20. IBOCA para PM₁₀ por estación - septiembre 2021

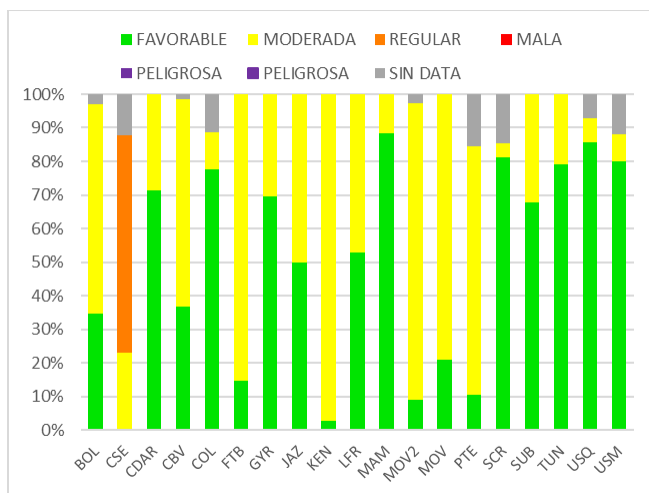


Figura 21. IBOCA para PM_{2.5} por estación - septiembre 2021

La *Figura 20* 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 septiembre 2021. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría las estaciones la mayor parte del mes, a excepción de las estaciones Carvajal-Sevillana y Móvil Fontibón, que registraron la condición “moderada” el 75 y 45% del tiempo respectivamente.

La *Figura 21* muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de septiembre 2021 predominó la condición “favorable” en las estaciones del oriente y sur de la ciudad, y la condición “moderada” en las estaciones del occidente de la ciudad. La estación Carvajal-Sevillana registró por más tiempo la condición “regular”, en un 65% del tiempo, lo cual evidencia la influencia del aumento de las fuentes de emisión que circulan en el suroccidente de la ciudad.

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

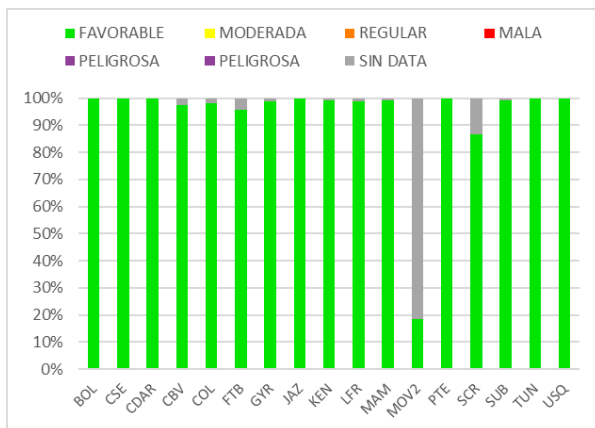


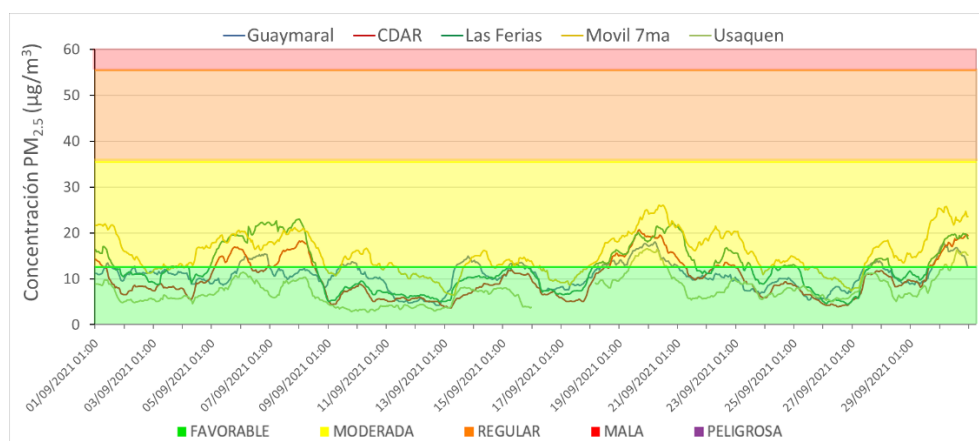
Figura 22. IBOCA para O₃ por estación - septiembre 2021

La Figura 22 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 septiembre 2021. Se observa que la categoría “favorable” predomina durante todo el mes en las estaciones de la RMCAB. La estación Móvil Fontibón registró el menor número de datos válidos, con un 19% de datos en el mes.

8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 23 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de septiembre de 2021. Se observa que la estación Carvajal-Sevillana registró concentraciones más altas de PM_{2.5} en relación con las demás estaciones de monitoreo, registrando durante gran parte del mes la condición “regular”; el registro más alto fue de 47.2 µg/m³ el 29 de septiembre. Las demás estaciones de la zona suroccidente registraron la condición “moderada” la mayor parte del mes, al igual que las estaciones del occidente de la ciudad.

Por otro lado, hacia el centro, oriente y sur de la ciudad prevalecieron las concentraciones en condición “favorable”, siendo la segunda semana del mes en la que se registraron las concentraciones más bajas de septiembre.



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

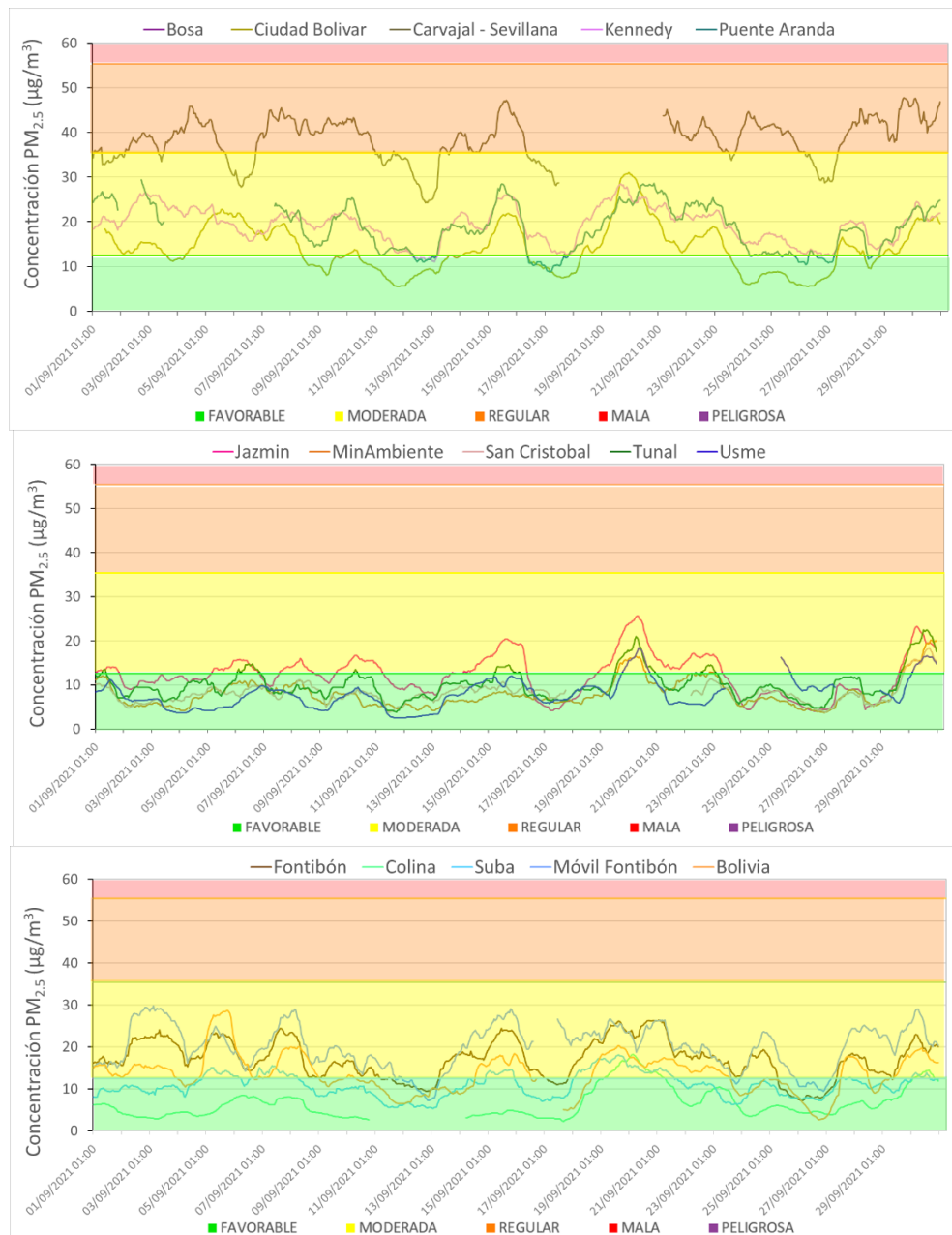


Figura 23. Concentraciones media móvil 24 h $PM_{2.5}$ septiembre 2021

En la Figura 24 se puede observar el comportamiento de la contaminación atmosférica en la mañana y la tarde del día 15 de septiembre en la zona suroccidental de la ciudad. En los días previos se habían observado grandes diferencias de temperatura, con cielos despejados en la mañana y aumento de nubosidad en la tarde. Además, el incremento de la actividad de las fuentes móviles especialmente en la zona de influencia de Carvajal-Sevillana generó un incremento en las concentraciones de material particulado notable durante el mes, que se vio potenciado por las bajas temperaturas y velocidades del viento a mediados del mes.

  	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 24. Fotografía del suroccidente de la ciudad mañana y tarde. Septiembre 15 de 2021

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de septiembre 2021, 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

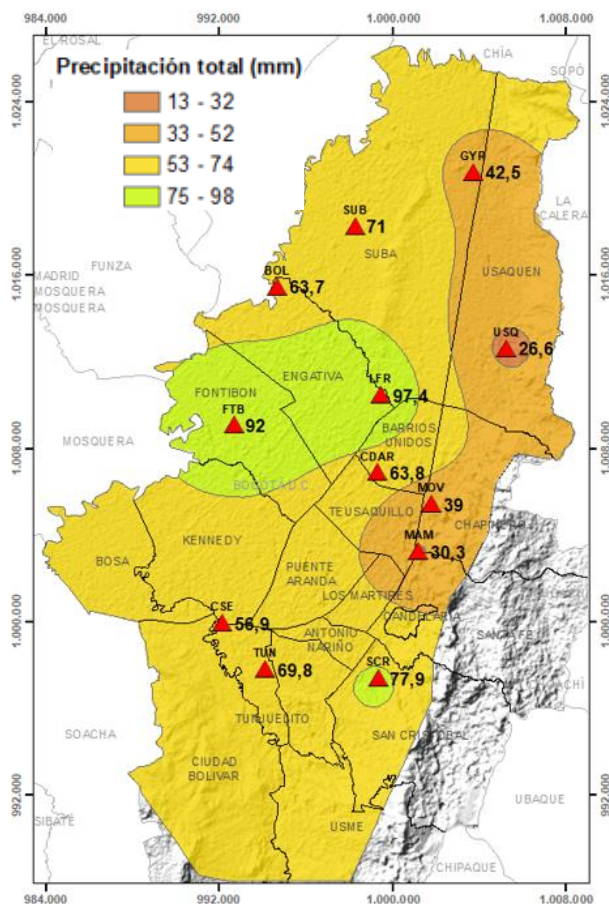


Figura 25. Mapa de la precipitación mensual total (mm) - septiembre 2021.

De acuerdo con los registros de precipitación del mes de septiembre de 2021 este fue un mes relativamente seco. En condiciones normales y de acuerdo con la estacionalidad de las lluvias, septiembre es el mes de transición hacia el segundo periodo húmedo del año. No obstante, los niveles de precipitación registrados dan cuenta de que este mes fue atípico dentro de la normalidad del comportamiento histórico. En septiembre de 2021, se registraron precipitaciones sobre los 92 mm hacia el occidente de la ciudad y 78 mm en la estación San Cristóbal. Esta reducción en los niveles de precipitación pudo haber resultado poco favorable para la reducción de las concentraciones de material particulado registrados durante este mes, si se tiene en cuenta su contribución con el lavado atmosférico. Ver *Figura 25*.

El número de días con lluvia de septiembre de 2021 da cuenta de que las precipitaciones ocurridas durante este mes fueron muy bajas y de poca intensidad. Ver *Figura 26*.

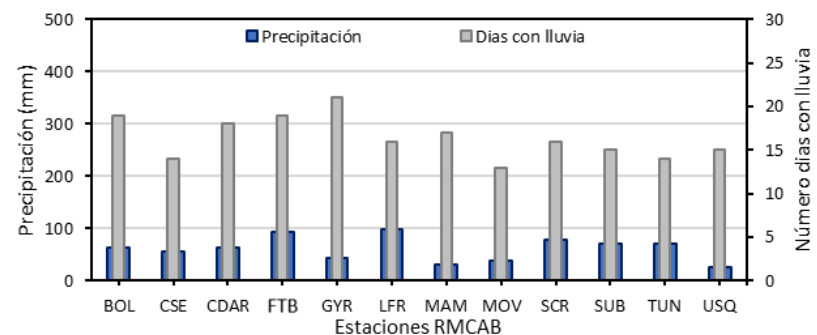


Figura 26. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – septiembre 2021

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

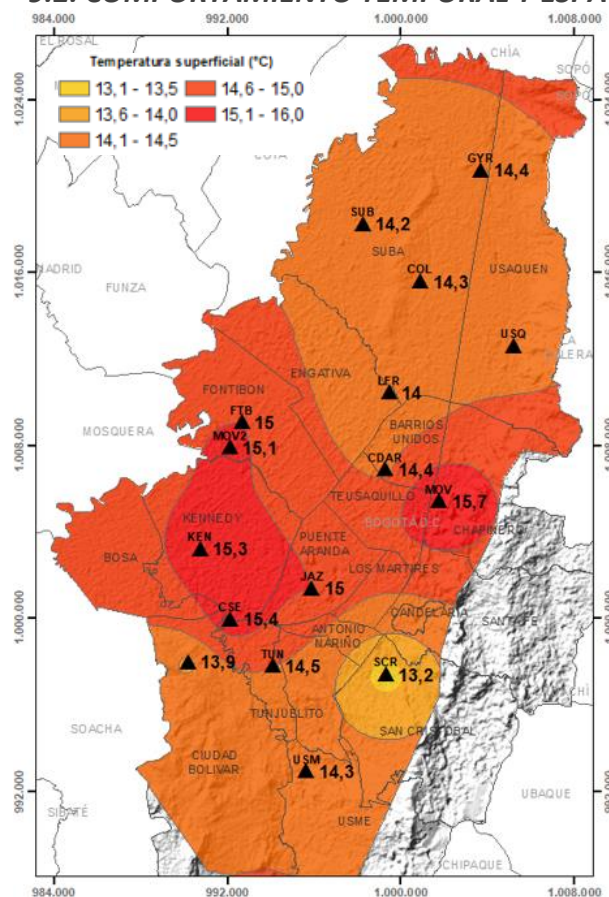


Figura 27. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – septiembre 2021

Con respecto al mes anterior, la temperatura media superficial presentó un leve incremento en el centro geográfico de la ciudad de aproximadamente 14 °C a 14,5 °C, y un ligero descenso al sureste pasando de 13,5 °C a 13,2 °C aproximadamente. Hacia el suroccidente de la ciudad este comportamiento fue idéntico al mes anterior, así como al centro -oriente. Ver Figura 27.

Las temperaturas máximas absolutas se registraron en las estaciones Tunal (26,1 °C), Móvil 7ma (24,8 °C) y Kennedy (24,5 °C) y Carvajal-Sevillana (23 °C). Las mínimas absolutas en las estaciones de Tunal (3,9 °C), Guaymaral (5,3 °C), C.D.A.R. (5,4 °C), y Colina (7,2 °C). Ver Figura 28.

Las mayores amplitudes que favorecen la expansión de la capa límite y dispersión de contaminantes en las zonas tropicales, por convección térmica, ocurrieron hacia los sectores de Tunal, Suba, C.D.A.R. y Guaymaral, en orden de importancia.

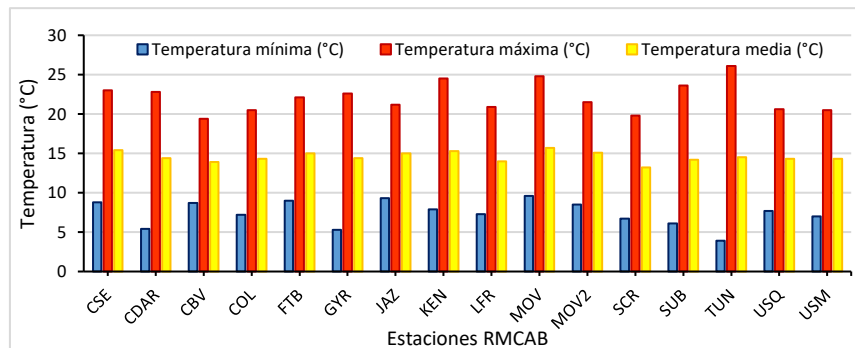


Figura 28. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación - septiembre 2021

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

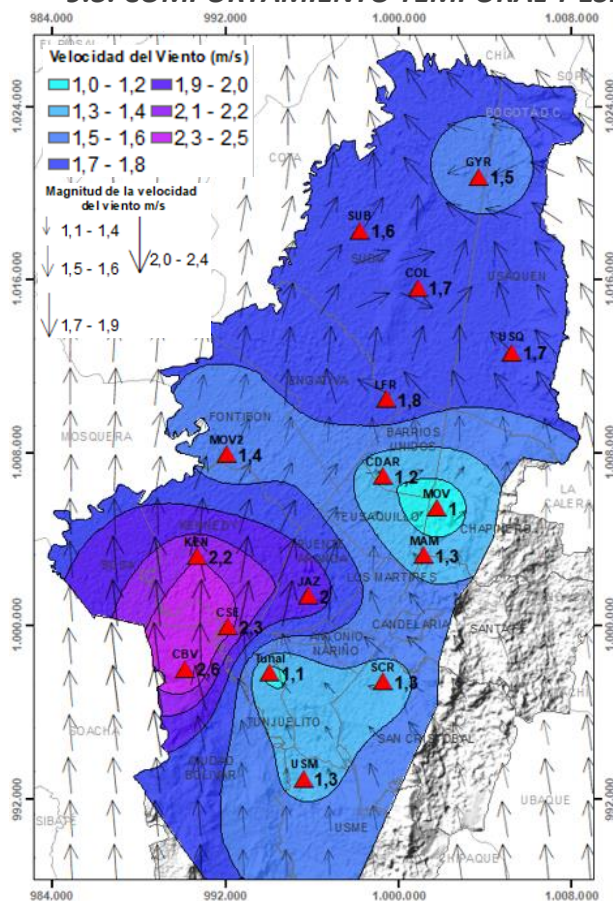


Figura 29. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging -septiembre 2021

Durante el mes de septiembre predominaron los vientos del suroriente en el flanco oriental de la ciudad y vientos del sur y suroccidente en el flanco occidental con posibles confluencias hacia el norte entre los flujos provenientes del suroriente y las corrientes del sur occidental. Los vientos de mayor magnitud se presentaron entre el suroccidente de la ciudad, como es frecuente, y también hacia la zona norte. Ver Figura 29.

Como suele ocurrir, las mayores velocidades horarias se presentaron hacia el sur occidental de la ciudad con velocidades medias mensuales de entre 1,5 m/s hasta 2,6 m/s y máximas de 6,7 m/s como se registraron en la estación de Ciudad Bolívar. No obstante, hacia el norte de la ciudad se registraron vientos relativamente fuertes y poco frecuentes de los 1,5 m/s. Ver Figura 30.

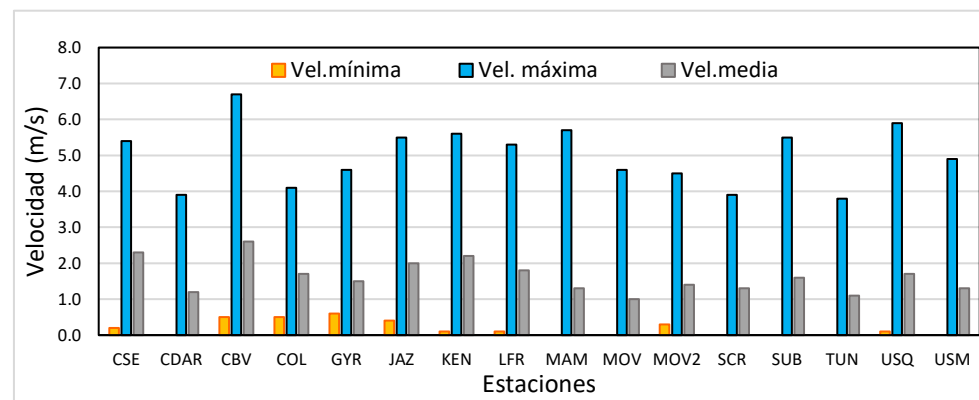


Figura 30. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación - septiembre 2021.

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

CONCLUSIONES

- Las concentraciones de material particulado fueron más altas en la zona suroccidental de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de la estación Carvajal-Sevillana, mientras que los menores valores se observaron en la zona oriental de la ciudad. Carvajal-Sevillana tuvo el promedio mensual más alto de PM_{10} ($75,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y de $PM_{2.5}$ ($38,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$); se registraron en total 18 excedencias de PM_{10} y 18 excedencias de $PM_{2.5}$ en el mes.
- Con respecto a los gases, Carvajal-Sevillana registró las concentraciones más altas de los contaminantes asociados a combustión (NO_2 , SO_2 y CO) y Usaquén registró el promedio más alto de O_3 del mes. Se obtuvieron 4 excedencias octohorarias de O_3 , 7 excedencias horarias de SO_2 y una excedencia diaria de SO_2 .
- Las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy registraron el promedio más alto de concentración de Black Carbon de 880 y 370 nm de longitud de onda, las concentraciones más altas se observaron en diferentes días del mes, mientras que los registros más bajos se obtuvieron en San Cristóbal. En septiembre de 2021 hubo predominancia de Black Carbon proveniente de la quema de combustibles fósiles en fuentes móviles y fijas.
- Con respecto al índice IBOCA en septiembre de 2021, para las concentraciones registradas de $PM_{2.5}$ se observó una predominancia de la condición “moderada” en las estaciones del occidente y suroccidente de la ciudad, con porcentajes entre 63 y 97%, aunque la estación Carvajal-Sevillana registró la condición “regular” en un 65% del mes, por influencia del aumento de las concentraciones de material particulado asociadas al tráfico vehicular en las vías cercanas a la estación.
- En el mes de septiembre 2021 se registró una reducción en la precipitación respecto a lo observado en los meses previos, siendo un mes de transición entre la temporada seca y la húmeda. Las estaciones Fontibón y Las Ferias registraron los acumulados más altos en el mes, con 92 y 97 mm respectivamente.
- La temperatura superficial tuvo un incremento ligero en el centro de la ciudad, mientras que hubo una ligera reducción hacia la zona suroccidente, ya que se mantuvo la nubosidad en horas de la tarde para varios días del mes. Las mayores temperaturas promedio se observaron en las estaciones Carvajal-Sevillana y Móvil 7ma.
- En septiembre de 2021 hubo predominancia de vientos provenientes del suroccidente y sur de la ciudad, que fueron más intensos hacia el suroccidente y norte de la ciudad. Las mayores velocidades del viento se registraron en las estaciones Carvajal-Sevillana y Ciudad Bolívar, con valores de 2,3 y 2,6 m/s respectivamente.

  	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. ANEXOS

10.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

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

Características	Ubicación								Contaminantes						Variables Meteorológicas							
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm
Guaymaral	GYR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Sub urbana	De fondo	Autopista Norte # 205-59	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis # 132-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74° 5'36.46"W	2571	6	Suba	Sub urbana	De fondo	Carrera 111 # 159A-61	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Sub urbana	De fondo	Avenida Calle 80 # 121-98	X	X	X	X	X	X							
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 # 69Q-50	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Estación Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
MinAmbiente	MAM	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Urbana	De tráfico	Calle 37 # 8-40	X	X	X	X	X		X	X		X			
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Urbana	De tráfico	Carrera 104 # 20 C - 31	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Urbana	Industrial	Calle 10 # 65-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Urbana	De fondo	Carrera 80 # 40-55 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Carvajal - Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Urbana	Tráfico / Industrial	Autopista Sur # 63-40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Urbana	De fondo	Carrera 24 # 49-86 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este # 12-78 sur	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
El Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Urbana	Residencial	Calle 1 G # 41 A 39	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D 50 Sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur # 56 - 11	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142#-55	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Móvil Fontibón	MOV2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Urbana	Tráfico / Industrial	Cra. 98 #16 B 50	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X

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

10.2. NORMATIVA Y MÉTODOS DE REFERENCIA

La elaboración de informes de calidad del aire se realiza teniendo en cuenta uno de los componentes de la misionalidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, como autoridad ambiental del Distrito Capital. Además, se tiene en cuenta lo establecido en la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 con respecto a la elaboración de los reportes del laboratorio, y teniendo en cuenta que los informes de calidad del aire de la RMCAB se elaboran con base en los procedimientos asociados a las funciones del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, los cuales se incluyen dentro de del proceso de apoyo de la SDA denominado “Metrología, Monitoreo y Modelación”.

La obtención de los datos de concentraciones de contaminantes y de variables meteorológicas se realiza a través de los registros en tiempo real de los equipos de monitoreo y sensores meteorológicos, cuyo funcionamiento y operatividad son verificados mediante la realización de mantenimientos preventivos y correctivos por parte del equipo de campo de la RMCAB, programados periódicamente mediante un software destinado para este fin. Adicionalmente se realizan periódicamente las calibraciones y verificaciones de los equipos de monitoreo, con el fin de garantizar que la medición de los equipos se realice de acuerdo con los estándares establecidos en los métodos de medición.

Los métodos de medición utilizados por los monitores de la RMCAB se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio de 2021 (EPA, 2021). 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)

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	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

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

10.3. 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 2021.
- ✓ 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”.

Código Procedimiento Interno	Nombre del Procedimiento Interno
PA10-PR02	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá

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

Código Procedimiento Interno	Nombre del Procedimiento Interno
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 mg/m³ y µg/m³, respectivamente:

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

Gas	Multiplicar por	Para convertir
CO	1144,9	ppm a µg/m ³
SO ₂	2,6186	ppb a µg/m ³
NO ₂	1,8804	ppb a µg/m ³
O ₃	1,9620	ppb a µg/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 =

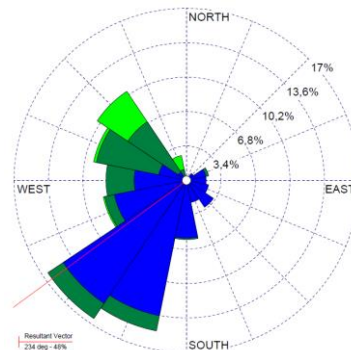
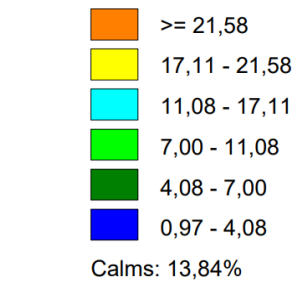
T: temperatura absoluta [K]

10.4. ROSAS DE LOS VIENTOS

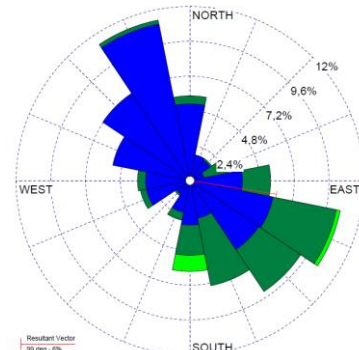
Las rosas de viento que se observan en la *Figura 31* describen el comportamiento puntual en cuanto a la frecuencia y la dirección en cada una de las estaciones de la RMCAB que superaron el criterio de representatividad temporal superior al 75%, durante el mes de septiembre de 2021. Cada rosa contiene la representación del vector resultante (en línea roja) en cada estación durante este mes; es decir, la dirección hacia donde en promedio se dirigieron los vientos durante el periodo analizado. Los vientos con mayor predominio se registraron en las estaciones de Usme (42%) con vientos predominantes del sur de entre 0,97 m/s a 11,08 m/s aproximadamente, San Cristóbal y Ciudad Bolívar (35%) con vientos predominantes del sur oriente y sur-surorientado, con velocidades de entre

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

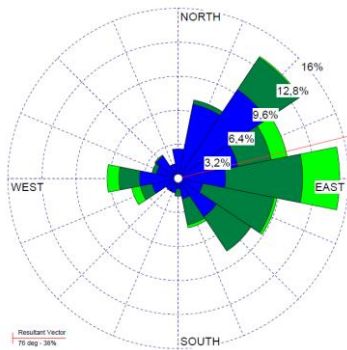
0,97 m/s a 11,08 m/s siendo más frecuentes las bajas velocidades en San Cristóbal que Ciudad Bolívar.



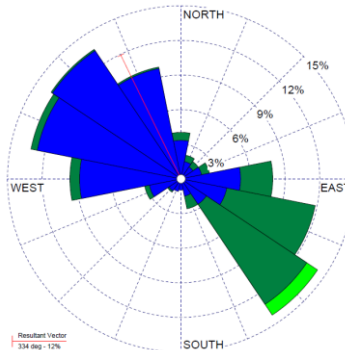
a) Suba



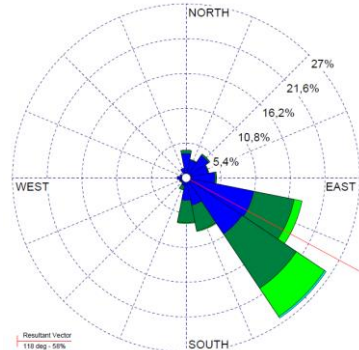
b) Guaymaral



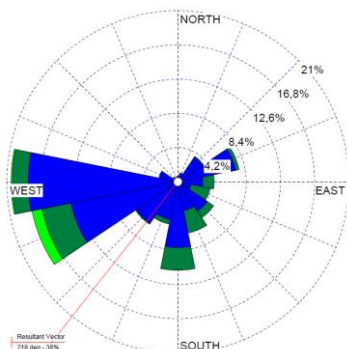
c) Las Ferias



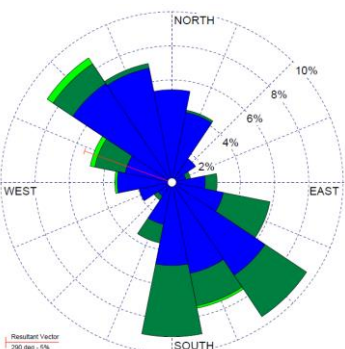
d) Colina



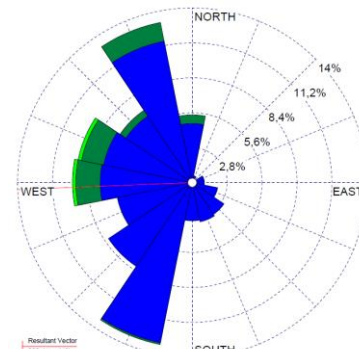
e) Usaquén



f) Móvil FTB



g) CDAR



h) Móvil 7ma

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

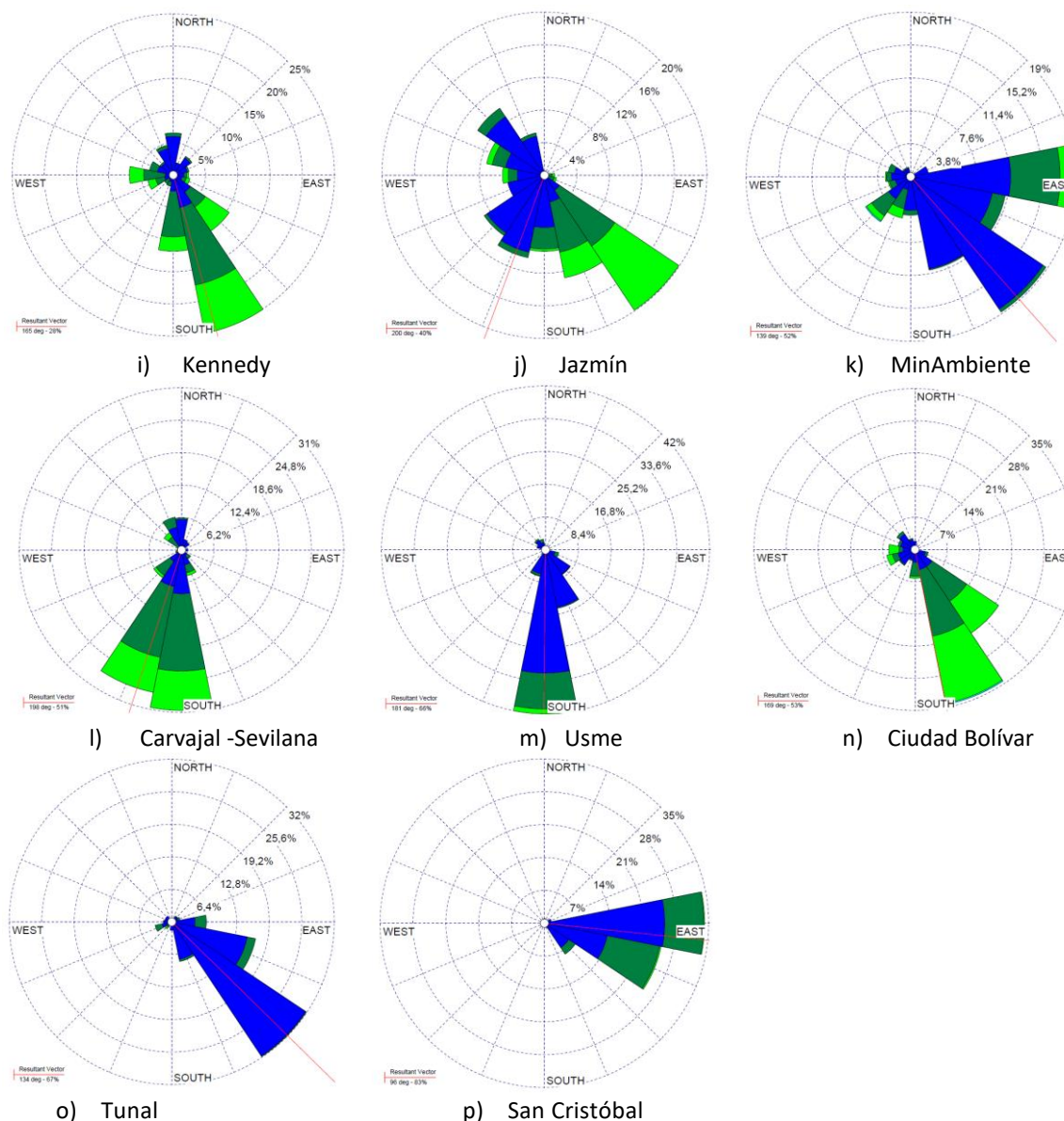


Figura 31. Rosas de los vientos – septiembre 2021

FIN DEL INFORME