

Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Control Ambiental
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual-SCAAV
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB
INFORME TRIMESTRAL 2023 – 1 (ENERO – FEBRERO - MARZO)



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

Rodrigo Alberto Manrique Forero
Director de Control Ambiental

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

Diego Andrés Chavarro Rodríguez
Coordinador Técnico RMCAB

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
Jennyfer Montoya Quiroga
Karen Lorena Londoño Murcia
Equipo de Validación y Análisis de la RMCAB

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

Ana Milena Hernández Quinchara
Líder Técnica del Sistema de Alertas Tempranas de
Bogotá - Componente Aire (SATAB)

María Camila Buitrago Jiménez
Luisa Fernanda Osorio Marín
Lady Mateus Fontecha
Profesionales Componente Aire (SATAB)

Secretaría Distrital de Ambiente
– SDA –

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

Año 2023

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 trimestre enero, febrero y marzo de 2023 se presentaron treinta y ocho (38) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y cuarenta y cuatro (44) 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 doscientas sesenta y ocho (268) excedencias a la norma. Respecto al monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2) no se registraron excedencias a la normatividad.

Durante el trimestre enero, febrero y marzo se observó un descenso de las concentraciones de material particulado y gases respecto al trimestre anterior en la mayoría de las estaciones, pero se apreció un aumento significativo en las excedencias de $PM_{2.5}$. Por otro lado, respecto a las concentraciones y excedencias de los gases CO , O_3 , SO_2 y NO_2 aumentaron notablemente las excedencias en O_3 y las concentraciones de los diferentes gases fueron variables respecto al trimestre 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 media móvil de concentración. La representatividad temporal de Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma se vio afectada por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados en las estaciones. Para cada hora de excedencia al rango de referencia de temperatura interna y/o desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la estación.

Nota:

Este informe denominado “informe trimestral de calidad del aire periodo enero - marzo 2023”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 5932182 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

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 PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se presenta el análisis de los datos registrados durante el primer trimestre de 2023 (enero, febrero y marzo), teniendo en cuenta que se muestran los resultados que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75%.

En la siguiente tabla se presentan las estaciones activas durante el primer trimestre de 2023 y las abreviaturas con las que se identifican en los diferentes mapas, tablas y gráficas.

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	MOV 2	

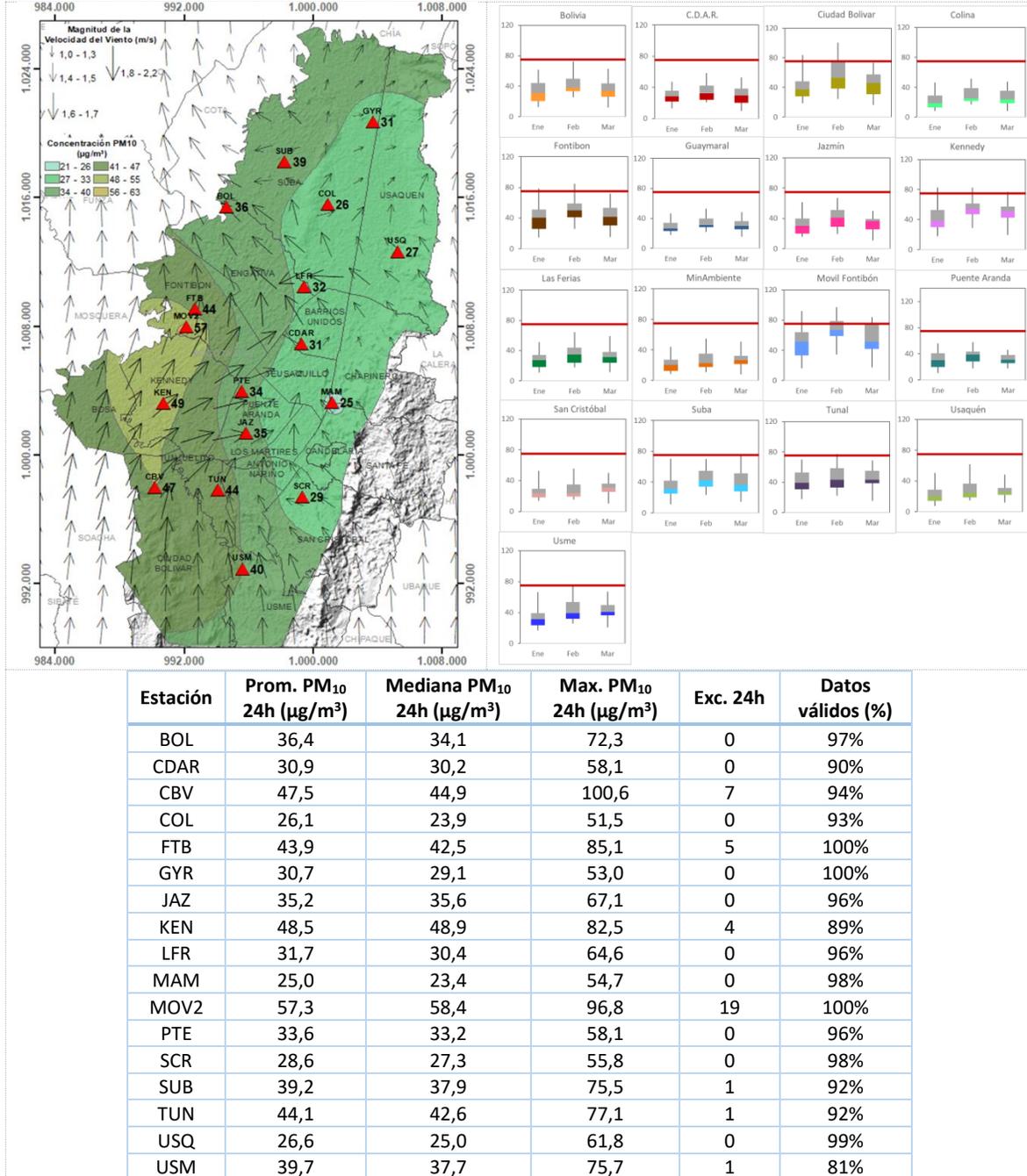
Por otro lado, para este trimestre la temperatura interna se mantuvo entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma todos los registros muestran que no se han podido mantener en tal rango debido que los aires acondicionados de dichas estaciones presentan fallas. 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 12,7% y 71,9% en todas las estaciones.

3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM₁₀

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos de material particulado PM₁₀ en el primer trimestre de 2023, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas, el número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo con el total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio diario trimestral se presentaron al occidente y al suroccidente de la ciudad en las estaciones Móvil Fontibón con **57,3 µg/m³** y Kennedy con **48,5 µg/m³**, mientras que las menores concentraciones se registraron en el centro en MinAmbiente con **25,0 µg/m³** y al norte en Colina con **26,1 µg/m³**. La concentración máxima diaria para el mes fue de **100,6 µg/m³** en Ciudad Bolívar el 1 de febrero, la cual excedió el nivel máximo permisible establecido para el contaminante (75 µg/m³).

Tabla 1. Resumen de datos de PM₁₀ para el trimestre Ene - Mar 2023



La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM₁₀ de los meses enero, febrero y marzo de 2023 comparadas con el valor máximo establecido por la norma nacional. Teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones, se observa que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en las zonas occidente, suroccidente y sur (Móvil Fontibón, Fontibón, Kennedy y Ciudad Bolívar),

especialmente en el mes de febrero; las concentraciones más bajas se observan en las zonas norte y centro (Colina, Guaymaral, Usaquén y MinAmbiente), especialmente en la primera mitad del mes de enero.

En el primer trimestre del 2023 se registraron en total treinta y ocho (38) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀; diecinueve (19) en Móvil Fontibón, siete (7) en Ciudad Bolívar, cinco (5) en Fontibón, cuatro (4) en Kennedy y una (1) en Suba, Tunal y Usme. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional diaria (75 µg/m³).

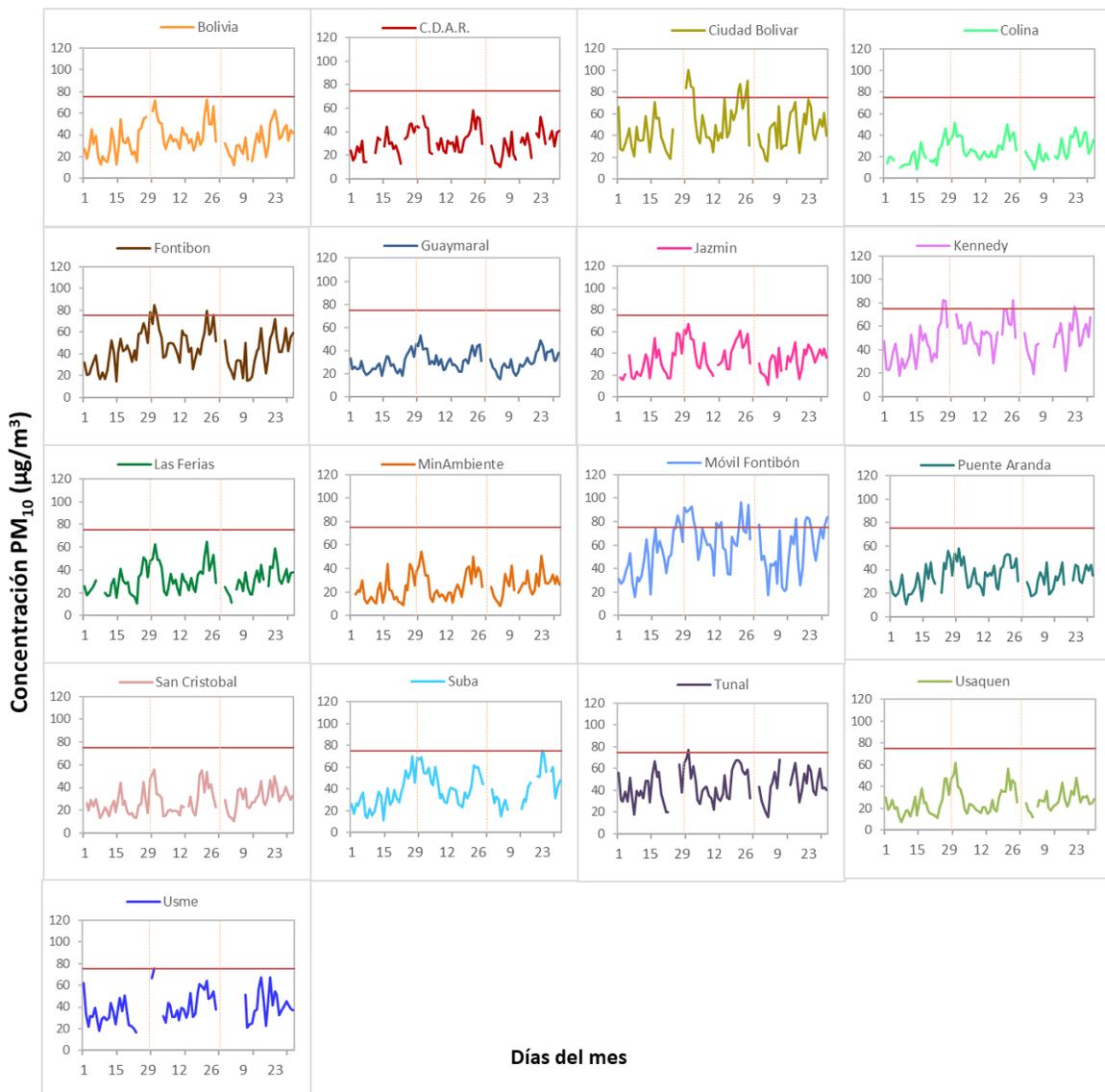


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM₁₀ para el trimestre Ene - Mar 2023

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{10} del primer trimestre de cada año para el periodo 2020 - 2023. Se observa que las mayores concentraciones predominan en las estaciones Móvil Fontibón y Kennedy, siendo las zonas suroccidente y occidente las que registran las concentraciones más altas de PM_{10} . Las menores concentraciones se presentaron en Colina y MinAmbiente, en las zonas norte y centro de la ciudad.

La estación Usme registró el mayor descenso de concentración ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) con relación a el mismo trimestre del 2022.

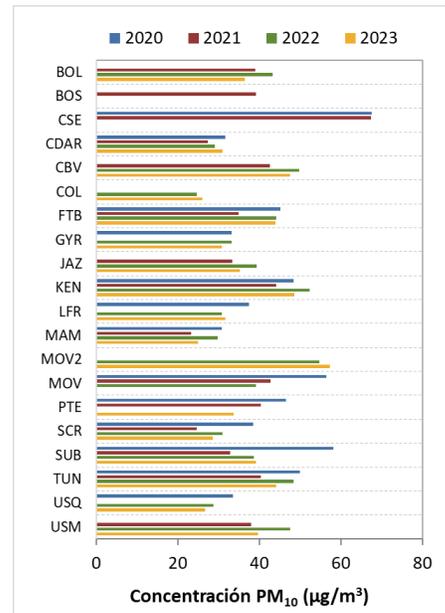


Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{10} (2020-2021-2022-2023) trimestre Ene - Mar

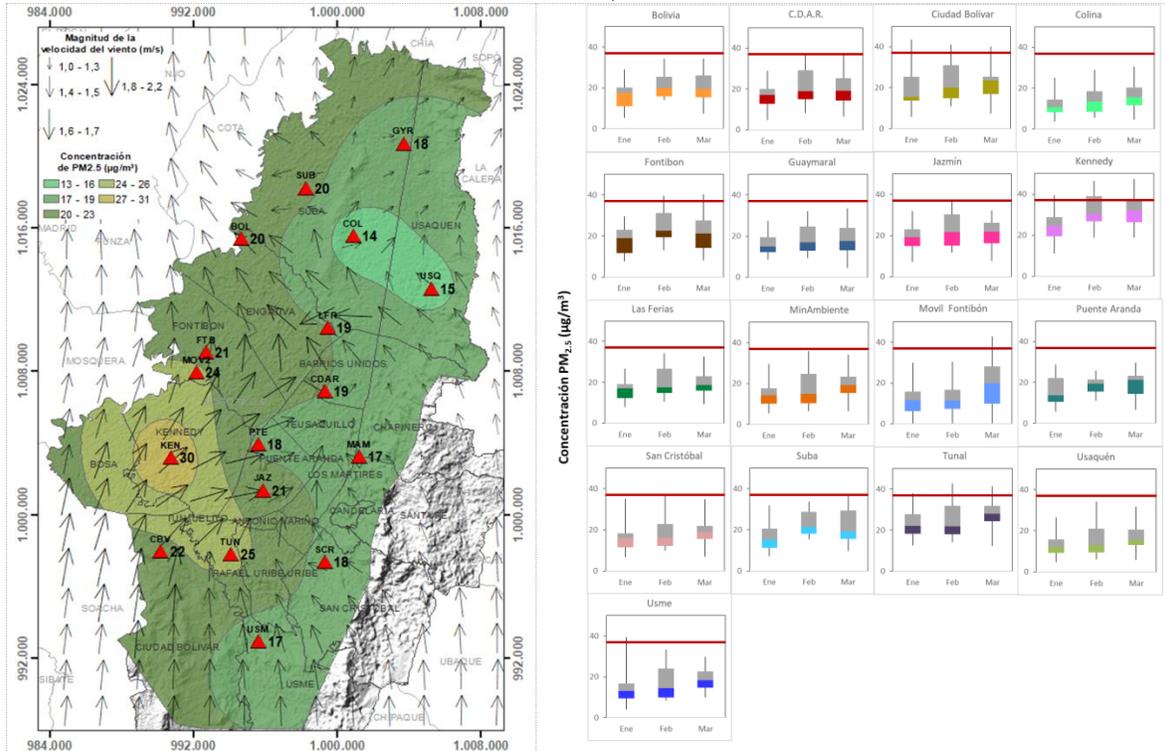
4. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE $PM_{2.5}$

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos de material particulado $PM_{2.5}$ en el primer trimestre de 2023, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas, el número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio diario en el trimestre se presentaron en el sur de la ciudad en la estación Kennedy con $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el sur en Tunal con $25,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que las menores concentraciones se presentaron al norte en Colina con $14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Usaquén con $15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima diaria para el trimestre fue de $48,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Móvil Fontibón el día 23 de marzo, la cual excedió el nivel máximo permisible establecido para el contaminante ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Tabla 2. Resumen de datos de PM_{2.5} para el trimestre Ene - Mar 2023



Estación	Prom. PM _{2.5} 24h (µg/m ³)	Mediana PM _{2.5} 24h (µg/m ³)	Max. PM _{2.5} 24h (µg/m ³)	Exc. 24h	Datos válidos (%)
BOL	19,6	18,7	34,4	0	98%
CDAR	19,4	18,2	37,5	2	98%
CBV	21,6	20,3	43,7	4	100%
COL	14,2	12,8	30,7	0	98%
FTB	21,3	20,7	40,2	2	100%
GYR	17,7	16,2	33,5	0	99%
JAZ	20,9	19,9	36,6	0	97%
KEN	29,5	29,5	47,3	18	94%
LFR	18,5	17,8	34,1	0	100%
MAM	17,1	15,6	36,0	0	100%
MOV2	24,0	23,3	48,5	9	92%
PTE	18,4	17,5	32,4	0	98%
SCR	17,8	16,4	36,4	0	98%
SUB	20,3	18,4	37,7	1	98%
TUN	25,5	24,8	42,7	7	99%
USQ	15,3	14,1	34,2	0	97%
USM	17,1	15,1	39,3	1	81%

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de PM_{2.5} comparadas con el nivel máximo permisible por la norma nacional. De acuerdo con la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM_{2.5} se presentaron en las zonas sur y suroccidente (Ciudad Bolívar, Tunal y Kennedy), principalmente en las segundas semanas de febrero y marzo; mientras que las concentraciones más

bajas se registraron en el norte de la ciudad (Colina, Usaquén y Las Ferias) especialmente durante la primera semana de febrero.

En el primer trimestre del 2023, se registraron en total cuarenta y cuatro (44) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para $PM_{2.5}$, dieciocho (18) en Kennedy, nueve (9) en Móvil Fontibón, siete (7) en Tunal, cuatro (4) en Ciudad Bolívar, dos (2) en Fontibón y CDAR y una (1) en Suba y Usme. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional diaria ($37 \mu g/m^3$).

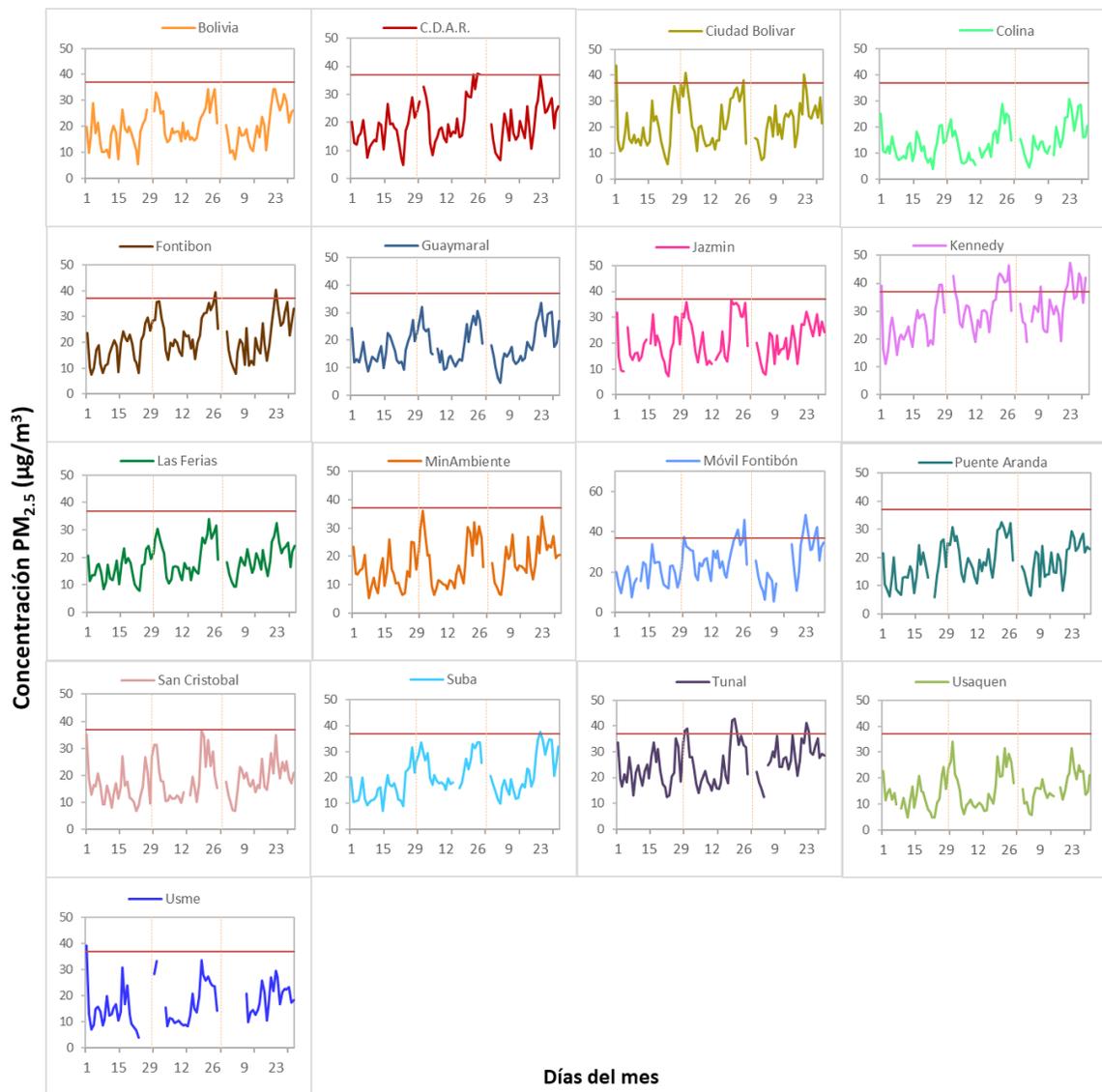


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ para el trimestre Ene - Mar 2023

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ del primer trimestre de cada año para el periodo 2020 - 2023. Se observa que las mayores concentraciones se presentaron en las estaciones Kennedy y Fontibón, siendo las zonas occidente y suroccidente que registran las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$.

Por otro lado, las menores concentraciones las registran las estaciones Guaymaral y Suba, al norte de la ciudad. La mayor diferencia de concentración de observó en la estación Tunal, con un incremento de $6 \mu g/m^3$ en la concentración del 2023 respecto al mismo trimestre del año anterior.

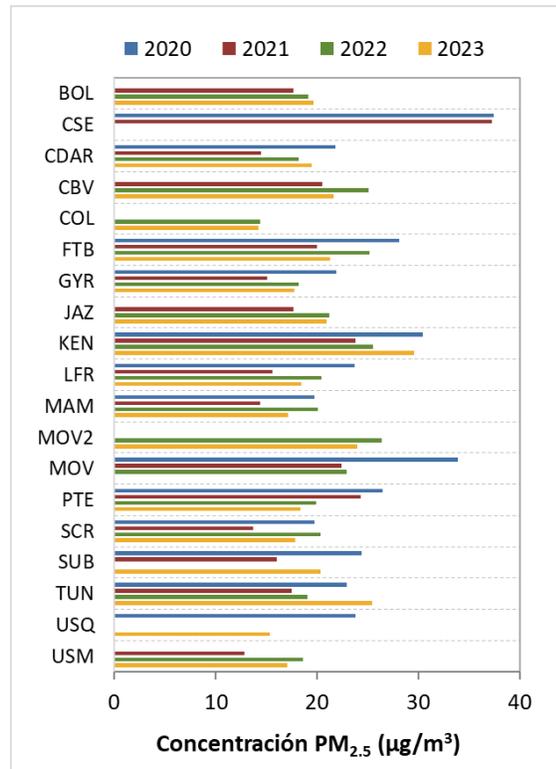


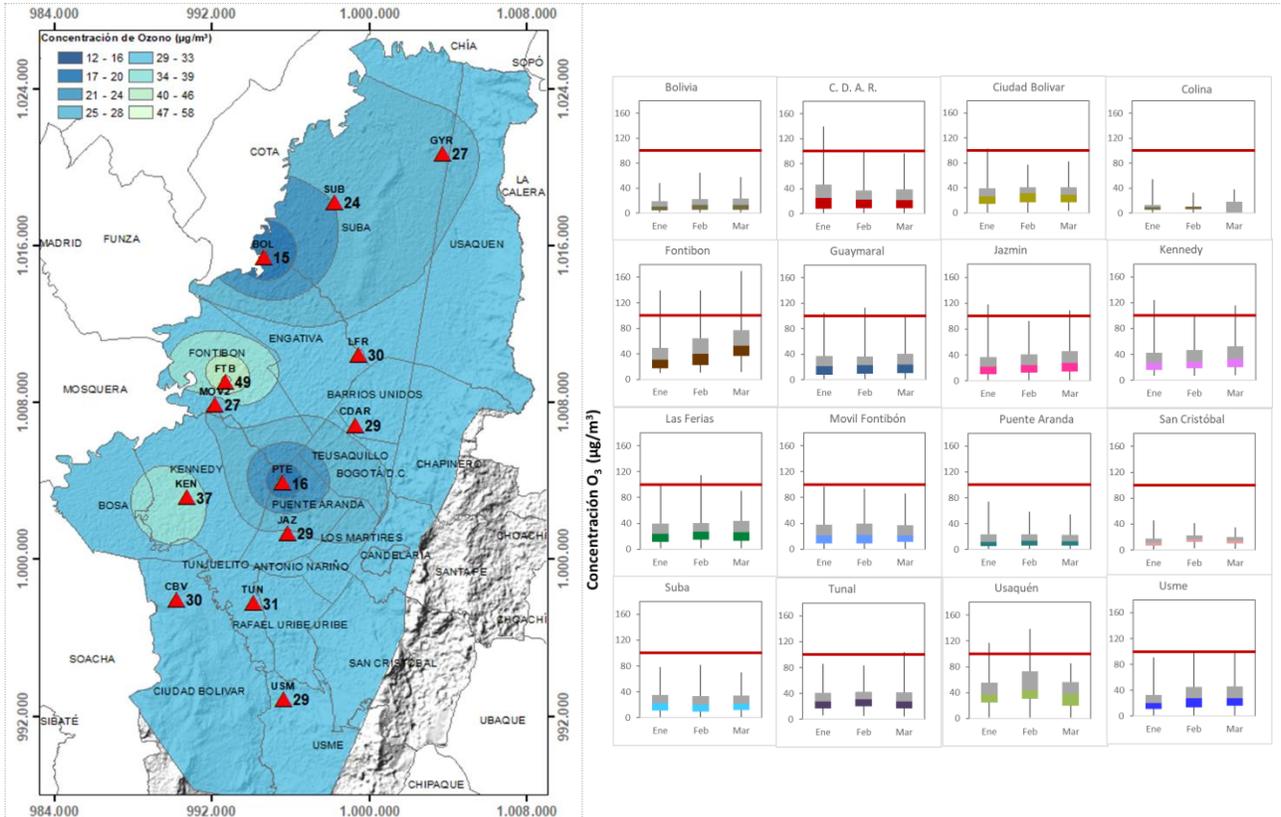
Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ (2020-2021-2022-2023) trimestre Ene - Mar

5. COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O_3). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono - O_3 en el primer trimestre de 2023, incluyendo los promedios 8 horas de concentración, la mediana de los datos octohorarios, las concentraciones 8 horas máximas, el número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio trimestral 8 horas se presentaron en la zona occidente en la estación Fontibón con **$48,6 \mu g/m^3$** y en la zona norte en Usaquéen con **$41,1 \mu g/m^3$** ; mientras que las menores concentraciones se presentaron en el norte y sur en la estación Colina con **$10,9 \mu g/m^3$** y en San Cristóbal con **$15,3 \mu g/m^3$** . La concentración máxima con base en promedios media móvil 8 horas fue de **$169,6 \mu g/m^3$** en Fontibón, la cual excedió el nivel máximo permisible para concentraciones 8 horas ($100 \mu g/m^3$).

Tabla 3. Resumen de datos de O₃ para el trimestre Ene – Mar 2023



Estación	Prom. O ₃ 8h (µg/m ³)	Mediana O ₃ 8h (µg/m ³)	Max. O ₃ 8h (µg/m ³)	Exc. 8h	Datos válidos (%)
BOL	15,3	12,1	64,5	0	90%
CDAR	28,5	22,8	139,3	28	97%
CBV	30,1	29,5	102,7	2	98%
COL*	10,9	9,8	36,9	0	53%
FTB	48,6	42	169,6	169	99%
GYR	26,7	22,8	113,1	7	90%
JAZ	28,8	24,1	117,7	8	97%
KEN	36,5	31,2	123	20	92%
LFR	29,7	25,9	114,1	9	99%
MOV2	26,6	21,9	96,6	0	98%
PTE	16,1	12,6	74,2	0	99%
SCR*	15,3	14,3	45,9	0	75%
SUB	24,5	21,6	81,3	0	99%
TUN	30,9	27,3	110,7	3	99%
USQ*	41,1	38,3	138,1	20	70%
USM	28,7	24,8	101,1	2	82%

*Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%.

La Figura 5 presenta el comportamiento de las concentraciones octohorarias en el primer trimestre del 2023 y las concentraciones comparadas respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo con las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas se registraron en el occidente, norte y centro (Fontibón, Usaquén y CDAR), entre la segunda semana de enero y la primera semana de febrero. Por otro lado, los registros más bajos se obtuvieron en el norte, suroriente y occidente (Colina, San Cristóbal y Bolivia) durante la segunda semana de febrero.

En el primer trimestre del 2023 se registraron en total doscientos sesenta y ocho (268) excedencias de las concentraciones promedio móvil 8 horas: ciento sesenta y nueve (169) en Fontibón, veintiocho (28) en CDAR, veinte (20) en Kennedy y Usaquén, nueve (9) en Las Ferias, ocho (8) en Jazmín, siete (7) en Guaymaral, tres (3) en Tunal y dos (2) en Usme y Ciudad Bolívar, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma para O₃. Las concentraciones restantes, CUMPLIERON con el nivel máximo permisible establecido en la norma nacional de 8 horas (100 µg/m³).

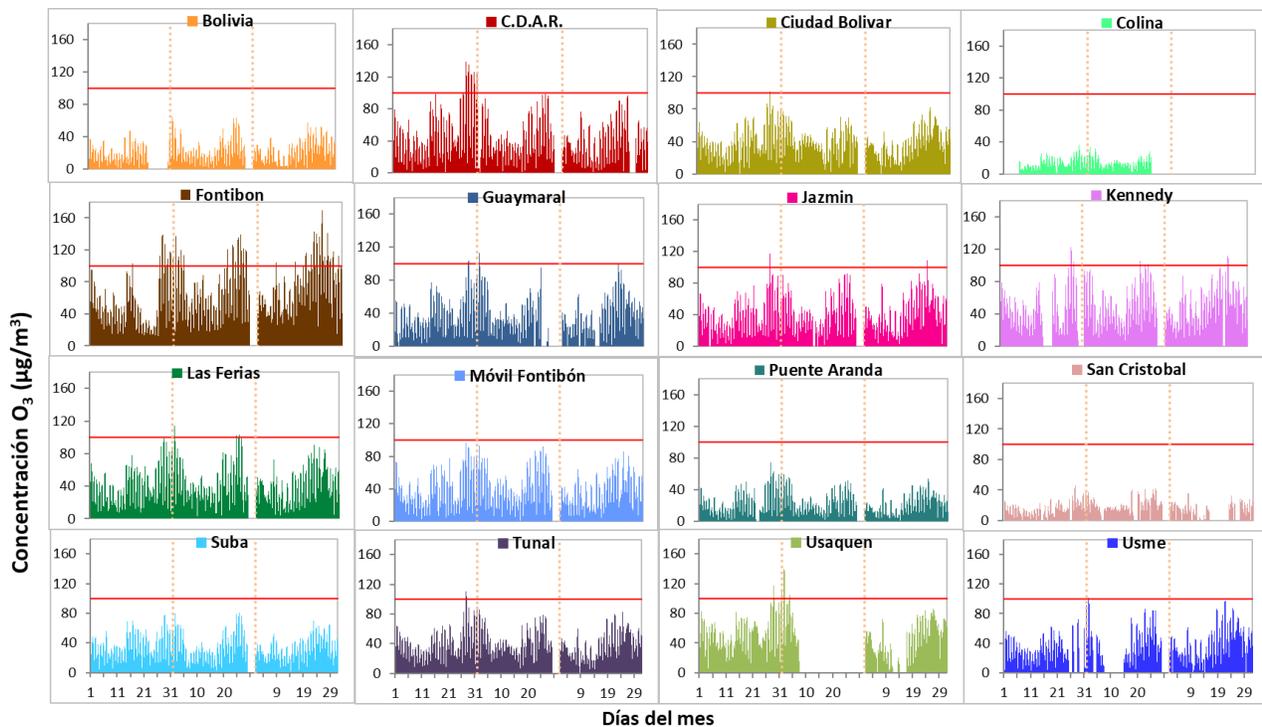


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O₃ para el trimestre Ene - Mar 2023

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ durante el primer trimestre de cada año para el periodo 2020 - 2023.

Se observan las mayores concentraciones en las estaciones Fontibón, Usaquén y Kennedy y las menores concentraciones en Puente Aranda y Jazmín.

De otra parte, se evidencia que la estación San Cristóbal tuvo el mayor descenso de concentración respecto al mismo trimestre del año 2022, con 14,4 µg/m³.

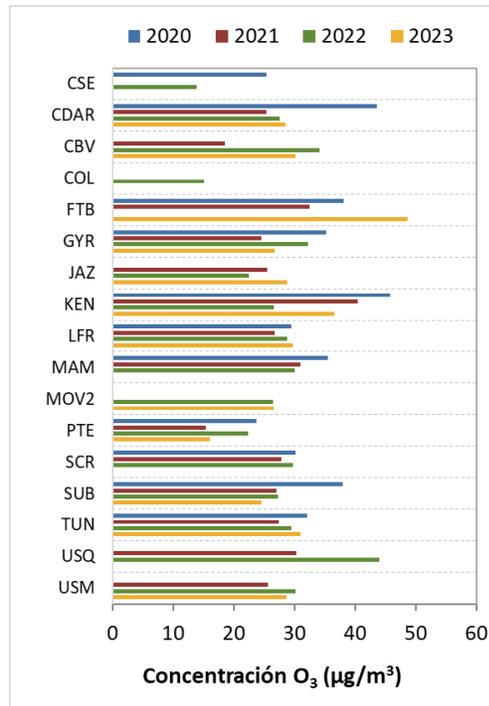


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O₃ (2020-2021-2022-2023) trimestre Ene - Mar

6. COMPORTAMIENTO DIARIO DE LAS CONCENTRACIONES DE SO₂, NO₂, CO.

La Tabla 4, Tabla 5 y la Tabla 6 presentan las concentraciones de promedios, máximas y medianas de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) 24 horas, 1 hora y 8 horas respectivamente, correspondientes al primer trimestre de 2023. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el periodo de análisis, e históricamente se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en sus respectivos tiempos de exposición. Adicionalmente, los efectos potenciales de estos contaminantes en la afectación a la salud pública son menores que aquellos correspondientes a material particulado.

En el primer trimestre de 2023 NO se registraron excedencias, ya que todas Las concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en: SO₂: 100 µg/m³ para datos 1h y 50 µg/m³ para datos 24h, CO: 5000 µg/m³ para datos 8h y 35000 µg/m³ para datos 1h y NO₂: 200 µg/m³ para datos 1h.

Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO₂ trimestre Ene - Mar 2023

Estación	Prom. SO ₂ 24h (µg/m ³)	Mediana SO ₂ 24h (µg/m ³)	Max. SO ₂ 24h (µg/m ³)	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
BOL	4,3	3,3	16,8	0	0	81%
CDAR	2,3	2,2	5,4	0	0	88%
CBV	7,8	7,6	18,5	0	0	100%
COL*	1,2	1,2	3,4	0	0	70%
FTB	4,1	3,5	10,1	0	0	88%
JAZ	3,0	2,8	7,5	0	0	98%
KEN	5,9	5,4	16,8	0	0	94%
MOV2	3,9	3,2	18,6	0	0	100%
PTE*	2,4	2,1	6,6	0	0	71%
SUB	4,2	3,4	20,1	0	0	100%
TUN	5,2	5,2	11,7	0	0	80%
USQ*	2,1	2,1	3,3	0	0	60%
USM	6,9	6,1	18,2	0	0	90%

*Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%.

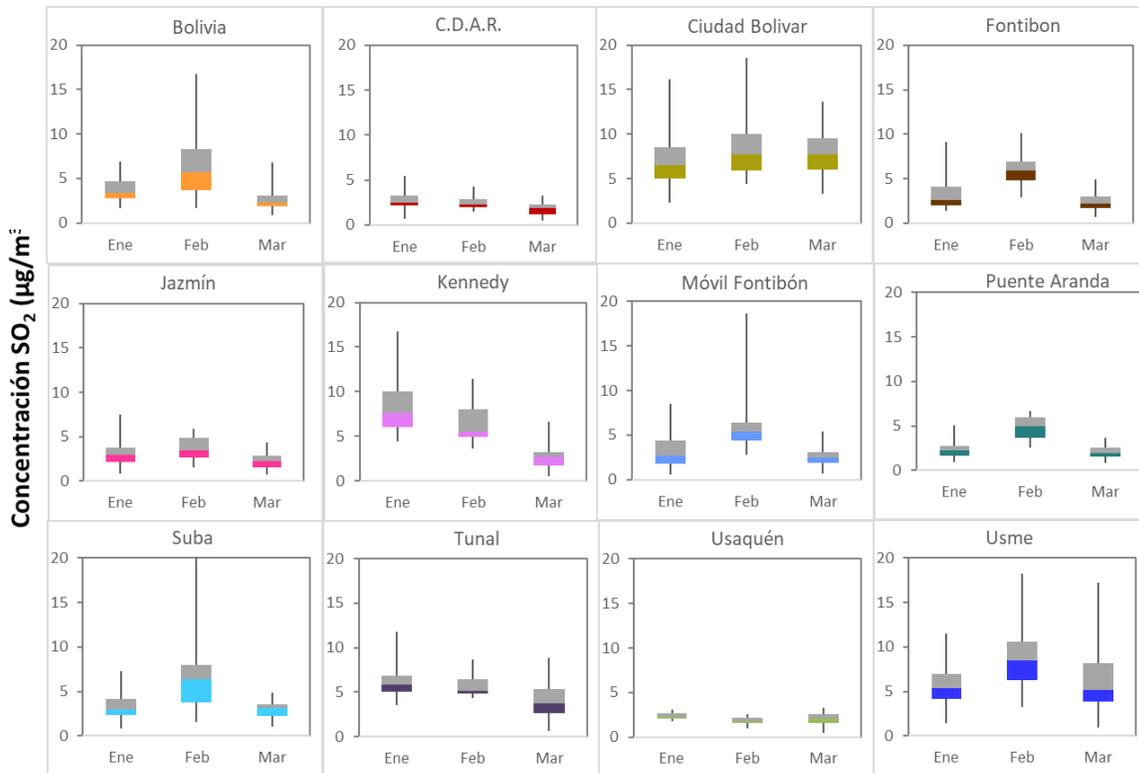


Figura 7. Boxplot de las concentraciones 24h y norma diaria (50 µg/m³) para SO₂ trimestre Ene - Mar 2023

Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO₂ trimestre Ene - Mar 2023

Estación	Prom. NO ₂ 24h (µg/m ³)	Mediana NO ₂ 24h (µg/m ³)	Max. NO ₂ 1h (µg/m ³)	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CDAR	27	25,3	94,3	0	98%
CBV	31	28,5	131,4	0	99%
COL	47	45,2	149,5	0	100%
FTB	37	35,5	123,9	0	100%
GYR	19	17,6	132,8	0	93%
JAZ	40	39,2	149,9	0	94%
KEN	38	36,8	137,5	0	97%
LFR	29	27,8	143,4	0	96%
MAM	38	34,2	148,9	0	98%
MOV2	44	43,5	114,4	0	100%
PTE	45	42,8	134,4	0	98%
SCR	25	21,0	123,5	0	100%
SUB	21	20,3	77,9	0	99%
TUN	26	23,7	115,4	0	97%
USQ	22	17,5	87,2	0	97%
USM	32	30,6	116,3	0	89%

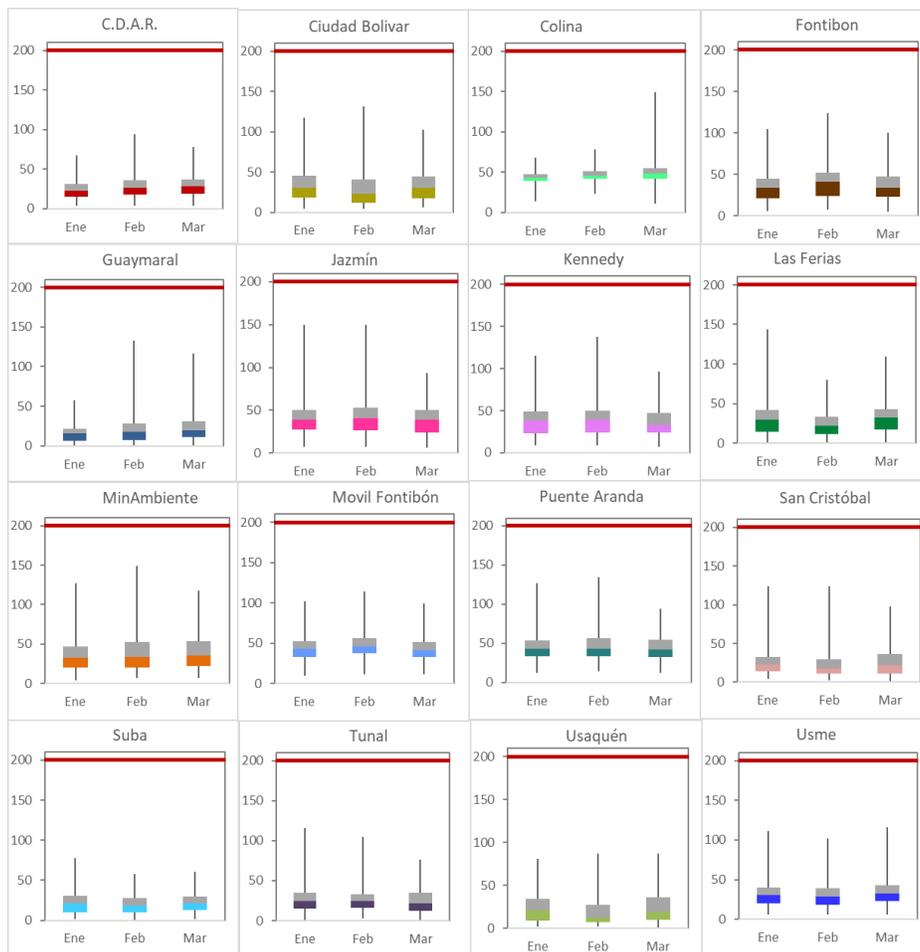


Figura 8. Boxplot de las concentraciones 1h y norma horaria (200 µg/m³) para NO₂ trimestre Ene - Mar 2023

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO trimestre Ene - Mar 2023

Estación	Prom. CO 8h (µg/m³)	Mediana CO 8h (µg/m³)	Max. CO 8h (µg/m³)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
BOL	506	471	1452	0	0	98%
CDAR	625	578	2109	0	0	99%
CBV	744	653	2197	0	0	98%
COL	521	503	1087	0	0	98%
FTB*	528	509	1354	0	0	74%
GYR	376	362	1082	0	0	96%
JAZ	738	665	2106	0	0	97%
KEN	968	935	2241	0	0	97%
LFR	1054	1040	2416	0	0	95%
MAM	954	892	2916	0	0	97%
MOV2	794	752	2160	0	0	98%
PTE	686	626	1892	0	0	99%
SCR	605	547	1703	0	0	100%
SUB	516	500	1182	0	0	99%
TUN	1016	1011	2215	0	0	79%
USQ	556	502	1599	0	0	98%
USM	563	533	1513	0	0	88%

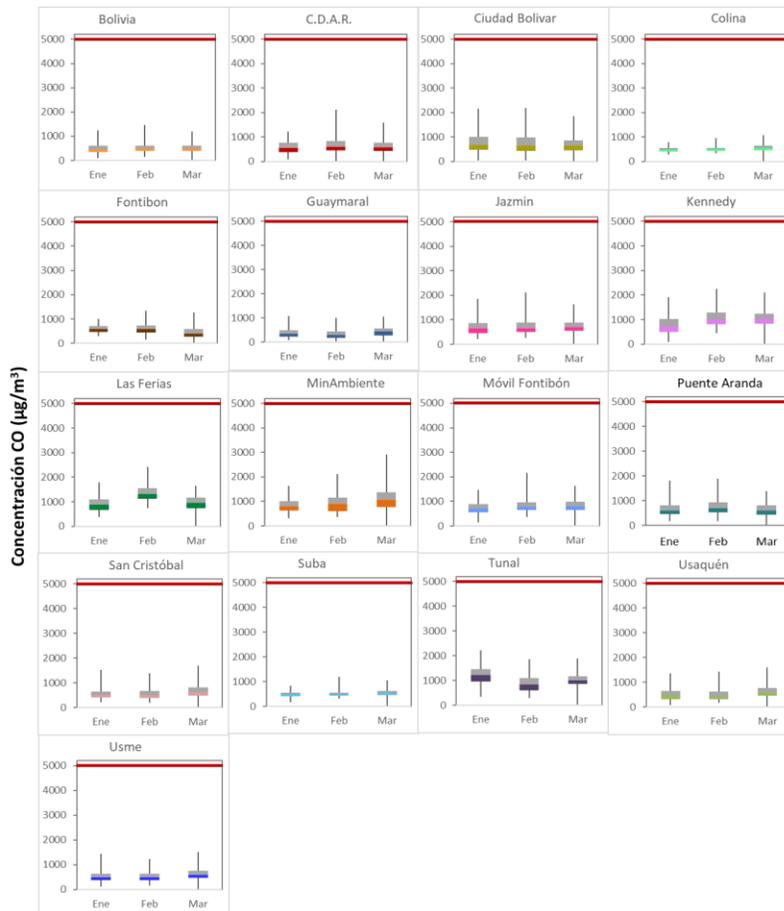


Figura 9. Boxplot de las concentraciones 8h y norma 8 horas (5000 µg/m³) para CO trimestre Ene - Mar 2023

7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON.

El Black Carbon es un componente importante y trazador de material particulado, puesto que proviene de procesos de combustión incompleta de combustibles fósiles (Diesel, queroseno y carbón) tanto en el sector transporte como industrial y quema de biomasa, refiriéndose a biomasa sólida producto de actividades antropogénicas y producto de incendios forestales.

La Tabla 7 muestra los datos obtenidos de Black Carbon (eBC) y el porcentaje de este contaminante atribuido a la quema de biomasa (BBP) durante el primer trimestre de 2023, incluyendo los promedios diarios de concentración, la mediana de los datos diarios, las concentraciones diarias máximas y el porcentaje de datos válidos en el trimestre (de acuerdo con el total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Las mayores concentraciones de eBC en este periodo, se presentaron los días 7 y 24 de febrero, 30 de enero y 10 de marzo durante el primer trimestre del 2023, superando el valor promedio diario de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En la estación Kennedy se registraron las mayores concentraciones horarias de eBC, con un promedio de $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido de las estaciones de Fontibón y Tunal, con un promedio de $5,4$ y $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente para cada estación. Las estaciones Ciudad Bolívar y Puente Aranda presentaron las concentraciones más bajas, con un valor promedio $2,4$ y $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cada una, como se muestra en la Tabla 7. El mes de febrero presentó mayores concentraciones que en enero y marzo, como se resume en la Figura 10 y Figura 11.

Tabla 7. Resumen estadístico de las concentraciones promedio 24h de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) medidas por la RMBC en Bogotá trimestre Ene - Mar 2023

Estación	Promedio \pm SD	Mediana	Min	Max	Promedio \pm SD	Mediana	Min	Max	Datos capturados (%)
CDAR	4,9 \pm 4,2	3,7	0,2	37,6	10,5 \pm 4,5	8,8	4,9	29,8	93
Ciudad Bolívar	2,4 \pm 2,1	1,8	0,3	19,2	8,3 \pm 4,0	7,2	2,0	19,9	99
Fontibón	5,4 \pm 4,3	4,2	0,5	44,3	9,6 \pm 3,8	8,5	4,2	23,5	84
Kennedy	6,2 \pm 4,6	4,9	0,6	37,3	8,7 \pm 3,6	7,7	4,3	24,0	92
MinAmbiente*	2,6 \pm 2,3	2,0	0,2	21,0	6,0 \pm 3,6	4,6	3,2	16,2	11
Puente Aranda	2,1 \pm 1,9	1,6	0,2	26,4	5,6 \pm 3,1	4,6	2,2	18,0	98
San Cristóbal	2,5 \pm 2,0	1,9	0,2	17,1	11,7 \pm 6,4	10,3	3,2	34,0	99
Tunal	5,2 \pm 3,9	4,1	0,4	36,8	7,6 \pm 3,8	6,5	2,5	23,9	98

*Corresponde a estaciones que no cuentan con el porcentaje de datos requeridos o que no cuenta con datos registrados durante el periodo de análisis.

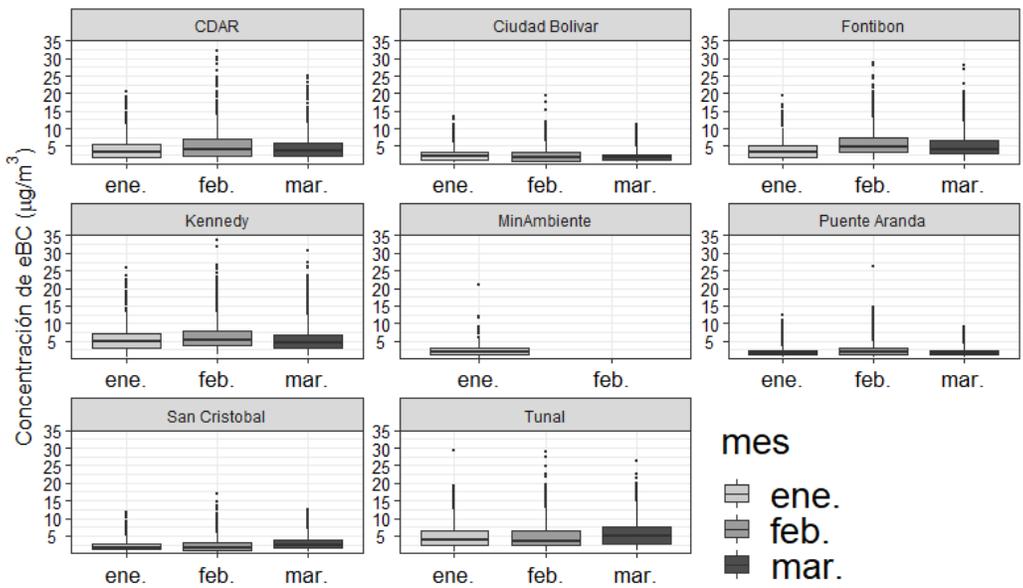


Figura 10. Diagrama de cajas de las concentraciones horarias de las concentraciones de BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) estimadas trimestre Ene - Mar 2023

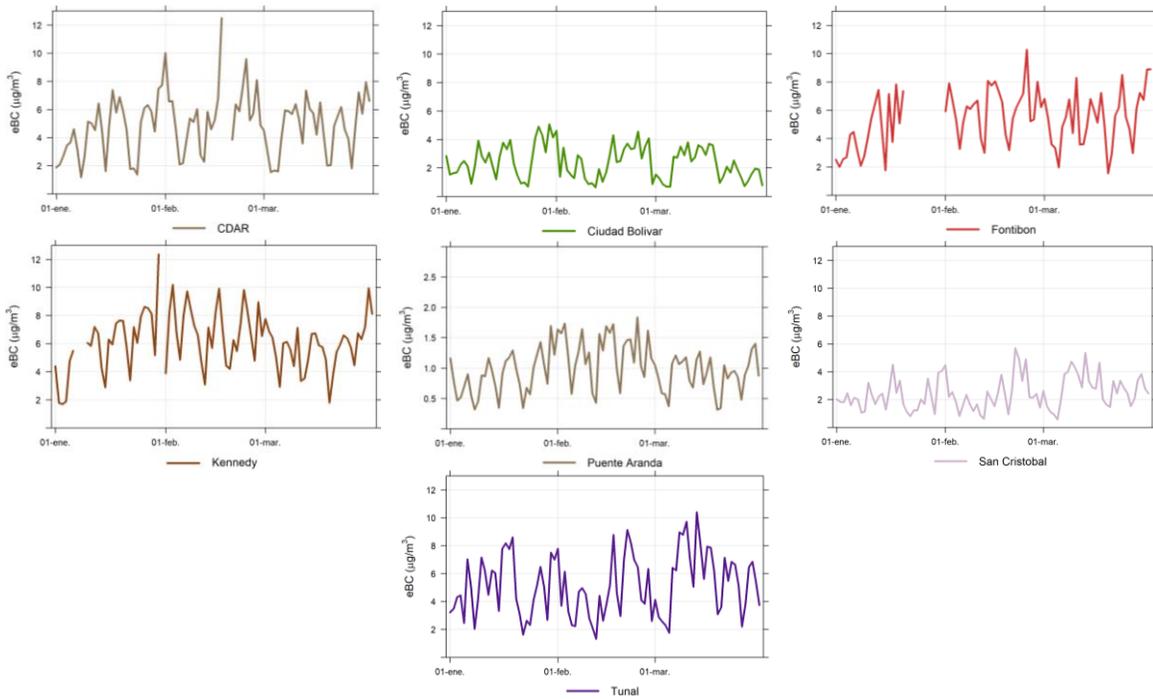


Figura 11. Perfil de concentraciones diarias de BC (24h) registradas en Bogotá trimestre Ene - Mar 2023

La serie temporal de las concentraciones diarias de eBC (24h) se presentan en la Figura 11, en la cual se observa que las estaciones Kennedy, Fontibón y Tunal presentan las mayores concentraciones. Entre el 17 y el 21 – 24 de febrero se observaron las mayores concentraciones de eBC, con concentraciones promedio de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en las estaciones CDAR, Kennedy y Tunal. En la estación Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Puente Aranda se observaron menores valores de concentraciones de eBC.

La Figura 12 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de eBC durante el primer trimestre de cada año para el periodo 2019 - 2023.

Por cada una de las estaciones, se aprecia que las concentraciones de eBC han mostrado una reducción en todas las estaciones, con respecto a los valores reportados en años anteriores. Las mayores concentraciones se han observado en estación Kennedy, donde se observó una concentración superior durante el primer trimestre de 2023, que en 2022. Para las otras estaciones las concentraciones del eBC durante el primer trimestre de 2023 disminuyeron con respecto a las observadas en 2022.

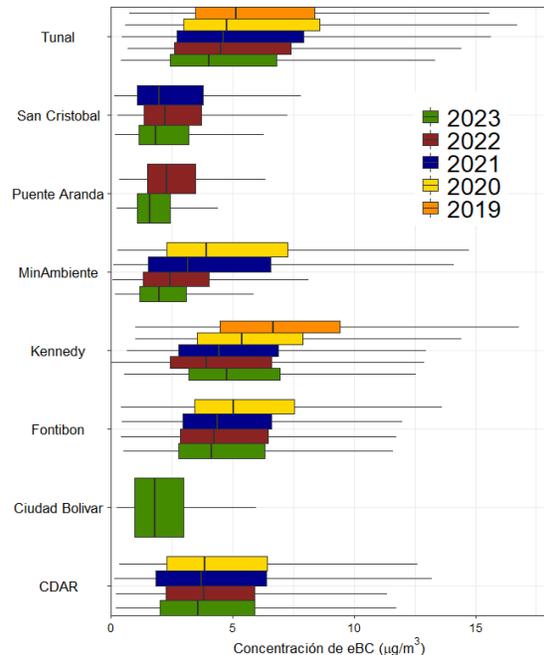


Figura 12. Comportamiento interanual de las concentraciones de BC (2019-2020-2021-2022-2023) trimestre Ene - Mar

8. 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 2021, es un indicador multipropósito adimensional, 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 la importancia en términos de afectación para cada uno.

Desde abril de 2021 se usa la siguiente escala de colores e intervalos de concentraciones para indicar los diferentes estados de calidad del aire con base en el IBOCA calculado para cada contaminante en función de los promedios media móvil, teniendo en cuenta que ahora se maneja una escala de 0 a 500:

Tabla 8. Intervalos de IBOCA y de concentraciones para contaminantes criterio

Atributos del IBOCA				Intervalos de concentración media móvil (µg/m³)					
Intervalo de valores adimensionales	Color	Estado de calidad del aire	Nivel de riesgo	PM ₁₀ (24h)	PM _{2.5} (24h)	CO (8h)	SO ₂ (1h)	NO ₂ (1h)	O ₃ (8h)
0 – 50	Verde	Favorable	Prevención	0 – 54	0 – 12.0	0 – 5094	0 – 92	0 – 100	0 – 106
51 - 100	Amarillo	Moderada	Prevención	55 – 154	12.1 – 35.4	5095 – 10818	93 – 197	101 – 188	107 – 137
101 - 150	Naranja	Regular	Alerta Fase 1	155 – 254	35.5 – 55.4	10819 – 14253	198 – 485	189 – 677	138 – 167
151 - 200	Rojo	Mala	Alerta Fase 1	255 – 354	55.5 – 150.4	14254 – 17688	486 – 796	678 – 1220	168 – 206
201 - 300	Morado	Peligrosa	Emergencia	355 – 424	150.5 – 250.4	17689 – 34861	797 – 1582	1221 – 2349	207 – 392
301 - 500				425 – 604	250.5 – 500.4	34862 – 57703	1583 – 2681	2350 – 3853	-----

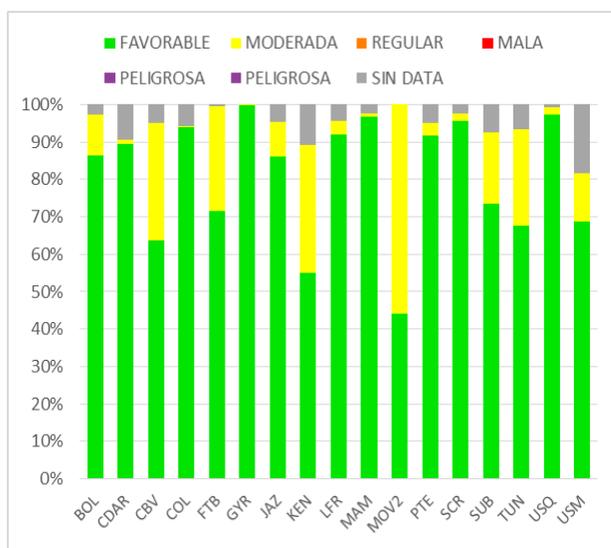


Figura 13. IBOCA para PM₁₀ por estación Ene - Mar 2023

La Figura 13 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo para el primer trimestre de 2023. Se observa que la condición “favorable” fue predominante en la mayoría de las estaciones, registrando el mayor porcentaje de esta condición en Guaymaral, con un 100% del trimestre en dicho estado. Las estaciones Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy y Móvil Fontibón registraron porcentajes notables en condición “moderada”, con 31%, 28%, 35% y 56% respectivamente.

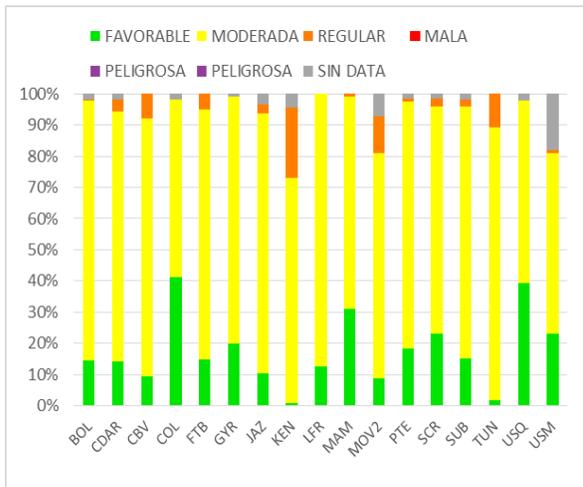


Figura 14. IBOCA para PM_{2.5} por estación Ene - Mar 2023

La Figura 14 muestra el comportamiento del índice IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} en cada estación de monitoreo para el primer trimestre de 2023. En la mayoría de las estaciones predominó la condición “moderada”, registrando los porcentajes más altos en Bolivia (83%), Ciudad Bolívar (83%), Ferias (87%) y Tunal (87%). Además, se registró la condición “regular” en varias estaciones del suroccidente de la ciudad, registrando los porcentajes más altos en las estaciones Kennedy (22%), Móvil Fontibón (12%) y Tunal (11%).

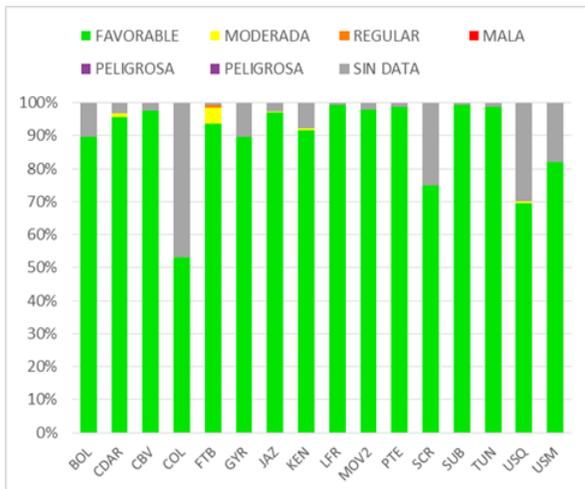


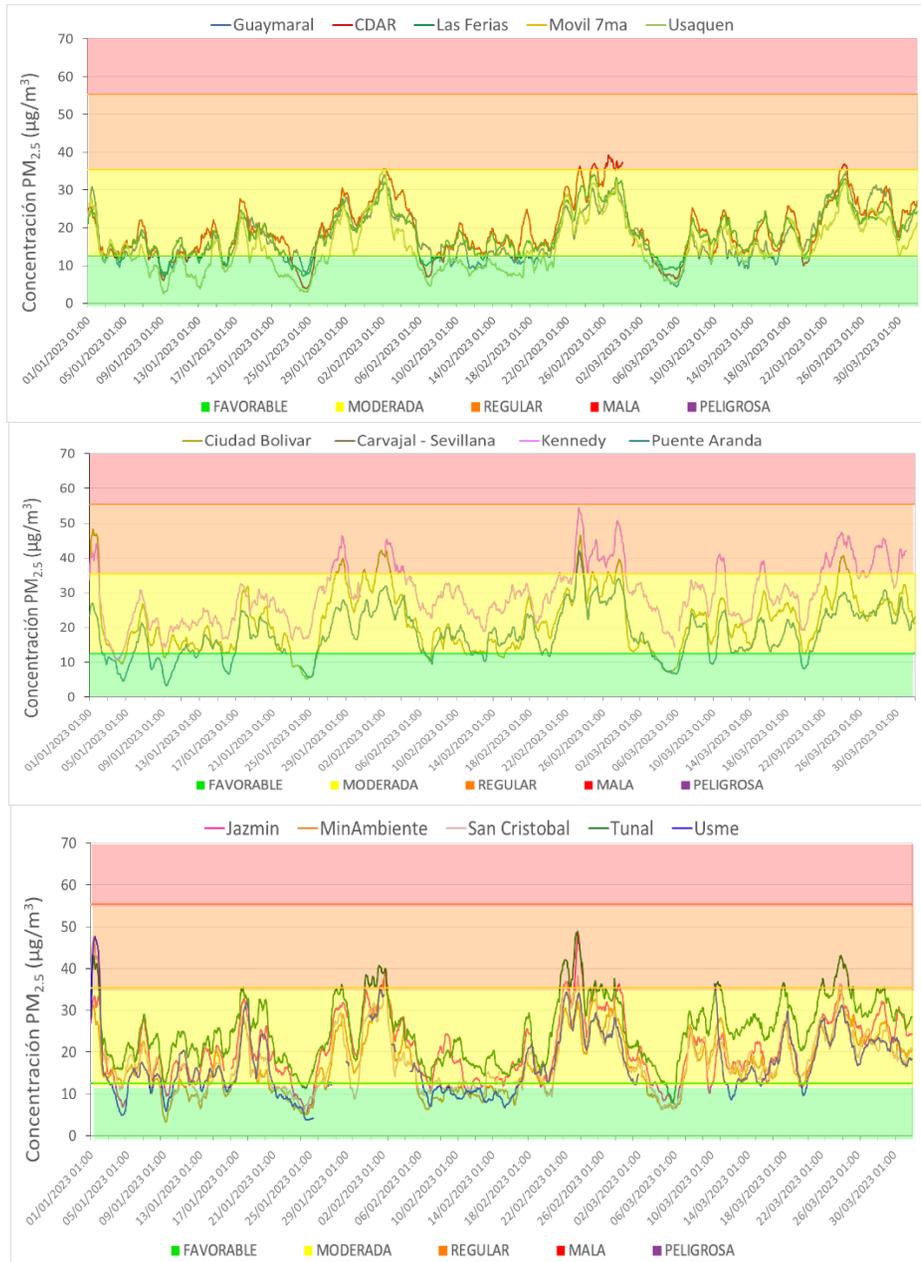
Figura 15. IBOCA para O₃ por estación Ene - Mar 2023

La Figura 15 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada estación de monitoreo durante el primer trimestre de 2023. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB. Las estaciones CDAR, Fontibón, Guaymaral, Kennedy y Tunal registraron un porcentaje bajo de la condición “moderada”, con el porcentaje más alto del trimestre en Fontibón (5%).

9. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 16 se representan las concentraciones de PM_{2.5} como media móvil 24 horas durante los meses de enero, febrero y marzo de 2023. Se evidencia que durante la mayor parte del trimestre predominó la condición “moderada”. En las estaciones de las zonas suroccidente y sur se registraron concentraciones en la condición “regular”, y las concentraciones más altas del trimestre se observaron en el mes de febrero, con nueve estaciones en condición regular, siendo la estación Kennedy la que se mantuvo por más tiempo en esta condición, con 138 horas continuas entre el 22 y 28 de febrero.

En dicho mes las altas concentraciones estuvieron asociadas a los intensos incendios forestales regionales en la Orinoquía incluida la frontera con la Amazonía, junto con fuertes inversiones térmicas y baja dispersión de los contaminantes locales, que conllevó a la declaratoria de Alerta Fase 1 en la zona suroccidente de la ciudad.



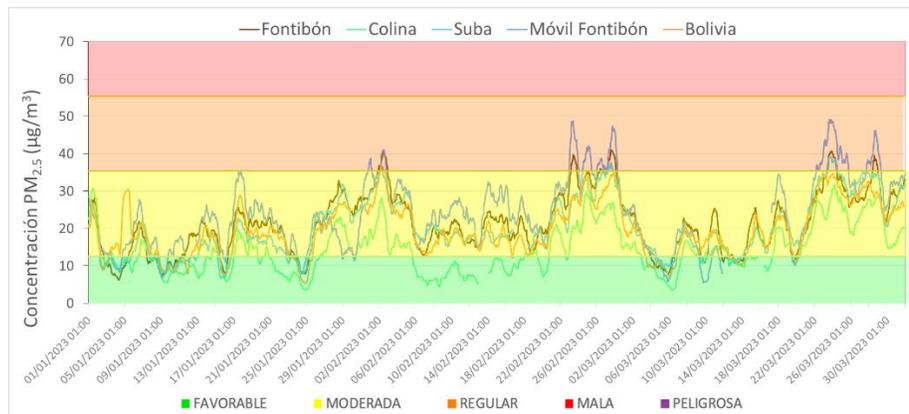


Figura 16. Comportamiento de las concentraciones media móvil 24 horas de PM_{2.5} Ene - Mar 2022

Durante el primer trimestre del 2023 se registraron tres eventos atmosféricos, que corresponden a la declaración de alerta amarilla el 04 de febrero, 24 de febrero y 24 de marzo de 2023, se registraron condiciones de declaratoria Fase 1 según la Resolución conjunta 868 del 15 de abril de 2021 en la zona suroccidente para el periodo entre el 04 y el 10 de febrero, a nivel ciudad entre el 24 de febrero y el 02 de marzo de 2023 y en la zona suroccidente para el periodo entre el 24 de marzo y el 3 de abril. En la siguiente tabla se relacionan los periodos de las alertas y los actos administrativos asociados a cada evento.

Tabla 9. Fechas y actos administrativos de la alerta por contaminación atmosférica en febrero - marzo de 2023

Evento	Fecha	Acto Administrativo	Informe técnico
Declaración de alerta fase 1 en el suroccidente de la ciudad	Inicio: Febrero 04 de 2023	Resolución No 182 de 2023	IT No.0553 del 03-02-2023
	Finalización: Febrero 10 de 2023	Resolución No 224 de 2023	IT No.00636 del 09-02-2023
Declaración de alerta fase 1 a nivel ciudad	Inicio: Febrero 24 de 2023	Resolución No 308 de 2023	IT No.01073 del 24-02-2023
	Finalización: Marzo 02 de 2023	Resolución No 370 de 2023	IT No.01170 del 02-03-2023
Declaración de alerta fase 1 en el suroccidente de la ciudad	Inicio: 24 de marzo de 2023	Resolución No. 00505 de 2023	IT No. 01549 de 23-03-2023
	Finalización: 03 de abril de 2023	Resolución No. 00559 del 03 de abril de 2023	IT No. 01753 del 03-04-2023

En la Figura 17 se observa que en las tres alertas predominaron los vientos de oriente y del sur, los cuales transportaron material particulado de los incendios forestales en la Orinoquía incluida la frontera con la Amazonía. Los factores meteorológicos que favorecieron la acumulación de contaminantes en la atmosfera se asociaron a temporadas secas, baja recirculación de vientos, presencia de estabilidad atmosférica y fuertes inversiones térmicas especialmente en horas de la mañana.



SECRETARÍA DE
AMBIENTE

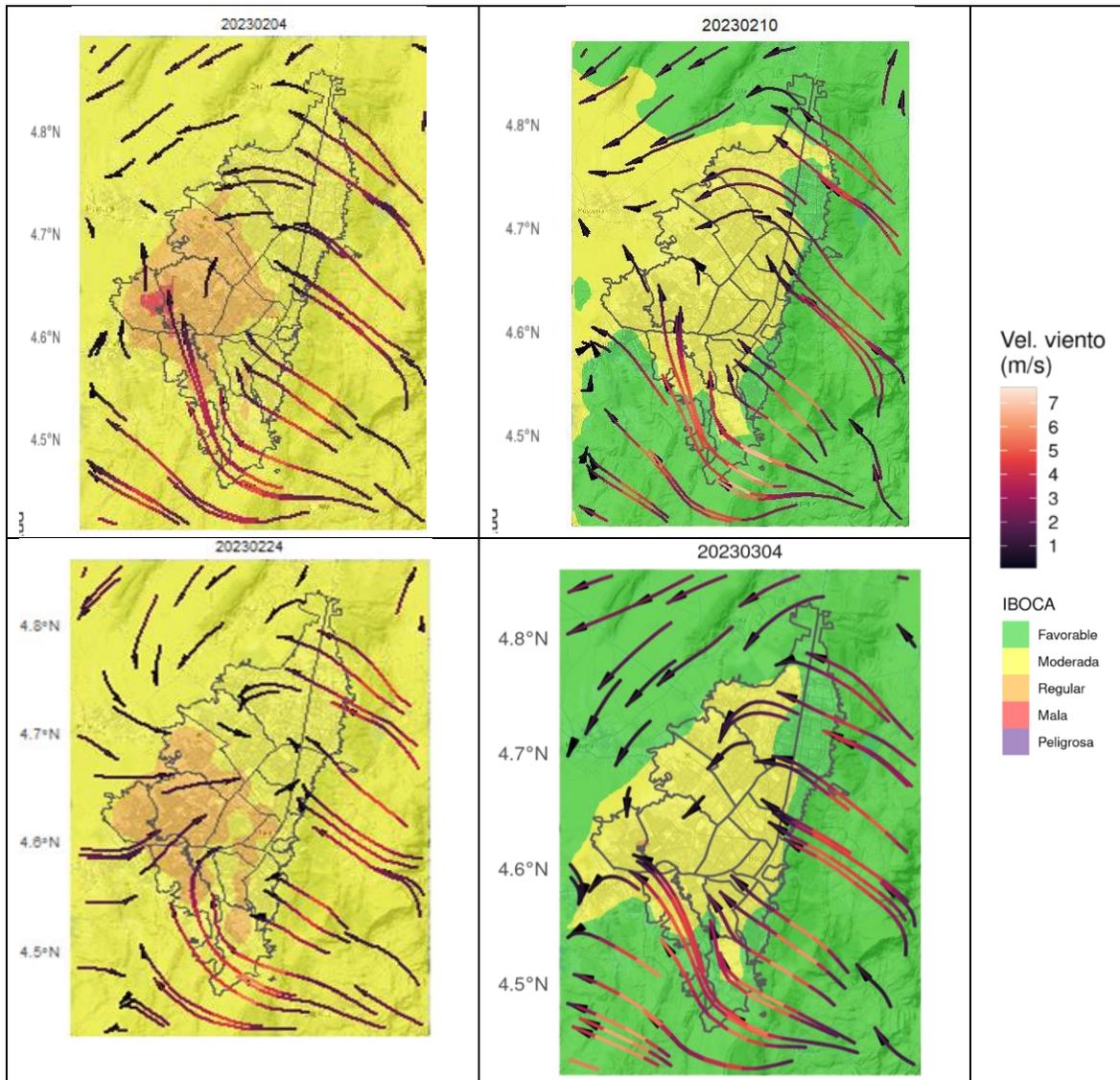


METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN

INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ - RMCAB

Código: PA10-PR04-M2

Versión: 8



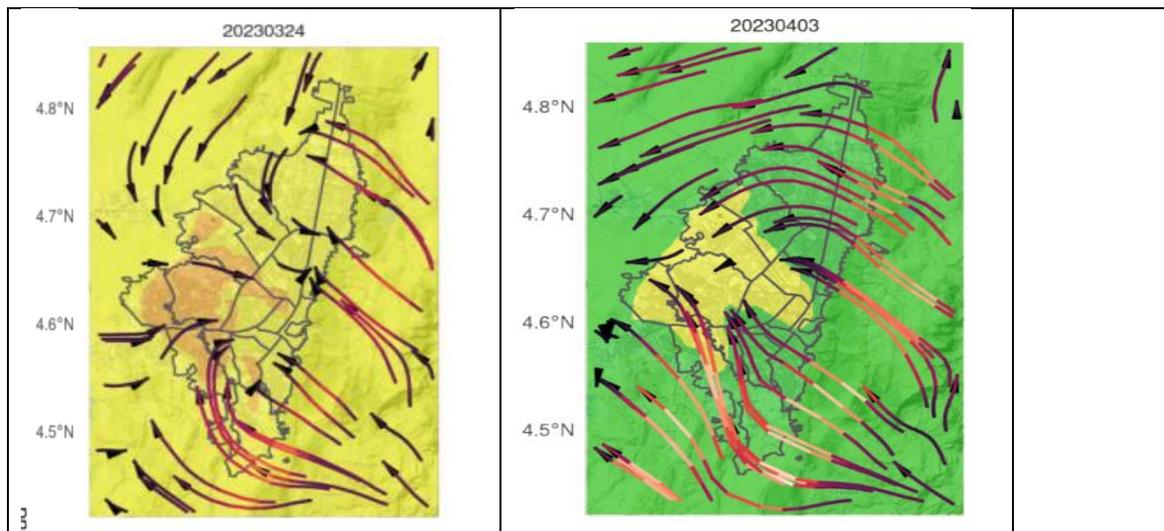


Figura 17. Pronóstico IBOCA y del viento para el inicio y la finalización de las alertas fase 1.
Fuente: Informes técnicos No. 0553-00636, 01073-01170, 01549-01723 de 2023

10. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

El primer trimestre del año coincide con el primer período seco del ciclo anual, este se caracteriza por presentar condiciones secas predominantemente durante los dos primeros meses. Debido a la influencia de la Niña, durante el primer trimestre de 2023 se presentaron acumulados por encima de lo esperado. Comparado con el mismo trimestre del año anterior, la mayoría de las estaciones registraron mayores acumulados para de 2023. Se destaca la estación San Cristóbal con un total de 618 mm frente a los 537 mm de 2022. Menores acumulados se presentaron en las estaciones Tunal, Kennedy, Colina y Usme.

Las concentraciones de gases y material particulado registran reducciones frente a las observadas en el mismo trimestre del año anterior, de lo que se deduce una mayor contribución de las lluvias a la reducción de dichos contaminantes por arrastre o lavado atmosférico como es observa en la Tabla 10 y en la Figura 18.

Así mismo, el número de días con lluvias durante el primer trimestre de 2023 fue mayor que el año anterior, pese a que a principios de 2022 la fase fría del ENSO (La Niña) presentó anomalías negativas más fuertes que a principios de 2023. De acuerdo con el número de días y las intensidades presentadas, los meses con mayores acumulados fueron enero y marzo y las lluvias más intensas se registraron en las estaciones San Cristóbal, Móvil 7ma, Usaquén y MinAmbiente.

Tabla 10. Precipitación acumulada trimestral por estación y totales mensuales con número de días con lluvia trimestre Ene - Mar 2023

Estación	ENERO		FEBRERO		MARZO		TOTAL
	Acumulada (mm)	Días con lluvia	Acumulada (mm)	Días con lluvia	Acumulada (mm)	Días con lluvia	acumulada (mm)
BOL	61	12	67,2	12	144	23	272
CSE	82	15	17,1	7	132	17	231
CDAR	114	16	44,9	11	126	21	285
CBV	52	12	21,1	7	99	19	172
COL	105	17	40,2	10	77	20	222
FTB	163	15	12,1	1	177	20	352
GYR	122	14	50,2	12	131	23	303
JAZ	100	16	10,6	7	102	18	213
KEN	84	11	12,1	7	73	18	169
LFR	178	15	67,9	9	131	22	378
MAM	157	15	51,3	6	194	23	402
MOV	141	17	67,7	6	233	22	441
PTE	112	15	15,4	6	104	18	232
SCR	297	16	61,1	6	260	24	618
SUB	93	13	155,9	8	33	10	282
TUN	92	13	10,4	8	46	19	148
USQ	221	16	33,2	8	166	23	421
USM	52	12	18,1	4	163	18	233

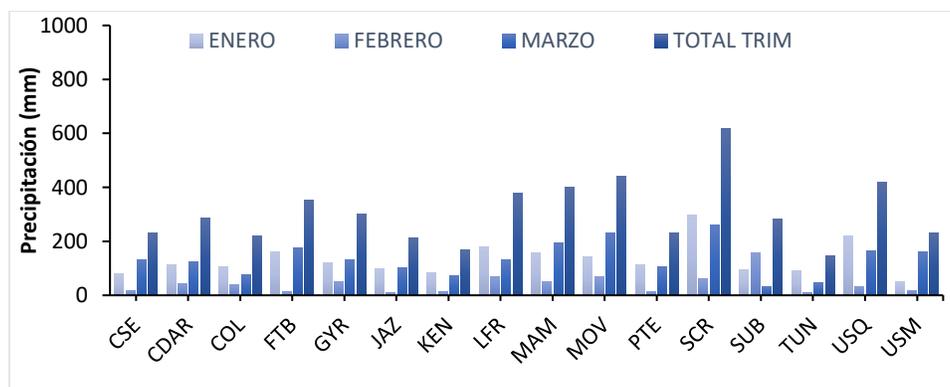


Figura 18. Precipitación acumulada trimestral por estación y totales mensuales trimestre Ene - Mar 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

11. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

De acuerdo con la Figura 19, para el primer trimestre del año la temperatura media superficial muestra una ligera disminución con respecto al mismo trimestre de 2022 en una franja característica que atraviesa de oriente a occidente por el centro geográfico de la ciudad y que cubre normalmente las estaciones Kennedy, Carvajal - Sevillana, Jazmín, Puente Aranda, CDAR y Móvil 7ma, con temperaturas entre 15,2 °C a 15,8 °C. Asimismo, un ligero descenso entre 2022 a 2023 en inmediaciones de las estaciones Usaquén y Suba, pasando de 14,7 °C a 13,8 en Usaquén y de 14,7 °C a 14,4 en Suba. Así mismo, al sur de la ciudad las temperaturas presentaron reducciones con respecto al mismo trimestre del año anterior, en aproximadamente 0,3 °C en promedio.

En promedio la temperatura media trimestral superficial en la ciudad fluctuó entre 13,5 °C hasta 15,8 °C con una media general de 14,7 °C, como se puede apreciar en la Figura 19 y Tabla 11. Las mayores temperaturas se presentaron en la franja central descrita que cubre las estaciones Carvajal - Sevillana (15,8 °C), Puente Aranda (15,3°C), Jazmín (15,2 °C), CDAR (14,8 °C) y Móvil 7ma (15,8 °C). Las menores hacia el suroriente y nororiente representadas por las estaciones San Cristóbal (13,5 °C) y Usaquén (13,8 °C).

Las máximas absolutas del trimestre se registraron en las estaciones Tunal (27,3 °C), Guaymaral (26,5 °C) y Móvil 7ma (26,4 °C), como se describe en la Tabla 11 y Figura 20. Las mínimas absolutas del trimestre se presentaron en las estaciones Tunal (2 °C), Guaymaral (3,7 °C) y CDAR (3,8 °C).

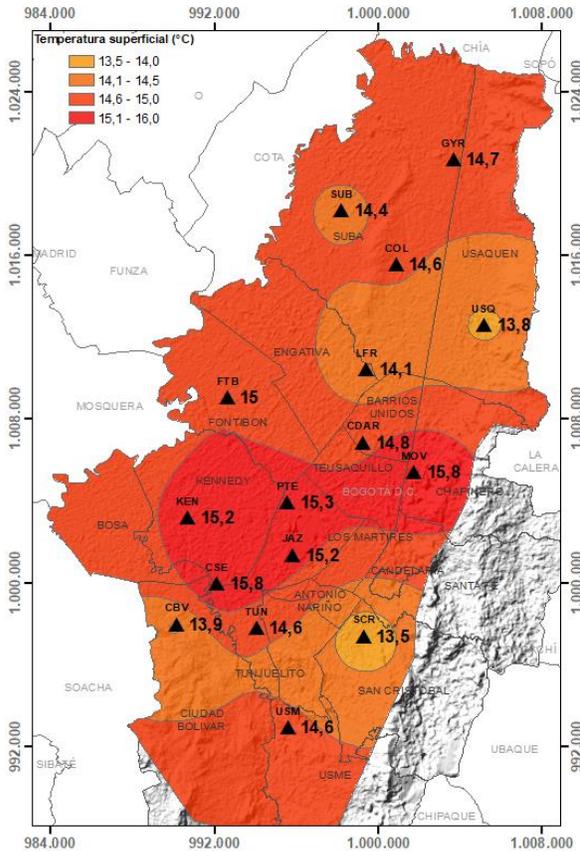


Figura 19. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging trimestre Ene - Mar 2023

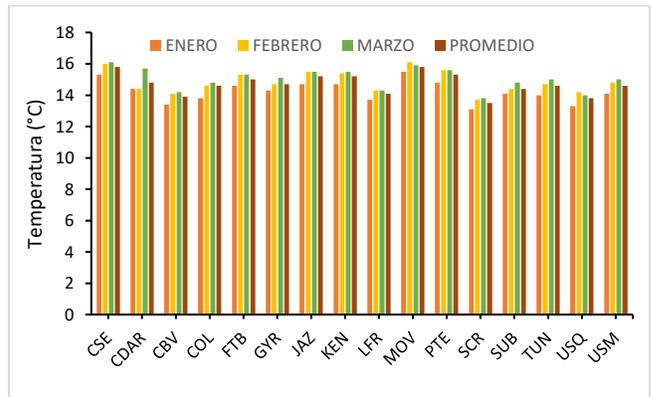


Figura 20. Temperatura media mensual y media trimestral por estación trimestre Ene - Mar 2023

Tabla 11. Resumen Temperatura media mensual, media trimestral y máxima absoluta por estación trimestre Ene - Mar 2023

Estación	ENE	FEB	MAR	PROM	Max Abs
	Temp media (°C)				
CSE	15,3	16	16,1	15,8	26,2
CDAR	14,4	14,4	15,7	14,8	24,9
CBV	13,4	14,1	14,2	13,9	20,6
COL	13,8	14,6	14,8	14,6	22,5
FTB	14,6	15,3	15,3	15	22,9
GYR	14,3	14,7	15,1	14,7	26,5
JAZ	14,7	15,5	15,5	15,2	22,5
KEN	14,7	15,4	15,5	15,2	25,6
LFR	13,7	14,3	14,3	14,1	23,1
MOV	15,5	16,1	15,9	15,8	26,4
PTE	14,8	15,6	15,6	15,3	22,3
SCR	13,1	13,7	13,8	13,5	22,6
SUB	14,1	14,4	14,8	14,4	26,3
TUN	14	14,7	15	14,6	27,3
USQ	13,3	14,2	14	13,8	23,2
USM	14,1	14,8	15	14,6	22,7
Prom	14,2	14,9	15,0	14,7	24,1

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

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

En la Figura 21 se puede apreciar como el flujo de vientos del sur y suroccidente predominaron en todo el flanco sur y suroccidental, así mismo, predominio de flujo de vientos del sur oriente a lo largo de los cerros orientales. Este comportamiento evidencia que las precipitaciones registradas se asocian en gran medida a la introducción de aire húmedo desde el valle del Magdalena, detonante de los eventos de precipitación ocurridos durante el mes de enero y marzo los cuales debieron contribuir a la reducción de las concentraciones de gases y material particulado, sobre todo hacia el nororiente de la ciudad. Es importante resaltar, que el flujo de vientos del suroriente contribuyó con la reducción de la contaminación, teniendo en cuenta que estos favorecen el lavado de la atmosfera de la ciudad por arrastre y transporte aerodinámico.

Las velocidades del viento en superficie durante el primer trimestre del año fluctuaron en promedio entre 0,9 m/s y 2,4 m/s, con los mayores registros hacia el flanco suroccidental y hacia el centro geográfico de la ciudad. Las velocidades más bajas se presentaron hacia el sur, suroriente y centro oriente registradas por las estaciones de Guaymaral, Móvil 7ma, Usaquén y Tunal, posiblemente por el efecto barrera de los cerros orientales con vientos predominantes del occidente y suroccidente y la confluencia entre estos. Ver Figura 21.

Con respecto al comportamiento del mismo trimestre para el año anterior, se puede concluir que presentan un patrón de flujo semejante, con la diferencia que el flujo básico de los vientos del suroriente, se encontraba reducido propiciando una mayor predominancia de los vientos del valle del rio Magdalena.

En relación con las velocidades extremas, es frecuente que estas se registren en el sector suroccidente de la ciudad, lo que hace destacable su contribución en los procesos de mezclado y difusión turbulenta, pero también en la introducción de contaminantes de fuentes externas, que al parecer para este trimestre no tuvieron mayor importancia por la influencia ejercida por los vientos del suroriente. En ese orden, se destacan las mayores velocidades registradas en las estaciones Ciudad Bolívar y Carvajal-Sevillana. Ver Tabla 12.

En la Figura 23 se describe con mayor detalle el comportamiento medio en diferentes fracciones del día durante el trimestre objeto de análisis durante el primer trimestre del año.

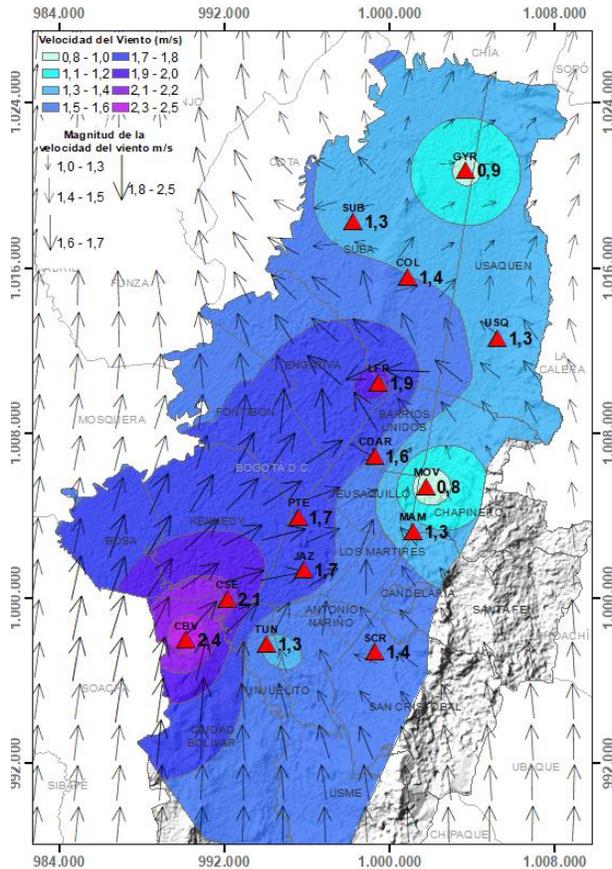


Figura 21. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging trimestre Ene - Mar 2023

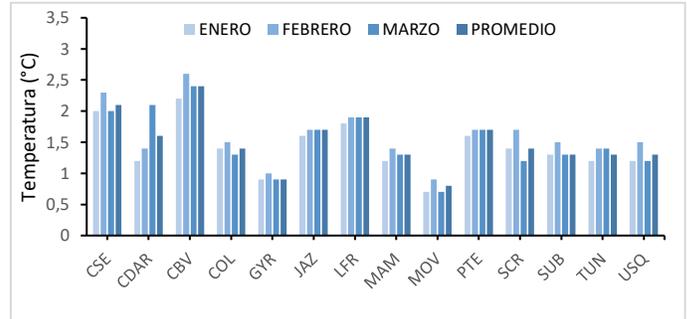


Figura 22 Velocidad media mensual y promedio trimestral del viento por estación trimestre Ene - Mar 2023

Tabla 12. Velocidades reportadas trimestre Ene - Mar 2023

ESTACION	JUL	AGO	SEP	PROM	MAX Abs
	Vel. med	Vel. med	Vel. med	Vel. med	Vel. Max.
CSE	2	2,3	2	2,1	5,7
CDAR	1,2	1,4	2,1	1,6	7,3
CBV	2,2	2,6	2,4	2,4	6,2
COL	1,4	1,5	1,3	1,4	4,2
GYR	0,9	1	0,9	0,9	4,1
JAZ	1,6	1,7	1,7	1,7	5,2
LFR	1,8	1,9	1,9	1,9	6,1
MAM	1,2	1,4	1,3	1,3	7,3
MOV	0,7	0,9	0,7	0,8	4,1
PTE	1,6	1,7	1,7	1,7	5,0
SCR	1,4	1,7	1,2	1,4	5,2
SUB	1,3	1,5	1,3	1,3	4,6
TUN	1,2	1,4	1,4	1,3	5,0
USQ	1,2	1,5	1,2	1,3	5,2
Prom	1,5	1,7	1,6	1,6	5,6

12.1. Valores de velocidad promedio trimestral del viento en diferentes fracciones del día en las estaciones de la RMCAB.

El comportamiento medio de los vientos durante el primer trimestre del año se describió en el mapa de la Figura 21, sin embargo, durante el día las propiedades dinámicas y viscosas del aire presentan variaciones debido las cantidades diferenciadas de radiación solar entrante, reguladas por la nubosidad y con ello la transferencia de calor del suelo al aire en contacto o sobreyacente. Asimismo, se determinan variaciones en el comportamiento del viento durante diferentes horas del día, apreciando la descomposición vectorial de los vientos para diferentes fracciones (madrugada, mañana, tarde y noche).

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

En horas de la **madrugada (1 am – 6 am)** del primer trimestre del año, predominaron los vientos del sur, al sur de la ciudad, suroccidente y occidente por flanco occidental los cuales interactuaron con vientos del suroriente, generando posibles ascensos forzados por convección hacia el centro geográfico de la ciudad. Este comportamiento en horas de la madrugada propició la reducción en las velocidades del viento y posibles acumulaciones de contaminantes por la confluencia entre vientos del suroccidente y del suroriente y las bajas velocidades que caracterizan en este horario, por la reducción de energía solar entrante y la pérdida de energía del suelo. De allí las calmas presentadas al norte y centro oriente de la velocidad. Figura 23 a).

En horas de la **mañana (7 am – 12 m)**, por las variaciones en la cantidad de energía entrante y la transferencia de calor diferenciada en el suelo, la magnitud de los vientos se incrementó en toda la ciudad principalmente al sur y suroriente, lo que debió haber ocasionado no solo transporte de gases y partículas fuera de la ciudad, en el sur y anden occidental de la ciudad. La magnitud de las velocidades fluctuó entre 0,7 m/s hacia el sector de los cerros orientales, hasta 2,3 m/s en el flanco sur occidente de la ciudad. Figura 23 b).

En horas de la **tarde (1 pm - 6 pm)**, se hicieron predominantes los vientos del sur y suroccidente en todo el territorio distrital con vientos de mayor intensidad por la energía acumulada durante el día, lo que podría explicar en parte, las cantidades de lluvia registradas durante este trimestre. Vientos con esta componente de occidente y suroccidente se ven forzados a ascender al colisionar con los cerros orientales, generando convección profunda y nubes de gran desarrollo vertical causantes de lluvias intensas en la ciudad. Figura 23 c).

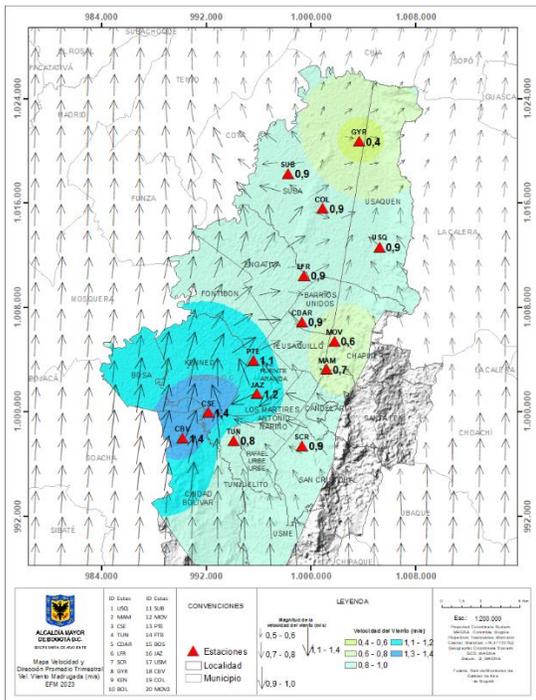
En las horas de la **noche (7 pm – 12 am)**, el patrón de flujo de las horas de la tarde se mantuvo semejante, lo que sugiere que entre las horas de la tarde y noche se presentaron los mayores eventos de precipitación, pese a que se presentó una reducción en la intensidad de la velocidad de los vientos, ligeramente mayor a la madrugada por la energía residual acumulada durante el día. Figura 23 d).

Del análisis anterior, se puede deducir que el predominio de los vientos para el primer trimestre del año estuvo caracterizado por vientos del sur en el sur de la ciudad, sur occidente por el flanco occidental, con algunas contribuciones del sur oriente al norte de los cerros orientales en horas de la madrugada. Además, que los eventos de lluvia ocurridos estuvieron asociados a vientos del suroccidente en horas de la tarde y noche.

En la Tabla 13 se consolida la estimación de las direcciones y velocidades del viento producto de la descomposición vectorial de los registros de cada una de las estaciones de la RMCAB para el trimestre Ene - Mar 2023.

Tabla 13. Valores promedio vectorial del viento resultante en diferentes fracciones del día por cada estación de la RMCAB trimestre Ene - Mar 2023

Estación	Velocidad promedio del viento (m/s)				Dirección promedio del viento (°)			
	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche
CSE	1,4	1,8	3,2	1,9	225	180	301	255
CDAR	0,9	1,4	2,8	1,3	327	358	296	331
CBV	1,4	2,3	3,8	2,1	227	6	186	190
COL	0,9	1,5	2,1	1,1	309	351	198	274
GYR	0,4	1,0	1,7	0,6	314	330	211	289
JAZ	0,9	1,5	3,0	1,4	282	270	279	275
LFR	1,2	1,7	2,9	1,6	5	49	248	357
MAM	0,7	1,0	2,3	1,1	132	128	71	122
MOV	0,6	0,7	1,1	0,8	109	150	225	147
PTE	1,1	1,4	2,7	1,5	258	250	245	251
SCR	0,9	1,1	1,8	1,4	100	86	63	94
SUB	0,9	1,5	1,9	1,0	11	15	260	353
TUN	0,8	1,1	2,3	1,1	163	154	200	166
USQ	0,9	1,2	1,8	1,3	86	72	164	112
Total	1,0	1,4	2,5	1,4				





SECRETARÍA DE AMBIENTE

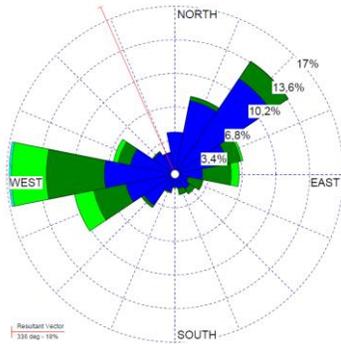


METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN

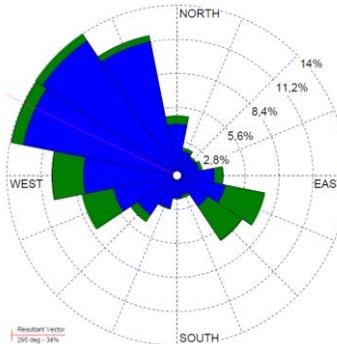
INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB

Código: PA10-PR04-M2

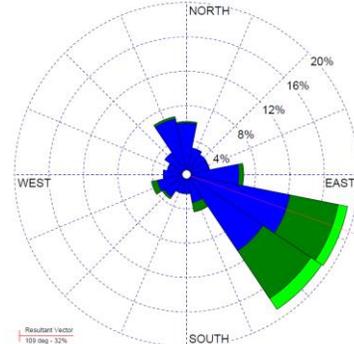
Versión: 8



c) Las Ferias

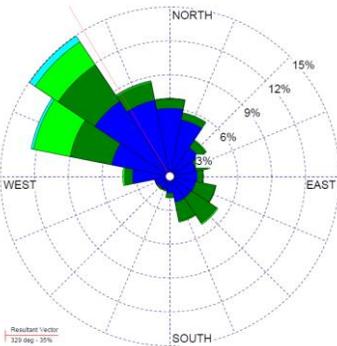


d) Colina

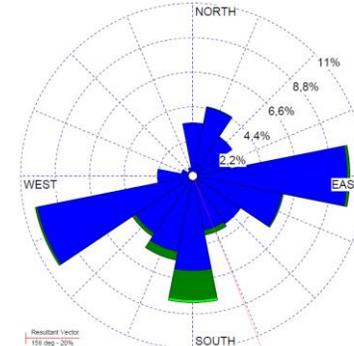


e) Usaquén

NA

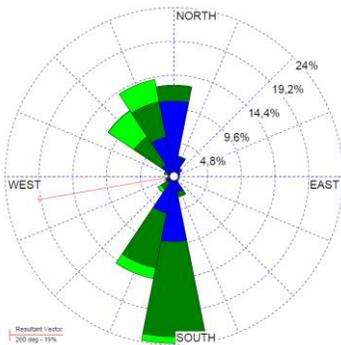


f) Kennedy

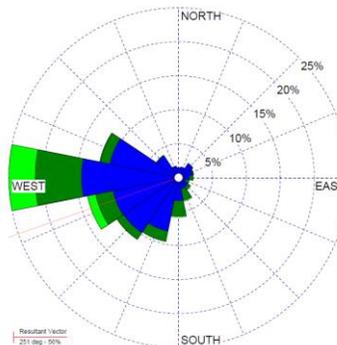


g) CDAR

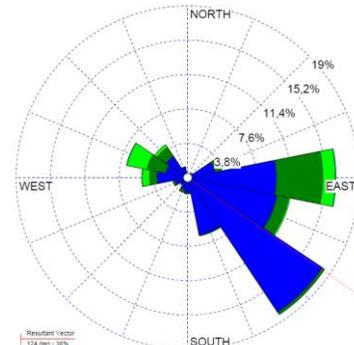
h) Móvil 7ma



i) Carvajal-Sevillana

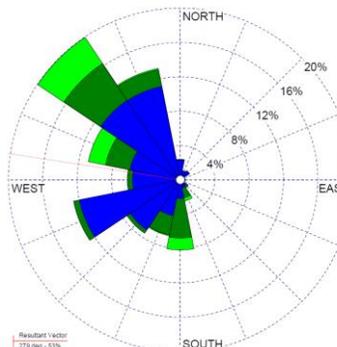


j) Puente Aranda

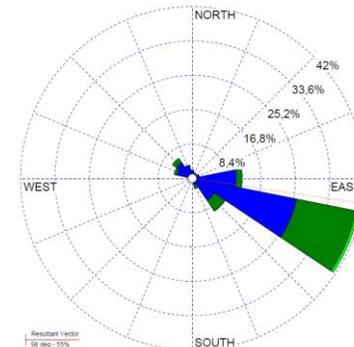


k) MinAmbiente

NA



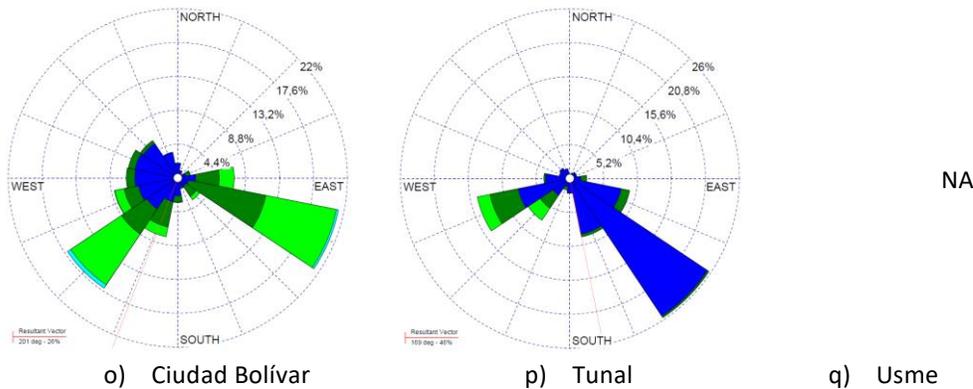
l) Móvil Fontibón



m) Jazmín

n) San Cristóbal

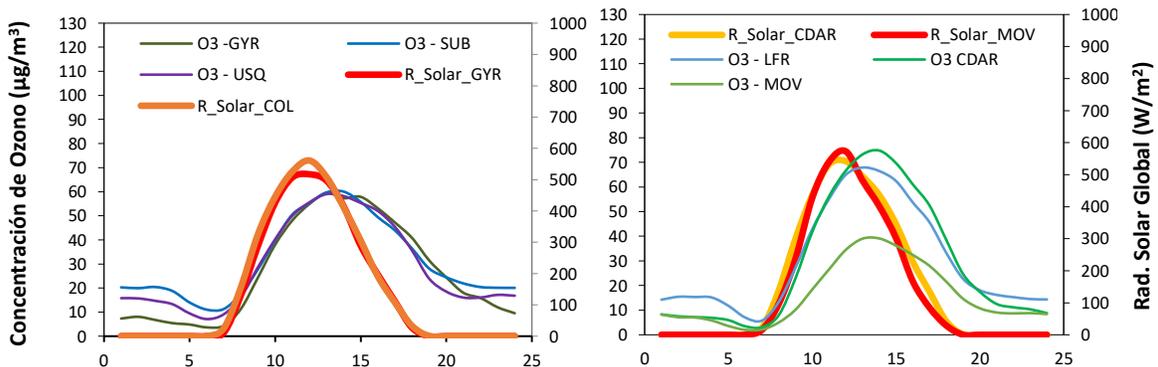




o) Ciudad Bolívar p) Tunal q) Usme
 Figura 24. Rosas de viento trimestre Ene - Mar 2023. a) Suba, b) Guaymaral, c) Las Ferias, d) Colina e) Usaquén f) Kennedy, g) C.D.A.R., h) Móvil 7ma, i) Carvajal, j) Puente Aranda, k) MinAmbiente, l) Móvil Fontibón, m) Jazmín, n) San Cristóbal, o) Ciudad Bolívar, p) Tunal; q) Usme.

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

Con el incremento de la nubosidad durante los meses que comprenden el primer trimestre de 2023, el flujo radiativo del sol en las horas de mayor incidencia, presentó reducción en gran parte del Distrito respecto al primer trimestre de 2022. Esta reducción se registró principalmente en la zona norte y sur donde se estimaron promedios horarios trimestrales por debajo de los 561 W/m², frente a los 713 W/m² del mismo trimestre del año anterior registrados en el norte. Asimismo, hacia la zona centro se redujeron las cantidades de radiación solar entrantes pasando de 542 W/m² en el cuarto trimestre de 2022 a 450 W/m² en el primer trimestre de 2023. Asociado al descenso en radiación solar en la zona norte las concentraciones medias horarias trimestrales de ozono, en la hora de mayor concentración se redujeron de 60,1 µg/m³ a 58,2 µg/m³, en las estaciones Guaymaral, Usaquén y Suba. Aunque en la zona sur se redujeron los totales acumulados, las concentraciones de ozono fueron mayores que el primer trimestre del año anterior en las estaciones San Cristóbal y Tunal. Las concentraciones en la estación Tunal se incrementaron de 58,3 µg/m³ a 74,3 µg/m³. De lo que se deduce que dicha contribución no fue solo por fotodisociación en la zona, sino por arrastre desde fuentes externas. Figura 25.



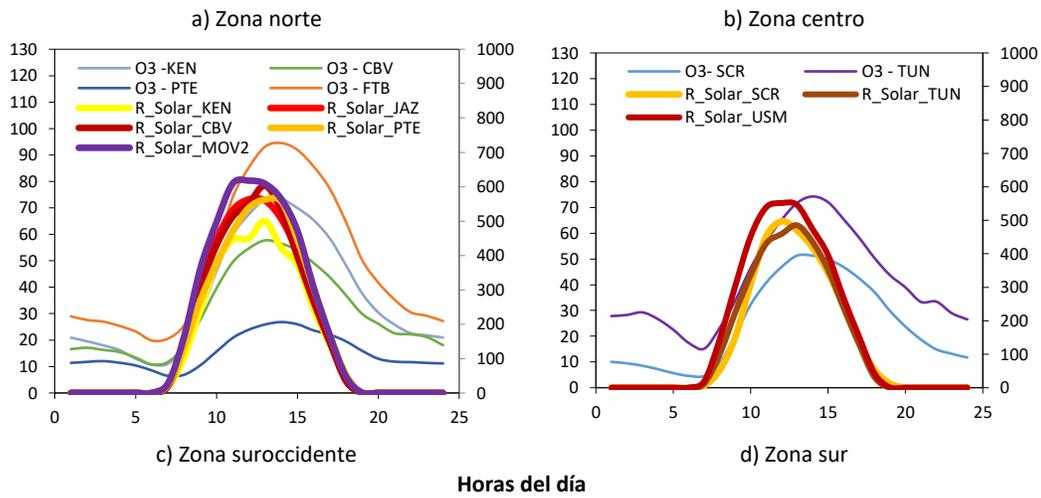


Figura 25. Comportamiento horario de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) trimestre - Ene - Mar 2023. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

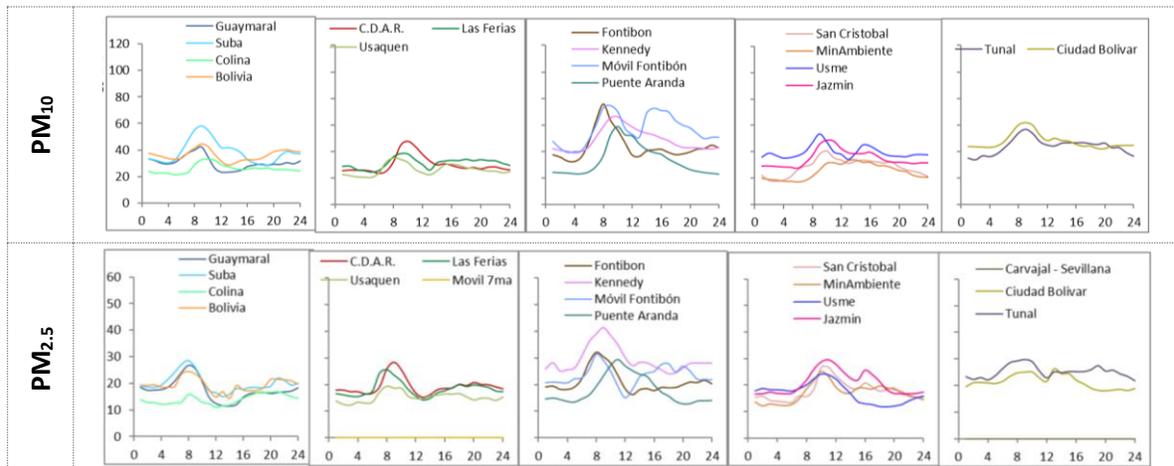
ANEXOS

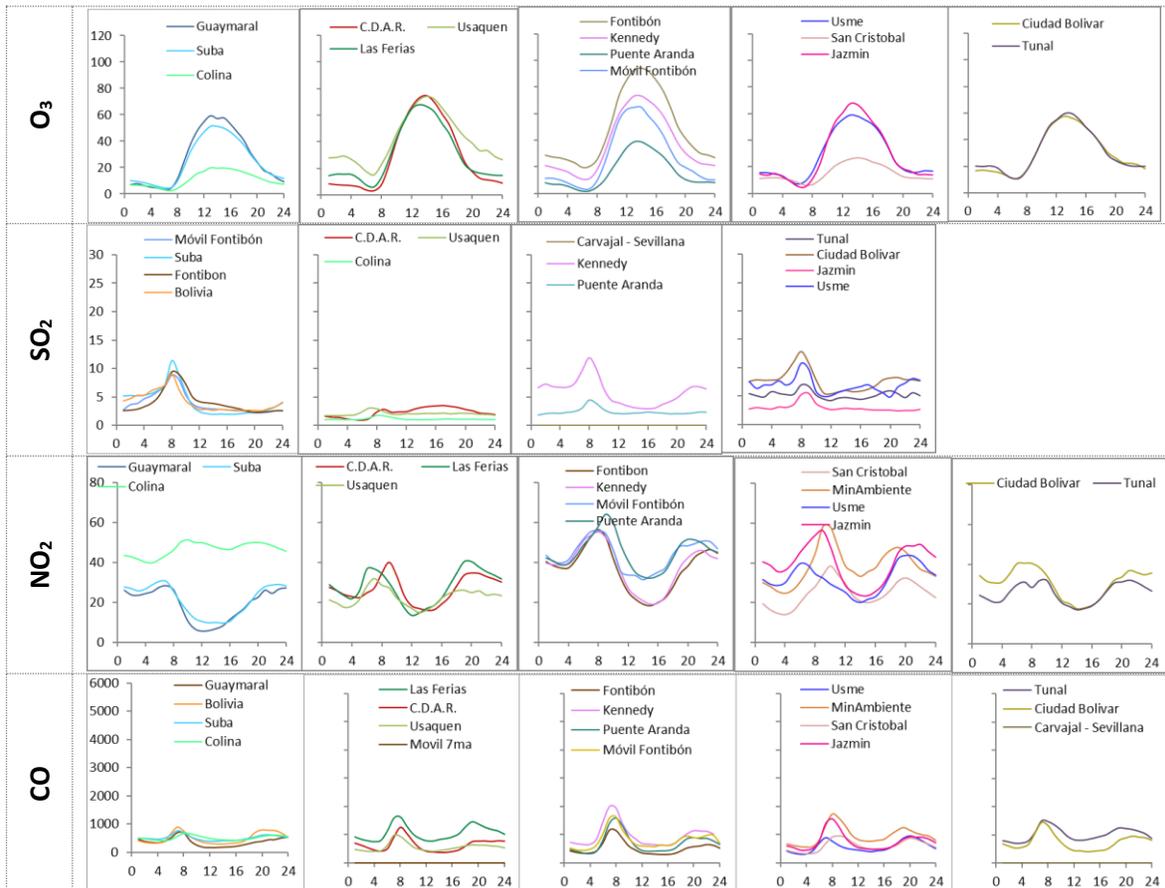
A. Características de las estaciones de la RMCAB y métodos de referencia

Tabla 14. Características de las estaciones de monitoreo de la RMCAB

Características	Ubicación								Contaminantes						Variables Meteorológicas								
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO _x	CO	SO ₂	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.	
Guaymaral	GYR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Sub urbana	De fondo	Autopista Norte # 205-59	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Urbana	De fondo	Carrera 78 Bis # 132-11	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
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									
Las Ferias	LFER	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	X
Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	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
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	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				
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	X	X
El Jazmin	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
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Urbana	Residencial	Carrera 11 # 65 D-59 Sur	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
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
Móvil Fontibón	MOV2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Urbana	Tráfico / Industrial	Gr. 98 #16 B 50	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X

B. Promedios horarios de contaminantes primer trimestre 2023 (Enero - Marzo)





C. 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

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

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 2022¹ (EPA, 2022). 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 15).

Tabla 15. 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	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0206-148	
		EQQA-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-0802-149	
		EQSA-0486-060	

D. Declaraciones

Se declara que los resultados relacionados en el presente informe trimestral 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 de enero y el 31 de marzo de 2023.

¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, June 15, 2022. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-06/designated_reference_and_equivalent_methods_-_06152022.pdf

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

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 trimestral 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".

Tabla 16. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

Tabla 17. Factores de conversión de concentraciones de gases contaminantes ppm, ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Gas	Multiplicar por	Para convertir
CO	1144,9	ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂	2,6186	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	1,8804	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	1,9620	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

El resultado de cada una de las conversiones se encuentra a una presión de 760 mm Hg y a una temperatura de 25°C, que son las condiciones de referencia según los términos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire.

El factor de conversión se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

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

Donde:

M: masa molar del gas contaminante [g/mol]

P: presión atmosférica [Pa]

R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

FIN DEL INFORME

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto Administrativo y fecha
7	Cambia el nombre de Informe periódico de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB a Informe trimestral de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB. Se desglosan los subcapítulos de cada capítulo y se especifica la temática general de cada uno. El análisis de black carbon sale del capítulo de calidad del aire y pasa a tener un capítulo independiente. Se agrega un capítulo de declaraciones	Radicado No. 2021IE189371 del 7 de septiembre del 2021.
8	Se incluye la dirección de la Secretaría Distrital de Ambiente en la hoja de los créditos del informe.	Radicado No. 2022IE310196 del 01 de diciembre del 2022.

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez Cargo: Profesional de análisis de datos Fecha: 27/09/2022	Nombre: Hugo Enrique Sáenz Pulido Cargo: Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual. Fecha: 30/09/2022	Nombre: Julio Cesar Pulido Puerto Cargo: Subsecretario General Fecha: 01/12/2022

  	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	INFORME TRIMESTRAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M2	Versión: 8

Nombre: Luis Álvaro Hernández González Cargo: Líder Técnico RMCAB Fecha: 29/09/2022	Nombre: Rodrigo Alberto Manrique Forero Cargo: Director de Control Ambiental Fecha: 30/09/2022	
---	--	--