

**Febrero 2019**

# **Informe mensual de Calidad Del Aire en Bogotá**

**Red de Monitoreo de Calidad  
del Aire de Bogotá - RMCAB**



**ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**

**BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Estación Guaymaral



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

---

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

**Enrique Peñalosa Londoño**  
Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

**Francisco José Cruz Prada**  
Secretario Distrital de Ambiente

**Oscar Ferney López Espitia**  
Subsecretario General y de Control Disciplinario

**Carmen Lucía Sánchez Avellaneda**  
Directora de Control Ambiental

**Oscar Alexander Ducuara Falla**  
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual

**Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez**  
**Eaking Ballesteros Urrutia**  
**Jhonathan Ramírez Gamboa**  
**Edna Lizeth Montealegre Garzón**  
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

**Darío Alejandro Gómez Flechas**  
**Henry Ospino Dávila**  
**Luz Dary González González**  
**Luis Hernando Monsalve Guiza**  
Grupo de Operación de la RMCAB

## 1 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se muestra el análisis de los datos registrados durante el mes de febrero de 2019, teniendo en cuenta que se muestran los resultados que tuvieron una representatividad temporal mayor al 75% del tiempo.

En la siguiente tabla se muestran las estaciones activas para el mes de febrero de 2019, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas.

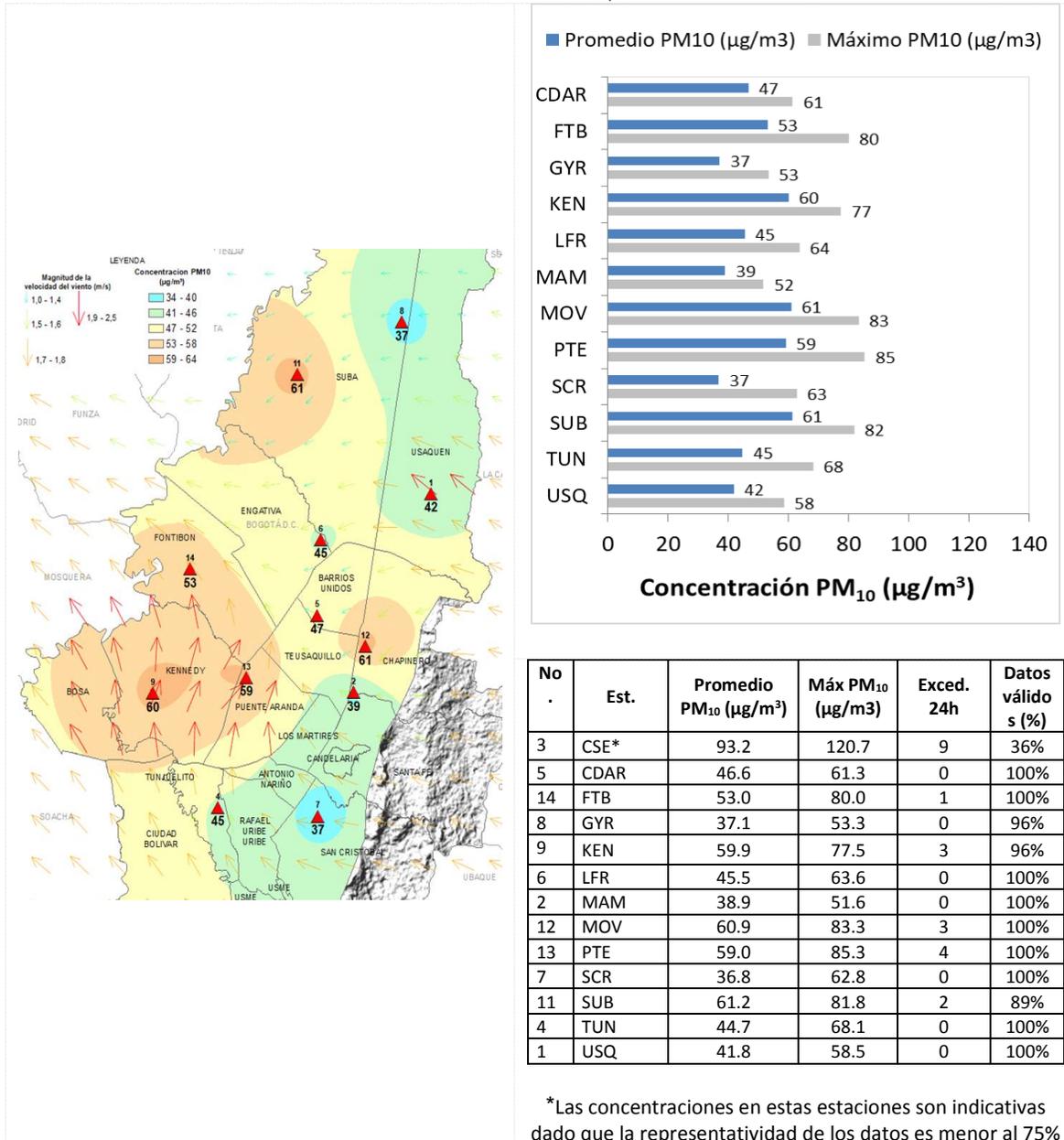
Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	Estación Móvil	MinAmbiente	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal	Bolivia
Abrev.	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MOV	MAM	FTB	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR	BOL
No. Estación	8	1	11	6	5	12	2	14	13	9	3	4	7	10

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

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM<sub>10</sub> en el mes de febrero de 2019, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en el suroccidente de la ciudad en las estaciones Kennedy (**59.9 µg/m<sup>3</sup>**) y Puente Aranda (**59.0 µg/m<sup>3</sup>**), mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona sur en la estación San Cristóbal (**36.8 µg/m<sup>3</sup>**) y en la zona norte en la estación Guaymaral (**37.1 µg/m<sup>3</sup>**). La concentración máxima diaria para el mes fue de **85.3 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Puente Aranda, seguida de **83.3 µg/m<sup>3</sup>** en la Estación Móvil y de **81.8 µg/m<sup>3</sup>** en Suba; dichos valores máximos sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m<sup>3</sup>), al igual que los valores máximos diarios registrados en las estaciones Kennedy y Fontibón.

Tabla 1. Resumen de datos de PM<sub>10</sub> para febrero de 2019



La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> del mes comparadas con respecto al valor máximo establecido por la norma nacional. De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM<sub>10</sub> se presentaron en la zona suroccidental (Carvajal-Sevillana y Kennedy), principalmente en la última semana del mes; las concentraciones más bajas se observan en la zona sur (San Cristóbal) y zona norte (Guaymaral), en la primera mitad del mes, debido a influencia de contaminación regional de material particulado. En el mes de febrero de 2019 se presentaron veintidós (22) excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM<sub>10</sub> según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (75 µg/m³) en las

estaciones Carvajal-Sevillana (9), Puente Aranda (4), Kennedy (3), Estación Móvil (3), Suba (2) y Fontibón (1).

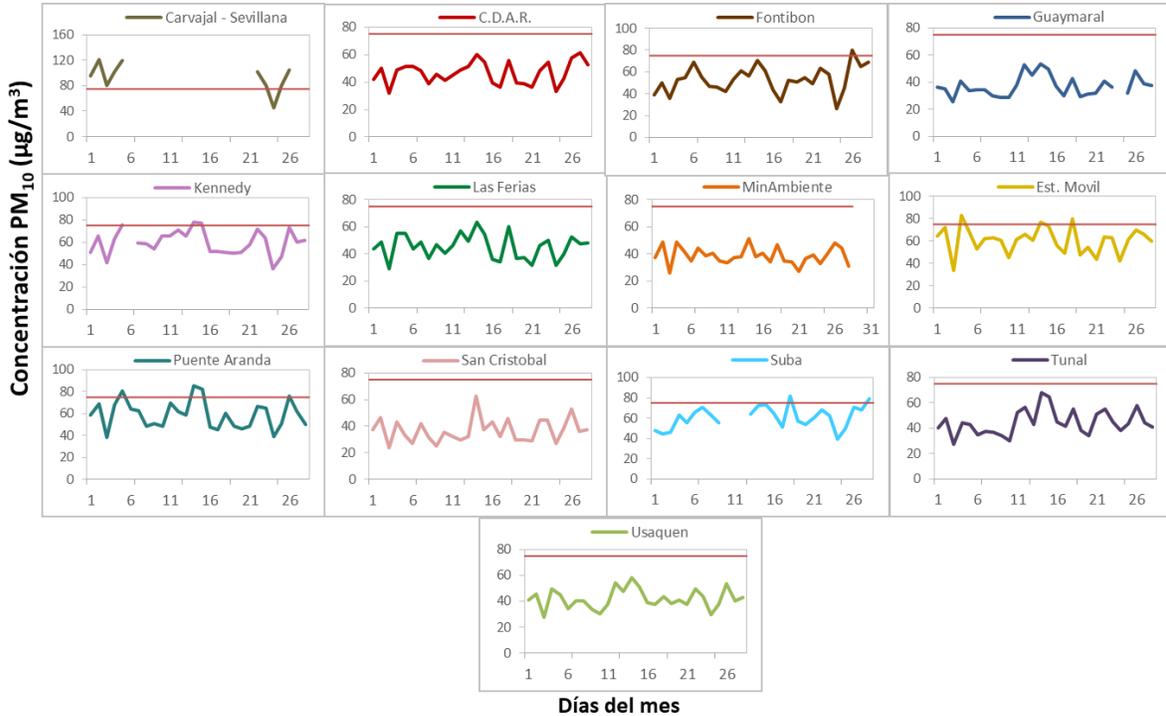


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> para febrero de 2019

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM<sub>10</sub> para el mes de febrero en los últimos 4 años. Se observa que las estaciones Carvajal-Sevillana y Kennedy han registrado las concentraciones más altas en los últimos tres años, siendo el registro más alto el del año 2016 en la estación Carvajal (91 µg/m<sup>3</sup>). En el año 2019 hubo una disminución de la concentración respecto a la registrada el año anterior en las estaciones Guaymaral, Tunal, Kennedy y Usaquén, mientras que en la estación Centro de Alto Rendimiento el registro del 2019 es el más alto de los últimos cuatro años. La estación Usaquén registró la mayor reducción en el 2019 con respecto al mes de febrero del año anterior, con 18 µg/m<sup>3</sup> de diferencia.

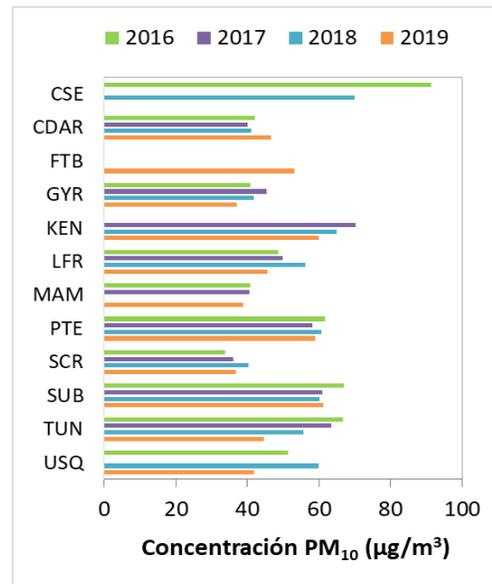


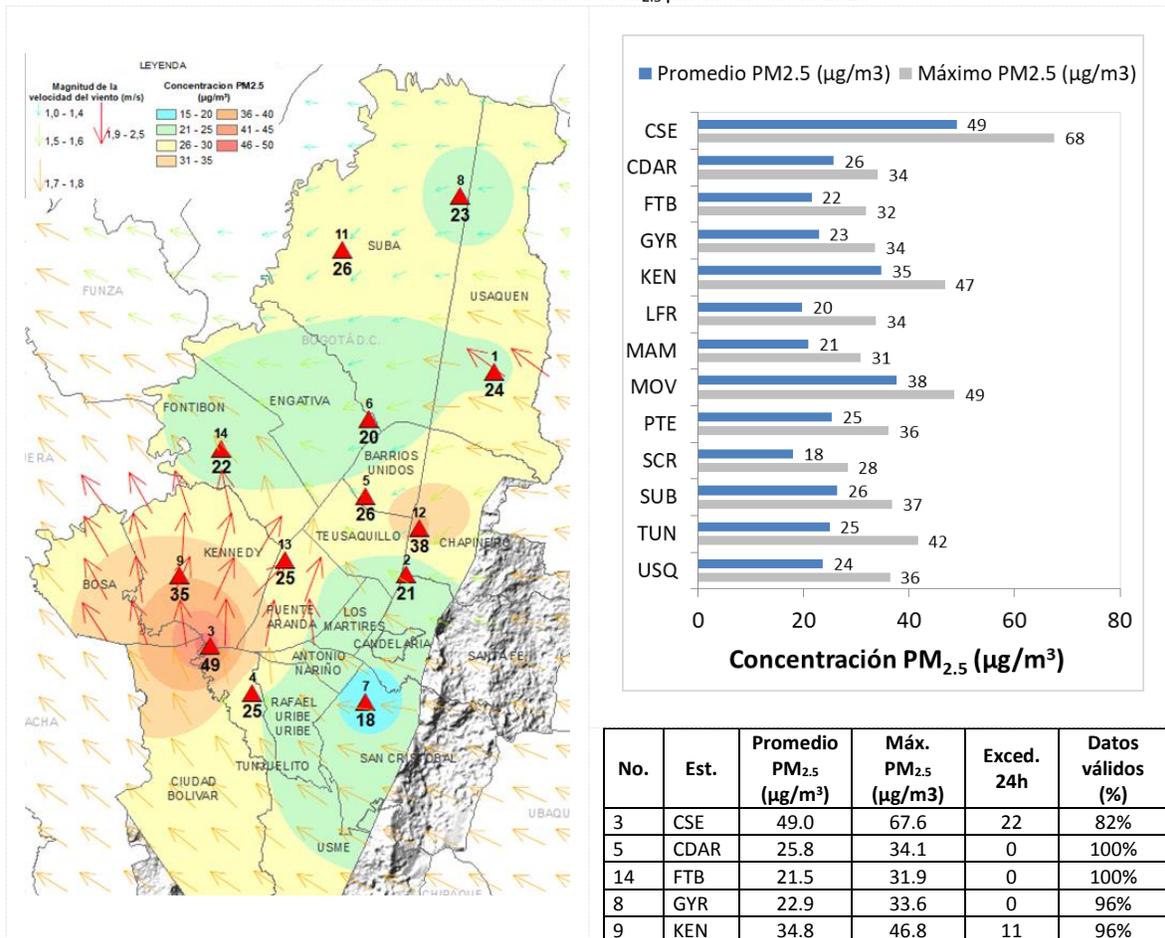
Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>10</sub> (2016-2017-2018-2019) para los meses de febrero

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

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado PM<sub>2.5</sub> en el mes de febrero de 2019, incluyendo las concentraciones promedio mensuales, concentraciones diarias máximas, número de excedencias a la norma diaria establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y el porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos diarios registrados), además de la distribución espacial de las concentraciones.

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual se presentaron en la zona suroccidental de la ciudad en la estación Carvajal - Sevillana con **49.0 µg/m<sup>3</sup>** y en la Estación Móvil con **37.6 µg/m<sup>3</sup>**; mientras que las menores concentraciones se presentaron en las estaciones Las Ferias (**19.7 µg/m<sup>3</sup>**) y San Cristóbal (**18.0 µg/m<sup>3</sup>**). La concentración máxima diaria de PM<sub>2.5</sub> para el mes fue de **67.6 µg/m<sup>3</sup>** en la San Cristóbal, seguida de **48.6 µg/m<sup>3</sup>** en la Estación Móvil y de **46.8 µg/m<sup>3</sup>** en Kennedy; las concentraciones máximas registradas en estas tres estaciones sobrepasaron la norma nacional diaria (37 µg/m<sup>3</sup>), al igual que la concentración máxima diaria registrada en la estación Tunal.

Tabla 2. Resumen de datos de PM<sub>2.5</sub> para febrero de 2019



	6	LFR	19.7	33.8	0	100%
	2	MAM	20.9	30.9	0	100%
	12	MOV	37.6	48.6	15	100%
	13	PTE	25.4	36.2	0	100%
	7	SCR	18.0	28.4	0	100%
	11	SUB	26.4	36.8	0	100%
	4	TUN	25.0	41.7	1	100%
	1	USQ	23.7	36.4	0	100%

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de PM<sub>2.5</sub> comparadas respecto al nivel máximo permisible por la norma nacional. De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de PM<sub>2.5</sub> se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana y Kennedy) y en la zona central de la ciudad (Estación Móvil), durante todo el mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona sur (San Cristóbal), en segunda semana del mes. En febrero de 2019 se presentaron cuarenta y nueve (49) excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de PM<sub>2.5</sub> (37 µg/m<sup>3</sup>) en la estación Carvajal-Sevillana (22), Móvil (15), Kennedy (11) y Tunal (1).

Desde el mes de enero se observaba un incremento en las concentraciones de material particulado, influenciadas por la época seca de inicio de año, lo cual incidió en el aumento de incendios forestales registrados en diferentes zonas del país. El material particulado generado en dichos incendios fue transportado a través de los vientos provenientes de occidente, que es una condición atípica en el régimen de vientos en la ciudad, con lo cual se evidenció un incremento del contaminante principalmente en la zona suroccidental, y posteriormente en la zona centro oriental, dado que los cerros orientales impedían la dispersión de la contaminación, especialmente en las mañanas cuando se registraron fenómenos de inversión térmica.

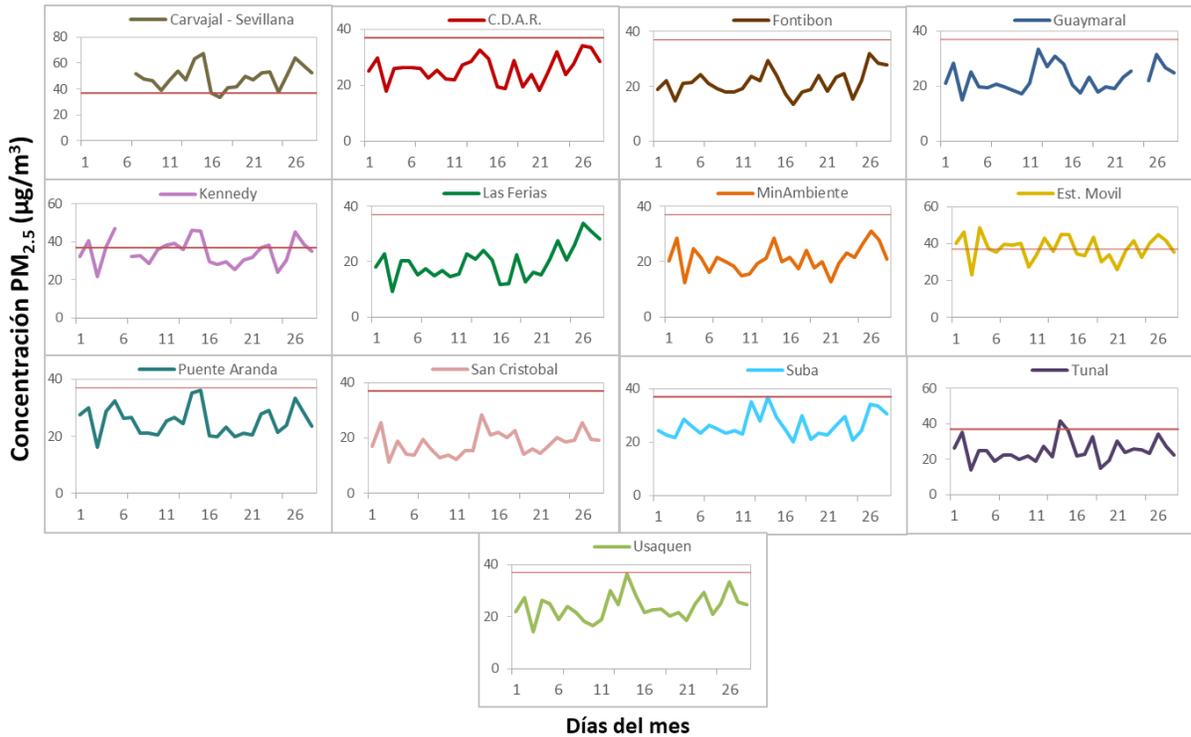


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias PM<sub>2.5</sub> para febrero de 2019

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> para el mes de febrero en los últimos 4 años. La estación Carvajal-Sevillana registra las concentraciones más altas en la ciudad, registrando en el 2019 el valor más alto desde el 2016, con 49 µg/m<sup>3</sup>, en este mismo año la estación móvil registró una concentración más altas que las de las demás estaciones en años anteriores, debido a la cercanía a los cerros orientales y la influencia de la contaminación por fuentes móviles en el centro-oriente de la ciudad. En las demás estaciones, los valores registrados en el mes para el 2019 se mantuvieron estables respecto a los años anteriores; la mayor reducción respecto al año 2018 se registró en las estaciones Tunal, Las Ferias y San Cristóbal, con una disminución de 7 µg/m<sup>3</sup>.

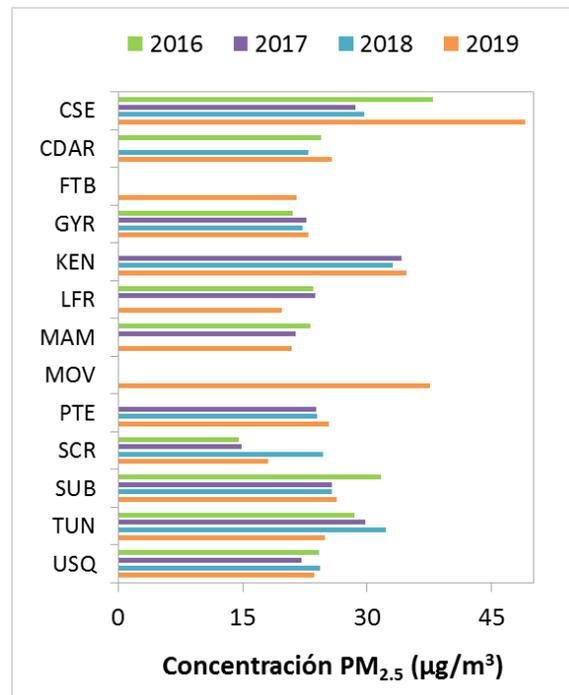


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> (2016-2017-2018-2019) para los meses de febrero

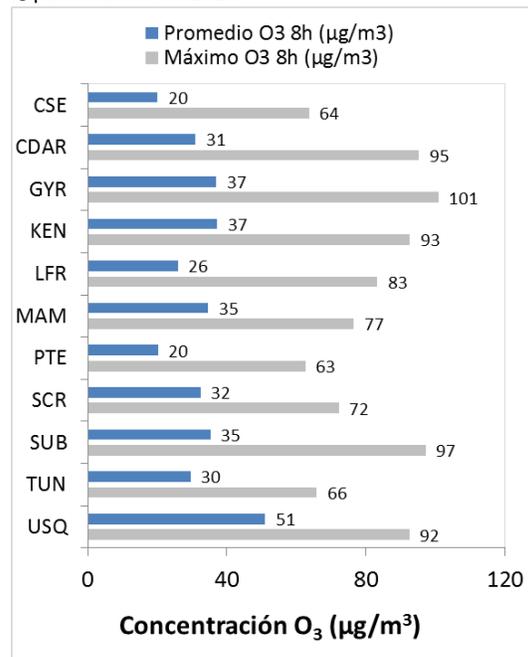
#### 4 COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>). PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HORAS.

La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono - O<sub>3</sub> - en el mes de febrero de 2019, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas, número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo al total de datos de media móvil 8 horas).

Se observa que las mayores concentraciones como promedio mensual 8 horas se presentaron en la estación Usaquéen (**59.959 µg/m<sup>3</sup>**) y Kennedy (**37.298 µg/m<sup>3</sup>**); las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en la estación Carvajal - Sevillana (**20.015 µg/m<sup>3</sup>**) y Puente Aranda (**20.161 µg/m<sup>3</sup>**). En este mes la zona nororiental de la ciudad es la que registra las concentraciones más altas de ozono, a excepción de la estación Kennedy en el suroccidente. La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **100.773 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Guaymaral, seguida de **97.193 µg/m<sup>3</sup>** en la estación Suba; la concentración máxima registrada en Guaymaral excedió la norma nacional 8 horas (100 µg/m<sup>3</sup>).

Tabla 3. Resumen de datos de O<sub>3</sub> para febrero de 2019

Est.	Promedio O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 8h	Datos válidos (%)
CSE	20.015	63.691	0	99%
CDAR	31.004	95.182	0	100%
FTB*	29.187	102.711	2	52%
GYR	36.917	100.773	1	98%
KEN	37.298	92.631	0	95%
LFR	25.932	83.311	0	100%
MAM	34.707	76.543	0	100%
PTE	20.161	62.588	0	100%
SCR	32.431	72.226	0	90%
SUB	35.267	97.193	0	100%
TUN	29.555	65.874	0	100%
USQ	50.959	92.435	0	100%



\*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 la captura de datos durante el mes de febrero y las concentraciones comparadas respecto a la norma nacional 8 horas. De acuerdo a las gráficas por estación, se observa que las concentraciones más altas de O<sub>3</sub> se presentaron al norte de la ciudad, en las estaciones Guaymaral y Usaquéen, en la tercera semana del mes, y en el occidente de la ciudad en la estación Fontibón en la segunda semana del mes, ya que

el equipo se envió a mantenimiento a mitad del mes; mientras que las concentraciones más bajas se observaron en el suroccidente, en las estaciones Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, en la segunda semana del mes. En febrero de 2019, se registraron tres (3) excedencias de los promedios 8 horas de concentración con respecto a la norma nacional 8 horas de O<sub>3</sub> según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (100 µg/m<sup>3</sup>) en la estación Guaymaral (1) y en la estación Fontibón (2).

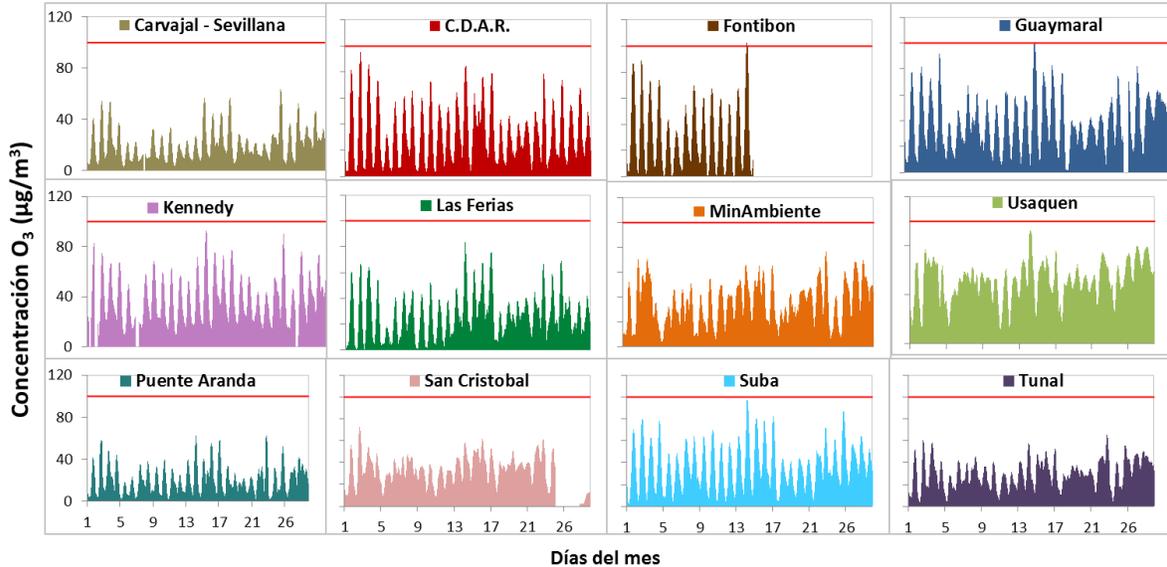


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O<sub>3</sub> para febrero 2019 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> del mes de enero en los últimos 4 años. Se observa que en algunas estaciones las concentraciones registradas en el mes para el año 2019 fueron mayores a las registradas los años anteriores, la estación Usaquén registró el mayor aumento en relación al año anterior con 17 µg/m<sup>3</sup>. La estación Suba presentó la mayor reducción frente a los valores de los años anteriores, la cual fue de 5 µg/m<sup>3</sup> respecto al 2018.

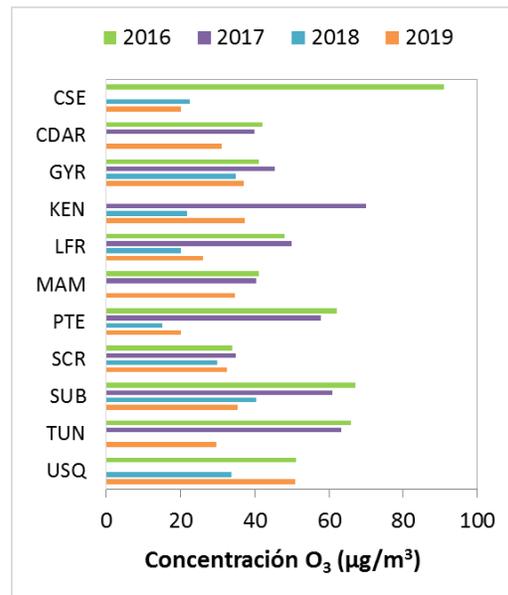
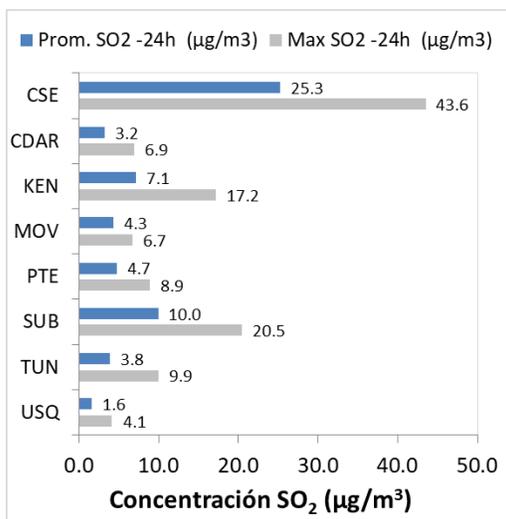


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O<sub>3</sub> (2016-2017-2018-2019) para los meses de febrero

## 5 COMPORTAMIENTO DIARIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO.

La Tabla 4, Tabla 5, y la Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO), correspondientes al mes de febrero de 2019. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el mes de febrero de 2019, e históricamente las concentraciones se han mantenido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017 del 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 y ozono.

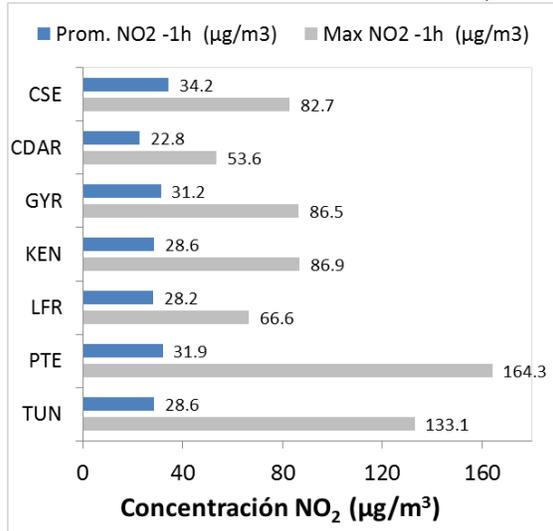
Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO<sub>2</sub>, febrero 2019.



Est.	Prom. SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	25.3	43.6	0	2	100%
CDAR	3.2	6.9	0	0	96%
FTB*	19.0	31.3	0	2	50%
KEN	7.1	17.2	0	0	96%
MOV	4.3	6.7	0	0	100%
PTE	4.7	8.9	0	0	100%
SUB	10.0	20.5	0	0	96%
TUN	3.8	9.9	0	0	100%
USQ	1.6	4.1	0	0	100%

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

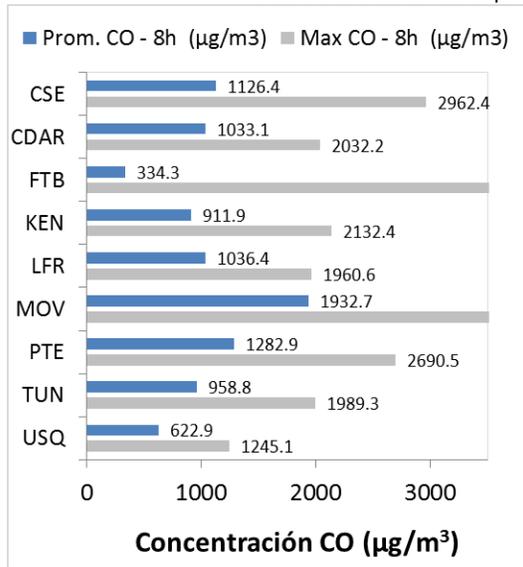
Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO<sub>2</sub>. febrero 2019.



Est.	Prom. NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	34.2	82.7	0	99%
CDAR	22.8	53.6	0	100%
FTB*	47.1	98.0	0	51%
GYR	31.2	86.5	0	95%
KEN	28.6	86.9	0	94%
LFR	28.2	66.6	0	100%
PTE	31.9	164.3	0	99%
TUN	28.6	133.1	0	99%

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

Tabla 6. Resumen de los promedios 8 horas para CO. febrero 2019.



Est.	Prom. CO (µg/m <sup>3</sup> )	Máx. CO (µg/m <sup>3</sup> )	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	1126.4	2962.4	0	0	99%
CDAR	1033.1	2032.2	0	0	100%
FTB	334.3	4923.1	0	0	92%
KEN	911.9	2132.4	0	0	99%
LFR	1036.4	1960.6	0	0	100%
MOV	1932.7	4923.1	0	0	99%
PTE	1282.9	2690.5	0	0	100%
TUN	958.8	1989.3	0	0	100%
USQ	622.9	1245.1	0	0	100%

## 5.1 INDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 2410 de 2015, es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indican el estado de la calidad del aire y que se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un momento determinado, sin embargo, puede ser calculada para cada contaminante prioritario con el fin de establecer la importancia en términos de afectación para cada uno.

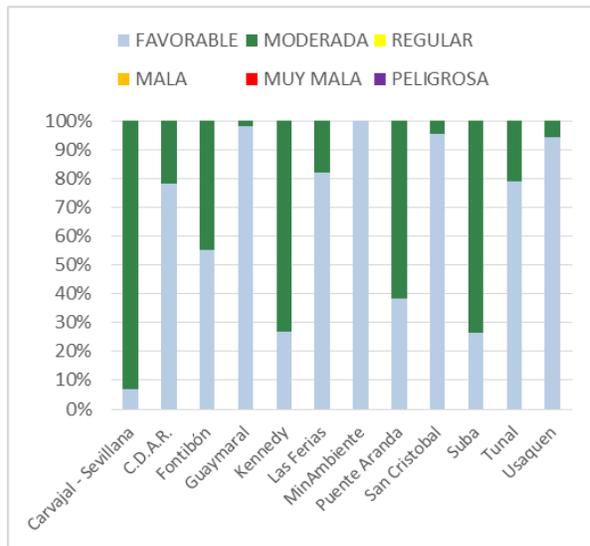


Figura 7. IBOCA para PM<sub>10</sub> por estación en febrero 2019

La Figura 7 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo. Se observa que predominan las categorías “favorable” y “moderada” en la mayoría de las estaciones. La estación Carvajal-Sevillana presenta la condición de calidad del aire “moderada” en mayor proporción, durante un 93% del mes, mientras que la estación MinAmbiente presentó la mejor condición de calidad del aire, con un 100% del tiempo en el estado “favorable”.

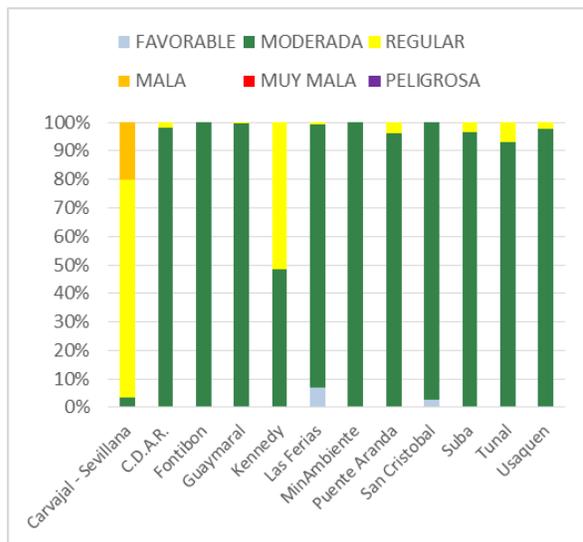


Figura 8. IBOCA para PM<sub>2.5</sub> por estación en febrero 2019

La Figura 8 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones PM<sub>2.5</sub> de 24 horas en cada estación de monitoreo. Se observa que en el mes de febrero predominan las categorías “regular” y “moderada”. La estación Carvajal-Sevillana presentó el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición “moderada” durante el 4% del mes, “regular” el 76% y “mala” el 20% del tiempo, mientras que la estación San Cristóbal presenta el mejor estado de la calidad del aire con una condición “moderada” el 97% del mes y “favorable” el 3% del tiempo.

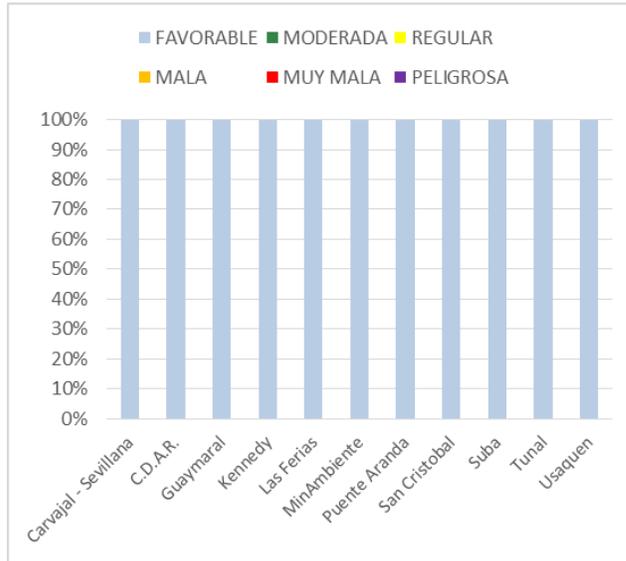


Figura 9. IBOCA para O<sub>3</sub> por estación en febrero 2019

La Figura 9 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O<sub>3</sub> en cada una de las estaciones de monitoreo. Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones de la RMCAB, con un 100% del tiempo del mes de febrero.

## 6. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

Los meses de enero y febrero se han caracterizado históricamente por presentar escasez de lluvia, como ocurre durante el primer trimestre del año. El mes de febrero de 2019 presentó cierta atipicidad en su comportamiento, toda vez que se presentaron días calurosos debido a la ocurrencia de cielos totalmente descubiertos, pero a su vez lluvias intensas y aisladas en algunos sectores de la ciudad.

Como se puede apreciar en las estaciones de Carvajal y Móvil, el número de días de lluvia fue escaso como era de esperarse, pero los acumulados de precipitación fueron relativamente considerables, es decir, estos acumulados son producto de lluvias intensas y de corta duración sectorizadas en la ciudad, como las ocurridas el 26 de febrero de 2019 en el sector de Carvajal donde se registraron 26.5 mm de los 80 mm totales acumulados durante el mes. Eventos idénticos se presentaron en la estación Móvil el 8 de febrero con 26.2 mm, y en el sector de las Ferias el 23 de febrero con 21.7 mm.

A diferencia de Carvajal y la estación Móvil, Guaymaral registró el mayor número de días con lluvia, sin embargo, su acumulado no tiene relación directa con el número de días con lluvia, de lo cual es deducible que fueron lluvias de baja intensidad.

Otro aspecto que confirma lo atípico y extremo del mes de febrero, es el hecho de que en el sector de Fontibón no se registraron lluvias, mientras que en el sector de Kennedy fueron exiguas. Para mayor detalle ver la Figura 10 y Tabla 7.

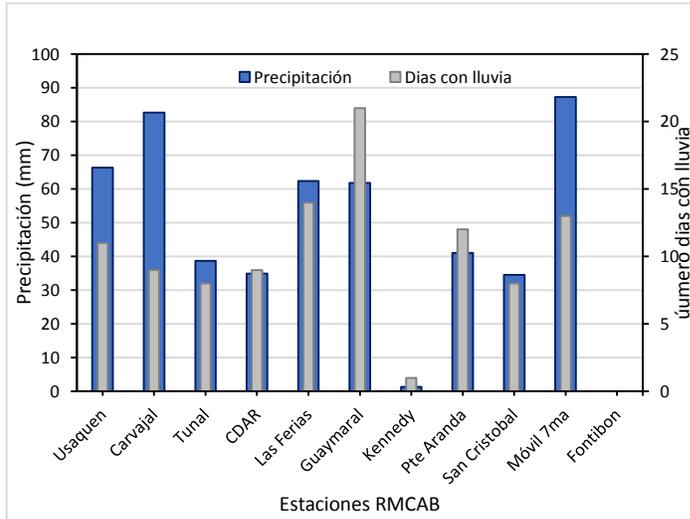


Figura 10 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (febrero-2019).

Tabla 7 Precipitación acumulada media mensual por estaciones y número de días con lluvia (febrero -2019)

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
Usaquén	66	11
Carvajal	83	9
Tunal	39	8
CDAR	35	9
Las Ferias	62	14
Guaymaral	62	21
Kennedy	1	1
Suba	No Data	No Data
Pte Aranda	41	12
MinAmbiente	No Data	No Data
San Cristóbal	35	8
Móvil 7ma	87	13
Bolivia	No Data	No Data
Fontibón	0	0

## 7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

Los días desprovistos de nubes, corresponden a altas cantidades de radiación solar y en consecuencia altas temperaturas del aire ambiente a nivel superficial. De acuerdo con los registros históricos, febrero de 2019 es uno de los meses con mayor expansión térmica del año, en virtud de valores extremos de temperatura en la ciudad, es decir, días soleados y cálidos en horas diurnas y fríos durante las horas nocturnas, principalmente en horas de la madrugada. Por ejemplo, en el sector de Guaymaral el mismo día (15 de febrero de 2019), se presentó la mayor expansión térmica de la ciudad (19.5 °C), con temperaturas altas como 25.7 °C y bajas como 6.2 °C (que es muy cercana al punto de congelación). Cabe resaltar que las temperaturas máximas y mínimas registradas en el mes son bastante diferentes, no significa que estas hayan ocurrido el mismo día, por tanto, la expansión térmica varía en cada estación de monitoreo (Tabla 8).

Bajo estas circunstancias, en febrero se registraron altos valores medios de temperatura superficial en gran parte de la ciudad, alcanzando los 16,5 °C al suroccidente. Solo una pequeña porción de la ciudad (San Cristóbal), presentó valores medios inferiores a los 15 °C. Ver Figura 11 y Figura 12.

Las altas temperaturas son el detonante de la ocurrencia de incendios como se registraron con mayor frecuencia en la ciudad y en el cinturón ecuatorial del continente, principalmente en Venezuela y los llanos colombianos. Asociado a lo anterior, las bajas temperaturas a nivel superficial, dan lugar a inversiones térmicas, toda vez que el aire en contacto con el suelo se enfría mucho más que el que se encuentra en una altura superior, generando un incremento de la temperatura con la altura con lo cual se conforma una capa de aire que limita el ascenso de los contaminantes y su mezcla (difusión) con la capa de aire superior.

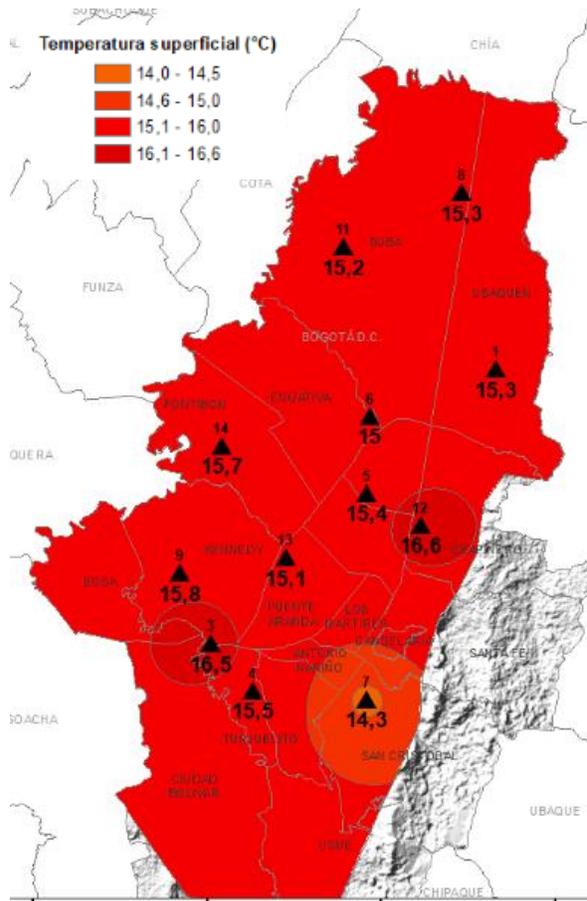


Figura 11. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - febrero 2019

Tabla 8. Resumen Temperaturas medias, máximas y mínima absolutas por estaciones y promedio ciudad. febrero 2019

No.	Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)
1	Usaquén	8,7	24,4	15,3
3	Carvajal	10,2	26	16,5
4	Tunal	6,3	28,1	15,5
5	CDAR	6,9	25,8	15,4
6	Las Ferias	9,2	23,6	15
8	Guaymaral	6,2	25,7	15,3
9	Kennedy	10,3	25,1	15,8
8	Suba	7	26,8	15,2
5	Pte Aranda	10,1	23,1	15,1
7	San Cristóbal	7,2	22,8	14,3
12	Móvil 7ma	10,7	26,2	16,6
14	Fontibón	10,1	24,5	15,7
	Promedio	8,3	25,5	15,5

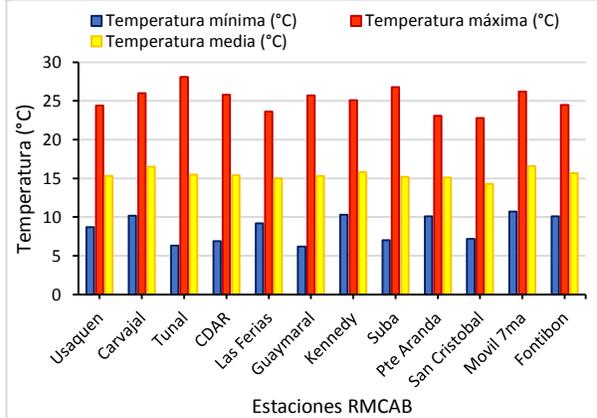


Figura 12. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones. febrero 2019

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

Durante el mes de febrero las velocidades del viento continuaron presentando magnitudes relativamente altas. (Tabla 9 y Figura 14). Sin embargo, hubo una importante influencia de vientos del oeste que dieron lugar a incrementos en las concentraciones de material particulado en la ciudad provenientes de fuentes externas de la ciudad, principalmente los incendios, que como se mencionó anteriormente se presentaron en los llanos colombianos y en Venezuela.

Al observar la rosa de vientos de la Figura 15 d), h) y j), se evidencia sobre todo en la estación de Puente Aranda, la influencia de vientos provenientes del oeste, del noroeste y del suroeste con frecuencias de entre el 9% y el 16%, esto se confirma con la dirección resultante de los vientos del

mes cuya orientación es oeste-este.

Aunque la Figura 13 no representa con claridad el comportamiento mencionado anteriormente, es importante anotar que esta representación es el resultado de las direcciones promedio de todas las estaciones del RMCAB durante el mes de febrero. No obstante, es necesario notar la influencia de vientos del suroeste debido a la ejercida por los vientos predominantes del oeste en las estaciones de Puente Aranda y Kennedy. Por otra parte, cabe resaltar que el predominio de los vientos del oeste se presentó principalmente en horas de la tarde.

Estos vientos superficiales del oeste resultan desfavorables para la calidad del aire de la ciudad en la medida que arrastran y tienden a acumular los contaminantes en el cerro, que funciona físicamente como una barrera, asociado al hecho de que por encima de los cerros como es normal, predominan los vientos del este, propiciando la acumulación que se registra en la estación Móvil.

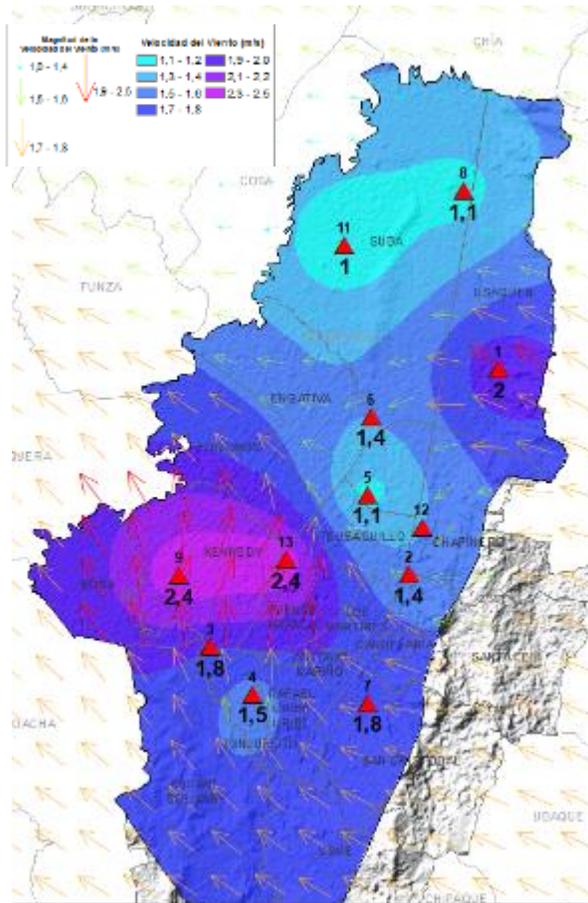


Figura 13. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – febrero 2019

Tabla 9. Velocidades reportadas para febrero de 2019

No.	Estación	Vel. mínima	Vel. máxima	Vel. media
1	Usaquén	0	5,9	2
3	Carvajal	0	4,9	1,8
4	Tunal	0,1	4,6	1,5
5	CDAR	0	4,4	1,1
6	Las Ferias	0,1	4,7	1,4
8	Guaymaral	0,1	3,7	1,1
9	Kennedy	0,1	5,9	2,4
11	Suba	0,1	3,8	1
13	Puente Aranda	0	7,3	2,4
2	MinAmbiente	0	5,9	1,4
7	San Cristóbal	0	5,3	1,8
12	Móvil 7ma	0,1	5,2	1,4
10	Bolivia	No Data	No Data	No Data
	Promedio Ciudad	0,1	5,7	1,8

\* Valores indicativos. No cumplen representatividad temporal.

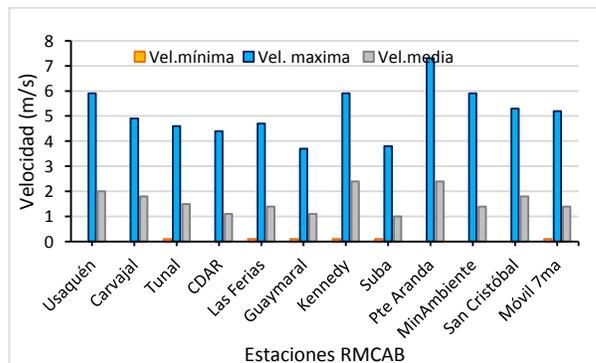
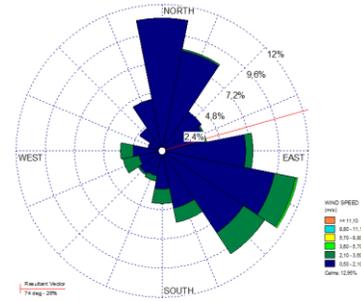
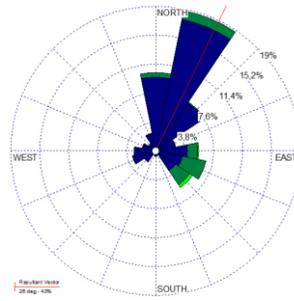


Figura 14 Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – febrero 2019

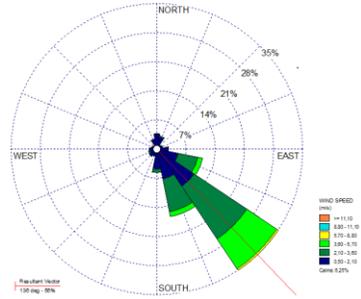
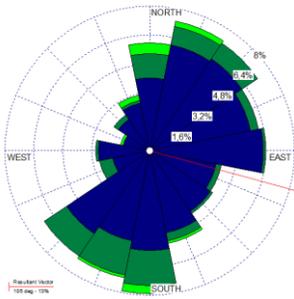
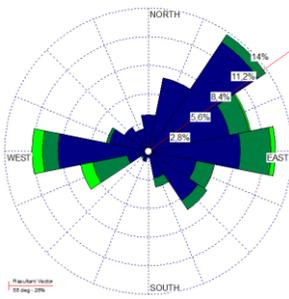
N.A



a) Bolivia

b) Suba

c) Guaymaral

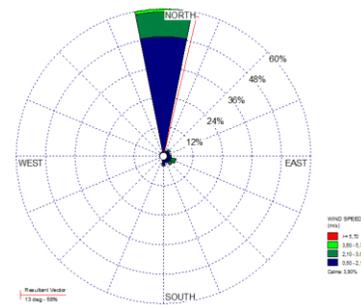
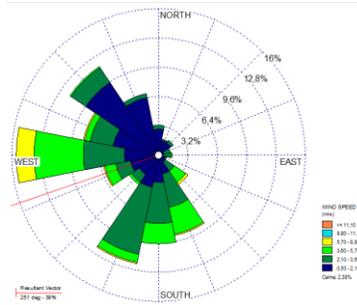


d) Las Ferias

e) CDAR

f) Usaquén

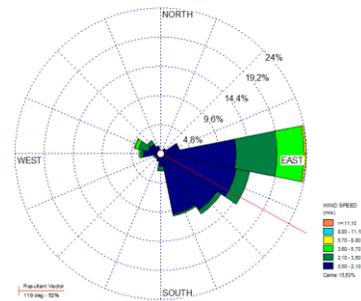
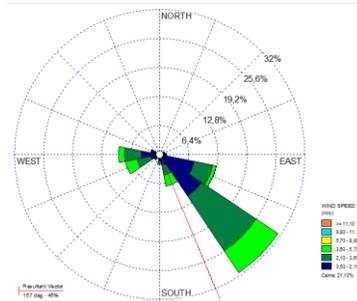
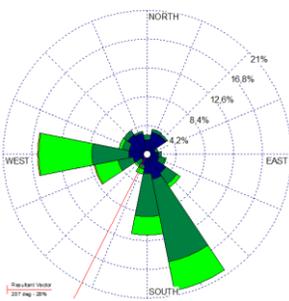
N.A



g) Fontibón

h) Puente Aranda

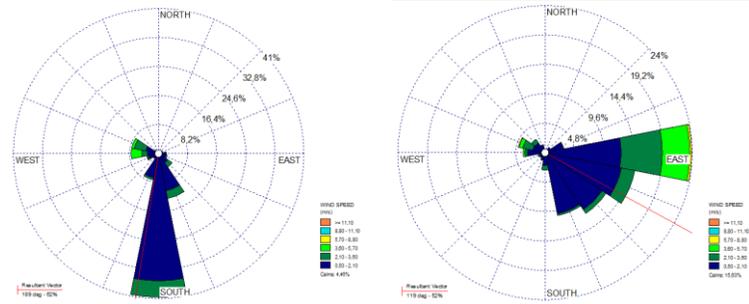
i) Móvil 7ma



j) Kennedy

k) Carvajal

l) MinAmbiente



m) Tunal

n) San Cristóbal

Figura 15. Rosas de viento – febrero de 2019.

### 8.1. Estimación de la Altura de la Capa Límite

Con base en los registros de las estaciones de Guaymaral, Tunal, y los reportes del METAR preparado por el IDEAM, se estimaron las condiciones micrometeorológicas promedio durante el mes de febrero.

Durante el mes de febrero las condiciones micrometeorológicas hacia el sector de Guaymaral se mantuvieron idénticas al mes de enero, es decir, en horas de la madrugada y la noche la altura de la capa de mezcla no superó los 200 m; esta altura es influenciada principalmente por la energía cinética turbulenta ocasionada por los vientos ocurridos a dichas horas.

Durante gran parte del mes, se presentaron inversiones térmicas en horas de la madrugada que pudieron haber contribuido con el comportamiento medio de esta altura en lo que respecta a la altura media en horas diurnas, es decir, cuando las fuerzas convectivas tienen mayor influencia que las fuerzas mecánicas, se estima que hayan alcanzado los 1600 m, de manera semejante que el mes anterior.

Hacia el sector del Tunal se observa que, en horas de la madrugada, entre la 1 am y las 2 am, se superaron los 200 m, lo que puede atribuirse a velocidades de vientos de importante magnitud a dichas horas, que dieron lugar a tal incremento. En las horas de la mañana hubo una reducción de la altura de la capa límite entre las 6 am y las 8 pm con respecto al mes anterior (en el cual se alcanzaron 456m a las 6 pm descendiendo en promedio hasta los 200 m en la madrugada del día siguiente), en este mes a diferencia de enero después de las 7 pm no superó los 400 m. Ver Figura 16 a) y b).

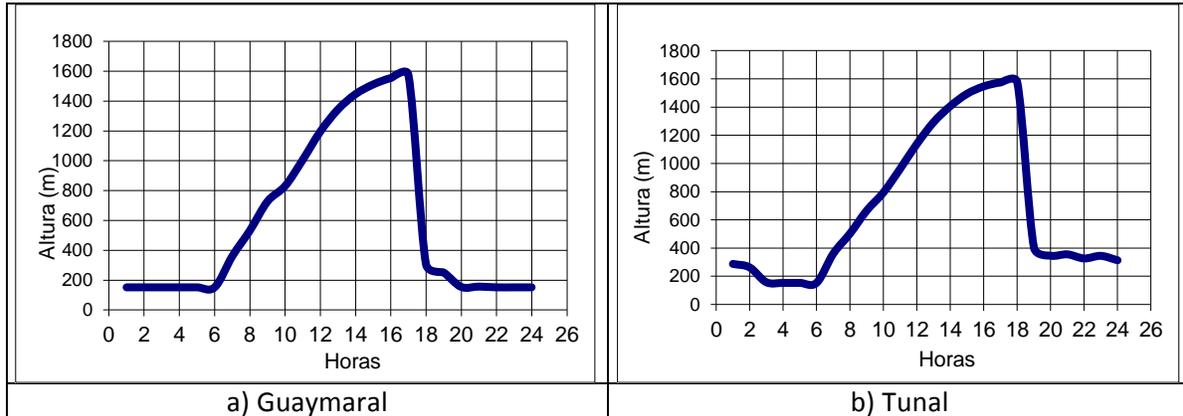


Figura 16. Estimación del perfil promedio horario mensual de la altura de la capa de mezcla a) Guaymaral y b) Tunal - febrero de 2019

De acuerdo con la radiación solar media mensual y las velocidades del viento promedio durante el mes de febrero, las categorías de estabilidad atmosférica promedio horarias fueron como se resume en la Tabla 10 y la Tabla 11. El comportamiento observado en dichas tablas es recurrente, es decir, en horas de la madrugada y la noche, la atmosfera se hace estable (E y F) debido a la ausencia de radiación solar incidente y la perdida de calor del suelo, pero una vez ingresa la energía del sol a la atmosfera, la atmosfera se hace inestable (A, B y C), pasando por una condición neutral, estabilidad (D).

Tabla 10. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Guaymaral - febrero de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R <sub>g</sub>	R <sub>n</sub>	z <sub>0</sub>	z <sub>m</sub>	u <sub>0</sub>	N	H <sub>0</sub>	Q*	LN (z <sub>m</sub> /z <sub>0</sub> )	C <sub>DN</sub>	u <sub>0</sub> <sup>2</sup>	C	u*	h <sub>mec</sub>	h <sub>conv</sub>	H <sub>z</sub>	Estabilidad
hr	m/s	°C	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	m	m	m/s								m/s	m	m	m	
1	0,7	11,9	0,0	-46,5	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
2	0,7	11,3	0,0	-60,3	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
3	0,6	10,9	0,0	-47,1	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
4	0,7	10,6	0,0	-47,4	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
5	0,6	10,3	0,0	-40,8	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
6	0,7	10,2	0,0	-40,9	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
7	0,7	10,3	24,2	-11,0	1	6	0,23	8	5,8	0,14	1,8	-	-	-	0,271	361	184	361	D
8	1,0	13,3	173,7	85,7	1	6	0,23	7	47,6	0,14	1,8	-	-	-	0,400	532	351	532	C
9	1,2	16,5	395,1	231,8	1	6	0,27	6	111,0	0,23	1,8	-	-	-	0,547	727	577	727	B
10	1,3	18,3	561,9	340,0	1	6	0,29	5	158,1	0,30	1,8	-	-	-	0,624	830	797	830	A
11	1,4	19,8	690,1	428,4	1	6	0,31	5	196,5	0,36	1,8	-	-	-	0,674	896	1006	1006	A
12	1,4	21,3	767,7	476,0	1	6	0,31	4	216,8	0,36	1,8	-	-	-	0,707	941	1195	1195	A
13	1,3	22,0	673,4	426,2	1	6	0,31	6	194,5	0,35	1,8	-	-	-	0,676	899	1343	1343	A
14	1,6	22,1	520,4	322,5	1	6	0,36	6	148,6	0,59	1,8	-	-	-	0,584	777	1446	1446	B
15	1,8	21,2	345,5	209,5	1	6	0,41	7	99,2	0,82	1,8	-	-	-	0,547	727	1510	1510	B
16	1,9	19,8	253,4	138,8	1	6	0,43	6	68,5	0,95	1,8	-	-	-	0,534	710	1553	1553	C
17	1,8	18,2	144,8	63,5	1	6	0,40	6	35,9	0,79	1,8	-	-	-	0,481	640	1575	1575	C
18	1,3	16,8	0,0	-36,1	1	6	-	6	-13,7	-	1,8	0,23	0,06	0,44	0,230	307	307	307	F
19	1,2	15,4	0,0	-44,0	1	6	-	5	-11,3	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,189	252	252	252	F

Hora Local	Vel Viento	T	R <sub>g</sub>	R <sub>n</sub>	z <sub>o</sub>	z <sub>m</sub>	u <sub>o</sub>	N	H <sub>o</sub>	Q*	LN (z <sub>m</sub> /z <sub>o</sub> )	C <sub>DN</sub>	u <sub>o</sub> <sup>2</sup>	C	u*	h <sub>mec</sub>	h <sub>conv</sub>	H <sub>z</sub>	Estab
hr	m/s	°C	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	m	m	m/s								m/s	m	m	m	
20	1,0	14,6	0,0	-44,6	1	6	-	5	-6,9	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,116	155	155	155	F
21	1,0	14,0	0,0	-51,7	1	6	-	4	-7,0	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,118	157	157	157	F
22	0,9	13,5	0,0	-52,1	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
23	0,8	12,9	0,0	-45,8	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
24	0,9	12,5	0,0	-46,1	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F

Tabla 11. Estimación de la altura de la capa de mezcla de la ciudad de Bogotá. Estación Tunal - febrero de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R <sub>g</sub>	R <sub>n</sub>	z <sub>o</sub>	z <sub>m</sub>	u <sub>o</sub>	N	H <sub>o</sub>	Q*	LN (z <sub>m</sub> /z <sub>o</sub> )	C <sub>DN</sub>	u <sub>o</sub> <sup>2</sup>	C	u*	h <sub>mec</sub>	h <sub>conv</sub>	H <sub>z</sub>	Estab
hr	m/s	°C	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
1	1,2	10,7	0,0	-54,0	1,000	6,000	-	4	-12,8	-	1,8	0,23	0,06	0,28	0,216	287	287	287	F
2	1,2	10,4	0,0	-47,4	1,000	6,000	-	5	-11,7	-	1,8	0,23	0,06	0,21	0,197	262	262	262	F
3	1,0	10,1	0,0	-47,6	1,000	6,000	-	5	-7,0	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,118	157	157	157	F
4	1,0	9,7	0,0	-47,8	1,000	6,000	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
5	1,0	9,5	0,0	-48,0	1,000	6,000	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
6	1,0	9,5	0,0	-41,3	1,000	6,000	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
7	1,0	9,8	39,4	-1,0	1,000	6,000	0,23	8	10,3	0,14	1,8	-	-	-	0,285	-	206	379	D
8	1,1	12,5	198,0	101,6	1,000	6,000	0,26	7	54,9	0,20	1,8	-	-	-	0,419	-	381	557	C
9	1,2	15,8	297,8	171,8	1,000	6,000	0,28	7	84,8	0,25	1,8	-	-	-	0,486	-	553	646	B
10	1,3	17,5	514,2	313,5	1,000	6,000	0,31	6	146,8	0,35	1,8	-	-	-	0,591	-	765	786	B
11	1,3	19,2	582,1	361,2	1,000	6,000	0,31	6	167,1	0,35	1,8	-	-	-	0,626	-	952	952	A
12	1,6	20,1	607,2	379,2	1,000	6,000	0,38	6	174,7	0,65	1,8	-	-	-	0,616	-	1115	1115	A
13	2,1	20,7	588,0	366,8	1,000	6,000	0,48	6	168,9	1,39	1,8	-	-	-	0,653	-	1252	1252	B
14	2,6	20,7	525,6	324,4	1,000	6,000	0,59	6	150,2	2,45	1,8	-	-	-	0,719	-	1363	1363	B
15	3,1	20,4	501,4	301,0	1,000	6,000	0,70	5	139,9	4,18	1,8	-	-	-	0,821	-	1458	1458	B
16	2,6	19,3	344,0	193,1	1,000	6,000	0,60	5	92,7	2,56	1,8	-	-	-	0,702	-	1518	1518	B
17	2,1	18,7	159,7	67,4	1,000	6,000	0,48	5	37,4	1,30	1,8	-	-	-	0,553	-	1541	1541	C
18	1,7	16,9	0,0	-49,4	1,000	6,000	-	4	-20,6	-	1,8	0,23	0,06	0,62	0,345	459	459	459	F
19	1,5	14,5	0,0	-51,4	1,000	6,000	-	4	-18,0	-	1,8	0,23	0,06	0,53	0,302	402	402	402	F
20	1,4	13,4	0,0	-52,2	1,000	6,000	-	4	-15,5	-	1,8	0,23	0,06	0,42	0,259	345	345	345	F
21	1,4	12,6	0,0	-52,7	1,000	6,000	-	4	-15,9	-	1,8	0,23	0,06	0,44	0,267	355	355	355	F
22	1,3	12,1	0,0	-53,1	1,000	6,000	-	4	-14,6	-	1,8	0,23	0,06	0,38	0,245	325	325	325	F
23	1,4	11,7	0,0	-53,3	1,000	6,000	-	4	-15,4	-	1,8	0,23	0,06	0,42	0,258	344	344	344	F
24	1,3	11,3	0,0	-53,6	1,000	6,000	-	4	-14,0	-	1,8	0,23	0,06	0,35	0,235	312	312	312	F

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

De acuerdo con los registros de radiación solar, enero es el mes con mayores acumulados horarios en la ciudad. De manera atípica, el mes febrero de 2019 reporta los mayores acumulados horarios mensuales de radiación solar; estas cantidades se registraron al norte y al sur de la ciudad, con valores cercanos a los 690 W/m<sup>2</sup>, en la hora de mayor incidencia.

Las cantidades de radiación solar se vieron reflejadas en los

mayores acumulados de radiación solar al medio día, en enero, rondaron los 690 W/m<sup>2</sup>, en cambio durante el mes de febrero, estos acumulados fluctuaron entre 760 W/m<sup>2</sup> a 905 W/m<sup>2</sup> en la hora de mayor incidencia. El incremento en los niveles de radiación solar, se relacionan estrechamente con la producción de ozono a nivel troposférico, estas concentraciones superaron los 70 µg/m<sup>3</sup> al norte y estuvieron por encima de los 50 µg/m<sup>3</sup> en el centro y suroriente de la ciudad en la hora de mayor incidencia. Ver Figura 17 a) y d).

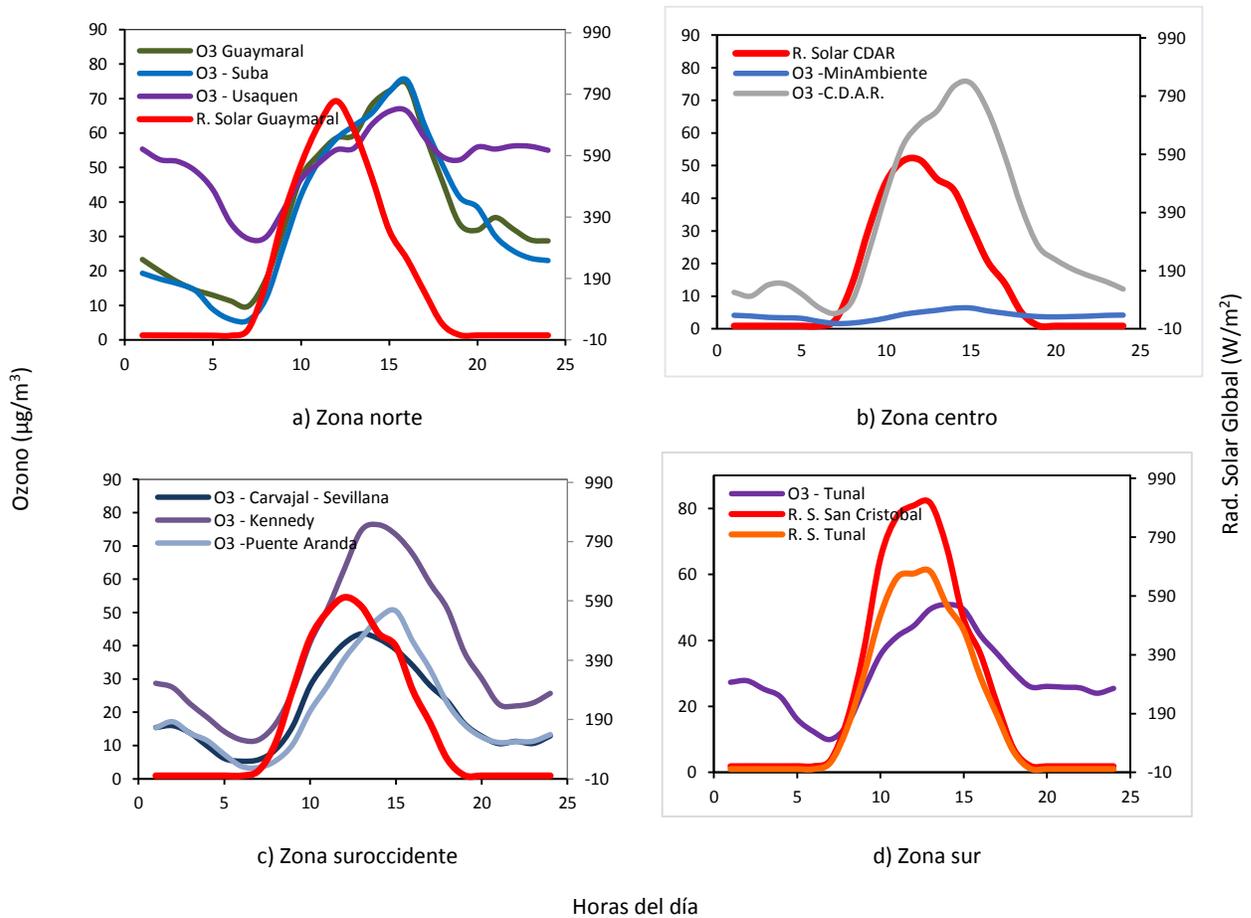


Figura 17. Comportamiento horario de O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>), febrero 2019.  
a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

## 10. REPORTE MENSUAL DE VALIDACIÓN SIMCAB

### 10.1. MODELO METEOROLÓGICO WRF

Los diagramas de Taylor (ver Figura 18) y los Box Plot (Ver Figura 19) de las variables meteorológicas continuas permiten observar estadísticos que explican el grado acierto entre lo modelado a través de WRF y los valores medidos por la RMCAB para la ciudad de Bogotá y sus distintas estaciones de

monitoreo durante el mes de febrero. De la ver Figura 18 se deduce que los elementos meteorológicos con menor grado de correspondencia fueron la velocidad del viento y la presión. Por ejemplo, el error cuadrático medio (RMSE) del viento fue alto, ligeramente por debajo de los a 2,0 m/s, un coeficiente de correlación bajo y con una mayor dispersión (BIAS) que la esperada. En cuanto a temperatura y la radiación solar, se observa un mayor grado de correspondencia.

Al realizar el análisis por estación, se observa que la mayoría de estaciones tuvieron un comportamiento similar. En la velocidad del viento, por ejemplo, las menores correspondencias se presentaron en las estaciones de Guaymaral y Suba, cuyos coeficientes de correlación no superan el valor 0,3.

En cuanto a la humedad relativa se observa un mayor BIAS en la estación de Kennedy que las demás estaciones, ubicándose por encima de 1,5; entretanto, la estación de Guaymaral presenta una muy buena correlación y el RMSE en torno al 10% humedad en todas las estaciones. A nivel ciudad el comportamiento es idéntico al estimado por cada estación, con un coeficiente correlación ligeramente menor.

En cuanto al ciclo diurno de la temperatura, las diferencias presentadas son de poca significancia. En el mes de febrero continúa subestimándose la temperatura especialmente entre las 7 A.M. y la 1 P.M. En el box plot de la humedad relativa se observa que el modelo tiene muchos más valores medios entre 40% y 80%; algo similar sucede con la velocidad del viento en donde se observa mayor frecuencia en valores modelados por encima de 3 m/s entre las 10 A.M. y las 6 P.M.

En términos de precipitación (ver Tabla 12) la validación se realiza con tablas de contingencia como variable categórica (lluvia – no lluvia). Los resultados indican que en general, el modelo presenta una (BIAS) mayor a 1 lo que indica que para febrero sobrestimó los días con lluvia. Para este mes la probabilidad de detección (POD, por sus siglas en inglés) fue superior al 90% lo que indica que el modelo simuló bien los días con lluvia, sin embargo, la BIAS y la razón de falsa alarma (FAR, por sus siglas en inglés), indican que el modelo simuló más días con lluvia de los que en realidad se presentaron, sobre todo en la estación de Kennedy donde se observa una desviación estándar exacerbada de 25.

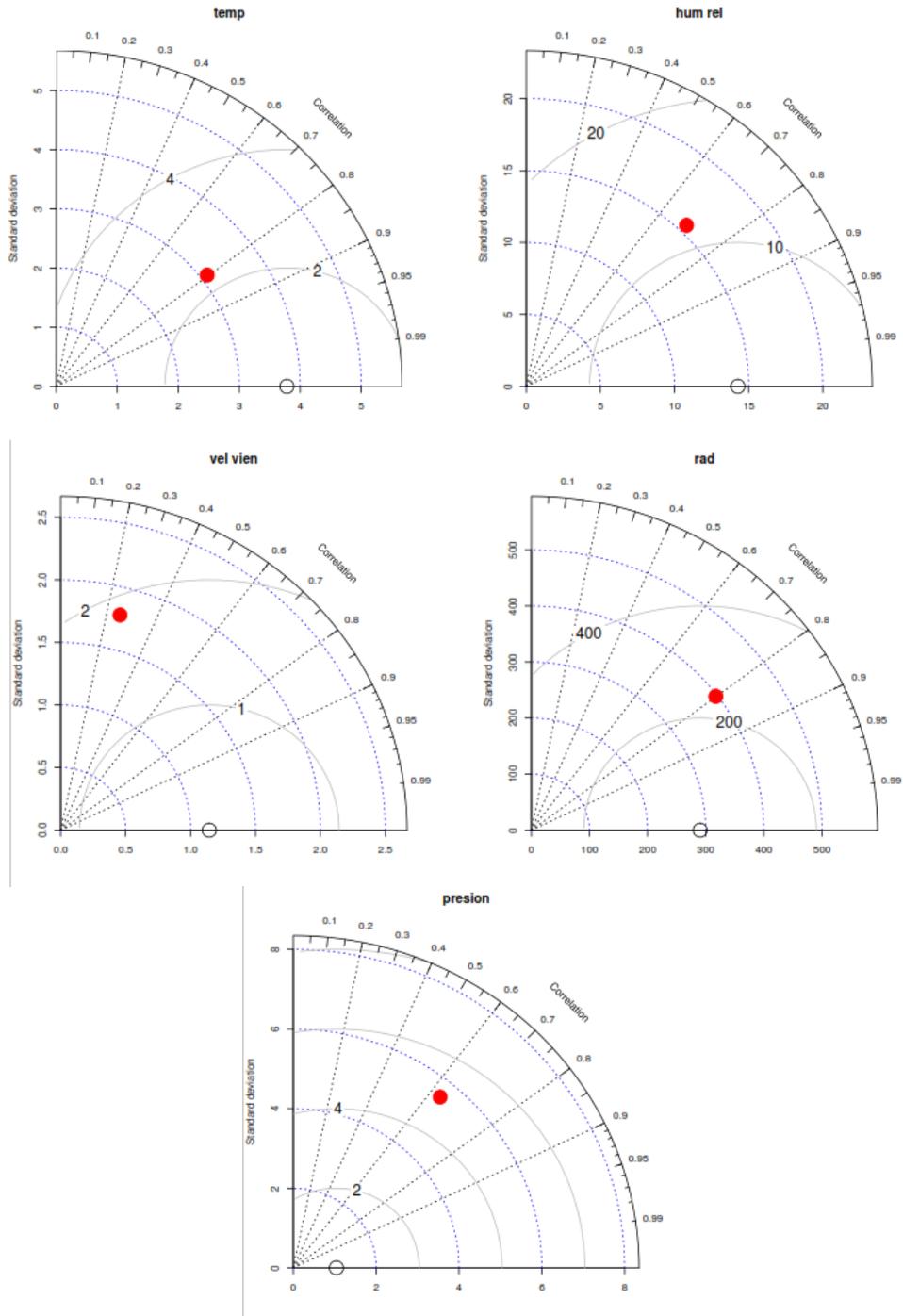


Figura 18. Diagramas de Taylor parámetros meteorológicos. Febrero 2019

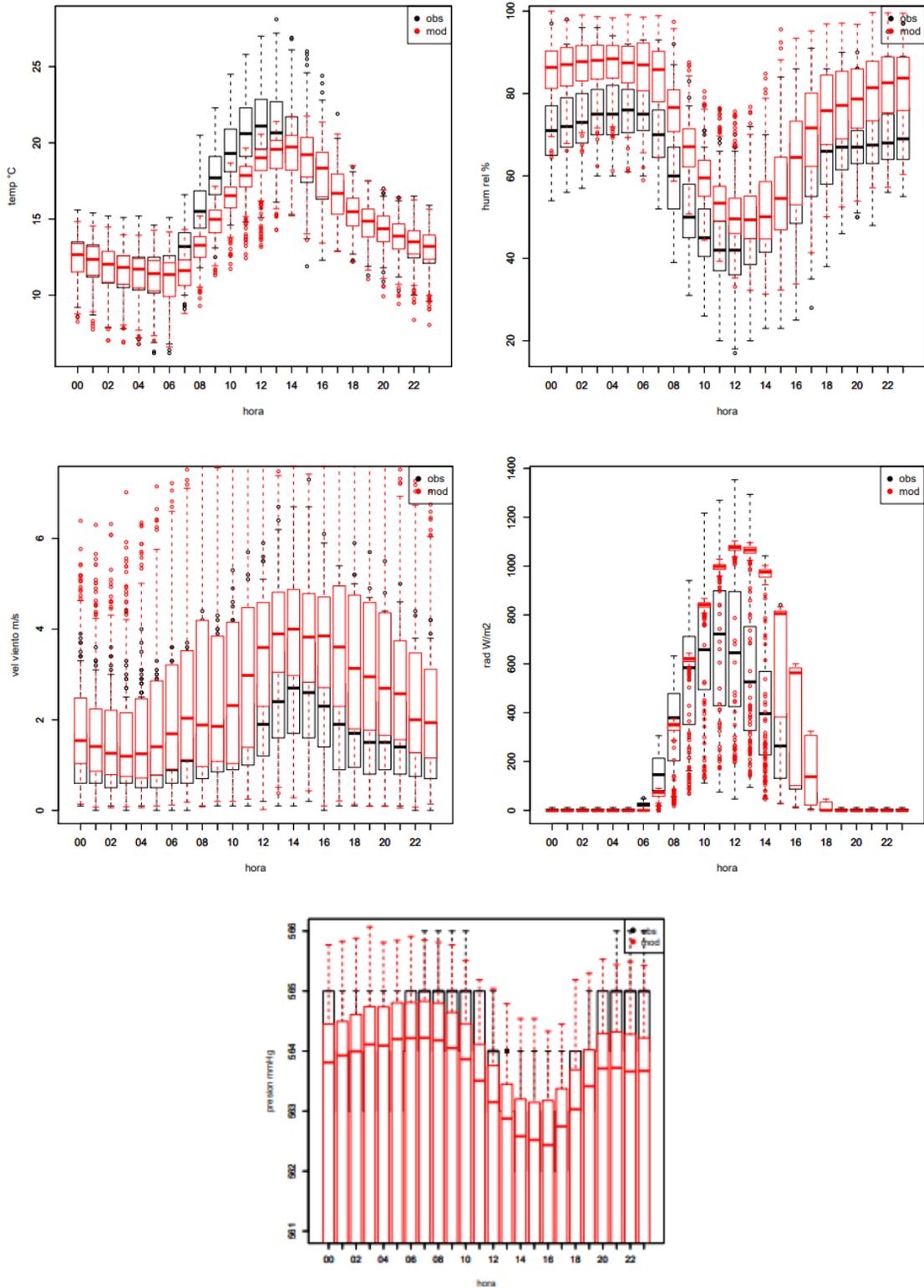


Figura 19. Box Plot parámetros meteorológicos – Febrero 2019

Tabla 12. Datos estadísticos de precipitación por estación - Febrero 2018

ESTACIÓN	THREAT SCORE	POD	FAR	PERCENT CORRECT	BIAS
Carvajal	0,36	1	0,64	0,5	2,75
CDAR	0,32	1	0,68	0,32	3,11
Guaymaral	0,68	0,9	0,27	0,68	1,24
Kennedy	0,04	0,99	0,96	0,14	25
Las Ferias	0,5	1	0,5	0,5	2
Puente Aranda	0,52	1	0,48	0,61	1,92
San Cristóbal	0,33	1	0,67	0,43	3
Tunal	0,4	1	0,6	0,57	2,5
Usaquén	0,42	1	0,58	0,46	2,36

## 10.2. MODELO DE PRONÓSTICO

A partir de los datos medidos en las estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire en la ciudad, se realizó una validación del modelo de pronóstico para los contaminantes PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y CO en el mes de Febrero de 2019. Para el material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), se realizó el diagrama de Taylor para los promedios diarios, dado que éstos valores son los que se comparan con la normatividad actual. Con los ajustes a los resultados producto del análisis del modelo con observaciones en meses anteriores, se estableció que, para PM<sub>10</sub>, el modelo tiene una correlación de Pearson cercana a 0.80, adicionalmente, el modelo presenta un RMSE cercano a 10 µg/m<sup>3</sup>; Por otro lado, para PM<sub>2.5</sub> el modelo tiene una correlación con respecto a los datos observados de 0.80, con un RMSE de 6 µg/m<sup>3</sup>.

En cuanto a los gases, el CO es el que mejor se representa en métrica horaria por el modelo con un RMSE menor a 400 µg/m<sup>3</sup> y una correlación de Pearson cercana a 0.80; mientras que los demás gases muestran correlaciones cercanas a 0.6.

Dado que el material particulado es el contaminante más crítico en la ciudad, se muestra a continuación una tabla de sesgos (bias, definido como concentración modelada menos concentración observada), que muestra el comportamiento promedio de los sesgos del modelo para el mes de febrero, por estación. De esta tabla se puede concluir que para este mes, el modelo tendió a subestimar las concentraciones de material particulado hasta 13 µg/m<sup>3</sup> en promedio para PM<sub>10</sub> y hasta 3 µg/m<sup>3</sup> en promedio para PM<sub>2.5</sub>. Ver *Figura 20*.

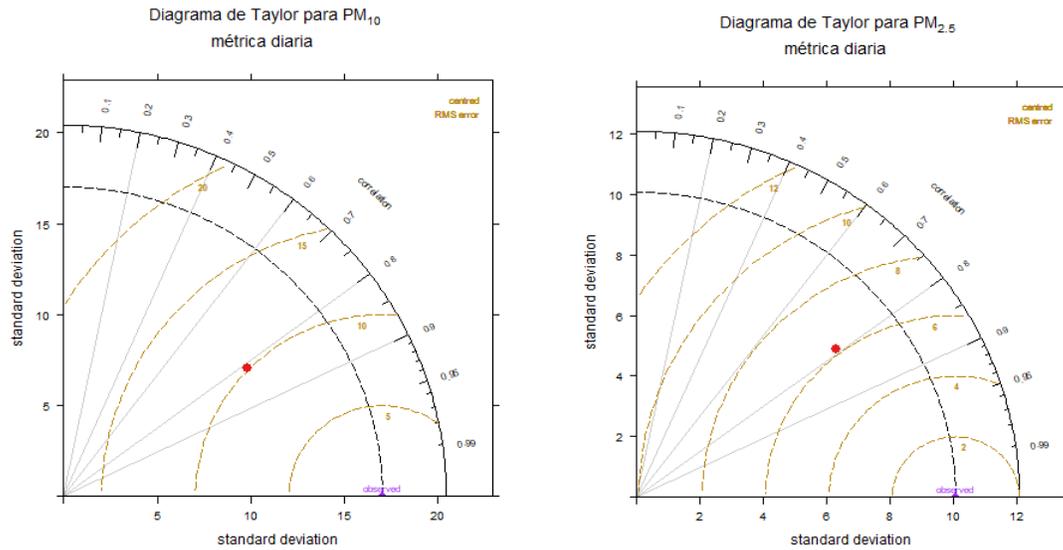
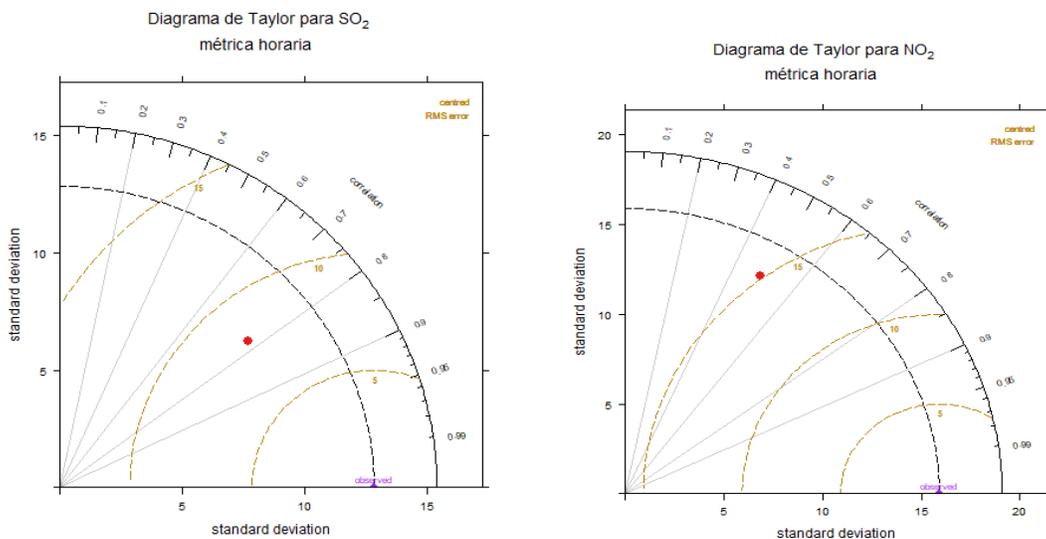


Figura 20: Diagramas de Taylor para material particulado, en métrica diaria

En cuanto a los gases, el ozono es el que mejor se representa en métrica horaria por el modelo con un RMSE menor a 13 ppb y una correlación de Pearson cercana a 0.60; mientras que los demás gases muestran correlaciones inferiores a 0.13. Ver Figura 21.



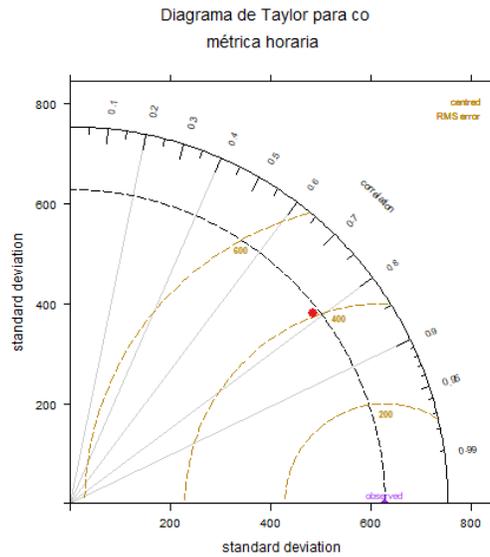


Figura 21: Diagramas de Taylor para  $NO_2$ ,  $CO$ , y  $SO_2$ , en métrica horaria

Dado que el material particulado es el contaminante más crítico en la ciudad, se muestra en la Tabla 13 los valores de sesgos (bias, definido como concentración modelada menos concentración observada), que muestra el comportamiento promedio de los sesgos del modelo para el mes de febrero, por estación. De esta tabla se puede concluir que para este mes, el modelo tendió a subestimar las concentraciones de material particulado hasta  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en promedio para  $PM_{10}$  y hasta  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en promedio para  $PM_{2.5}$

Tabla 13. Sesgos en los promedios diarios de material particulado determinados para febrero por el modelo (IC 95%).

Estación	Sesgo diario $PM_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Sesgo diario $PM_{2.5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Carvajal-Sevillana</b>	$-13 \pm 15$	$-3 \pm 10$
<b>CDAR</b>	$-4 \pm 9$	$-1 \pm 6$
<b>Fontibón</b>	$-5 \pm 15$	$-1 \pm 6$
<b>Guaymaral</b>	$-3 \pm 8$	$-1 \pm 5$
<b>Kennedy</b>	$-4 \pm 12$	$-1 \pm 8$
<b>Las Ferias</b>	$2 \pm 9$	$1 \pm 8$
<b>MinAmbiente</b>	$2 \pm 5$	$1 \pm 6$
<b>Estación Móvil</b>	$0 \pm 9$	$1 \pm 7$
<b>Puente Aranda</b>	$-4 \pm 11$	$-1 \pm 5$
<b>San Cristóbal</b>	$-1 \pm 8$	$0 \pm 4$
<b>Suba</b>	$-6 \pm 12$	$-1 \pm 6$
<b>Tunal</b>	$-1 \pm 7$	$-1 \pm 6$
<b>Usaquén</b>	$0 \pm 7$	$0 \pm 5$

## 11. ALERTAS POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA – FEBRERO 14 AL 19 DE 2019

Durante el mes de febrero de 2019 se realizó la declaración de dos alertas por contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá: alerta amarilla en el suroccidente de la ciudad el 14 de febrero y alerta naranja en suroccidente y alerta amarilla a nivel ciudad el día 15 de febrero. En la Tabla 14, se relacionan los actos administrativos y los informes correspondientes a la declaración y finalización de las alertas.

Tabla 14. Documentos alertas contaminación atmosférica Febrero 2019

Evento	Fecha	Acto administrativo	Informe Técnico
Declaración de la Alerta Amarilla por contaminación atmosférica en las localidades de Kennedy, Bosa y Tunjuelito de la ciudad de Bogotá D.C.	14/02/2019	Resolución No. 298 de 2019	IT No. 0224 del 2019
Declaración de la Alerta Amarilla por contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá D.C, y Alerta Naranja en el Suroccidente de la Ciudad	15/02/2019	Resolución No. 302 de 2019	IT No. 0224 del 2019
Finalización de las alertas amarilla en toda la ciudad y naranja en el suroccidente de Bogotá.	19/02/2019	Resolución No. 312 de 2019	IT No. 0259 del 2019

Adicionalmente, la Alcaldía Mayor de Bogotá emitió el Decreto 057 de 2019, mediante el cual se establecieron las siguientes restricciones sobre movilidad:

- Pico y placa para vehículos particulares en días hábiles en horario de las 6:00 hasta las 19:30, el sábado entre 6:30 hasta 18:00 y el domingo entre 6:30 y 15:00.
- Restricción de tránsito de vehículos de carga de más de dos toneladas desde las 6:00 hasta las 19:30 de lunes a viernes, en el polígono definido para la zona suroccidental. (Figura 22).

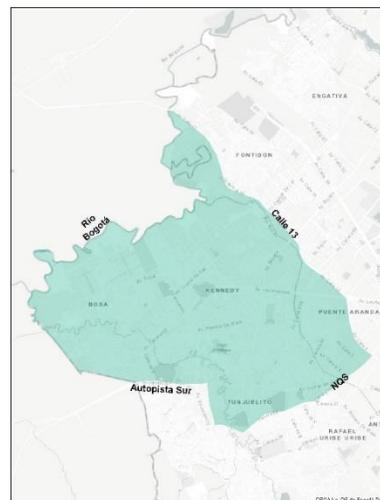


Figura 22. Delimitación polígono restricción vehicular en periodo de alerta naranja – Febrero 2019

La declaratoria de las alertas se dio principalmente por las variaciones en las condiciones meteorológicas registradas a nivel local y regional, las cuales causaron inversiones térmicas en horas de la mañana y mayor frecuencia e intensidad de los vientos provenientes del occidente de la ciudad, así como influencia de los incendios generados en zonas aledañas a la ciudad.

En la Figura 23 se observa el pronóstico de vientos de acuerdo al modelo meteorológico, y en la Figura 24 se observa el pronóstico de concentración de PM2.5 y del índice IBOCA para el día 14 de febrero, el día de declaración de la alerta amarilla. Se observa que en horas de la tarde, hay vientos que proceden del occidente de la ciudad, con lo cual se puede generar incremento de las concentraciones en horas de la tarde. De acuerdo al pronóstico de contaminación, las concentraciones más altas se registraron en la zona suroccidental, y las más bajas en el suroriente de la ciudad.

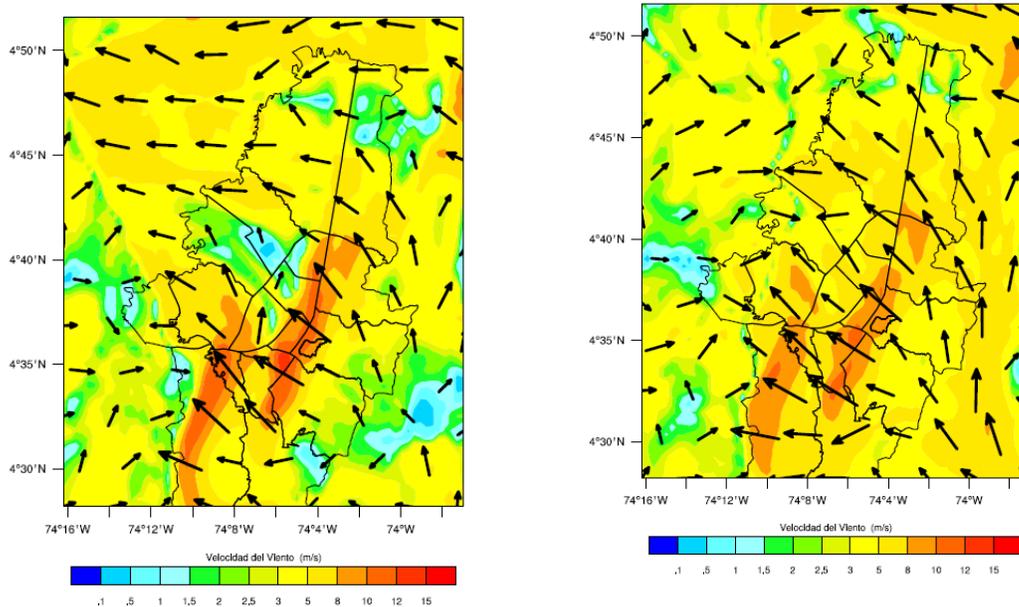


Figura 23. Pronóstico de velocidad y dirección de vientos mañana y tarde - Febrero 14 de 2019

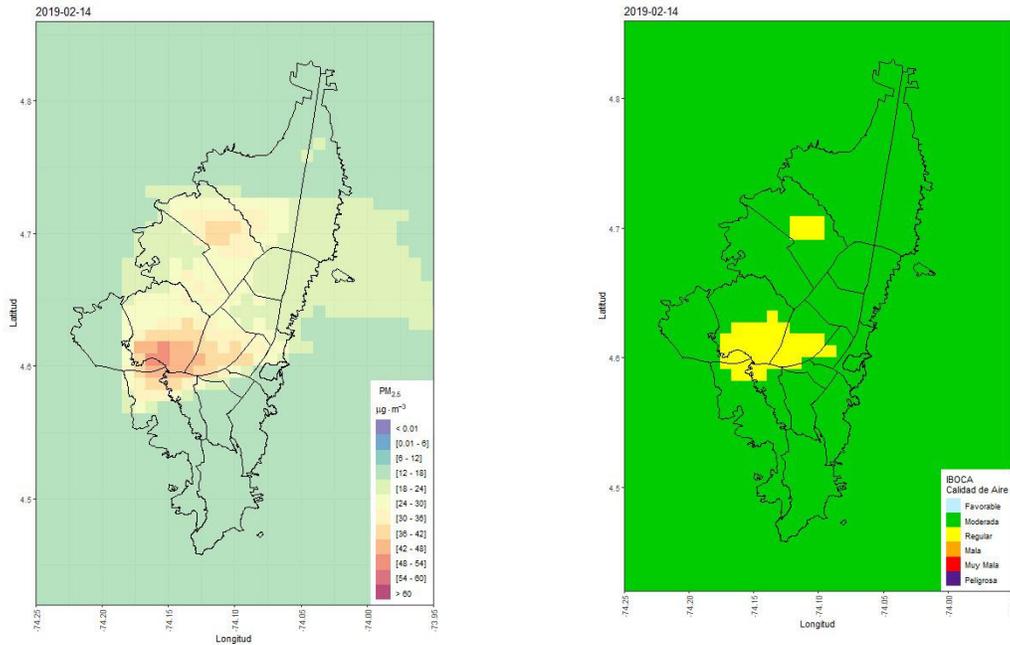


Figura 24. Pronóstico concentraciones PM2.5 e IBOCA PM2.5 para el día 14 de febrero de 2019

En la Figura 25 se muestran las concentraciones de PM2.5 calculadas como medias móviles 24 horas, comparadas con los rangos del IBOCA para PM2.5 y para cada estado de calidad del aire durante la semana del 12 al 18 de febrero de 2018. Se observa que la tendencia de las concentraciones fue al aumento durante la segunda semana de febrero, hasta alcanzar los valores más altos entre el 14 y el 15 de febrero, que correspondieron a días jueves y viernes. Durante el fin de semana se observó un descenso notable, tanto por la dinámica de ciudad de fin de semana como por la restricción vehicular que contribuyó al descenso de los niveles de contaminación, sin embargo en el lunes aumentaron ligeramente las concentraciones, dado que las fuentes retomaban la dinámica entre semana. La estación Carvajal-Sevillana alcanzó el estado más desfavorable de calidad del aire, registrando la condición “mala” desde el 14 hasta el 16 de febrero por 44 horas consecutivas. Las estaciones Kennedy y Móvil se mantuvieron en la condición “regular” la mayor parte del tiempo.

En la Figura 26 se muestran los porcentajes del tiempo en que se mantuvo cada estado de la calidad del aire durante las 48 horas entre el 13 y el 15 de febrero de 2019, se observa que dos de las tres estaciones de la zona suroccidental (Carvajal y Kennedy) cumplían con los criterios para la declaratoria, al superar el 75% del tiempo (36 horas) en una condición “regular” o “mala”. Adicionalmente la estación móvil presentó un 79% del tiempo la condición “regular”, así como la estación Tunal que registró dicho estado el 71% del tiempo.

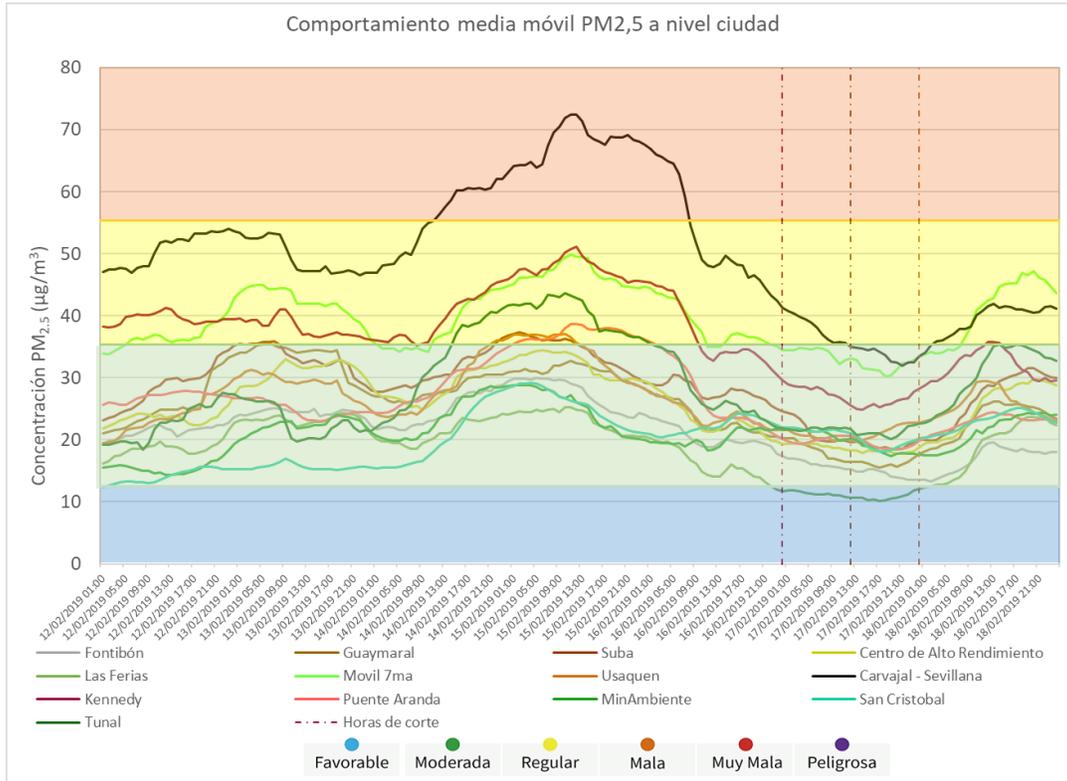


Figura 25. Gráfica medias móviles concentraciones PM<sub>2.5</sub> por estación de monitoreo y niveles IBOCA. Febrero 12 al 18 de 2019

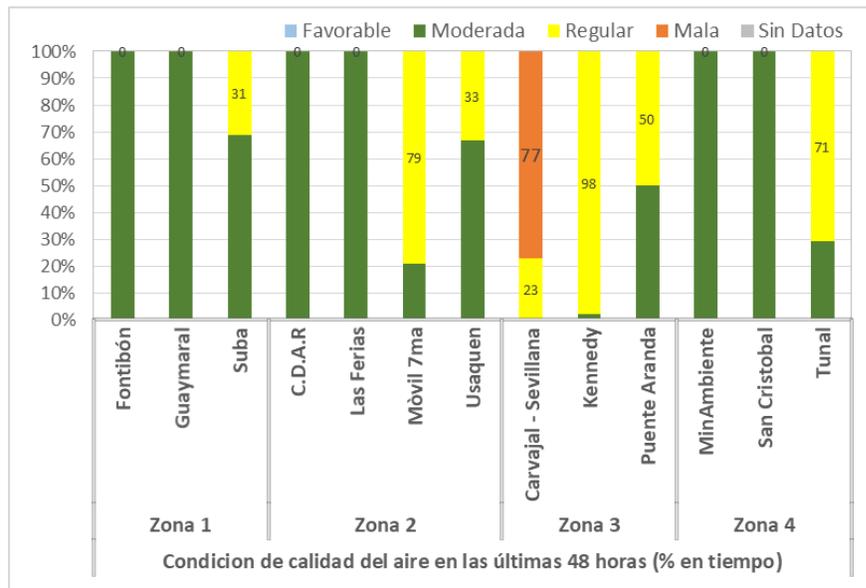


Figura 26. Porcentaje de tiempo de los estados de calidad del aire del IBOCA por estación de monitoreo de 48 horas. Febrero 13 al 15 de 2019

## ANEXOS

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

Tabla 15. Estaciones de monitoreo y variables monitoreadas de la RMCAB

Característica	Carvajal-Sevillana	Centro de Alto Rendimiento	Fontibón	Guaymaral	Kennedy	Las Ferias	Min. Ambiente	Estación Móvil	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunal	Usaquén	Bolivia	
Ubicación	Sigla	CSE	CDAR	FTB	GYR	KEN	LFR	MAM	MOV	PTE	SCR	SUB	TUN	USQ	BOL
	Código	60303	120305	90314	110308	80309	100306	170302	20312	160313	40307	110311	30304	10301	100210
	Latitud	4°35'44.22"N	4°39'30.48"N	4°40'41.67"N	4°47'1.52"N	4°37'30.18"N	4°41'26.52"N	4°37'31.75"N	4°38'32.75"N	4°37'54.36"N	4°34'21.19"N	4°45'40.49"N	4°34'34.41"N	4°42'37.26"N	4°44'9.12"N
	Longitud	74°8'54.90"W	74°5'2.28"W	74°8'37.75"W	74°2'39.06"W	74°9'40.80"W	74°4'56.94"W	74°4'1.13"W	74°5'2.28"W	74°7'2.94"W	74°5'1.73"W	74°5'36.46"W	74°7'51.44"W	74°1'49.50"W	74°7'33.18"W
	Altitud	2563 m	2577 m	2551 m	2580 m	2580 m	2552 m	2621 m	2583 m	2590 m	2688 m	2571 m	2589 m	2570 m	2574 m
	Altura del suelo	3 m	0 m	11 m	0 m	3 m	0 m	15 m	0 m	10 m	0 m	6 m	0 m	10 m	0 m
	Localidad	Kennedy	Barrios Unidos	Fontibón	Suba	Kennedy	Engativá	Santa Fe	Chapinero	Puente Aranda	San Cristóbal	Suba	Tunjuelito	Usaquén	Engativá
	Dirección	Autopista Sur # 63-40	Calle 63 #59A-06	Carrera 104 #20 C-31	Autopista Norte #205-59	Carrera 80 #40-55 sur	Avenida Calle 80 #69Q-50	Calle 37 #8-40	Carrera 7 con calle 60	Calle 10 #65-28	Carrera 2 Este #12-78 sur	Carrera 111 #159A-61	Carrera 24 #49-86 sur	Carrera 7B Bis #132-11	Avenida Calle 80 #121-98
	Tipo de zona	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Suburbana
	Tipo de estación	Tráfico Industrial	De fondo	De tráfico	De fondo	De fondo	De tráfico	De tráfico	De tráfico	Industrial	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo
	Localización toma muestra	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Andén	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde
	Altura punto de muestra	4.2 m	4.05m	15 m	4.8 m	7.71 m	4.02m	4.67 m	4 m	18.7 m	4.88 m	11.4 m	3.62 m	16.45m	4.6 m
	Altura del sensor de viento	13 m	10 m	17.4 m	10 m	10 m	10 m	19 m	12.3 m	20 m	10 m	10 m	10 m	19 m	10 m
Contaminantes	PM <sub>10</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PM <sub>2.5</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	O <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	NO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	
	CO	X	X	X		X	X		X	X			X	X	
	SO <sub>2</sub>	X	X	X		X	X		X	X		X	X		
Var. Meteorológicas	V. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	D. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Temperatura	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
	Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R. Solar		X		X	X			X		X		X		
	H. Relativa		X	X	X	X	X		X		X		X		
Presión Atm.				X	X	X		X							

La elaboración de informes de calidad del aire hace parte de uno de los programas contenidos en el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2016 – 2020 “Bogotá Mejor para Todos”, cuyo cumplimiento es responsabilidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, al ser la autoridad ambiental del Distrito Capital. Además, uno de los procesos misionales de esta entidad es la “Evaluación, control y seguimiento”, dentro del cual se encuentra comprendido el monitoreo de la calidad del aire de la ciudad, el cual se realiza a través de las estaciones de la RMCAB.

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.

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 2018<sup>1</sup>. Los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40 del CFR (*Code of Federal Regulations*), los cuales están aprobados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, de acuerdo con el método equivalente por el cual funciona cada monitor, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR<sup>2</sup>. (Tabla 16)

Tabla 16. Técnicas de medición automáticas de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia EPA

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM <sub>10</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	J
PM <sub>2.5</sub>	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0609-183	L
		EQPM-0308-170	
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0193-091	
NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
SO <sub>2</sub>	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

<sup>1</sup> United States Environmental Protection Agency. List of designated reference and equivalent methods. December 15, 2018. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/amtic\\_list\\_dec\\_2017\\_update\\_1-20-2018\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/amtic_list_dec_2017_update_1-20-2018_0.pdf)

<sup>2</sup> 40 CFR Appendix Table A-1 to Subpart A of Part 53, Summary of Applicable Requirements for Reference and Equivalent Methods for Air Monitoring of Criteria Pollutants. [https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table\\_A-1\\_to\\_subpart\\_A\\_of\\_part\\_53](https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-Table_A-1_to_subpart_A_of_part_53)

## NOTA

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 1 y el 28 de Febrero de 2019, y adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.

Este informe fue elaborado con base en el modelo de los informes periódicos de la RMCAB establecido en el procedimiento interno 126PM04-PR84 Generación y Control de Informes de la RMCAB (v. 4.0). Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno 126PM04-PR87 - Validación de datos de la RMCAB (v. 2.0).

Adicionalmente, los procesos de monitoreo de contaminantes en la RMCAB se realizan bajo los siguientes procedimientos internos:

126PM04-PR04 (v. 9.0)	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
126PM04-PR101 (v. 5.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación del analizador de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>
126PM04-PR102 (v. 4.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub>

### **Elaboró:**

*Eaking Alberto Ballesteros Urrutia – PROFESIONAL RMCAB*  
*Edna Lizeth Montealegre Garzón – PROFESIONAL RMCAB*  
*Jhonathan Ramírez Gamboa – PROFESIONAL RMCAB*  
*Edison Yesid Ortiz Durán – PROFESIONAL SIMCAB*  
*Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez – PROFESIONAL RMCAB*

### **Revisó:**

*Leonardo Quiñones Cantor – PROFESIONAL ESPECIALIZADO SATAB*  
*Luis Álvaro Hernández González – PROFESIONAL RMCAB*

### **Autorizó:**

*Oscar Alexander Ducuara Falla - SUBDIRECTOR DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL*

## FIN DEL INFORME