Enero 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 Móvil

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
Grupo de Validacion 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

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

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_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, SO_2, NO_2 y CO, y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación, solar, velocidad y dirección del viento. A continuación, se muestra el análisis de los datos registrados durante el mes de enero 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 enero de 2019, las abreviaturas de las estaciones usadas en las tablas y gráficas, y los números con los que se identifican en los mapas.

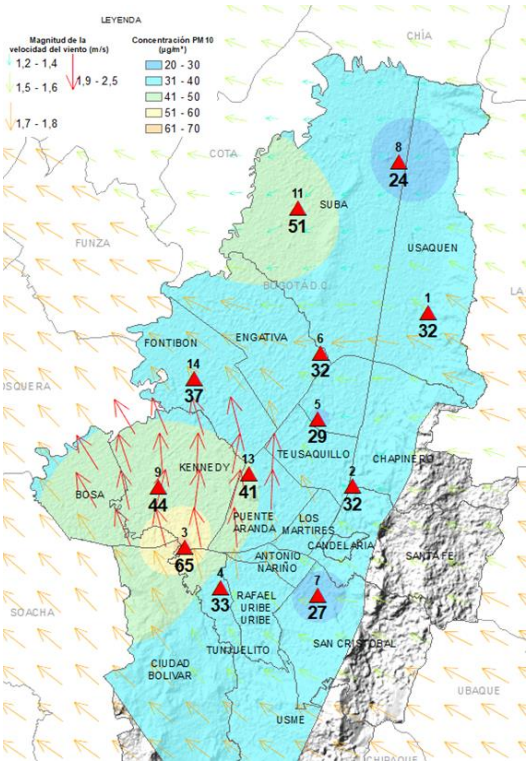
Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	Estación Móvil	MinAmbiente	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal	Bolivia
Abrev.	GYR	USQ	SUB	LFR	CDAR	MOV	MAM	FTB	PTE	KEN	CSE	TUN	SCR	BOL
No. Estación	8	1	11	6	5	12	2	14	13	9	3	4	7	10

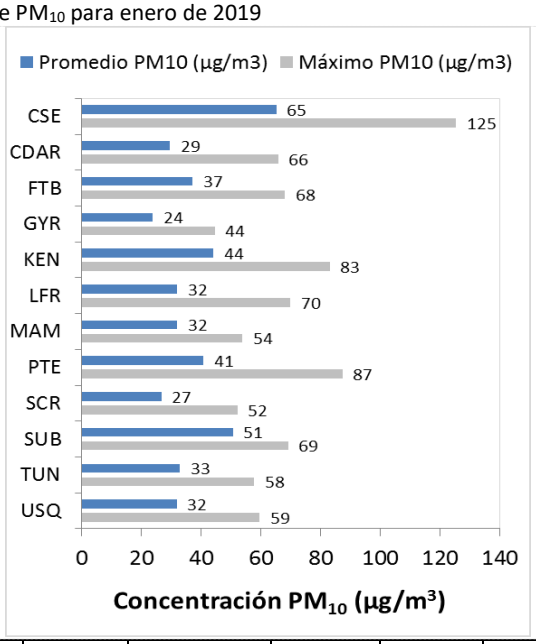
2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM_{10}

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos para material particulado PM_{10} en el mes de enero 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 Carvajal - Sevillana (**65.1 µg/m³**) y Suba (**50.5 µg/m³**), mientras que las menores concentraciones se presentaron en la zona norte en la estación Guaymaral (**23.8 µg/m³**) y en la zona sur en la estación San Cristóbal (**26.6 µg/m³**). La concentración máxima diaria para el mes fue de **125.4 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana, seguida de **83.1 µg/m³** en la estación Kennedy y de **87.3 µg/m³** en Puente Aranda; dichos valores máximos sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³).

Tabla 1. Resumen de datos de PM_{10} para enero de 2019





No.	Est.	Promedio PM_{10} (µg/m³)	Máx PM_{10} (µg/m3)	Exced. 24h	Datos válidos (%)
3	CSE	65.1	125.4	7	97%
5	CDAR	29.5	65.7	0	100%
14	FTB	37.1	68.1	0	100%
8	GYR	23.8	44.5	0	94%
9	KEN	44.1	83.1	2	100%
6	LFR	32.0	69.9	0	100%
2	MAM	31.9	53.8	0	100%
12	MOV*	46.7	93.6	2	74%
13	PTE	40.7	87.3	2	100%
7	SCR	26.6	52.0	0	100%
11	SUB	50.5	69.1	0	100%
4	TUN	32.9	57.7	0	100%
1	USQ	31.8	59.5	0	100%

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

La Figura 1 presenta las concentraciones diarias de PM_{10} 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_{10} se presentaron en la zona suroccidental (Carvajal-Sevillana, Kennedy y Puente Aranda), 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 semana del mes. Esto debido a cambios en el régimen de vientos, en los que aumentó la procedencia de corrientes del occidente. En el mes de enero de 2019 se presentaron trece (13) excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria de PM_{10} según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (75 µg/m³) en las estaciones Carvajal-Sevillana (7), Kennedy (2), Estación móvil (2) y Puente Aranda (2).

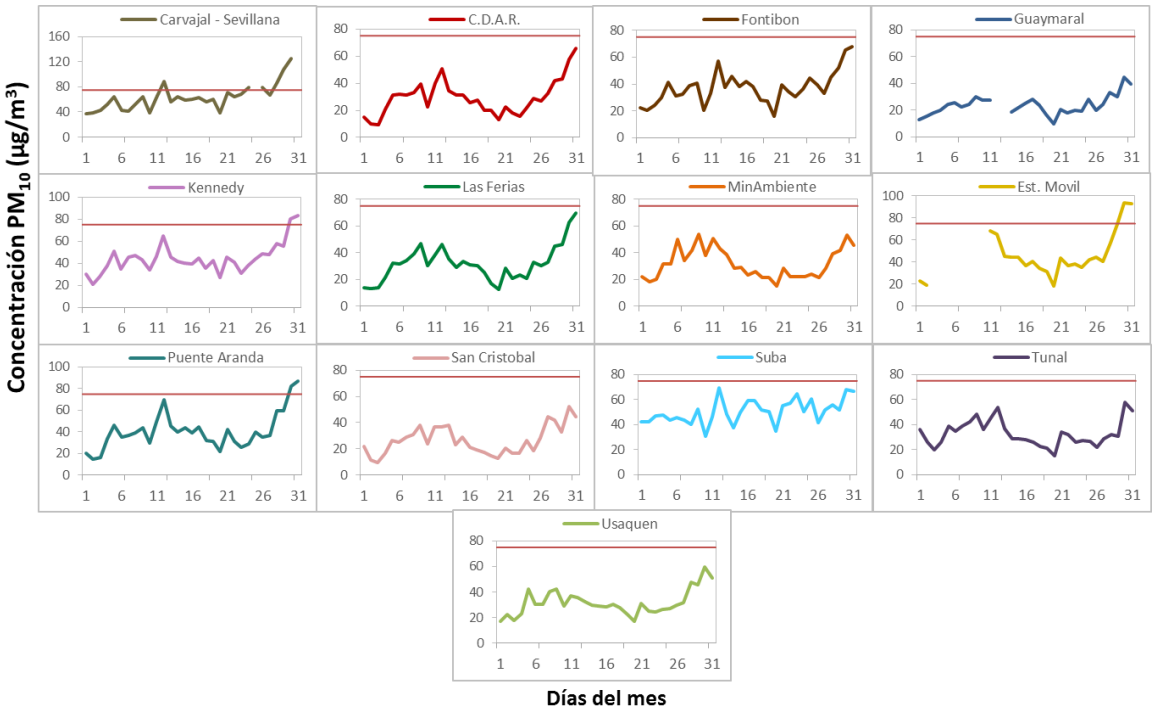


Figura 1. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM_{10} para enero de 2019

La Figura 2 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones promedio mensual de PM_{10} para el mes de enero en los últimos 3 años. Se observa que la estación Carvajal-Sevillana ha registrado las concentraciones más altas en los últimos tres años, siendo el registro más alto el del año 2018 (66 µg/m^3). En general se observa que en el año 2019 hubo una ligera disminución de la concentración respecto a la registrada el año anterior, a excepción de la estación Suba, que tuvo su registro más alto en el 2019. La estación Guaymaral registró la mayor reducción en el 2019 con respecto al año anterior, con 10 µg/m^3 de diferencia.

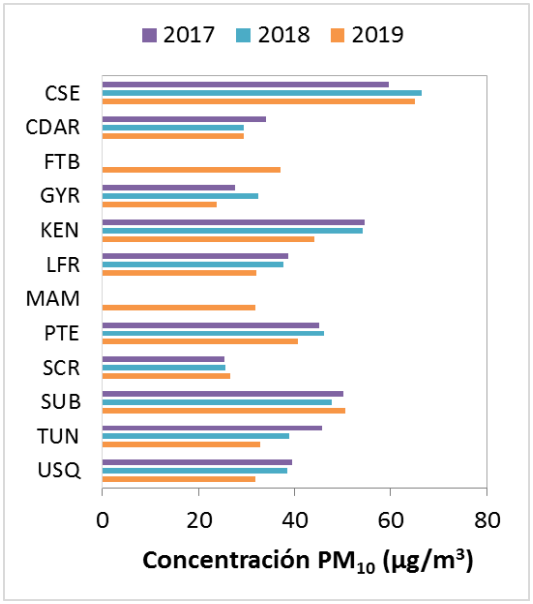


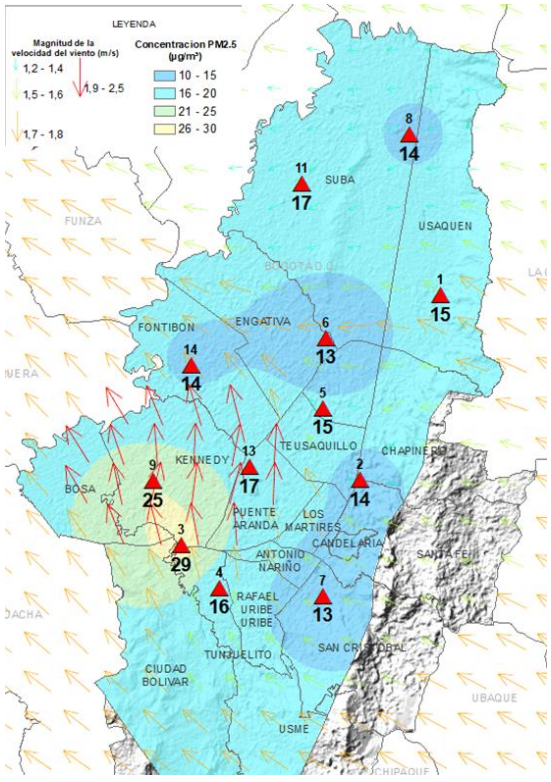
Figura 2. Comportamiento interanual de las concentraciones de PM_{10} (2017-2018-2019) para los meses de enero

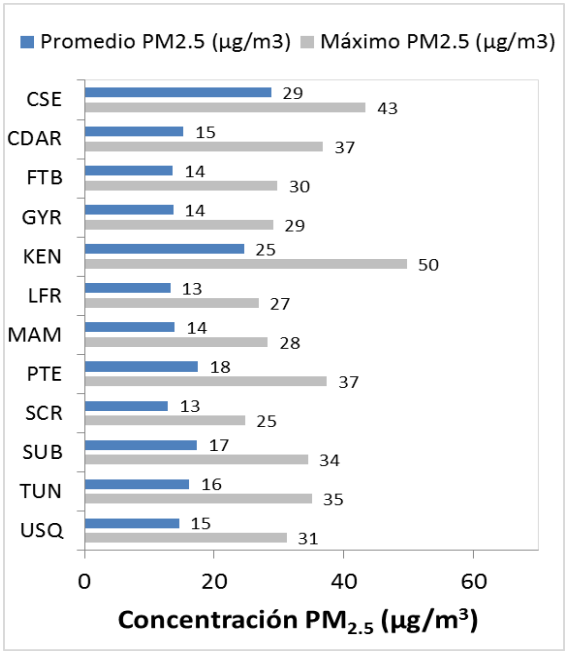
3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE $PM_{2.5}$

La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para material particulado $PM_{2.5}$ en el mes de enero 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 **28.8 µg/m³** y en la estación Kennedy con **24.6 µg/m³**; mientras que las menores concentraciones se presentaron en las estaciones Las Ferias (**13.3 µg/m³**) y San Cristóbal (**12.9 µg/m³**). La concentración máxima diaria de $PM_{2.5}$ para el mes fue de **53.9 µg/m³** en la Estación Móvil, seguida de **49.8 µg/m³** en Kennedy y de **43.4 µg/m³** en la estación Carvajal - Sevillana; las concentraciones máximas registradas en estas tres estaciones sobrepasaron la norma nacional diaria (37 µg/m³).

Tabla 2. Resumen de datos de $PM_{2.5}$ para enero de 2019





No.	Est.	Promedio $PM_{2.5}$ (µg/m³)	Máx. $PM_{2.5}$ (µg/m3)	Exced. 24h	Datos válidos (%)
3	CSE	28.8	43.4	7	100%
5	CDAR	15.3	36.8	0	100%
14	FTB	13.7	29.8	0	100%
8	GYR	13.7	29.1	0	84%
9	KEN	24.6	49.8	2	100%

6	LFR	13.3	26.9	0	100%
2	MAM	13.9	28.3	0	100%
12	MOV*	27.8	53.9	5	74%
13	PTE	17.5	37.4	1	94%
7	SCR	12.9	24.8	0	100%
11	SUB	17.3	34.5	0	100%
4	TUN	16.2	35.1	0	97%
1	USQ	14.6	31.2	0	100%

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

La Figura 3 presenta las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ comparadas respecto al nivel máximo permisible por la norma nacional. De acuerdo a la ubicación, se observa que las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ se presentaron en la zona suroccidente (Carvajal-Sevillana y Kennedy), en la última semana del mes; mientras que las concentraciones más bajas se registraron en la zona sur (San Cristóbal), en las dos primeras semanas del mes. El comportamiento del contaminante es similar al del PM10, con una tendencia al incremento en todas las estaciones para los últimos días del mes. En enero de 2019 se presentaron quince (15) excedencias al valor establecido por la norma nacional diaria de $PM_{2.5}$ (37 µg/m³) en la estación Carvajal-Sevillana (7), Kennedy (2), Móvil (5) y Puente Aranda (1).

Se observa que en general todas las estaciones registraron incrementos en las últimas semanas, las cuales se vieron influenciadas por los incendios forestales registrados en el barrio Moralba (San Cristóbal) y el barrio El Recuerdo (Ciudad Bolívar) los días 24 y 26 de enero respectivamente, lo cual influyó en el aumento del material particulado en el sur de la ciudad los últimos días de enero.

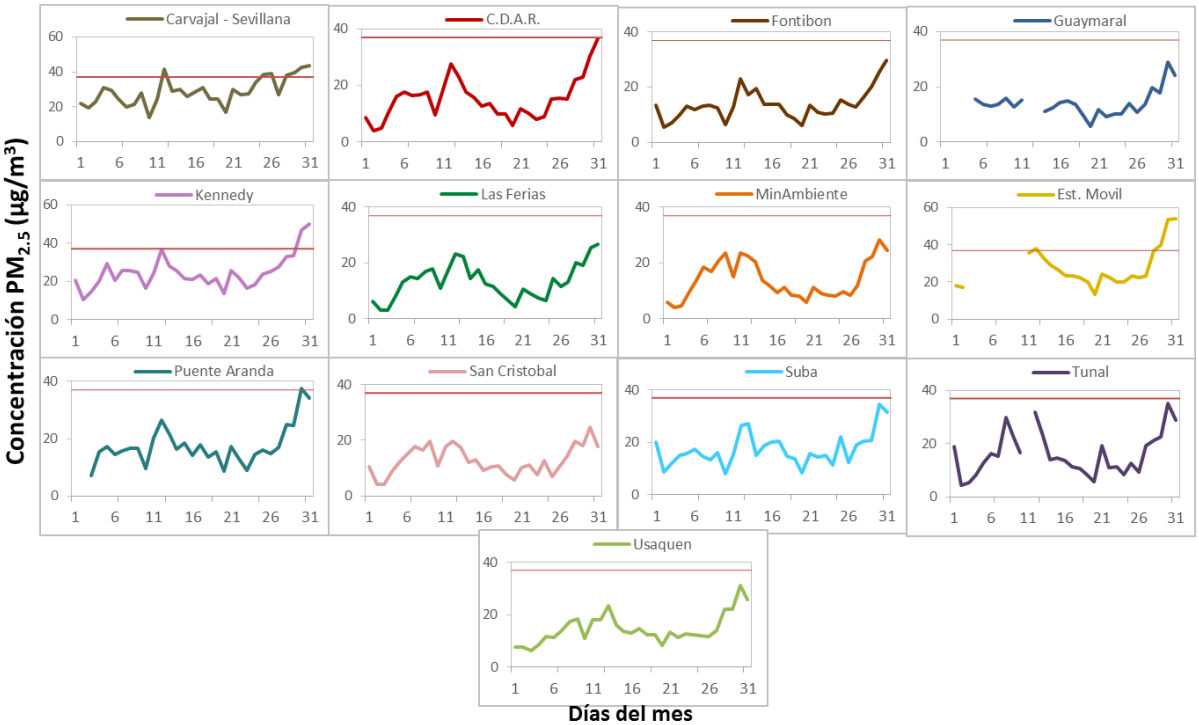


Figura 3. Comportamiento de las concentraciones diarias $PM_{2.5}$ para enero de 2019

La Figura 4 presenta el comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ para el mes de enero en los últimos 3 años. La estación Carvajal-Sevillana registra las concentraciones más altas, con 29 µg/m³ en los años 2018 y 2019. En las demás estaciones, los valores registrados en el mes para el 2019 fueron más bajos que en los años anteriores; la mayor reducción respecto al año 2018 se registró en la estación Tunal, con una disminución de 6 µg/m³.

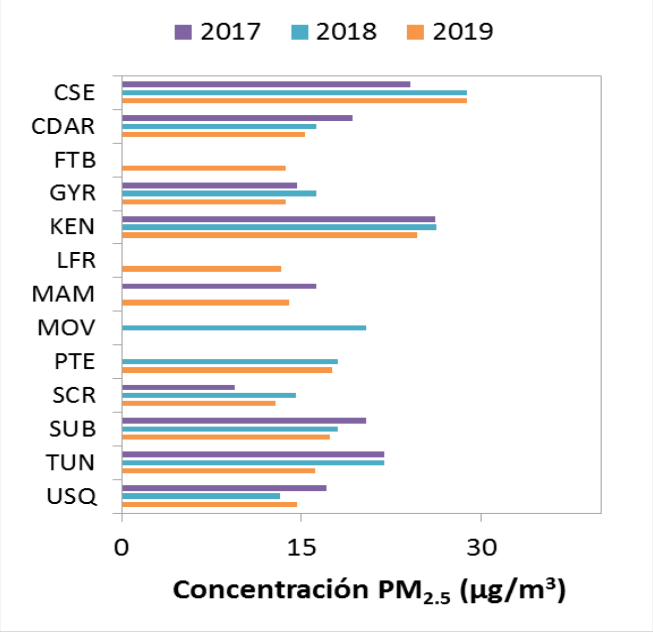


Figura 4. Comportamiento interanual de las concentraciones de $PM_{2.5}$ (2017-2018-2019) para los meses de enero

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

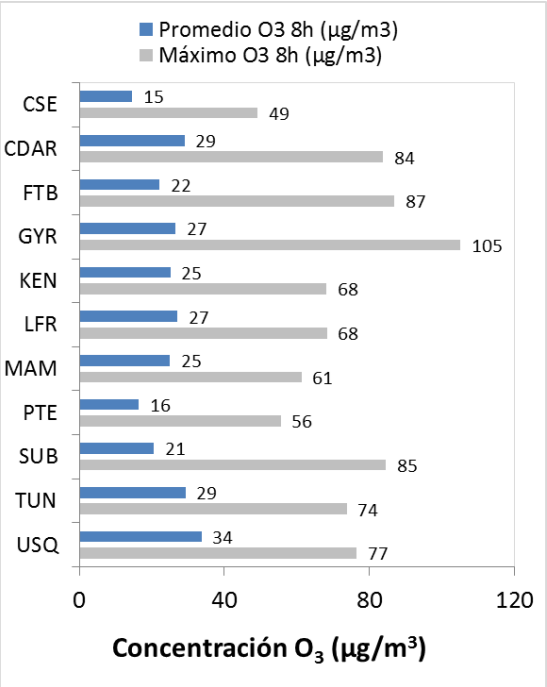
La Tabla 3 presenta los datos obtenidos para ozono - O_3 - en el mes de enero de 2019, incluyendo los promedios mensuales, concentraciones 8 horas máximas, número de excedencias a la norma 8 horas establecida por la Resolución 2254 de 2017 del MADS y porcentaje de datos válidos en el mes (de acuerdo 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 Tunal **(29.260 µg/m³)** y Centro de Alto Rendimiento **(29.008 µg/m³)**; las menores concentraciones se presentaron en el suroccidente en la estación Carvajal - Sevillana (**14.669 µg/m³**) y Puente Aranda (**16.438 µg/m³**). En este mes se evidencia un incremento de las concentraciones al sur y centro de la ciudad, con lo cual cambia la distribución espacial del contaminante respecto a otros meses del año. La concentración máxima con base en promedios 8 horas fue de **105.065 µg/m³** en la estación Guaymaral, seguida de **86.941 µg/m³** en la estación Fontibón; la concentración máxima registrada en Guaymaral excedió la norma nacional 8 horas (100 µg/m³).

Tabla 3. Resumen de datos de O_3 para enero de 2019

Est.	Promedio O_3 (µg/m³)	Máx. O_3 (µg/m³)	Exc. 8h	Datos válidos (%)
CSE	14.669	49.246	0	100%
CDAR	29.008	83.851	0	99%
FTB	22.200	86.941	0	100%
GYR	26.602	105.065	2	97%
KEN	25.096	68.155	0	99%
LFR	27.088	68.327	0	100%
MAM	24.975	61.288	0	100%
PTE	16.438	55.549	0	100%
SCR*	26.440	54.568	0	68%
SUB	20.647	84.587	0	100%
TUN	29.260	73.747	0	97%
USQ	33.690	76.518	0	99%

*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 enero 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_3 se presentaron al centro de la ciudad, en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Fontibón, en la segunda y cuarta semanas del mes; mientras que las concentraciones más bajas se observaron en el suroccidente, en las estaciones Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, en la tercera semana del mes. En enero de 2019, se registraron dos (2) excedencias de los promedios 8 horas de concentración con respecto a la norma nacional 8 horas de O_3 según la Resolución 2254 de 2017 del MADS (100 µg/m³) en la estación Guaymaral, el día 30 de enero.

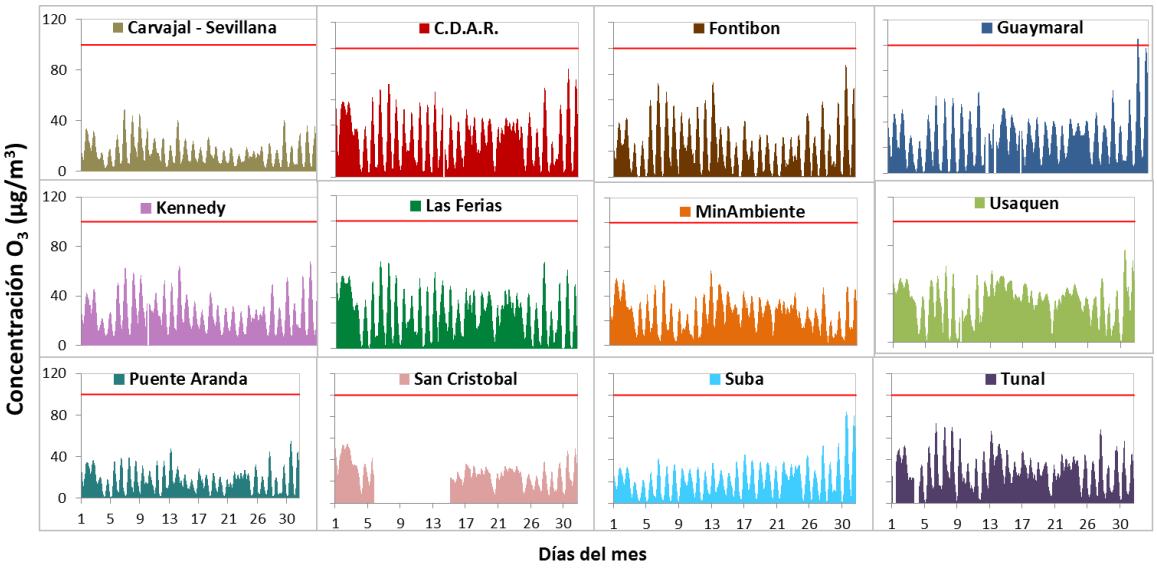


Figura 5. Comportamiento de las concentraciones 8h de O_3 para enero 2019 y comparación con norma nacional.

La Figura 6 muestra el comportamiento interanual de las concentraciones de O_3 del mes de enero en los últimos 3 años. Se observa que las concentraciones registradas en el mes para el año 2019 han sido las más altas de los últimos tres años, siendo la estación Kennedy la registró el mayor incremento, con 15 µg/m^3 sobre la concentración registrada en el 2018. Solamente la estación Suba presentó una reducción frente a los valores de los años anteriores, la cual fue de 7 µg/m^3 respecto al 2018.

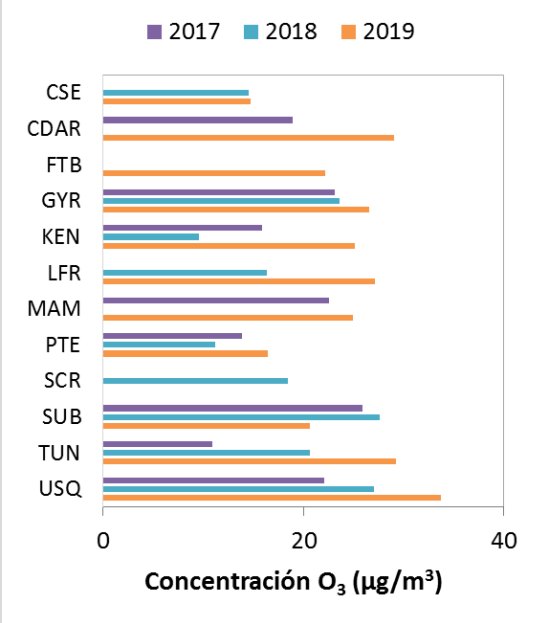
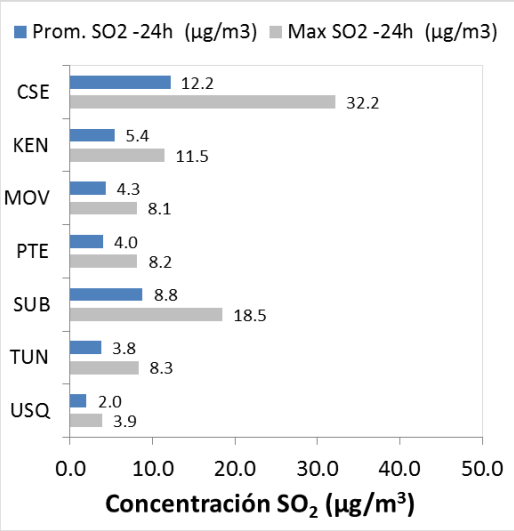


Figura 6. Comportamiento interanual de las concentraciones de O_3 (2017-2018-2019) para los meses de enero

5 COMPORTAMIENTO DIARIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE SO_2, NO_2, CO.

La Tabla 4, Tabla 5, y la Tabla 6 presentan las concentraciones promedio mensuales y máximas de dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO), correspondientes al mes de enero de 2019. Igualmente se presenta el resumen de datos válidos y las excedencias, donde se observa que las concentraciones de SO_2 NO_2 y CO, presentaron magnitudes relativamente bajas durante el mes de enero 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.

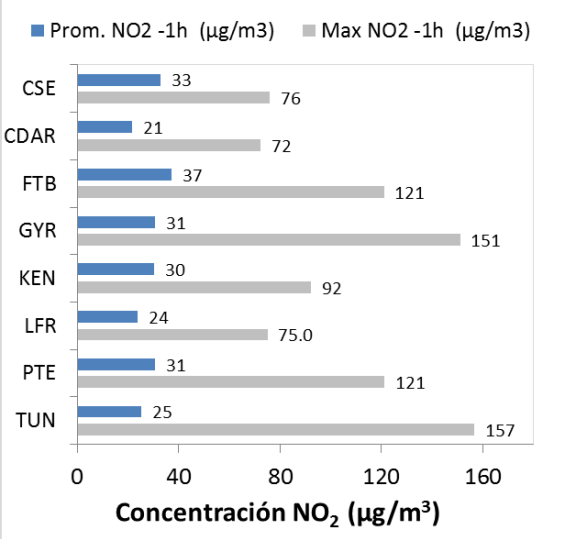
Tabla 4. Resumen de los promedios 24 horas para SO_2. enero 2019.



Est.	Prom. SO2 (µg/m³)	Máx. SO2 (µg/m3)	Exc. 24h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	12.2	32.2	0	1	97%
CDAR*	3.6	6.0	0	0	74%
FTB*	10.3	28.9	0	0	71%
KEN	5.4	11.5	0	0	100%
MOV	4.3	8.1	0	0	100%
PTE	4.0	8.2	0	0	100%
SUB	8.8	18.5	0	1	100%
TUN	3.8	8.3	0	0	100%
USQ	2.0	3.9	0	0	84%

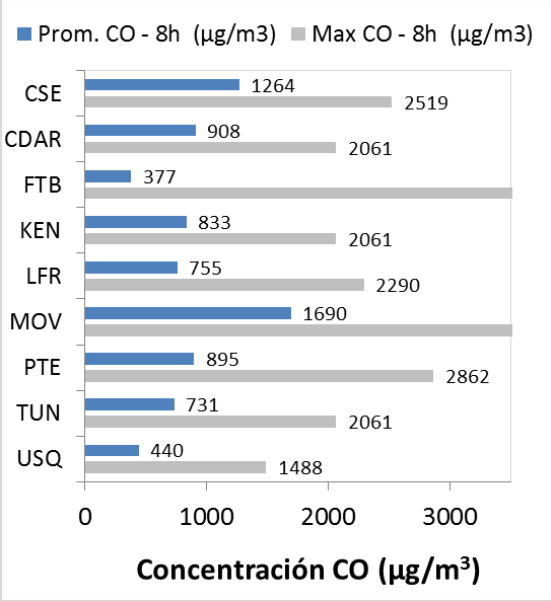
*Las concentraciones en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad de los datos es menor al 75%

Tabla 5. Resumen de los promedios horarios para NO_2. enero 2019.



Est.	Prom. NO_2 (µg/m³)	Máx. NO_2 (µg/m3)	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	32.9	75.8	0	97%
CDAR	21.5	72.4	0	91%
FTB	37.1	121.1	0	99%
GYR	30.5	151.2	0	77%
KEN	30.3	92.1	0	99%
LFR	23.9	75.0	0	95%
PTE	30.5	121.3	0	99%
TUN	25.4	156.8	0	99%

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



Est.	Prom. CO (µg/m³)	Máx. CO (µg/m3)	Exc. 8h	Exc. 1h	Datos válidos (%)
CSE	1264.3	2518.8	0	0	100%
CDAR	907.9	2060.8	0	0	98%
FTB	377.3	3549.2	0	0	98%
KEN	832.8	2060.8	0	0	99%
LFR	755.4	2289.8	0	0	100%
MOV	1690.4	3549.2	0	0	100%
PTE	895.5	2862.3	0	0	100%
TUN	731.0	2060.8	0	0	100%
USQ	440.0	1488.4	0	0	87%

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.

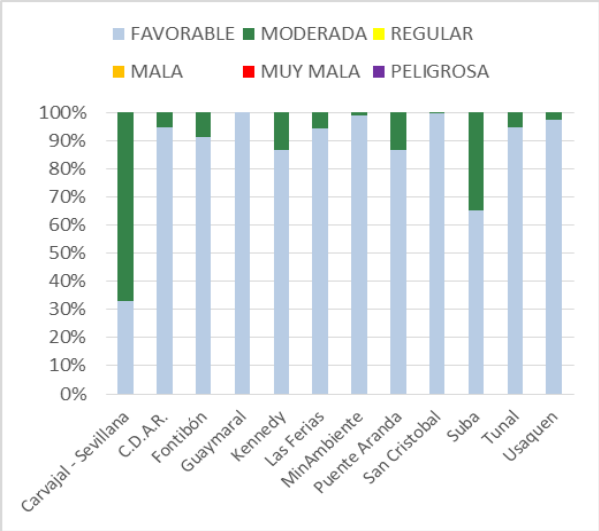


Figura 7. IBOCA para PM_{10} por estación en enero 2019

La Figura 7 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{10} 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 67% del mes, mientras que las estaciones Guaymaral y San Cristóbal presentaron la mejor condición de calidad del aire, con un 100% del tiempo en el estado "favorable".

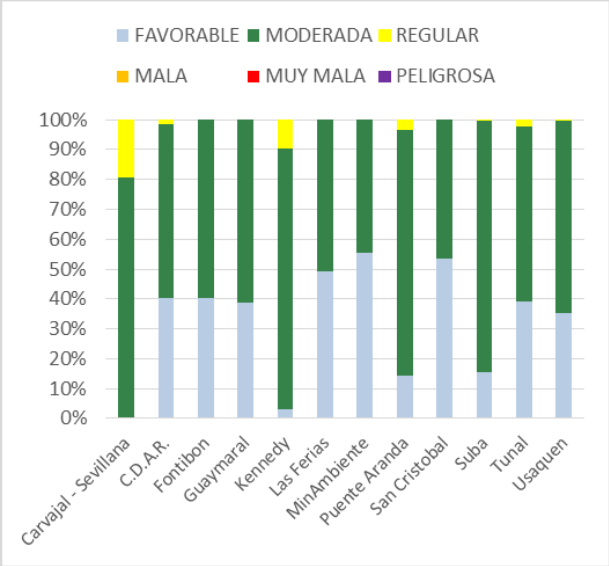


Figura 8. IBOCA para $PM_{2.5}$ por estación en enero 2019

La Figura 8 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones $PM_{2.5}$ de 24 horas en cada estación de monitoreo Se observa que en el mes de enero predominan las categorías "regular" y "moderada" en las estaciones Carvajal-Sevillana, Kennedy, Puente Aranda y Tunal. La estación Carvajal-Sevillana presentó el estado de calidad del aire más desfavorable, con una condición "moderada" durante el 80% del mes, y "regular" el 20%, mientras que la estación MInAmbiente presenta el mejor estado de la calidad del aire con una condición "favorable" el 55% del mes.

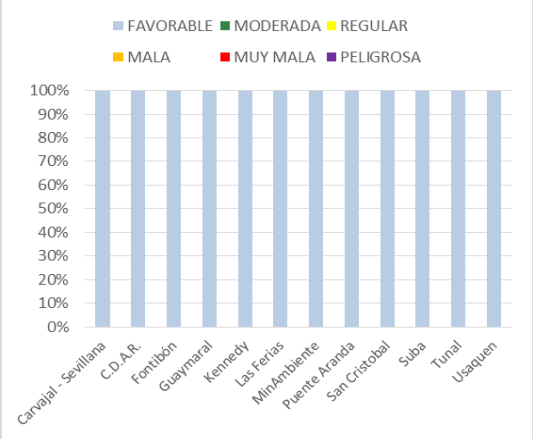


Figura 9. IBOCA para O_3 por estación en enero 2019

La Figura 9 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O_3 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 enero.

6. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN

De acuerdo con los registros históricos de la ciudad de Bogotá, el mes de enero es característicamente seco; es uno de los más secos del año. Sumado a lo anterior, durante el mes de enero se estuvo bajo la influencia del fenómeno de El Niño; el cual fue considerado como leve en el primer mes del año. En virtud de su debilidad, de manera atípica, se presentaron fuertes eventos de lluvia localizados, incluso con granizadas. Estos eventos se presentaron hacia el sector nororiental de la ciudad representados por las estaciones de MinAmbiente, Móvil, Usaquén y Guaymaral. Así pues, en orden de magnitud, los sectores de la ciudad que registraron mayores niveles de precipitación fueron los reportados en la estación Móvil y estación Guaymaral. De estas dos, el mayor número de días con lluvias lo registró la estación de Guaymaral, pero con eventos de poca intensidad como se puede observar en el acumulado mensual. Para mayor detalle ver la Figura 10 y Tabla 7.

Por otra parte, las estaciones de Kennedy, Suba y Fontibón no registraron lluvias. La estación Bolivia no cumplió con el criterio de representatividad temporal.

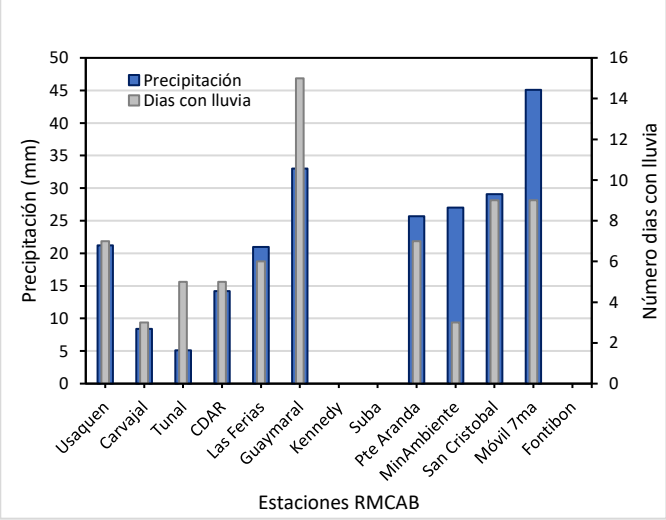


Figura 10 Precipitación media mensual por estaciones y número de días con precipitación (enero-2019).

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

Estación	Precipitación acumulada (mm/mes)	Días con lluvia
Usaquén	21	7
Carvajal	8	3
Tunal	5	5
CDAR	14	5
Las Ferias	21	6
Guaymaral	33	15
Kennedy	0	0
Suba	0	0
Puente Aranda	26	7
MinAmbiente	27	3
San Cristóbal	29	9
Móvil 7ma	45	9
Bolivia	N.A	N.A
Fontibón	0	0

7. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

De acuerdo con la serie histórica de la temperatura superficial de la ciudad de Bogotá, los meses de enero son cálidos durante el día y más fríos de lo normal en horas nocturnas. Dicha situación se encuentra asociada a la poca cobertura de nubes, lo cual propicia que la expansión térmica, es decir, la amplitud entre los valores mínimos y los máximos sea mayor que en condiciones nubosas. De allí que en horas diurnas se hayan presentado temperaturas altas como 26 °C, y en horas nocturnas temperaturas relativamente bajas como 4 °C, con una amplitud térmica de 30 °C. Con altas temperaturas durante el día, se favorece la convección térmica, mientras que las bajas temperaturas contribuyen a que haya inversiones térmicas en niveles cercanos al suelo, las cuales a su vez reduce las posibilidades de ascenso y difusión de los contaminantes emitidos por las diferentes actividades antrópicas. Por lo anterior, aunque en el mes de enero es normal que se reduzca la actividad de transporte en la ciudad en las primeras semanas, en horas de la madrugada se presentaron algunos episodios de contaminación atmosférica, asociados a inversiones térmicas en horas matutinas.

En cuanto a la distribución espacial de la temperatura en la ciudad, los mayores valores de temperatura se registraron hacia el sector suroccidental y, particularmente, hacia el sector centro, en el área de influencia de la estación móvil. Figura 11.

Las temperaturas medias más bajas se registraron hacia el sector sur oriente como es normal que ocurra. Sin embargo, la mínima absoluta más baja se registró el sector de Guaymaral. Ver Tabla 8 y Figura 12.

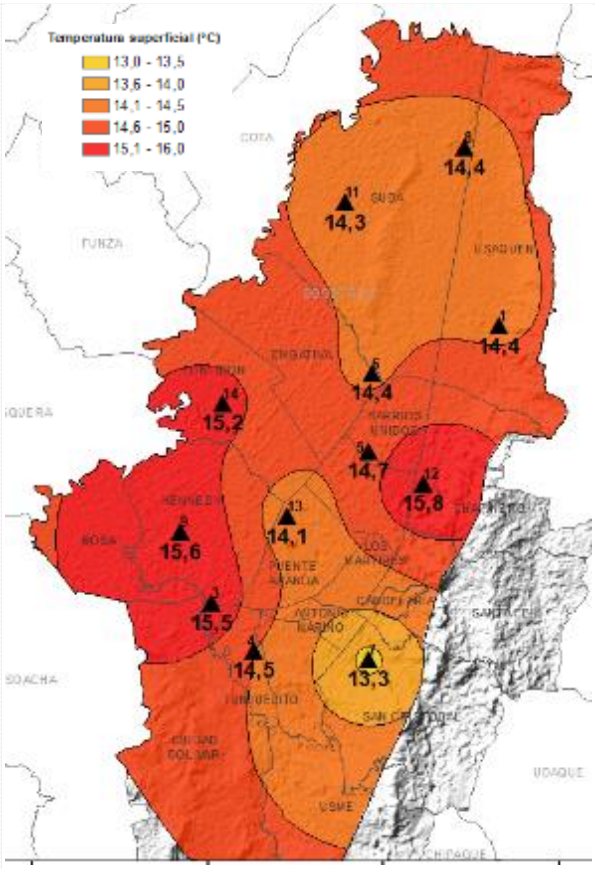


Figura 11. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging - enero 2019

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

No.	Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)
1	Usaquén	7,3	23,7	14,4
9	Carvajal	8,7	24,5	15,5
4	Tunal	4,5	26,1	14,5
5	CDAR	4,8	24,8	14,7
6	Las Ferias	8,3	22,5	14,4
8	Guaymaral	3,9	24,8	14,4
3	Kennedy	9,4	24	15,6
11	Suba	5,9	25,6	14,3
13	Pte Aranda	8,7	21,6	14,1
7	San Cristóbal	7,4	21,4	13,3
12	Móvil 7ma	10	25,7	15,8
14	Fontibón	8,5	22,8	15,2
	Promedio	**6,8**	**24,2**	**14,7**

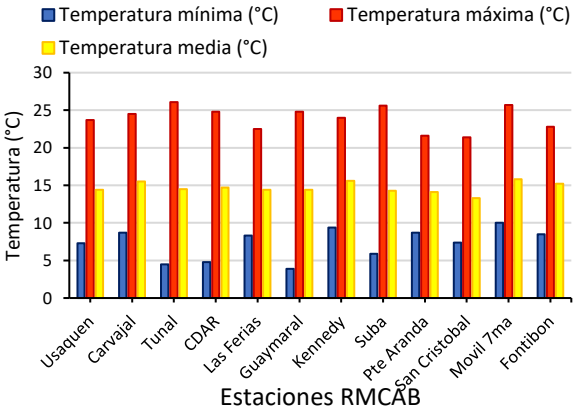


Figura 12. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estaciones. enero 2019

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

Durante el mes de enero de 2019 la velocidad media del viento fluctuó entre 1,2 a 2,7 m/s. Las medias más altas ocurrieron, como es frecuente, hacia el sector suroccidental de la ciudad. Las velocidades máximas absolutas superaron los 4 m/s. Ver Tabla 9.

Cabe anotar que las máximas velocidades son registradas generalmente entre el medio día y la tarde debido la acumulación de energía solar incidente. Estas velocidades del viento son las que mayormente favorecen la dispersión de los contaminantes en la ciudad y contribuyen con su

limpieza, en especial cuando la dirección predominante es del este, como se puede observar en la Figura 14. En caso opuesto, es decir, los vientos superficiales del occidente, generan el efecto contrario. Esta situación es debido a que la orientación de los cerros orientales se constituye en una barrera para vientos del oeste que en ocasiones particulares circulan en contracorriente a la dirección predominante (sureste). A ello se suma el hecho de que los vientos alisios del sureste continúan su curso en un nivel superior por encima de los cerros generando un techo para los vientos provenientes del oeste, haciendo menos propicia la limpieza de la ciudad.

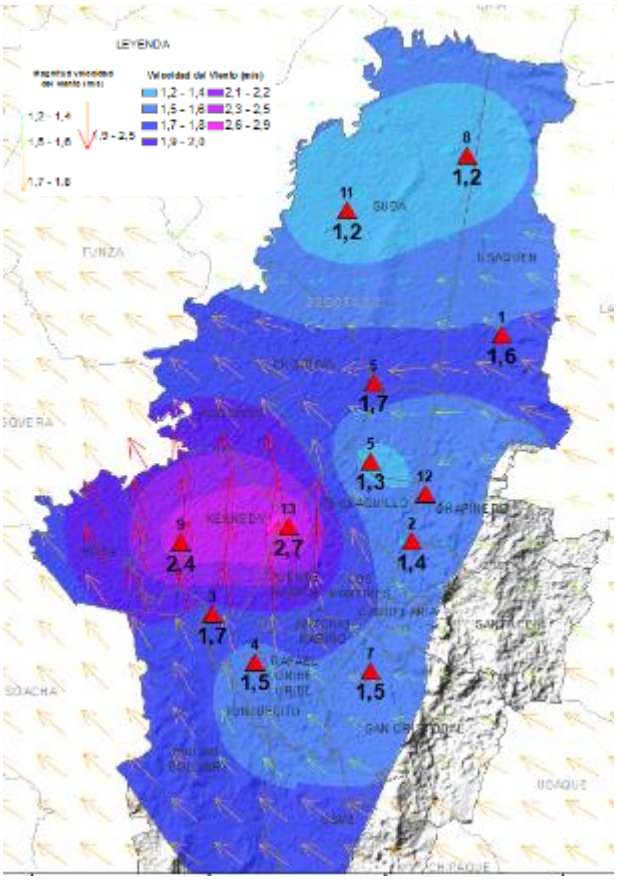


Figura 13. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento de Bogotá con base en la interpolación de Kriging – enero 2019

Tabla 9. Velocidades reportadas para enero de 2019

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

* Valores indicativos. No cumplen representatividad temporal.

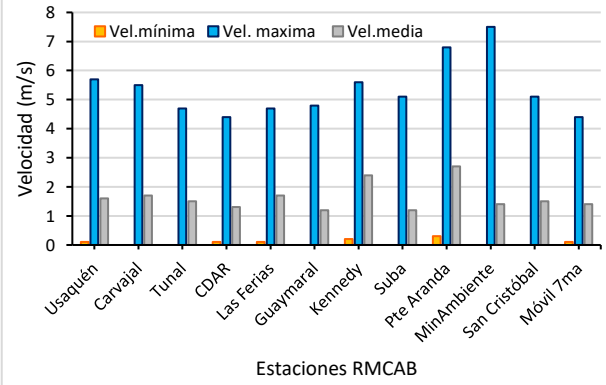
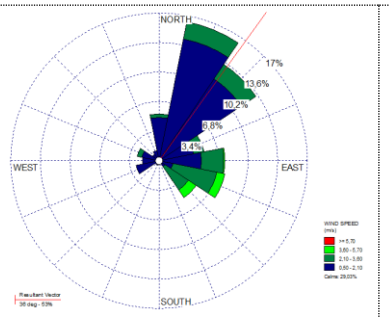
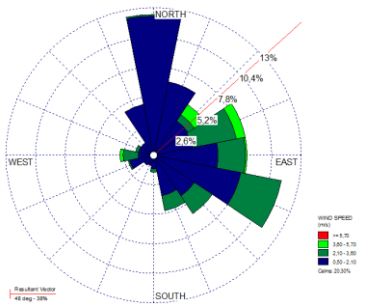
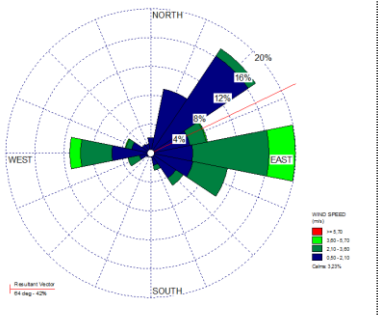
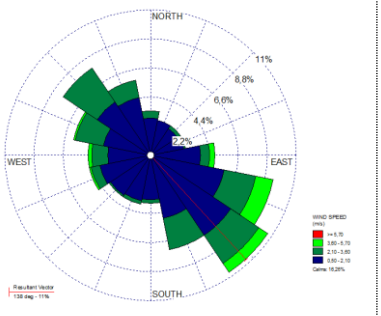
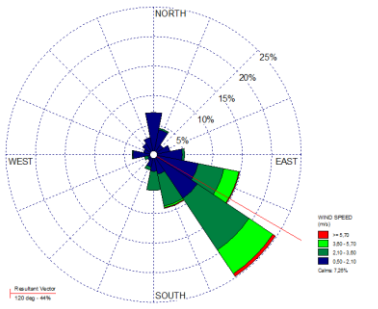
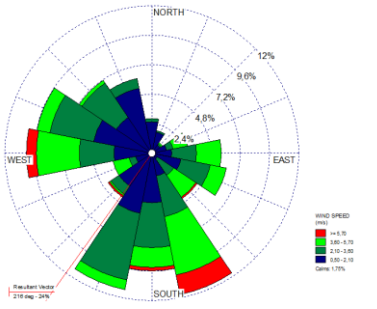
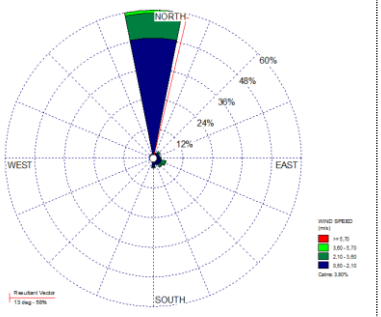
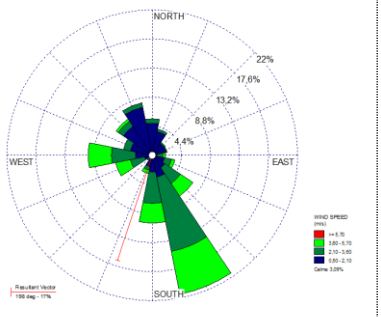
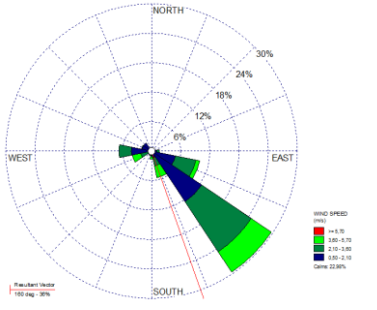
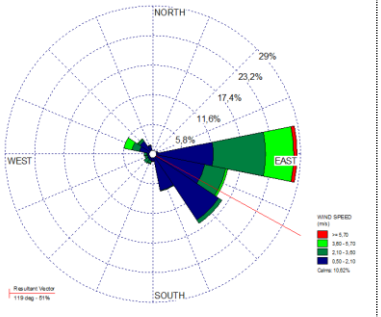
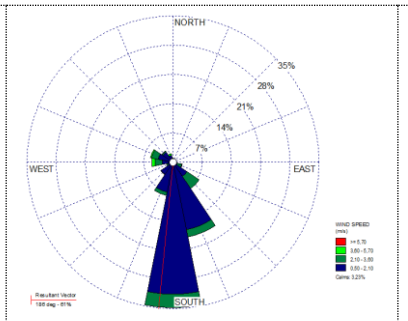


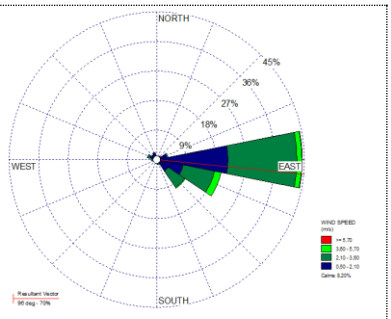
Figura 14 Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – enero 2019

Cabe anotar que, el comportamiento promedio de la dirección del viento en la ciudad es el de vientos con una marcada componente sureste; sin embargo, durante el mes de enero la componente sur del viento tuvo mayor influencia al sur de la ciudad, aunque en algunas ocasiones predominaron los vientos del oeste. Ver Figura 15.

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



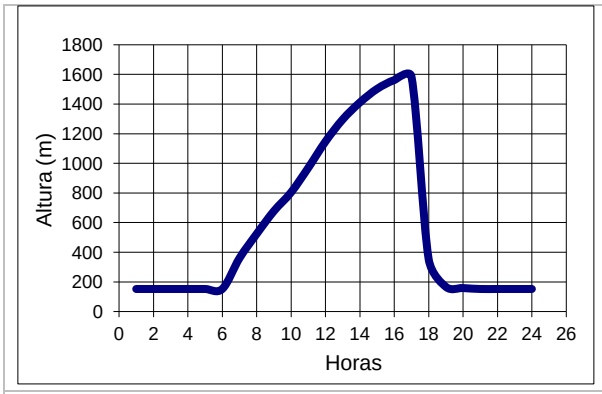
n) San Cristóbal

Figura 15. Rosas de viento – enero de 2019.

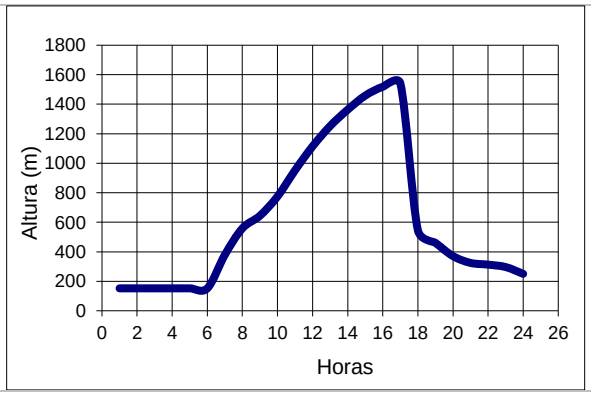
8.1. Estimación de la Altura de la Capa Límite

Las condiciones micro meteorológicas predominantes para el mes de enero se describen a continuación, teniendo en cuenta con los registros de las estaciones de alta precisión de la RMCAB destinadas para describir la micrometeorología de la ciudad (Guaymaral y Tunal), así como los reportes del METAR, preparado por el IDEAM.

De acuerdo con lo observado en la Figura 16, es deducible que el perfil medio horario mensual de la altura de la capa de mezcla no superó los 200 m, hacia el norte y sur de la ciudad en las horas de la madrugada, cuando predomina la turbulencia mecánica. Sin embargo, hacia el sur de la ciudad en horas de la noche la altura de la capa de mezcla superó los 400 m, mientras que hacia el norte de la ciudad la altura de mezcla no superó los 200 m. En horas diurnas, debido a la influencia de las fuerzas convectivas, la altura de la capa de mezcla estuvo cercana a los 1600 m en toda la ciudad, disminuyéndose con respecto al mes anterior, cuando se alcanzaron 1800 m. Figura 16 a) y b).



a) Guaymaral



b) Tunal

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

De acuerdo con los flujos radiativos y las velocidades del viento promedio durante el mes de enero, se estimaron las categorías promedio horarias de estabilidad atmosférica como se describe la Tabla 10 y la Tabla 11.

Así las cosas, como es normal que ocurra en horas nocturnas y de la madrugada, la estabilidad predominante fue la de categoría F, la cual se caracteriza por presentar velocidades del viento relativamente bajas debidas a la reducción de radiación solar entrante y a la pérdida de calor por parte del suelo. Una vez los primeros rayos del sol ingresan a la superficie, se favorece el aumento de temperatura, con lo cual se transfiere su energía al aire en contacto, propiciando su movimiento y en consecuencia la inestabilidad de la atmósfera, asociadas a las estabilidades A, B y C. Las condiciones neutrales (D) son frecuentes en la transición entre la madrugada y la salida del sol y con el ocaso de este. Ver Tabla 10 y Tabla 11.

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

Hora Local	Vel Viento	T	R_g	R_n	z_o	z_m	u_o	N	H_o	Q*	LN (z_m/z_o)	C_{DN}	u_o^2	C	u*	h_{mec}	h_{conv}	H_z	Estab
hr	m/s	°C	W/m²	W/m²	m	m	m/s								m/s	m	m	m	
1	0,6	10,6	0,0	-60,7	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
2	0,6	10,3	0,0	-60,9	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
3	0,6	9,8	0,0	-61,2	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
4	0,5	9,5	0,0	-61,4	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
5	0,6	9,4	0,0	-48,0	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
6	0,8	9,3	0,0	-41,4	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
7	0,7	9,7	23,8	-11,6	1	6	0,23	8	5,7	0,14	1,8	-	-	-	0,271	360	183	360	D
8	1,0	12,4	167,2	80,7	1	6	0,24	7	45,7	0,15	1,8	-	-	-	0,394	524	345	524	C
9	1,3	15,3	342,2	201,6	1	6	0,29	7	98,1	0,30	1,8	-	-	-	0,509	678	552	678	B
10	1,3	17,7	530,9	325,0	1	6	0,30	6	151,8	0,33	1,8	-	-	-	0,605	804	771	804	B
11	1,3	19,1	636,5	391,3	1	6	0,30	5	180,5	0,34	1,8	-	-	-	0,651	866	970	970	A
12	1,7	20,2	685,2	425,5	1	6	0,38	5	195,1	0,68	1,8	-	-	-	0,639	850	1147	1147	A
13	1,8	20,8	663,5	411,4	1	6	0,42	5	188,6	0,90	1,8	-	-	-	0,638	848	1296	1296	A
14	2,3	20,7	572,6	349,7	1	6	0,52	5	161,3	1,74	1,8	-	-	-	0,674	897	1411	1411	B
15	2,4	20,5	496,6	297,8	1	6	0,55	5	138,5	1,99	1,8	-	-	-	0,680	905	1502	1502	B
16	2,4	19,8	350,4	197,9	1	6	0,54	5	94,6	1,90	1,8	-	-	-	0,649	863	1562	1562	B
17	1,9	18,5	184,9	70,9	1	6	0,42	3	39,0	0,92	1,8	-	-	-	0,504	671	1585	1585	C
18	1,4	16,8	0,0	-56,1	1	6	-	3	-15,8	-	1,8	0,23	0,06	0,44	0,266	353	353	353	F
19	1,0	14,7	0,0	-57,9	1	6	-	3	-7,5	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,125	167	167	167	F
20	1,0	13,6	0,0	-58,7	1	6	-	3	-7,1	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,119	159	159	159	F
21	0,9	12,8	0,0	-59,3	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
22	0,8	12,4	0,0	-59,6	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
23	0,7	11,8	0,0	-60,0	1	6	-	3	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,114	152	152	152	F
24	0,6	11,2	0,0	-60,4	1	6	-	3	-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 - enero de 2019

Hora Local	Vel Viento	T	R_g	R_n	z_o	z_m	u_o	N	H_o	Q*	LN (z_m/z_o)	C_{DN}	u_o^2	C	u*	h_{mec}	h_{conv}	H_z	Estab
hr	m/s	°C	W/m²	W/m²	m	m	m/s	Octas							m/s	m	m	m	
1	1,0	10,7	0,0	-54,0	1	6	-	4	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
2	0,9	10,4	0,0	-47,4	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
3	0,9	10,1	0,0	-47,6	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
4	0,9	9,7	0,0	-47,8	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
5	0,9	9,5	0,0	-48,0	1	6	-	5	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
6	1,0	9,5	0,0	-41,3	1	6	-	6	-6,8	-	1,8	0,23	0,06	0,00	0,11	152	152	152	F
7	1,0	9,8	21,3	-13,3	1	8	0,23	8	4,9	0,14	1,8	-	-	-	0,27	357	179	357	D
8	1,2	12,5	136,9	60,2	1	7	0,25	7	36,6	0,23	1,8	-	-	-	0,38	504	317	504	D
9	1,2	15,8	313,6	182,6	1	7	0,29	7	89,6	0,28	1,8	-	-	-	0,49	657	520	657	B
10	1,5	17,5	428,9	255,6	1	6	0,33	6	121,2	0,45	1,8	-	-	-	0,55	725	708	725	B
11	1,6	19,2	529,3	325,4	1	6	0,39	6	151,3	0,63	1,8	-	-	-	0,59	783	890	890	B
12	1,9	20,1	533,9	329,5	1	6	0,43	6	152,7	1,05	1,8	-	-	-	0,62	819	1042	1042	B
13	2,4	20,7	607,3	379,8	1	6	0,49	6	174,7	1,99	1,8	-	-	-	0,70	930	1192	1192	B
14	2,7	20,7	554,4	344,0	1	5	0,55	6	158,8	2,73	1,8	-	-	-	0,74	987	1315	1315	B
15	2,6	20,4	472,0	281,1	1	6	0,59	5	131,1	2,61	1,8	-	-	-	0,72	960	1407	1407	B
16	2,7	19,3	338,0	189,0	1	6	0,55	5	90,9	2,93	1,8	-	-	-	0,73	968	1468	1468	B
17	2,4	18,7	212,5	103,2	1	5	0,45	5	53,2	2,00	1,8	-	-	-	0,64	847	1502	1502	C
18	1,9	16,9	58,6	-9,6	1	5	-	4	4,1	1,06	1,8	-	-	-	0,50	660	1505	1505	D
19	1,7	14,5	0,0	-51,4	1	5	-	4	-20,6	-	1,8	0,23	0,06	0,62	0,35	460	460	460	F
20	1,4	13,4	0,0	-52,2	1	5	-	4	-16,6	-	1,8	0,23	0,06	0,47	0,28	371	371	371	F
21	1,3	12,6	0,0	-52,7	1	5	-	4	-14,5	-	1,8	0,23	0,06	0,38	0,24	325	325	325	F
22	1,3	12,1	0,0	-53,1	1	5	-	4	-14,0	-	1,8	0,23	0,06	0,35	0,24	313	313	313	F
23	1,3	11,7	0,0	-53,3	1	5	-	4	-13,3	-	1,8	0,23	0,06	0,31	0,22	297	297	297	F
24	1,2	11,3	0,0	-53,6	1	5	-	4	-11,2	-	1,8	0,23	0,06	0,18	0,19	250	250	250	F

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

El mes de enero es característicamente soleado y por tanto uno de los que registra mayor cantidad de radiación solar entrante. En este mes las mayores cantidades de radiación solar se registraron al norte y al sur de la ciudad, con valores cercanos a los 690 W/m^2 en la hora de mayor incidencia. Estas cantidades de radiación solar se ven reflejadas en los incrementos de concentración de ozono tanto en Guaymaral, Usaquén, en Tunal, que alcanzaron concentraciones por encima de los 50 µg/m^3. Como se puede apreciar en la Figura 17 a) y d).

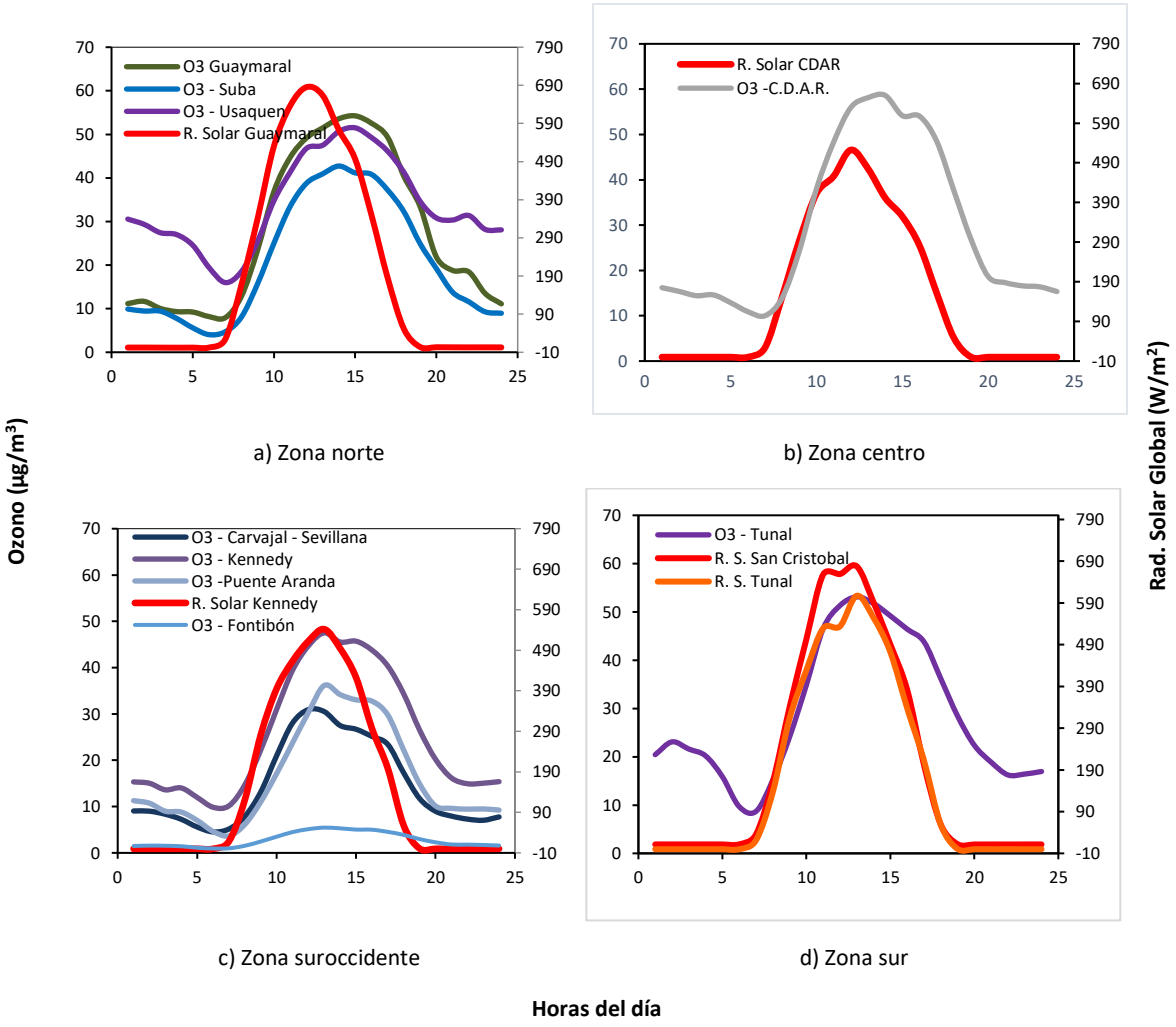


Figura 17. Comportamiento horario de O_3 (µg/m^3) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m^2), enero 2019. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

ANEXOS

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

Tabla 12.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_{10}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	$PM_{2.5}$	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	O_3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	NO_2	X	X	X	X	X	X			X			X		
	CO	X	X	X		X	X		X	X			X	X	
	SO_2	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[1]. Los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40 del CFR (*Code of Federal Regulations*), los cuales están aprobados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, de acuerdo con el método equivalente por el cual funciona cada monitor, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR[2]. (Tabla 13)

Tabla 13. 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
$PM_{2.5}$	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0609-183	L
		EQPM-0308-170	
O_3	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
		EQOA-0193-091	
NO_2	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0992-088	C
		RFCA-0981-054	
		RFCA-1093-093	
SO_2	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

[1] 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

[2] 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

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 31 de Enero 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 anuales 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_{10} y $PM_{2.5}$
126PM04-PR102 (v. 4.0)	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación de los analizadores de los gases NOx, SO2, CO y O3

Elaboró:
Eaking Alberto Ballesteros Urrutia – PROFESIONAL RMCAB
Jhonathan Ramírez Gamboa– PROFESIONAL RMCAB
Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez– PROFESIONAL RMCAB

Revisó:
Carolina Peña Guzman – PROFESIONAL SCAAV
Leonardo Quiñones Cantor – PROFESIONAL ESPECIALIZADO SATAB

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

FIN DEL INFORME