



# ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

BUCARAMANGA - FLORIDABLANCA - GIRÓN - PIEDECUESTA

INFORME MENSUAL DE OPERACIÓN  
RED METROPOLITANA DE CALIDAD DEL AIRE-EOLO

## Autoridad Ambiental Urbana

Sistema de Vigilancia  
de Calidad del Aire

ABRIL 2020



Tecnología  
para respirar  
una nueva ciudad.



**Samuel Jaimes Botía**

Director General Área Metropolitana de Bucaramanga

**Oscar Mauricio Rojas Figueredo**

Coordinador Matriz Aire Área Metropolitana de Bucaramanga

**Diana Alexandra Ramirez Cardona**

Lider Técnico Red Metropolitana Calidad del Aire-EOLO

**Javier Flórez Guevara**






**Fredy Quintanilla Barajas**

Grupo Operativo de la Red Metropolitana Calidad del Aire-EOLO

## 1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED METROPOLITANA DE CALIDAD DEL AIRE

Este Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire está conformado por 5 estaciones fijas, de las cuales tres están ubicadas en Bucaramanga, una en Girón y una en Floridablanca, a continuación, en la Tabla 1 se describen las características.

Tabla 1 Estaciones de monitoreo Red Metropolitana de Calidad del Aire

CARACTERÍSTICAS	ESTACIÓN LA CIUDEDELA	ESTACIÓN SAN FRANCISCO	ESTACIÓN LAGOS DEL CACIQUE	ESTACIÓN LAGOS 1 F/BLANCA	ESTACIÓN SANTA CRUZ DE GIRÓN
Abreviatura*	CIU	SAN.FRA	LAG.CAQ	F/BLANCA	GIRÓN
Latitud	7°06'26.2" N	7° 7'33,6" N	7° 06'00.1" N	7°04'19.2" N	7° 3'39" N
Longitud	73°07'25,6 W	73° 07' 12,3" O	73° 6' 11.9" W	73°06'5" O	73° 10' 19" O
Altitud (m)	887	1011	1000	880	710
Dirección	Estudiantes #9-323, Bucaramanga, Santander	Cl. 30 #26-56 Bucaramanga, Santander	Transversal Oriental - Lagos del Cacique, Bucaramanga, Santander	Cl. 29 #10-13, Floridablanca, Santander	Cra 26 #17-32, Girón, Santander
PM10	X	X	X	X	X
PM2.5	X	X	X	X	X
NO2	X			X	
O3	X			X	
V. Viento	X	X	X	X	X
D.Viento	X	X	X	X	X
Temperatura	X	X	X	X	X
R.Solar	X	X	X	X	X
Precipitación	X	X	X	X	X
H. Relativa	X	X	X	X	X
Foto Estación					

\*Abreviaturas usadas las estaciones usadas en las tablas y gráficas para identificar

Los métodos de medición utilizados por los analizadores de la Red Metropolitana de Calidad del Aire se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio de 2019<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 al método

<sup>1</sup> United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, June 15, 2019 [https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/list\\_of\\_designated\\_reference\\_and\\_equivalent\\_methods\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/list_of_designated_reference_and_equivalent_methods_0.pdf)

## INFORME ANÁLISIS MENSUAL RED METROPOLITANA DE CALIDAD DEL AIRE-EOLO

ABRIL 2020

equivalente por el cual funciona cada analizador, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR<sup>2</sup>.

A continuación, se presentan las técnicas de medición de los equipos y los métodos equivalentes de la EPA

*Tabla 2 Técnicas de medición automáticas de los equipos de la Red Metropolitana Calidad del Aire-EOLO, métodos equivalentes y de referencia EPA*

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM <sub>10</sub>	Espectrometría de Luz Dispersa	EQPM-0516-239	J
PM <sub>2.5</sub>	Espectrometría de Luz Dispersa	EQPM-0516-238	L
O <sub>3</sub>	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQOA-0992-087	D
NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	RFNA -1194-099	F

En la Figura 1 se presentan los equipos con los cuales se realiza la operación de la Red Metropolitana de Calidad del Aire de Bucaramanga.

EQUIPO	FUNCION	FOTOGRAFIA
<b>Marca:</b> Met one instruments <b>Modelo:</b> 083E	Sensor de humedad relativa y temperatura ambiente	
<b>Marca:</b> Met one instrument <b>Modelo:</b> 094	Sensor de radiación solar	
<b>Marca:</b> GILL INSTRUMENT <b>Modelo:</b> WINDSONIC	Sensor de velocidad y dirección del viento	
<b>Marca:</b> HSA (hidrológica services América) <b>Modelo:</b> TB6	Sensor de precipitación	
<b>Marca:</b> Teledyne <b>Modelo:</b> T640K	Monitor de PM10 y PM2.5	
<b>Marca:</b> Teledyne <b>Modelo:</b> T200	Analizador de Óxidos de Nitrógeno (NO, NO2 y NOx)	
<b>Marca:</b> Teledyne <b>Modelo:</b> T400	Analizador de Ozono (O3)	
<b>Marca:</b> Teledyne <b>Modelo:</b> T700	Calibrador Dinámico, equipo utilizado para realizar las calibraciones del zero y el span de los equipos encargados de la medición de ozono y óxidos de nitrógeno.	
<b>Marca:</b> Teledyne <b>Modelo:</b> T701	Generador de Aire Zero Equipo utilizado para generar el Zero para calibrar los equipos encargados de la medición de ozono y óxidos de nitrógeno	
<b>Marca:</b> Tetraacal	Calibrador de flujo Equipo utilizado para la calibración de presión y flujo de los equipos encargados de la medición de material particulado, ozono y óxidos de nitrógeno	

*Figura 1 Equipos Red Metropolitana de Calidad del Aire*

<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)

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

La Red de Metropolitana de Calidad del Aire-EOLO tiene como principal objetivo generar información confiable, continua y en tiempo real sobre el estado de la calidad del aire a la cual está expuesta la población.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire dados por la Resolución 2254 de 2017.
2. Activar procedimientos de control de episodios de contaminación (corto plazo)
3. Validar modelos de dispersión de calidad de aire (mediano plazo)
4. Evaluar estrategias de control (largo plazo)
5. Observar tendencias de mediano y largo (largo plazo)

## 3 NORMATIVIDAD

La normatividad de calidad del aire adoptada para la evaluación de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área metropolitana de Bucaramanga se establece según la Resolución 2254 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a continuación, se presentan los niveles máximos permitidos para los contaminantes criterio.

Contaminante	Nivel máximo permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	75	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	37	24 horas
NO <sub>2</sub>	60	Anual
	200	1 hora
O <sub>3</sub>	100	8 horas

## 4 CALIDAD DEL AIRE

Esta sección corresponde al análisis realizado a partir de los datos de concentraciones de contaminantes atmosféricos medidos por los equipos de la Red metropolitana de Calidad del Aire EOLO durante el mes de abril. Este análisis incluye tablas y gráficas donde se comparan los promedios horarios, diarios, y móviles de 8 horas, según corresponda y la evaluación con los niveles máximos permisibles de acuerdo a los tiempos de exposición establecidos en la normatividad nacional (Resolución 2254 de 2017 del MADS).

### 4.1 COMPORTAMIENTO DIARIO MATERIAL PARTICULADO $PM_{10}$

El comportamiento de las concentraciones diarias de  $PM_{10}$  se evalúa con base en las excedencias sobre el valor de la norma respectiva, que corresponde a  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cada dato diario se calcula a partir del promedio aritmético de los valores horarios, los cuales deben cumplir con el criterio de representatividad temporal del 75% para los datos validados, es decir, un mínimo de 18 concentraciones horarias por día para que el dato diario sea considerado válido.

En la Figura 2 se presenta las concentraciones diarias de  $PM_{10}$  y son comparadas con el límite máximo permitido, para este periodo se tienen registros para las estaciones ubicadas en el barrio San Francisco y Lagos I en F/blanca, donde solo esta última presentó excedencias a la norma nacional los días 16, 17 y 18.

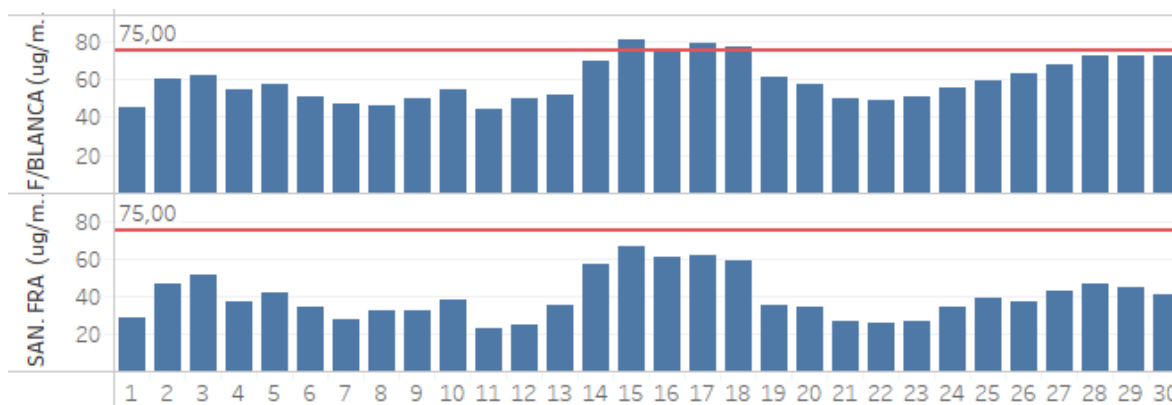


Figura 2 Comportamiento de las concentraciones 24h  $PM_{10}$  para abril de 2020 y comparación con Res 2254 de 2017

Tabla 3 Excedencias y Representatividad para  $PM_{10}$

ESTACIÓN	LAGOS I F/BLANCA	SAN FRANCISCO
EXCEDENCIAS 24H		3
DATOS VÁLIDOS (%)	100%	100%

Para este periodo las estaciones ubicadas en la Ciudadela, Girón y caldas no tuvieron el monitor de  $PM_{10}$  fuera de línea por mantenimiento correctivo.

### 4.2 CICLO HORARIO $PM_{10}$

En la Figura 3 se presenta el comportamiento del ciclo horario y los valores máximos y mínimos reportados para  $PM_{10}$  durante los primeros cuatro meses del año, donde se observa que para el mes de abril las concentraciones comenzaron a bajar y la estación ubicada en San Francisco vuelve a retomar el comportamiento típico del ciclo, con un pico en las mañanas (7-9) debido a la dinámica de ciudad y a condiciones meteorológicas (inversión térmica).

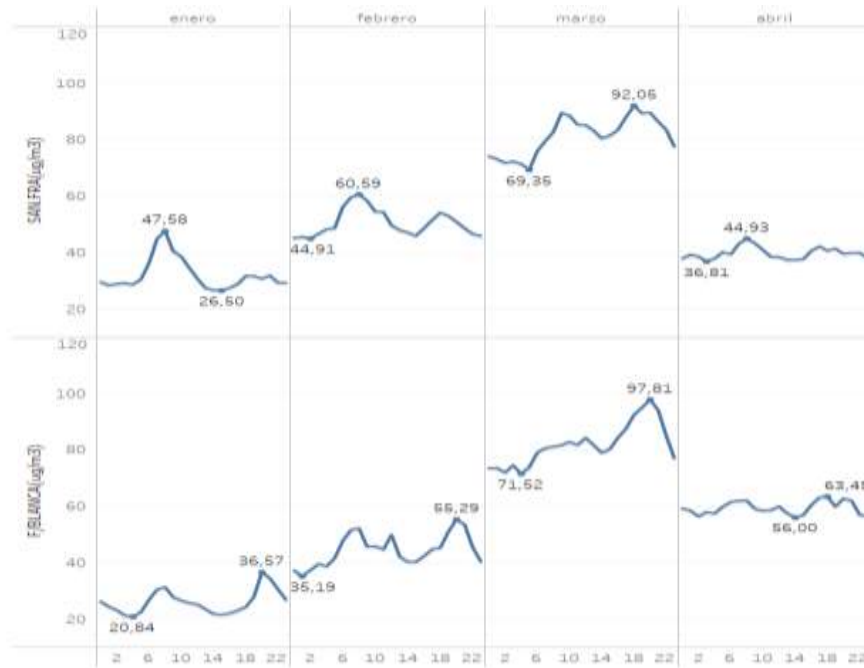


Figura 3 Comportamiento ciclo horario PM<sub>10</sub>

### 4.3 COMPORTAMIENTO MENSUAL MATERIAL PARTICULA PM<sub>10</sub>

A continuación se presentan los diagramas de caja para el comportamiento mensual de las estaciones, donde se evidencia que para el mes de abril los datos continúan presentando una asimetría hacia los valores más altos de concentración.

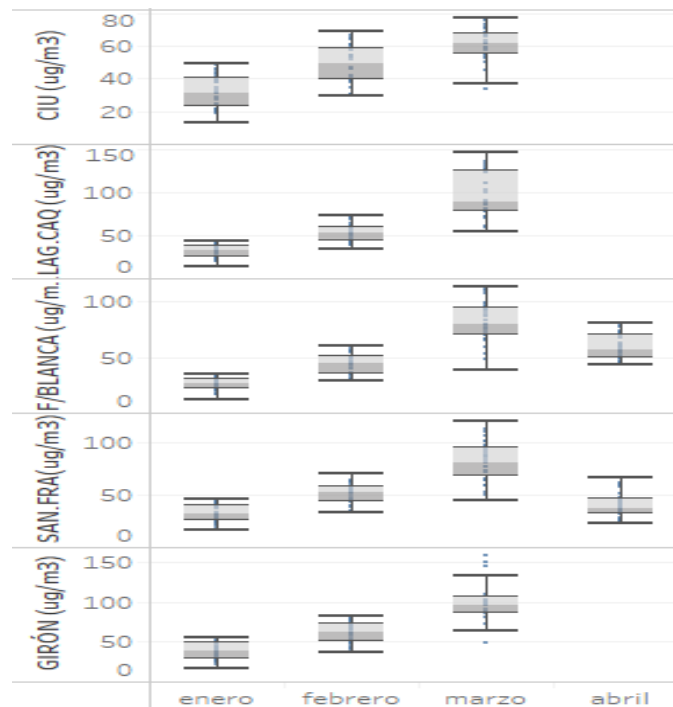


Figura 4 Diagrama de cajas comportamiento mensual PM<sub>10</sub>

#### 4.4 COMPORTAMIENTO DIARIO MATERIAL PARTICULADO $PM_{2.5}$

En la Figura 5 se presenta el comportamiento de las concentraciones diarias de  $PM_{2.5}$ , éstas se evalúan con base en las excedencias sobre el valor de la norma respectiva, que corresponde a  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cada dato diario se calcula a partir del promedio aritmético de los valores horarios, los cuales deben cumplir con el criterio de representatividad temporal del 75% para los datos validados, es decir, un mínimo de 18 concentraciones horarias por día para que el dato diario sea válido.

Para el mes de abril se evidencia una disminución de las concentraciones respecto al mes de abril, pero el periodo del 14 al 18 se evidencio un pico de contaminación en todas las estaciones.

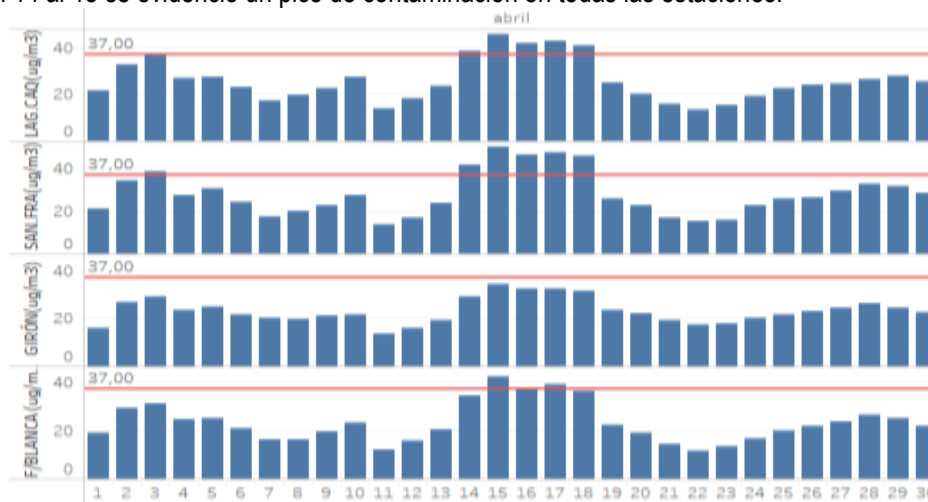


Figura 5 Comportamiento de las concentraciones 24h  $PM_{2.5}$  para abril de 2020 y comparación con Res 2254 de 2017

Tabla 4 Excedencias y Representatividad para  $PM_{2.5}$

	LAGOS DEL CACIQUE	LAGOS I F/BLANCA	SAN FRANCISCO	SANTA CRUZ GIRÓN
Excedencias 24h	5	4	6	0
Datos Válidos (%)	100%	100%	100%	100%

De la Tabla 4 se indica que el monitor  $PM_{2.5}$  de la estación ubicada en la ciudadela estuvo en mantenimiento correctivo para este periodo.

Por otro lado teniendo en cuenta los resultados anteriormente presentados y tomando como referencia que la posible causa de aumentos de la contaminación atmosférica del mes de abril fue la quema de biomasa en el norte de Sur América, desde el AMB se consultó la página del Servicio de Monitoreo Atmosférico COPERNICUS durante este periodo para conocer el comportamiento de Fuegos activos y su relación con la capa de aerosoles (AOD) por quema de biomasa, el resultado de la consulta se presenta en la siguiente imagen, donde el comportamiento para el periodo del 15 - 17 indica la relación entre éstas variables y se evidencia el aumento de la concentración de aerosoles por quema de biomasa, lo cual podría tener relación con los aumentos de concentración reportados por las estaciones de Bucaramanga y su área metropolitana durante estos días los días



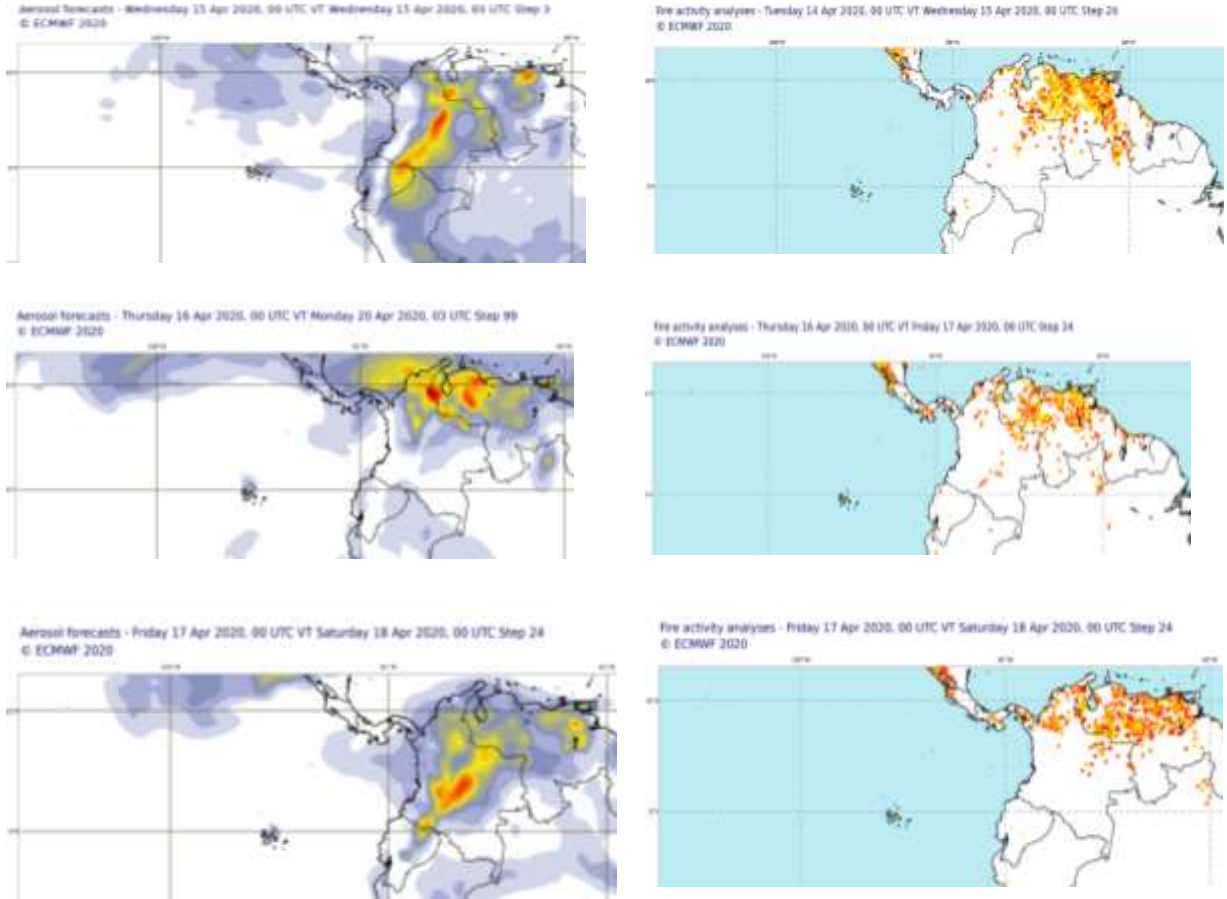


Figura 6 comportamiento de Fuegos activos y su relación con la capa de aerosoles (AOD) 15-17 de abril 2020

### 4.5 CICLO HORARIO PM<sub>2.5</sub>

A continuación se presenta el ciclo horario de la concentración de PM<sub>2.5</sub>, donde el pico más alto se sigue presentando entre las 17h y 20h, pero en menor magnitud comparado con marzo, probablemente asociado a la disminución de incendios al inicio del mes de abril y al inicio de la temporada de lluvias. Y comienza a notarse el pico de las mañanas (7h-9h), asociado a la influencia de los vehículos de carga que llegan a la ciudad por la cadena de abastecimiento activa. Los mayores valores se ven en la estación ubicada en San Francisco.



Figura 7 Comportamiento ciclo horario PM<sub>2.5</sub>

#### 4.6 COMPORTAMIENTO MENSUAL $PM_{2.5}$

A continuación se presenta el comportamiento mensual para el  $PM_{2.5}$ , donde se evidencia como las concentraciones disminuyen respecto al mes anterior.

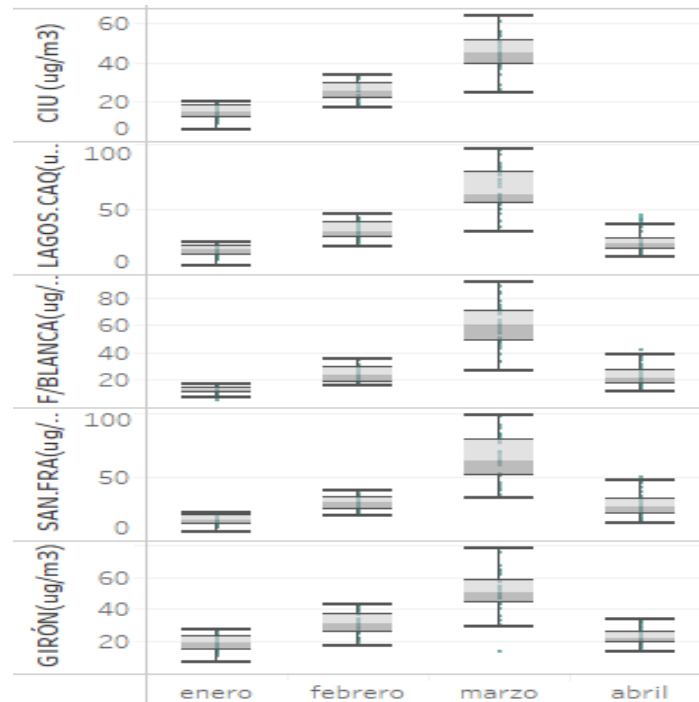


Figura 8 Diagrama de cajas comportamiento mensual  $PM_{2.5}$

#### COMPORTAMIENTO PROMEDIO MÓVILES DE 8 HORAS OZONO ( $O_3$ )

El ozono  $O_3$  es un gas que no se emite a la atmósfera por fuentes directas primarias, este se produce a partir de reacciones fotoquímicas en presencia de radiación solar y precursores, tales como los óxidos de nitrógeno ( $NO_2$ ) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Este contaminante se mide en las estaciones ubicadas en la ciudadela de real de minas en Bucaramanga y en Lagos 1 de F/blanca, en la Figura 9 se presentan los datos obtenidos para este contaminante en el mes de abril de 2020, esta evaluación se realiza con base en las excedencias sobre el valor de la norma respectiva, que corresponde a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para una exposición de 8 horas.

Durante este periodo no se presentaron excedencias y el comportamiento se encuentran influenciados por las variaciones en la radiación solar durante el mes.

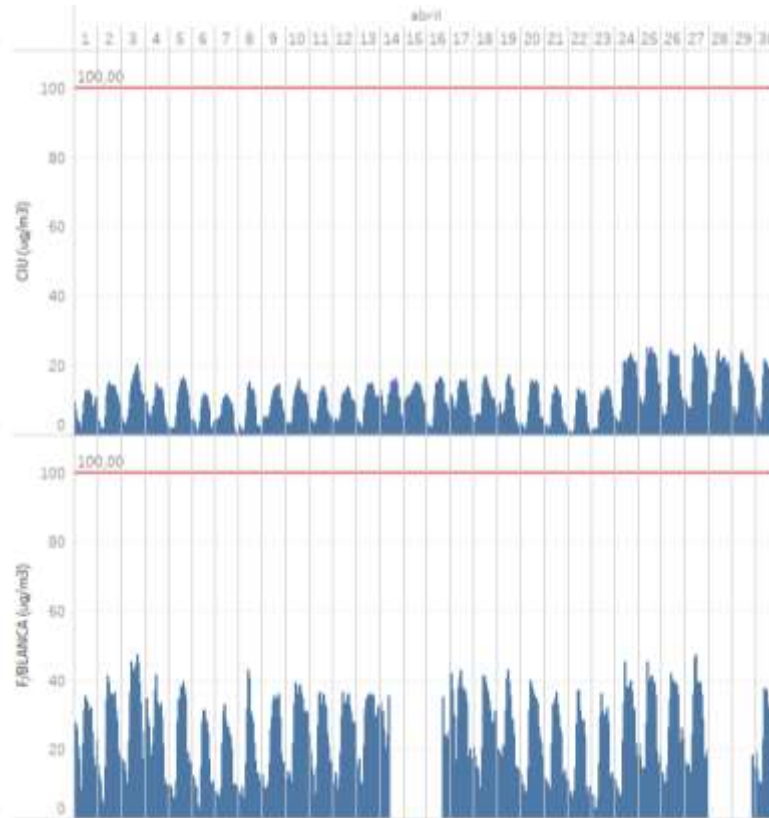


Figura 9 Comportamiento de las concentraciones 8h de O<sub>3</sub> para abril 2020 y comparación con Res 2254 de 2017

Tabla 5 Excedencias y Representatividad para O<sub>3</sub>

	LA CIUADADELA	LAGOS I F/BLANCA
Excedencias 24h	0	0
Datos Válidos (%)	100%	86%

#### 4.6.1 COMPORTAMIENTO HORARIO DIOXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>)

El dióxido de nitrógeno es un compuesto que se forma a causa de las altas temperaturas que se producen en los procesos de combustión. Las altas temperaturas permiten la combinación directa del oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera y se produce óxido nítrico. Este gas se oxida posteriormente y produce dióxido de nitrógeno.

A continuación se presentan el comportamiento de las concentraciones horarias para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), donde no se presentan excedencias a la normatividad, a la cual le corresponde un valor de 200 µg/m<sup>3</sup> para una exposición horaria. Además se puede evidenciar que en promedio su disminución estuvo entre el 60 y 70 % desde el 21 el marzo, día en que comenzó el aislamiento obligatorio para la gran mayoría de automóviles particulares.

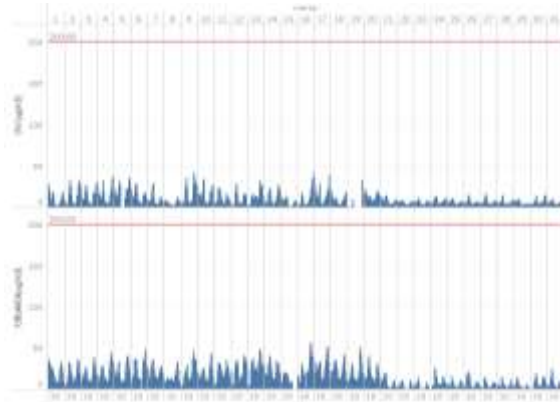


Figura 10 Comportamiento de las concentraciones 1h de NO<sub>2</sub> para marzo 2020



Figura 11 Comportamiento de las concentraciones 1h de NO<sub>2</sub> para abril 2020

Tabla 6 Excedencias y Representatividad para O<sub>3</sub>

	LA CIUDADELA	LAGOS I F/BLANCA
Excedencias 24h	0	0
Datos Válidos (%)	99%	88%

## 5 INDICE DE CALIDAD DEL AIRE-ICA

El índice de calidad del aire-ICA es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire en función de un código de colores al que están asociados unos efectos generales que debe ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población.

La Figura 12 muestra el ICA por estación de monitoreo durante el mes de abril representando el porcentaje de tiempo en que se registró una determinada condición de la calidad del aire, donde se evidencia que bajaron los niveles de concentración de material particulado PM<sub>2,5</sub> respecto al mes de marzo, pasando de un ICA naranja y rojo a ICA amarillo y naranja.

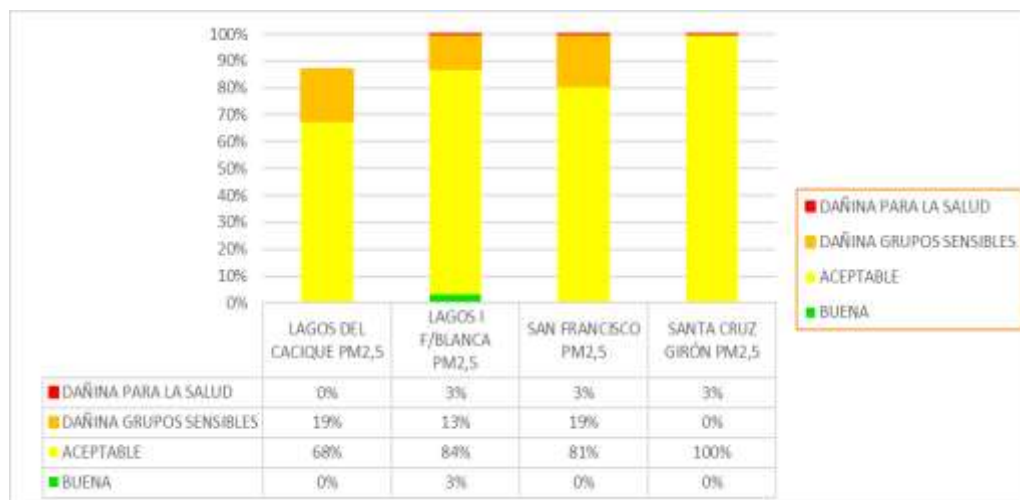


Figura 12 ICA PM<sub>2,5</sub>

## 6 METEOROLOGÍA

### 6.1 TEMPERATURA

Durante el mes de abril se observa que la temperatura media (línea roja) del aire para el área metropolitana estuvo entre 25 y 27°C, y las mayores temperaturas se presentaron en la estación ubicada en el barrio santa cruz en Girón, lagos 1 en F/blanca y lagos del cacique, donde se registraron temperaturas máximas promedio por encima de los 30 ° al medio día.

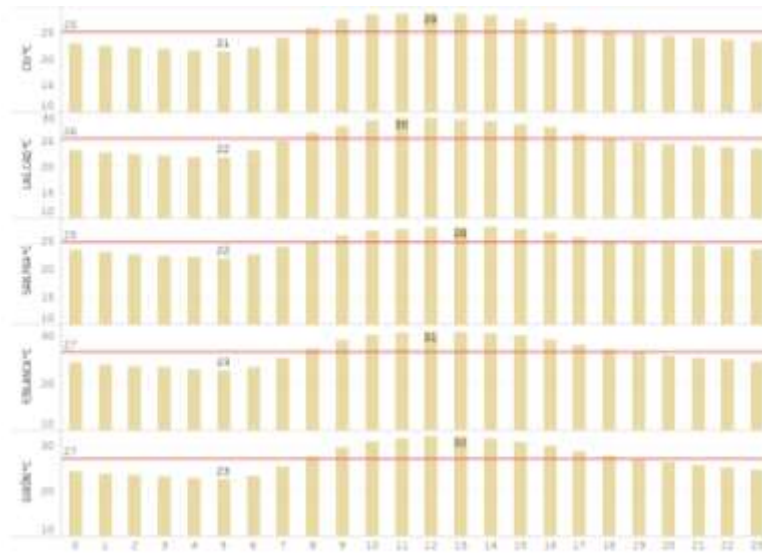


Figura 13 Comportamiento horario de la temperatura °C

### 6.2 HUMEDAD

A continuación, se presenta la humedad relativa máxima, mínima y promedio (línea roja) reportada por las estaciones, para el mes de marzo en promedio la humedad estuvo entre 63% y 69%, los valores más altos se presentan en las madrugadas (82%) y los más bajos a medio día (45%).

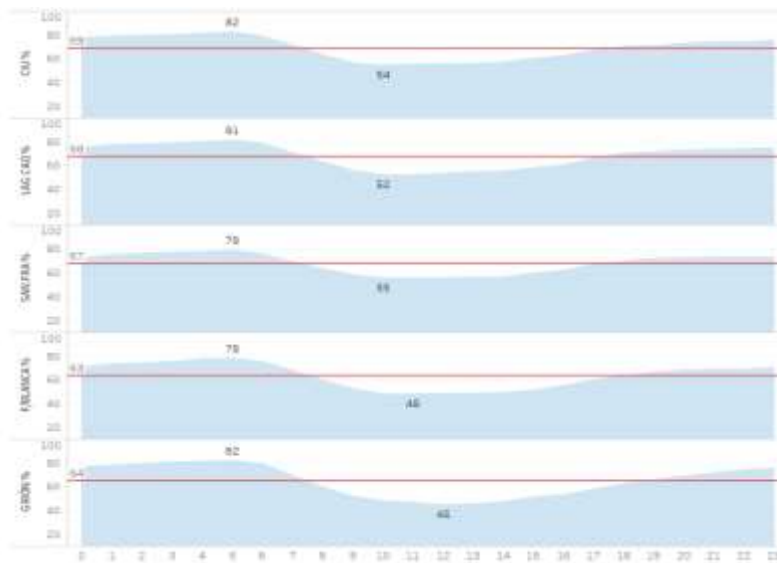


Figura 14 Comportamiento horario %Humedad Relativa

### 6.3 RADIACIÓN SOLAR

A continuación, se presentan el promedio horario reportado por las estaciones para la radiación solar en el mes de abril, se puede observar que los valores máximos promedio horarios están entre 644 y 755 W/m<sup>2</sup>, siendo la estación ubicada en Girón la que reporta los mayores valores y la estación ubicada en lagos del cacique de Bucaramanga la menor.

Además se presenta el análisis de las concentraciones de O<sub>3</sub>, las cuales tienen directa relación con la radiación solar, pues con el ingreso de esta a la baja atmósfera, ocurre un rompimiento (fotodisociación) de los gases generadores de O<sub>3</sub>, presentes en la baja atmósfera, esta fotodisociación crece aceleradamente conforme se incrementa la cantidad de radiación entrante, dada su eficiencia en la absorción de radiación Ultra Violeta (UV), lo anterior se puede ver que en la Figura 15, donde para las estaciones ubicadas en la ciudadela y lagos I F/ blanca se evidencia este comportamiento para el O<sub>3</sub>.

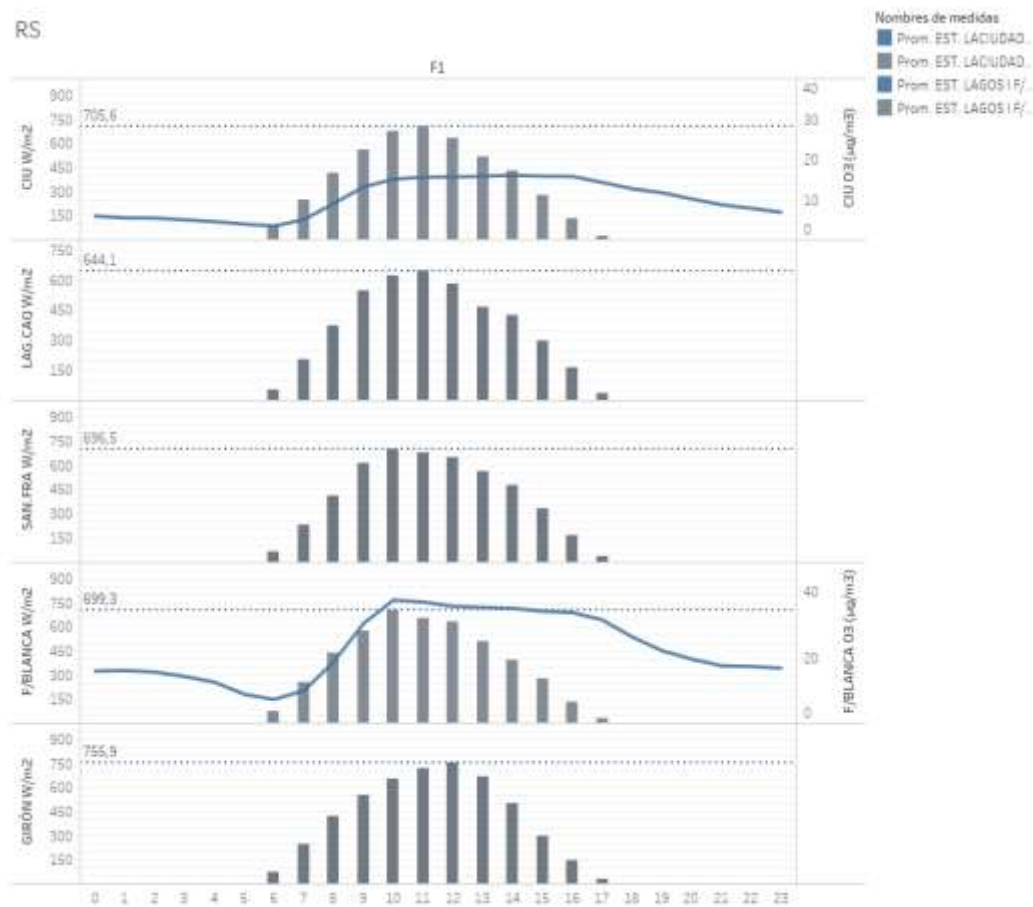
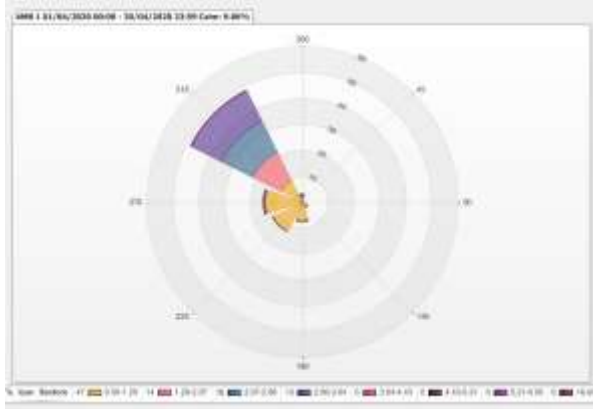


Figura 15 Comportamiento horario de O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m<sup>2</sup>) abril

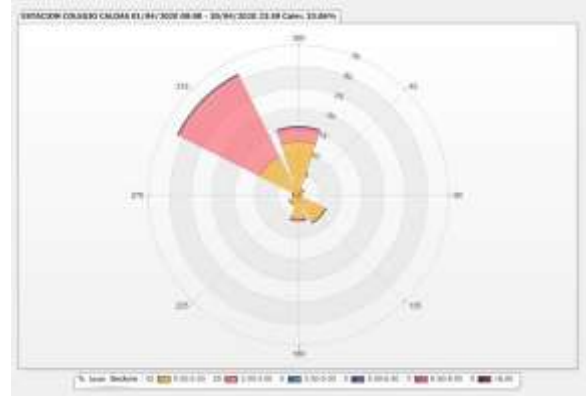
### 6.4 VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

A continuación se presentan el comportamiento para la velocidad y dirección del viento, donde se evidencia la marcada componente del oeste y fluctuación de las velocidades entre 0.7m/s y 3m/s.

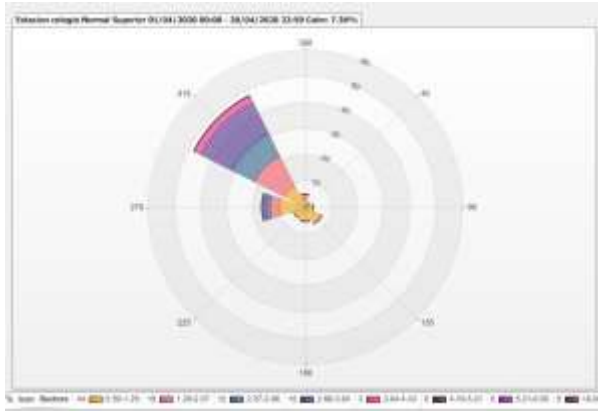
**ESTACIÓN CIUDEDELA**



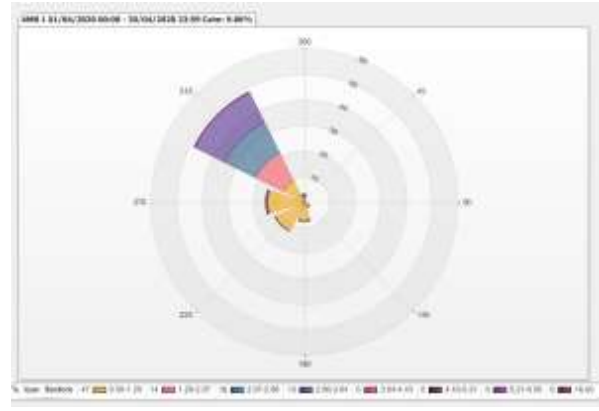
**ESTACIÓN LAGOS DEL CACIQUE**



**ESTACIÓN SAN FRANCISCO**



**ESTACIÓN SANTA CRUZ DE GIRÓN**





## 6.5 PRECIPITACIÓN

A continuación se presentan los acumulados de lluvia para el mes de abril, donde se puede evidenciar que para el 4 de abril se presentaron los mayores acumulados diarios, la estación ubicada en el barrio San Francisco reportó el mayor con 93.4mm. En cuanto al número de días con lluvia, en la mayoría de las estaciones se contaron eventos inferiores a 17 días, y solo el 4 de abril fue de alta intensidad.

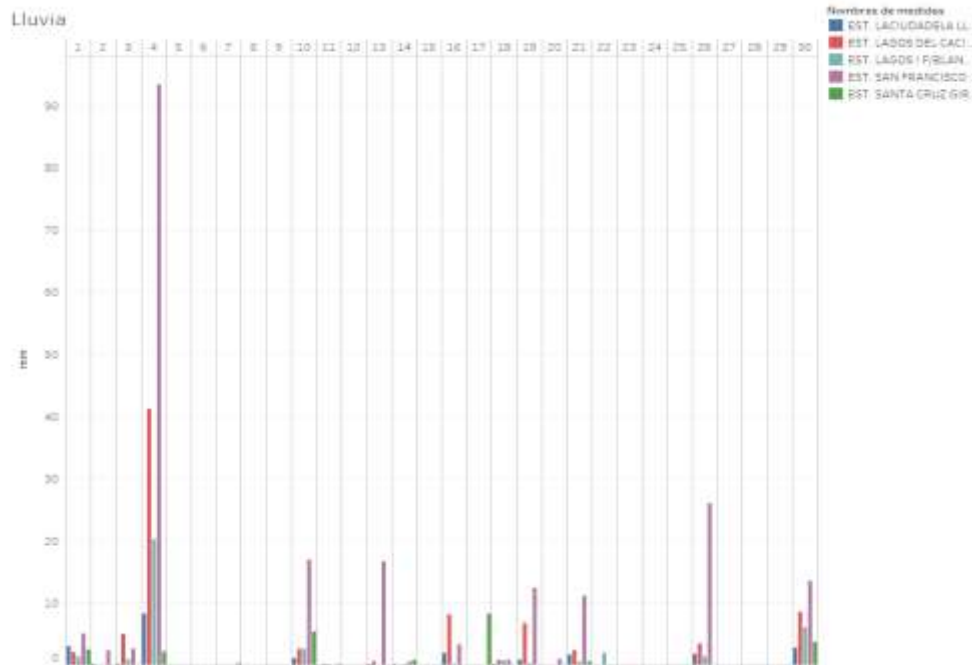


Figura 16 Variación diaria de la precipitación abril 2020

## FIN DEL INFORME

### Elaboró

Diana Alexandra Ramírez Cardona Profesional Área Metropolitana de Bucaramanga-AMB

### Revisó

Oscar Mauricio Rojas Figueredo Profesional Universitario Subdirección Ambiental del AMB

### Autorizó

Iván José Vargas Cárdenas Director ( E ) General Área Metropolitana de Bucaramanga