



## INFORME MENSUAL DE CALIDAD DEL AIRE EN EL DISTRITO DE RIOHACHA, LA GUAJIRA

FEBRERO DE 2020

EIDER JOSÉ GÁMEZ FRÍAS  
Profesional Especializado

Riohacha, La Guajira



Carrera. 7 No 12 -15  
Teléfonos: (5) 7282672 / 7275125 / 7286778 Telefax (5) 7274647  
[www.corpoguajira.gov.co](http://www.corpoguajira.gov.co)  
Laboratorio: (5) 728 5052  
Fonseca: Teléfonos: (5) 775 6500  
Línea de Atención gratuita: 01 8000 954321  
Riohacha, La Guajira – Colombia.

## 1. INTRODUCCIÓN

El distrito de Riohacha es la capital del departamento de La Guajira. Es el segundo municipio con mayor extensión territorial en el departamento y principal por constituir un vasto engranaje de entidades públicas, bancos y entidades financieras; instituciones culturales, educativas, escenarios deportivos y su sector comercial. Cuenta con una población aproximada de 278000 habitantes distribuida en 15 corregimientos, 8 resguardos indígenas y su cabecera municipal que se ensancha alejándose de la costa.

La calidad del aire del distrito se encuentra influenciada directamente por los aerosoles marinos, material particulado proveniente de zonas desérticas del departamento y que es arrastrado por las altas velocidades del viento que predominan en la zona y por el incremento incontrolado del parque automotor. Lo anterior ha conllevado a un aumento progresivo en la concentración de gases en el aire (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, oxidantes fotoquímicos, etc.), al igual que el material particulado (PM10 y PM2.5) y ruido de carácter ambiental, extremando condiciones de contaminación y estrés en algunos pobladores.

La Corporación Autónoma Regional de La Guajira (CORPOGUAJIRA) como máxima autoridad ambiental del departamento incluyó el Proyecto “14. Calidad del Aire” dentro del Plan de Acción 2016 - 2019 “Prosperidad, Paz y Sostenibilidad” aprobado por el Consejo Directivo. Con base en esto, durante los últimos años ha venido ejecutando campañas de monitoreo de calidad del aire en el distrito de Riohacha que permitan conocer el comportamiento de los contaminantes atmosféricos, principalmente el material particulado menor de 10 micras (PM10) y así cumplir con lo requerido en el numeral 5.3. “SVCA TIPO II: BÁSICO” del manual de diseño del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (establecido mediante Resolución 2154 de 2010), el cual exige la implementación de SVCA tipo II en poblaciones mayores o iguales a 150.000 habitantes y menores a 500.000 habitantes. Las citadas campañas de monitoreo permitirán generar información primaria que coadyuve a la toma oportuna de decisiones.

**El presente informe contiene los resultados de la calidad del aire obtenidos durante los monitoreos realizados en el mes de febrero de 2020 en el distrito de Riohacha, La Guajira.** Los muestreos fueron ejecutados por la empresa K2 Ingeniería S.A.S. en el marco del contrato de consultoría 0068 de 2019 cuyo objeto es el “Fortalecimiento del Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire primera etapa, en el departamento de La Guajira”.

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El principal objetivo de un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire es medir la cantidad presente de contaminantes atmosféricos de determinadas regiones o áreas en un periodo de tiempo determinado.

Para el caso del distrito de Riohacha, con el monitoreo de material particulado menor de 10 micras (PM10) se pretenden atender los siguientes objetivos:

- Determinar el estado de la calidad del aire en tres (3) sitios de monitoreo ubicados en el distrito de Riohacha mediante el análisis de las muestras obtenidas y el comportamiento de los niveles de concentración promedio de PM10 y su relación con las principales fuentes de emisión.
- Verificar el cumplimiento de las concentraciones de PM10 obtenidos en el monitoreo respecto a lo estipulado en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).



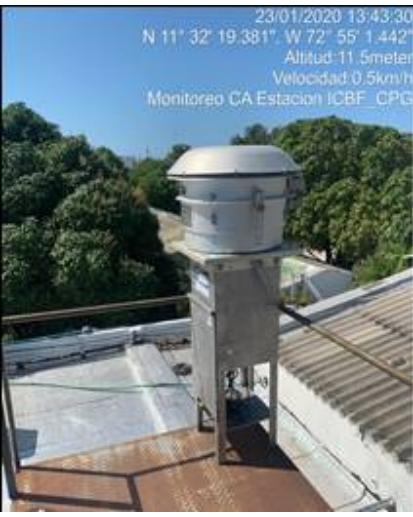
### 3. GENERALIDADES

- 3.1. Ubicación geográfica de estaciones, entorno y Resumen de la ficha técnica de las estaciones: En el presente numeral son descritas cada una de las estaciones definidas, ubicadas y puestas en operación, especificando su georreferenciación en coordenadas geográficas Magna Sirgas y coordenadas planas Magna Sirgas Colombia Oeste, un registro fotográfico, descripción de la ubicación, equipos utilizados, periodo de medición y contaminantes monitoreados.



Figura 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en Riohacha (Fuente: Adaptado de Google Earth).

Tabla 1. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire

ESTACIÓN 1	Nombre:	I.C.B.F.
	<b>Coordenadas:</b>	N: 11°32'19.38" W: 72°55'1.44" X= 1771127.576m Y= 1454208.661m
23/01/2020 13:43:30 N 11° 32' 19.38" W 72° 55' 1.44" Altitud: 11.5meter Velocidad: 0.5km/h Monitoreo CA Estación ICBF_CPG	<b>Altitud:</b>	13 msnm
	<b>Equipos:</b>	Hi Vol
	<b>Contaminantes:</b>	PM10.
	<b>Descripción</b>	Localizada sobre la azotea de la sede del I.C.B.F en Riohacha, sobre la esquina de la Carrera 15 con calle 15.
	<b>Tiempo de medición:</b>	4 meses
	<b>Fecha de Inicio:</b>	21/12/2019
	<b>Fuentes de emisión:</b>	Equipo ubicado en un punto crítico donde concurren dos de las principales arterias viales, por ende, el alto tráfico vehicular, liviano y pesado, es quizás la principal fuente de emisión de material particulado PM10.

ESTACIÓN 2		Nombre:	Cámara de Comercio	
		Coordenadas:	N: 11°32'50.85"S X= 1772113.293 m	W: 72°54'24.50"E Y= 1455316.587m
		Altitud:	8 msnm	
		Equipos:	Hi Vol	
		Contaminantes:	PM10.	
		Descripción	Ubicada sobre la azotea del edificio de la Cámara de Comercio, localizado en el centro de la ciudad, una zona con alto movimiento comercial y con tráfico vehicular liviano constate.	
		Tiempo de medición:	4 meses	
		Fecha de Inicio:	21/12/2019	
		Fuentes de emisión:	Las principales fuentes de emisión corresponden al flujo vehicular liviano que transita por las carreras quinta y sexta de la ciudad, así como por la calle 11. De igual forma la presencia de restaurantes en la zona, se consideran una fuente importante de emisión de material particulado.	
ESTACIÓN 3		Nombre:	UNIGUAJIRA	
		Coordenadas:	N: 11°30'44.24"S X= 1768269.975m	W: 72°52'16.93"E Y= 1459248.907m
		Altitud:	15 msnm	
		Equipos:	Hi Vol	
		Contaminantes:	PM10.	
		Descripción	Se localiza en las afueras de la ciudad de Riohacha, al interior de los predios de la Universidad de La Guajira, localizada sobre el Km5 vía Riohacha - Maicao.	
		Tiempo de medición:	4 meses	
		Fecha de Inicio:	21/12/2019	
		Fuentes de emisión:	La estación es considerada como estación de fondo (alejada del mayor número de focos de contaminación), ubicada en este punto con el fin de obtener medidas de fondo a nivel local. Está influenciada por actividades de construcción cercanas, levantamiento de material particulado por acción del viento en predios destapados adyacentes y en menor proporción el tráfico vehicular que fluye por la vía primaria Riohacha – Maicao.	

- 3.2. Tecnologías de medición de las estaciones: Los equipos de monitoreo usados en el distrito de Riohacha son de tecnología manual en donde se toman muestras cada tercer día que son analizadas en el laboratorio del SEVCA ubicado en La Territorial Sur de CORPOGUAJIRA, en el municipio de Fonseca, para generar resultados que luego son compilados en informes de calidad del aire.

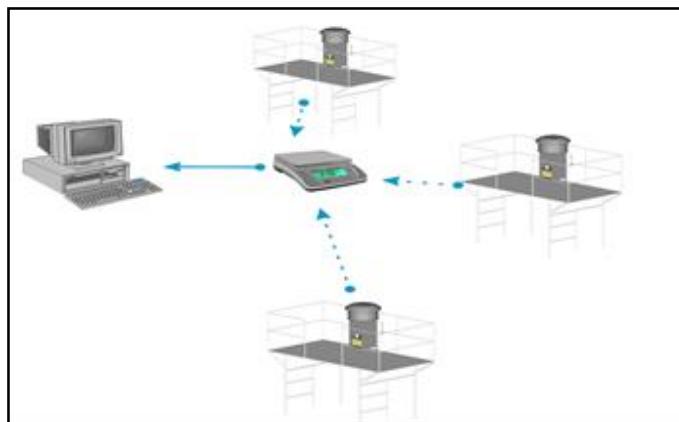


Figura 2. Esquema de un SEVCA manual. (Fuente: Manual de Operaciones de SVCA).

3.3. Contaminantes evaluados: El material particulado menor de 10 micras (PM10) es el único contaminante evaluado en todas las estaciones de monitoreo ubicadas en el distrito de Riohacha. El monitoreo se realiza con base en el método de referencia para la determinación de material particulado como PM10 en la atmósfera: EPA e - CFR Titulo 40, parte 50, apéndice J.

El muestreo está a cargo de K2 Ingeniería S.A.S., empresa que se encuentra acreditada ante el IDEAM para realizar este tipo de estudios, mediante la resolución de renovación 1695 del 4 de agosto de 2016, con extensión de variables de la acreditación anterior, mediante las resoluciones 0232 del 5 de febrero de 2017 y resolución 1313 del 16 de junio de 2017.

3.4. Tecnologías de monitoreo utilizadas: Todos los equipos tienen tecnología manual. El monitoreo de material particulado se realiza mediante un equipo muestreador de alto volumen (Hi-Vol), el cual se compone básicamente de una bomba de succión, un portafiltros, un registrador de flujo y un programador de tiempo de muestreo (Timer), todo esto se halla cubierto con una coraza de protección, diseñada aerodinámicamente para retener el material particulado deseado.

El diseño del equipo permite que las partículas de diámetro menor o igual a diez micras ( $10\mu\text{m}$ ) sigan las líneas de la corriente de flujo de aire dirigiéndose a los tubos inyectores, mientras las partículas de tamaño, con suficiente inercia salen de las líneas de flujo impactando contra el plato. Para operar correctamente, este equipo debe hacer pasar aire ambiente por el filtro a una tasa de flujo determinada. Cuando se opera en este rango de flujo, las muestras pueden ser colectadas por períodos de 24 horas ( $\pm 1$  hora). La concentración se calcula por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y del total del flujo de aire muestreado.

#### 4. NORMATIVIDAD APLICABLE AL MONITOREO

4.1. Resolución 2254 de 2017 del MADS: Establece los estándares de regulación de Calidad de Aire para los contaminantes criterio en la atmósfera; dichos estándares de exposición para PM10 se encuentran relacionados en la Tabla N° 1 del Artículo N° 2 de la norma en mención, y que, y ya para efectos del presente estudio es el contaminante objeto de evaluación, en la siguiente tabla se relacionan límites permisibles para cada tiempo de exposición.



Tabla 2. Niveles máximos permisibles para PM10 en el aire.

Contaminante	Nivel Máximo Permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de Exposición
PM10	50	Anual
	75	24 horas

- 4.2. Resolución 650 del 29 de marzo de 2010 del hoy MADS: "Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire". El protocolo establece las directrices, metodologías y procedimientos necesarios para llevar a cabo las actividades de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire en el territorio nacional.
- 4.3. Resolución 2154 del 2 de noviembre de 2010 del hoy MADS: "Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones. Este protocolo está compuesto por el Manual de Diseño de SVCA y el Manual de Operación de SVCA.

## 5. RESULTADOS DE LOS MONITOREOS CALIDAD DEL AIRE

- 5.1. Gráficas de evolución diaria de la concentración del contaminante y comparación con la norma: En febrero de 2020 se programaron nueve (9) muestras en cada una de las 3 estaciones ubicadas en Riohacha, para un total de veintisiete (27) muestras. Todas las muestras fueron validadas.

La Figura 3 presenta las concentraciones en cada estación, su comportamiento con respecto a la precipitación presentada en la zona y la confrontación con el valor límite normativo diario para PM10.

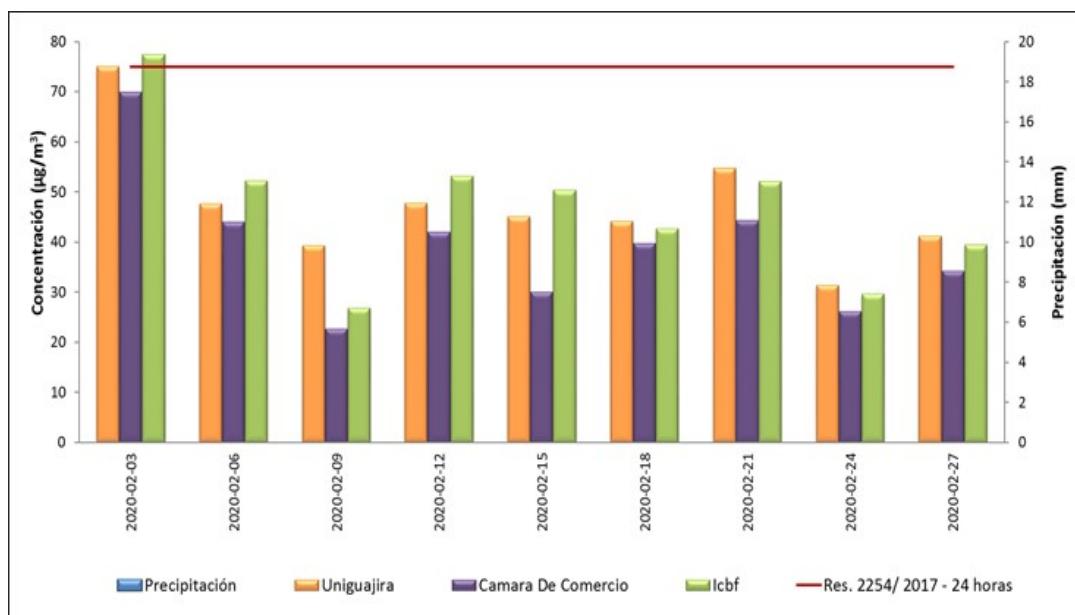


Figura 3. Comportamiento diario del PM10 Vs Norma diaria y Precipitación en el periodo.

Las mayores concentraciones de PM10 se registraron en la estación I.C.B.F. que está directamente afectada por el tráfico vehicular de la intersección de la calle 15 con carrera 15 del distrito de



Riohacha. A nivel regional se presentó algún evento que hizo que el día 03 de febrero de 2020 las concentraciones de material particulado en el departamento de La Guajira se incrementaran; esto se pudo notar en los resultados del SEVCA ubicado en la Zona Minera y en el SVCA de Riohacha en donde la estación UNIGUAJIRA presentó un dato de 75,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el I.C.B.F. con una concentración de 77,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mostró una excedencia a la norma diaria establecida en 75,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Luego de dicho evento, en el cual se dieron los picos más altos en todas las estaciones, las concentraciones disminuyeron considerablemente y el comportamiento del material particulado PM10 en todos los sectores fue normal.

- 5.2. **Gráficas del promedio anual de PM10 y comparación con la norma:** Tabla 3 y Figura 4 se detallan los resultados del promedio anual de las concentraciones de PM10 con datos del periodo evaluado en el monitoreo ejecutado en el distrito de Riohacha.

Cabe enunciar que, aunque no se ha obtenido la representatividad  $\geq$  al 75% de datos válidos para poder comparar con la Norma anual de calidad del aire (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) establecida en la Resolución 2254 de 2017; se optó por realizar una comparación indicativa para conocer la evolución de concentraciones en cada estación a medida que transcurre el año, lo cual permitirá conocer la tendencia al cumplimiento de la Norma Anual y tomar los correctivos que sean necesarios y pertinentes.

Tabla 3. Representatividad y promedio anual indicativo de PM10 en el monitoreo de Riohacha.

Estación	% Representatividad <b>(debe ser <math>\geq</math> 75%)</b>	Promedio Anual <b>Indicativo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	Noma Anual <b>(<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
UNIGUAJIRA	16,7	47,4	50,0
Cámara de Comercio	16,7	39,2	
I.C.B.F.	16,7	47,0	

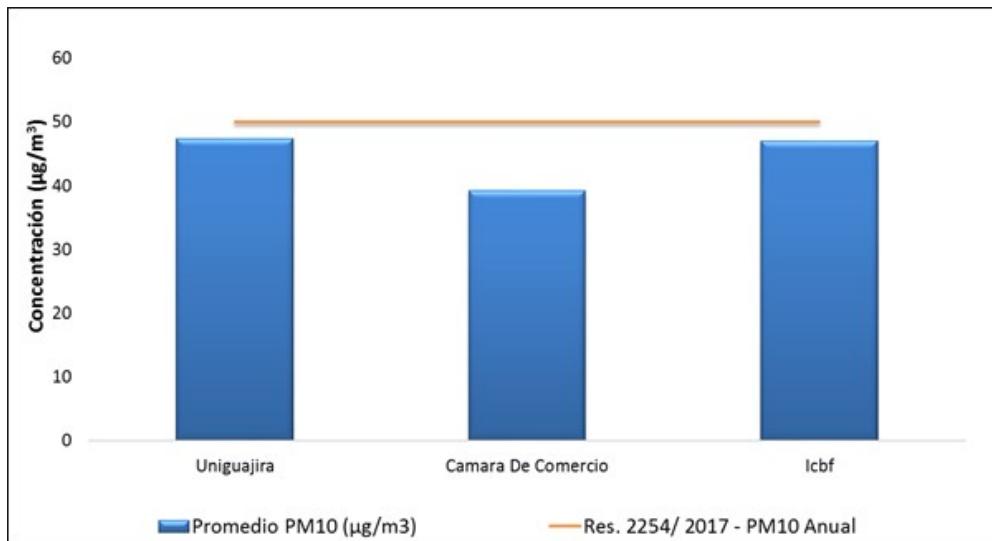


Figura 4. Promedio anual indicativo de PM10 para el 2020 en el SEVCA.

En la Figura 4 se aprecia el incremento que tuvieron las estaciones UNIGUAJIRA e I.C.B.F., llegando a valores cercanos al límite máximo permisible de la norma anual. Es importante mantener los controles de forma continua a las diversas fuentes que pueden estar influenciando el incremento en las concentraciones de estas zonas de la ciudad.

- 5.3. Resultados estadísticos: En la Tabla 4 se describe la distribución estadística de los niveles de inmisión de PM10 reportados por las estaciones de calidad del aire. De igual forma la Figura 5 representa la distribución de los datos en un diagrama de cajas para cada estación.

Tabla 4. Resultados estadísticos para febrero de 2020.

Descriptor	UNIGUAJIRA	Cámara De Comercio	I.C.B.F.
Número de datos (n)	9	9	9
Promedio Aritmético ( $\bar{X}$ )	47,4	39,2	47,0
Valor más alto registrado ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	75,0	69,9	77,4
Día de registro	03/02/2020	03/02/2020	03/02/2020
Desviación estándar (S)	12,2	13,9	15,1
Parámetro de Distribución T	2,3	2,3	2,3
Intervalo de confianza para la media (95%) $\mu_1$	38,0	28,5	35,4
Intervalo de confianza para la media (95%) $\mu_2$	56,7	49,9	58,6
Mediana	45,1	39,7	50,2
Percentil 25	41,2	30,0	39,4
Percentil 75	47,8	44,0	52,1

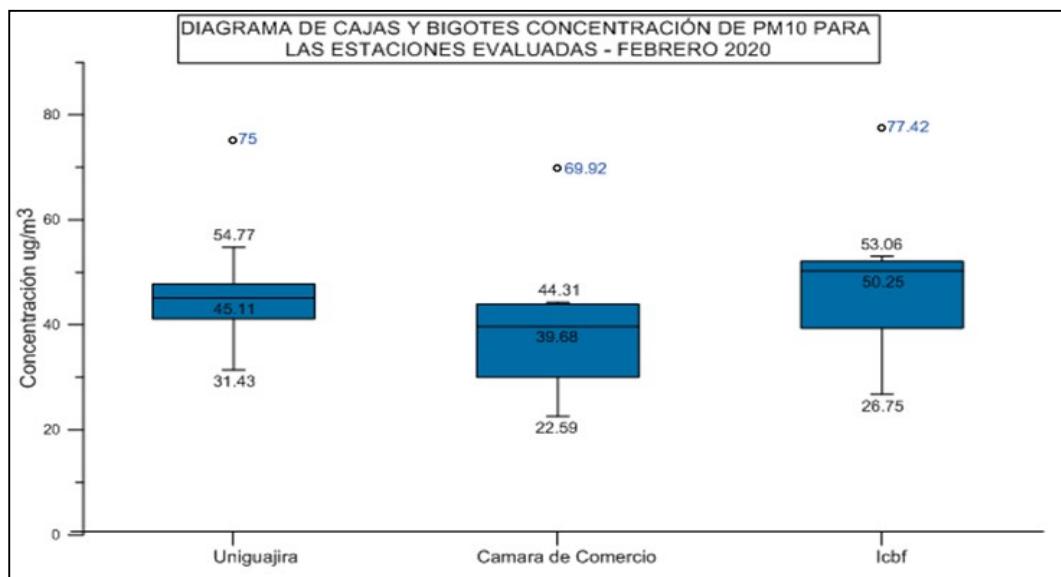


Figura 5. Diagrama de cajas de contaminantes evaluados – PM10.

Teniendo en cuenta la información estadística presentada en la Tabla 4 y el diagrama de cajas o “boxplot” de la Figura 5, se aprecian los tres datos atípicos presentados durante la primera jornada de monitoreo del mes en todas las estaciones, luego de esto la dispersión de los datos fue regular en la estación UNIGUAJIRA e inclinada hacia el cuartil inferior en las demás.

- 5.4. Resultados consolidados: Los resultados consolidados del periodo evaluado se observan en la Tabla 5, donde se aprecian las concentraciones diarias por estación, la variación de los datos y su comparación con la norma diaria.

Tabla 5. Resultados consolidados (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Fecha de muestreo	UNIGUAJIRA	Cámara de Comercio	I.C.B.F.	Norma diaria PM10
03/02/2020	75,0	69,9	77,4	75,0
06/02/2020	47,6	44,0	52,1	
09/02/2020	39,3	22,6	26,8	
12/02/2020	47,8	42,0	53,1	
15/02/2020	45,1	30,0	50,2	
18/02/2020	44,1	39,7	42,6	
21/02/2020	54,8	44,3	52,0	
24/02/2020	31,4	26,2	29,6	
27/02/2020	41,2	34,2	39,4	
<b>Máximo</b>	<b>75,0</b>	<b>69,9</b>	<b>77,4</b>	
<b>Mínimo</b>	<b>31,4</b>	<b>22,6</b>	<b>26,8</b>	

- 5.5. Cálculo de Índice de Calidad del Aire (ICA) para cada estación: Con base en el Artículo 19 de la Resolución 2254 de 2017, la descripción del Índice de Calidad del Aire se establece en la Tabla 6. El Índice de Calidad del Aire (ICA) para cada estación se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 6. Descripción general del Índice de Calidad del Aire.

Rango	Color	Estado de la calidad del aire	Efectos
0-50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
51-100	Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblaciones sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. Material Particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.
151-200	Rojo	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201-300	Púrpura	Muy Dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301-500	Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

Tabla 7. Cálculo del Índice de Calidad del Aire.

Fecha de muestreo	UNIGUAJIRA	Cámara de Comercio	I.C.B.F.
03/02/2020	61	58	62
06/02/2020	44	41	48
09/02/2020	36	21	25
12/02/2020	44	39	49
15/02/2020	42	28	47
18/02/2020	41	37	39
21/02/2020	51	41	48
24/02/2020	29	24	27
27/02/2020	38	32	36

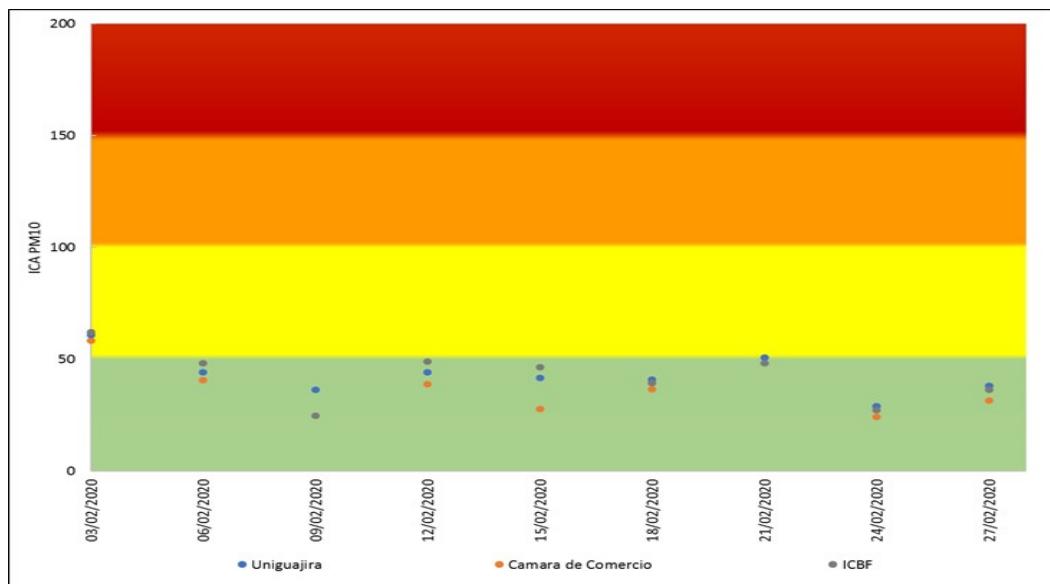


Figura 6. ICA en Riohacha para el periodo evaluado.

El 88,9% de los datos validados en el periodo indicaron un buen estado de la calidad del aire, mientras el 11,1% (3 datos) registraron una calidad de aire aceptable. Se puede decir que la calidad del aire fue buena, sin embargo, el evento presentado a nivel regional el 03 de febrero de 2020 influenció sobre los resultados de las tres estaciones ubicadas en el distrito de Riohacha.

- 5.6. Análisis de datos atípicos: Durante el periodo se presentaron tres (3) datos atípicos en el monitoreo del 03 de febrero de 2020, Como se ha mencionado en diversos apartes del informe, los resultados de este día estuvieron asociados a una condición regional que hizo que las concentraciones de material particulado en el departamento se incrementaran pues esta condición fue observada también en los resultados del SEVCA ubicado en la Zona Minera.

## 6. METEOROLOGÍA DEL PERÍODO

Para el análisis de parámetros meteorológicos realizado en el presente informe se tomaron los datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Almirante Padilla de la ciudad de Riohacha.

En el presente capítulo se analizan las condiciones meteorológicas registradas durante el periodo de medición; en ese sentido, esta información nos permite determinar predominancias en velocidad y dirección del viento para establecer la dirección y grado de dispersión del material particulado en la atmósfera. De igual forma, permite el análisis de la precipitación de la zona, para determinar si existe o no, remoción húmeda (lavado atmosférico). La combinación de otros aspectos como humedad relativa y datos de superficie como temperatura permiten estimar la estabilidad atmosférica. En la Tabla 8 se presenta la ubicación de la estación meteorológica y su representatividad para el presente estudio.

Tabla 8. Localización estación meteorológica.

Nombre de la estación	Sistema Magna Sirgas		Sistema Magna Sirgas Colombia Oeste	
	Coordenada N	Coordenada W	X (m)	Y (m)
Aeropuerto Almirante Padilla	N: 11°31'41.72"	W: 72°55'3.82 "	X=1769966.500m	Y=1454153.237 m

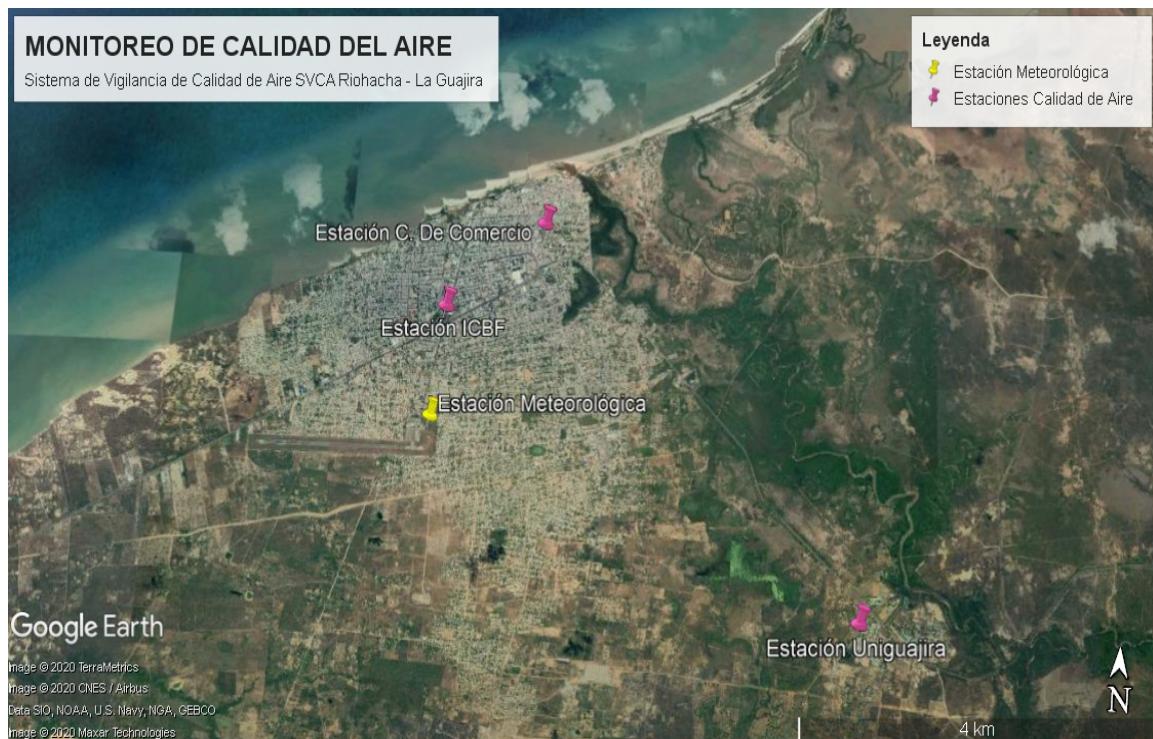


Figura 7. Localización Estación Meteorológica Vs Estaciones Calidad de Aire

En la Tabla 9 se muestran los datos diarios obtenidos a partir de la estación meteorológica, en ella se muestra el valor promedio de: velocidad del viento, temperatura y humedad relativa, así como la precipitación acumulada la cual fue de cero en el periodo de monitoreo.

Tabla 9. Resumen de los parámetros meteorológicos de muestreo – Estación Aeropuerto Almirante Padilla.

Fecha	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento (m/s)	Humedad (%)
01/02/2020	28,17	0.00	4,78	60,27
02/02/2020	26,23	0.00	4,05	72,29
03/02/2020	26,35	0.00	2,73	68,32
04/02/2020	27,61	0.00	4,64	52,62
05/02/2020	26,75	0.00	4,38	56,24
06/02/2020	27,17	0.00	4,88	59,28
07/02/2020	26,54	0.00	4,00	60,50
08/02/2020	27,76	0.00	4,96	55,20
09/02/2020	25,95	0.00	4,46	62,47
10/02/2020	26,98	0.00	5,35	56,67
11/02/2020	27,59	0.00	5,72	53,88
12/02/2020	27,56	0.00	5,56	54,83
13/02/2020	27,73	0.00	4,80	56,33
14/02/2020	26,85	0.00	4,87	62,75
15/02/2020	27,37	0.00	4,94	59,30
16/02/2020	26,63	0.00	3,88	60,50
17/02/2020	27,98	0.00	5,34	55,00
18/02/2020	28,08	0.00	5,70	58,04
19/02/2020	27,31	0.00	5,16	63,54
20/02/2020	27,13	0.00	4,43	62,42
21/02/2020	25,28	0.00	3,70	66,78
22/02/2020	24,20	0.00	3,00	76,52
23/02/2020	24,37	0.00	3,29	75,96
24/02/2020	24,59	0.00	3,49	73,13
25/02/2020	25,60	0.00	3,79	73,32
26/02/2020	25,45	0.00	3,26	73,74
27/02/2020	24,96	0.00	3,38	75,04
28/02/2020	25,18	0.00	3,70	72,79
29/02/2020	24,65	0.00	4,00	73,10
<b>Promedio</b>	<b>26,47</b>	<b>0.00</b>	<b>4,33</b>	<b>63,82</b>
<b>Mínimo</b>	<b>28,17</b>	<b>0.00</b>	<b>5,72</b>	<b>76,52</b>
<b>Máximo</b>	<b>24,20</b>	<b>0.00</b>	<b>2,73</b>	<b>52,62</b>

En este sentido, la información obtenida es la siguiente:

- 6.1. Temperatura: La meteorología local juega un papel fundamental en la emisión y comportamiento del material particulado, la temperatura en particular corresponde a una de las variables más relevantes



en La Guajira por los altos promedios presentes, particularmente en la ciudad de Riohacha. En la Figura 8 se presenta el perfil horario de temperatura en la zona de estudio, el cual muestra un comportamiento normalizado, con los mayores promedios horarios durante el mediodía e incrementos a partir de las 7 horas.

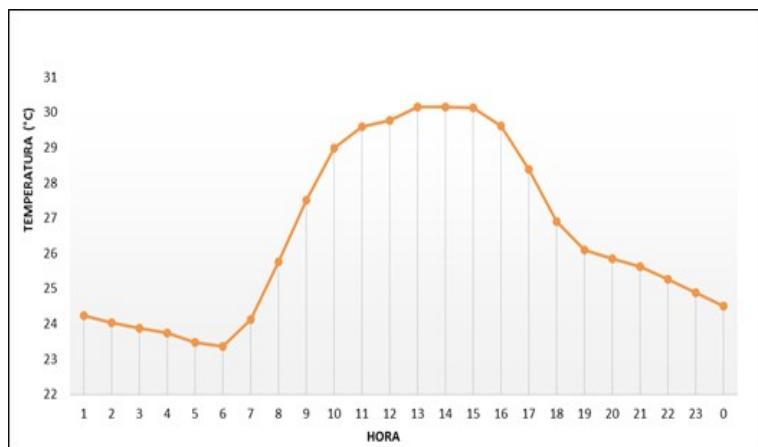


Figura 8. Temperatura promedio horaria

La Figura 9 presenta el promedio diario de temperatura durante el periodo evaluado. Durante el mes de febrero los promedios diarios de temperatura se mantuvieron constantes en los primeros tres cuartos del mes, pero sobre el final del mes de febrero los promedios diarios presentaron una disminución, situando los días del 22 al 29 de febrero como los menos cálidos del mes. El mayor promedio de temperatura se registró durante el primer día del mes con un valor de 28,2°C, y el menor promedios se presentó el 22 de febrero con un valor promedio diario de 22,4°C.

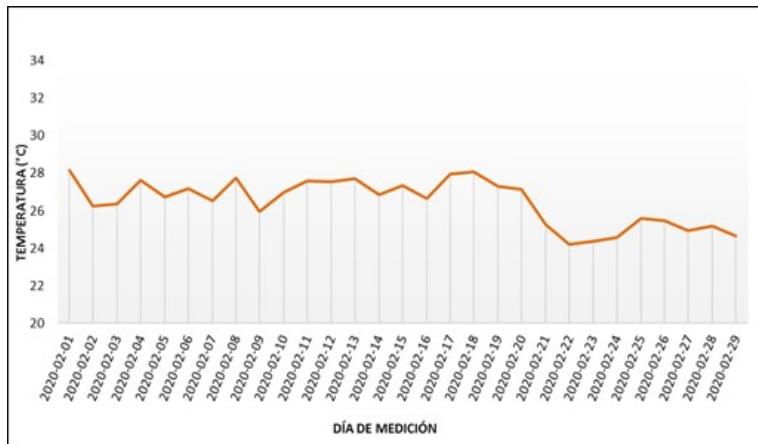


Figura 9. Temperatura promedio diaria

El promedio mensual de temperatura para el periodo fue de 26,47°C, efectivamente un promedio habitual en la zona. El hecho de que los promedios de temperatura se sitúen en el rango de los 24 a 30°C, es un factor determinante al momento de evaluar el comportamiento del material particulado,

este ambiente favorece la dispersión de las partículas más pequeñas, si tenemos en cuenta que en la zona el porcentaje de calmas de viento es muy bajo.

6.2. Viento: Para este variable meteorológico, se evalúan diferentes parámetros:

6.2.1. Velocidad y dirección del viento: Si hablamos de factores meteorológicos que influyen directamente en la dispersión del material particulado es necesario analizar el comportamiento local de la velocidad y dirección del viento. La Figura 10 presenta el perfil horario de las velocidades en la zona, se puede decir que en las horas del mediodía se presentan los vientos más fuertes, llegando a superar los 6,0 m/s.

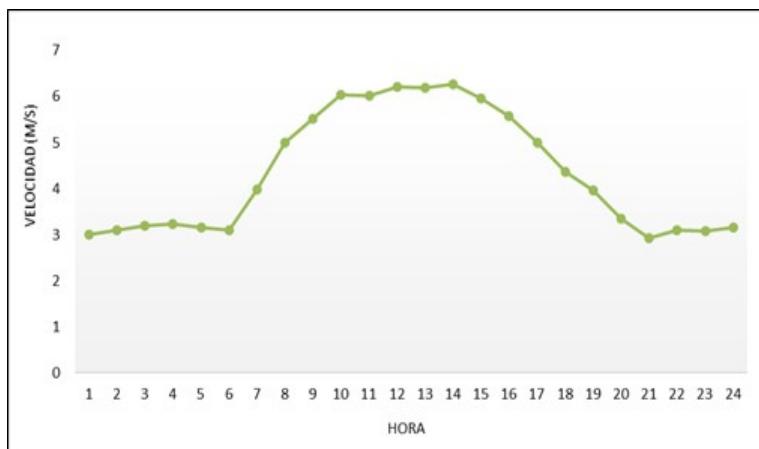


Figura 10. Velocidad del viento promedio horaria

Los promedios diarios de velocidad de viento se presentan cambiantes entre un día y otro como se aprecia en la Figura 11, a pesar del comportamiento dinámico la disminución que tuvo sobre el final del periodo es clara. Los mayores promedios diarios de viento se dieron sobre la mitad del monitoreo, alcanzando valores promedio de hasta 5,7 m/s.

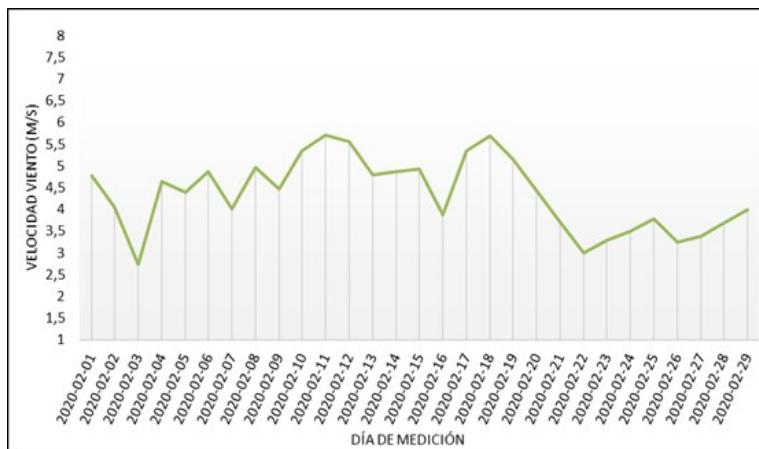


Figura 11. Velocidad del viento promedio diaria.

- 6.2.2. Distribución de los vientos: En el presente reporte se analizan las velocidades de los vientos por los diferentes rangos de velocidad de acuerdo con la escala Beaufort que se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación de vientos según velocidad (Beaufort).

Denominación	Descripción del efecto del viento	Rango de velocidad (m/s)
Calma	Calma, el humo asciende verticalmente.	0,0 - 0,2
Aire ligero	El humo indica la dirección del viento.	0,3 - 1,5
Brisa ligera	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos.	1,6 - 3,3
Brisa suave	Se agitan las hojas, ondulan las banderas.	3,4 - 5,4
Brisa moderada	Se levanta polvo y papeles, se agitan los árboles.	5,5 - 7,9
Brisa fresca	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada.	8,0 - 10,8
Brisa fuerte	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.	10,9 - 13,8
Viento casi temporal	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento.	13,9 - 16,9
Viento temporal	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas difícil.	17,0 - 20,5
Viento temporal fuerte	Daños en árboles, imposible andar contra el viento.	20,6 - 24,1
Tormenta	Árboles arrancados, daños en las estructuras de las construcciones.	24,2 - 28,3
Tormenta violenta	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles.	28,4 - 32,6
Huracán	Destrucción total.	>32,7

Fuente: NOAA, 2008.

En la Figura 12 se puede observar la distribución de frecuencias calculada de acuerdo a los reportes obtenidos, dicha figura muestra que el mayor porcentaje de velocidades de viento se situó en el rango clasificado como "Brisa Suave" (3,3- 5,4 m/s) con un 39,4% de los registros, también hay una importante cantidad de vientos con velocidades que superan los 5,4m/s, lo que denota los incrementos en las velocidades durante este último periodo. El porcentaje de calmas sigue siendo prácticamente nulo en la zona, con lo cual los vientos, su velocidad y dirección, sigue siendo un factor determinante en el estudio de la dispersión de los contaminantes atmosféricos en el área.

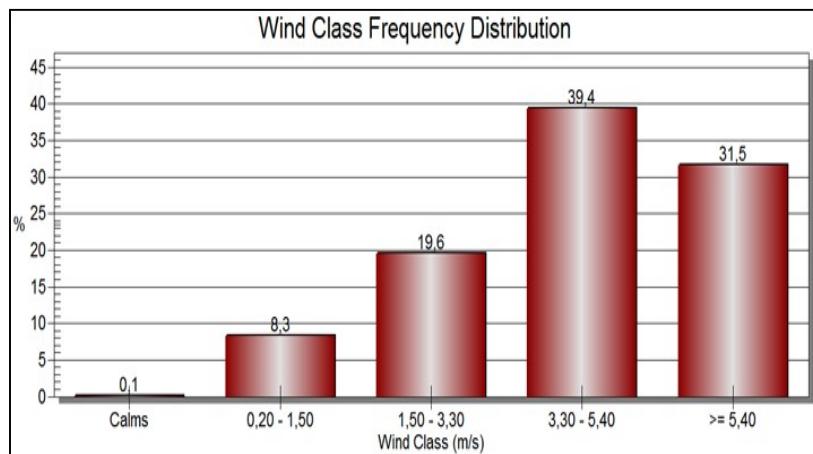


Figura 12. Distribución de frecuencia por clasificación de vientos general del monitoreo.

- 6.2.3. Rosa de vientos: De acuerdo con la información presentada por la rosa de vientos en la Figura 13, la dirección predominante de los vientos proviene del Este (E) y Sursureste (SSE), con presencia de vientos provenientes del Esterior (ENE) con menor intensidad.

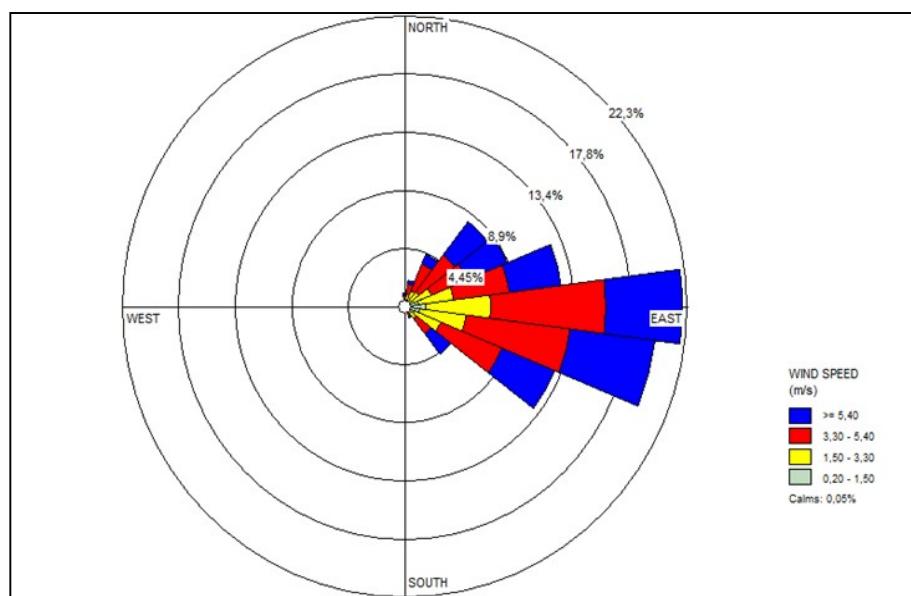


Figura 13. Rosa de vientos general durante el periodo de monitoreo.

En la Figura 14 se proyecta la rosa de viento generada sobreponiendo la imagen satelital de la ciudad y la localización de las estaciones de monitoreo, lo que nos ayuda a determinar la representatividad la meteorología para el presente estudio.

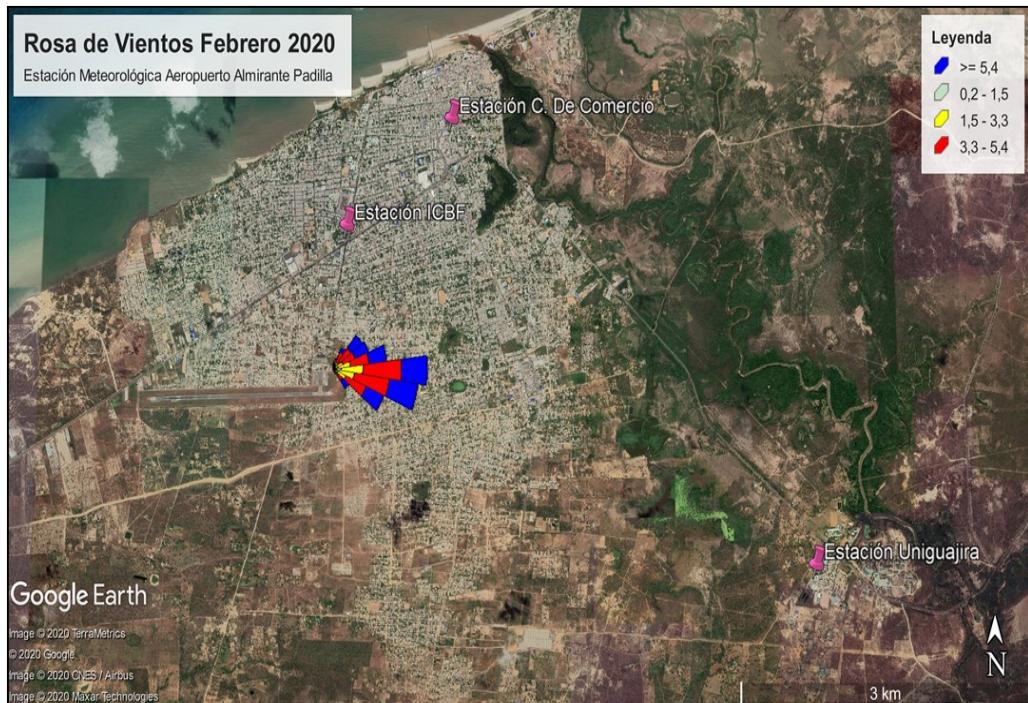


Figura 14. Rosa de vientos proyectada. Datos meteorológicos procesados en software WRPLOT View – Freeware V:8.0.2– Lakes Environmental

6.3. Precipitación: Durante el periodo de monitoreo no se registró precipitación en la zona de estudio. Teniendo en cuenta la escala de precipitación presentada en la Tabla 11, la precipitación se encuentra en un rango de 0 a 5 mm/día clasificándose como “escasa”.

Tabla 11. Escalas de precipitación.

Denominación	Precipitación diaria (mm)	Precipitación Mensual (mm)
Escasa	0 - 5	0 - 20
Ligera	6 - 10	21 - 40
Moderada	11 - 20	41 - 80
Fuerte	21 - 50	81 - 200
Muy Fuerte	51 - 70	201 - 280
Intensa	> 70	> 281

Fuente: Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes. 2008. Secretaría Distrital de Ambiente, Dirección de Control Ambiental, Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.

6.4. Humedad relativa: Los promedios de humedad relativa en la zona son igual de cambiante a medida que avanza las horas del día, en la Figura 15 se muestra el perfil horario de esta variable, presentando igualmente los cambios a partir de las 7 horas del día.

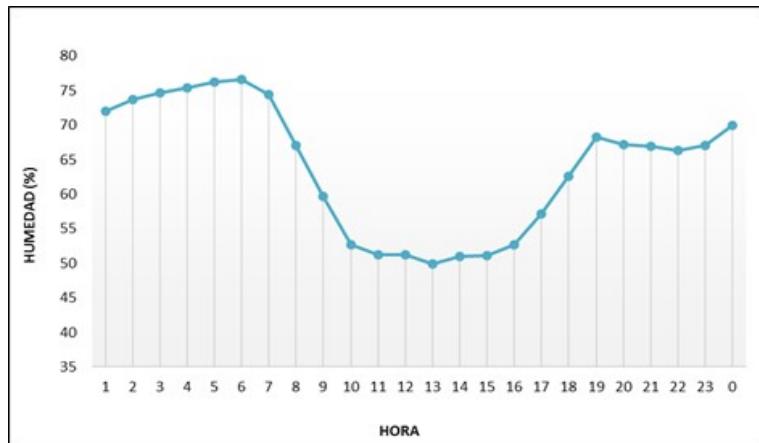


Figura 15. Humedad relativa promedio horaria.

Durante el mes de febrero la humedad relativa fue muy cambiante, presentando promedios diarios de entre 52 y 77%.

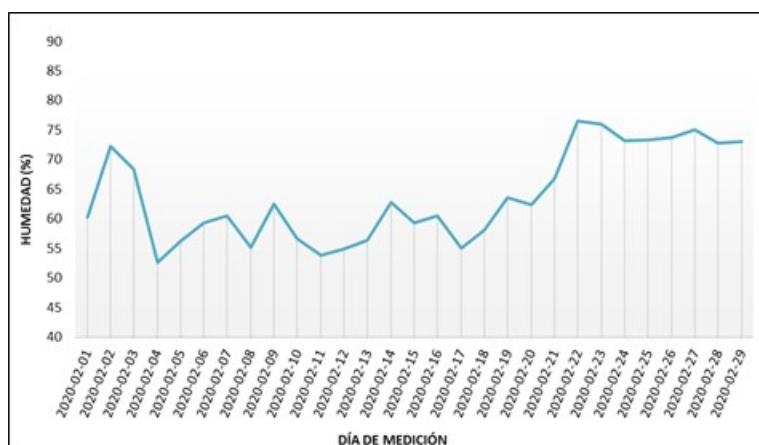


Figura 16. Humedad relativa promedio diaria.

El promedio mensual de la humedad relativa durante el mes de febrero de 2020 fue de 64%, lo que indica un porcentaje alto vapor de agua en el ambiente.

## 7. CONCLUSIONES

- Durante el periodo evaluado se programaron nueve (9) muestras en cada una de las tres (3) estaciones ubicadas en Riohacha, para un total de veintisiete (27) 4. Todas las muestras fueron tomadas y validadas.
- La comparación realizada con la norma diaria de calidad del aire establecida en 75,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la Resolución 2254 de 2017 del MADS, determino que durante el periodo de monitoreo las concentraciones de material particulado PM10 en la estación I.C.B.F. presento una (1) excedencia a la norma para tiempo de exposición 24 horas el 03 de febrero con un valor de 77,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Los resultados del “Índice de Calidad del Aire” calculado para la zona de influencia del monitoreo, muestran que el 88,9% de los datos corresponden a la banda del color verde que significa “Calidad del Aire Buena”, lo que indica que existe un riesgo bajo para la salud sobre la población de la zona de estudio. Los datos restantes (11,1%) muestran una calidad del aire aceptable y están relacionados a los resultados de los muestreos del 03 de febrero de 2020 que estuvo influenciado por alguna condición regional que se presentó ese día y que incrementó las concentraciones de material particulado en la atmósfera.
- La comparación indicativa de las concentraciones promedio con los límites establecidos en la norma anual, muestran cumplimiento normativo; sin embargo, en las estaciones UNIGUAJIRA e I.C.B.F. se están presentando promedios de 47,4 y 47,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente los cuales están muy cercanos a la norma establecida en 50,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Durante el periodo, las constantes velocidades de viento y las altas temperaturas de la zona fueron influyentes en la dispersión continua del material particulado, disminuyendo el riesgo de presencia de nubes estacionarias de material particulado y su asentamiento en áreas pobladas. Empero, la ausencia de precipitación coadyuva a que las partículas se mantengan por más tiempo en la atmósfera.
- Las principales fuentes de emisión identificadas durante la primera campaña corresponden a:
  - Tráfico rodado liviano y pesado.
  - Obras civiles.
  - Chimeneas de restaurantes dispersos.
  - Predios destapados.
  - Remoción de material.

