



*Fotografía: Estación de monitoreo de calidad del aire, Estación CUESTECITAS
SEVCA CORPOGUAJIRA*

**FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA
ESPECIAL DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD
DEL AIRE PRIMERA ETAPA, EN EL
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.**



INFORME ANUAL SEVCA CORPOGUAJIRA 2019

Los datos de concentraciones corresponden a los resultados de operación durante el año 2019 del Sistema Especial de Vigilancia de Calidad de Aire SEVCA de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA.

	Nombre	Cargo	Firma
Elaboró	Carlos David Vega Fernández	Ingeniero Consultor	
Revisó	Dayana Rivera González	Coordinador	
Aprobó	Jesualdo José Castro Dávila	Director de Proyecto	



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
2.3	ALCANCE	2
3	GENERALIDADES	3
3.1	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.....	3
3.1.1	<i>Proyección del Número de Habitantes.</i>	4
3.2	CONTAMINANTES EVALUADOS Y EFECTOS EN LA SALUD.....	6
3.2.1	<i>Material Particulado.....</i>	6
3.2.2	<i>Efectos sobre la Salud.....</i>	7
3.3	MARCO NORMATIVO.....	8
3.3.1	<i>RESOLUCIÓN 2254 DE 2017 DEL MADS.....</i>	8
3.3.2	<i>RESOLUCIÓN 650 DEL 29 DE MARZO DE 2010.....</i>	8
3.3.3	<i>RESOLUCIÓN 2154 DEL 2 DE NOVIEMBRE DE 2010.....</i>	8
3.4	INDICE DE CALIDAD DE AIRE ICA	9
3.4.1	<i>Cálculo del Índice de Calidad del Aire</i>	9
3.5	SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE - SVCA	10
3.5.1	<i>Tecnologías de medición de las estaciones del SEVCA.....</i>	10
3.6	SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE RIOHACHA.....	11
3.6.1	<i>Micro-Localización Estaciones SVCA Riohacha.....</i>	11
3.7	SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA MINERA	14
3.7.1	<i>Ubicación Geográfica de Estaciones y Entorno:</i>	14
3.7.2	<i>Resumen de la ficha técnica de las estaciones:</i>	16
4	CALIDAD DE AIRE Y METEOROLOGIA.....	20
4.1	RESULTADOS DE CALIDAD DE AIRE	20
4.1.1	<i>Resultados de Monitoreo en la Ciudad de Riohacha.</i>	20
4.1.2	<i>Resultados de Monitoreo PM10 en la Zona de Influencia Minera.....</i>	20
4.1.3	<i>Distribución de las Concentraciones PM10 Zona de Influencia Minera.....</i>	28

4.2	ANALISIS DE LA CALIDAD DE AIRE.....	35
4.2.1	<i>Índice de Calidad del Aire (ICA).....</i>	35
4.3	RESULTADOS DE METEOROLOGIA	38
4.3.1	<i>Condiciones Ambientales de La Zona de Influencia Minera.....</i>	40
4.3.2	<i>Ánalisis de Variables Meteorológicas</i>	40
4.3.3	<i>Temperatura:.....</i>	41
4.3.4	<i>Precipitación</i>	42
4.3.5	<i>Humedad Relativa</i>	44
4.3.6	<i>Velocidad del viento.....</i>	45
4.3.7	<i>Dirección del Viento durante el Año 2019</i>	46
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución porcentual de los Municipios de la Guajira.	4
Figura 2. Número de Habitantes – Departamento de la Guajira.....	5
Figura 3. Concesión Minera del Departamento de la Guajira.	6
Figura 4. Porcentaje de acumulación de partículas en cada parte del sistema respiratorio	7
Figura 5. Esquema de un SEVCA manual.....	10
Figura 6. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire SVCA Riohacha	13
Figura 7. Ubicación geográfica de Estaciones SEVCA de CORPOGUAJIRA	15
Figura 8. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – Julio 2019	21
Figura 9. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – Agosto 2019	22
Figura 10. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – Septiembre 2019	23
Figura 11. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – Octubre 2019.....	24
Figura 12. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – Noviembre 2019	25
Figura 13. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma - Diciembre.....	26
Figura 14. Concentración PM10 promedio aritmético estaciones Zona Minera	27
Figura 15. Diagrama de Cajas y Bigotes PM10 Julio 2019.....	29
Figura 16. Diagrama de Cajas y Bigotes Agosto 2019	30
Figura 17. Diagrama de Cajas y Bigotes Septiembre 2019.....	31
Figura 18. Diagrama de Cajas y Bigotes Octubre 2019	32
Figura 19. Diagrama de Cajas y Bigotes Noviembre 2019.....	33
Figura 20. Diagrama de Cajas y Bigotes Diciembre 2019	34
Figura 21. Índice de calidad de Aire estaciones PM10 Zona Minera	36
Figura 22. Porcentaje del ICA en las estaciones PM10 Zona minera.....	37
Figura 24. Temperatura promedio mensual	41
Figura 25. Perfil Horario de Temperatura	42
Figura 26. Precipitación acumulada Mensual.	43
Figura 27. Perfil horario de precipitación.....	43
Figura 28. Humedad Relativa Promedio Mensual	44
Figura 29. Perfil Horario Humedad Relativa.....	44
Figura 30. Perfil horario de velocidad de viento	45



Figura 31. Velocidad del Viento por estaciones.	46
Figura 33. Rosa de Vientos Estación Provincial	47
Figura 34. Distribución de frecuencias Estación Provincial.....	47
Figura 35. Rosa de Vientos Estación Planta de Agua	48
Figura 36. Distribución de frecuencias Estación Planta de agua	48
Figura 35. Rosa de vientos totales Zona Minera departamento de la Guajira.....	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Extensiones de los municipios del departamento de la Guajira.	3
Tabla 2. Descripción poblacional del Departamento de la Guajira según proyección del DANE	4
Tabla 3. Niveles máximos permisibles para PM10 en el aire – Resolución 2254/2017.....	8
Tabla 4. Descripción Índice de Calidad del Aire.....	9
Tabla 5. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire – SVCA Riohacha	11
Tabla 6. Coordenadas de las estaciones de monitoreo de calidad del aire SEVCA Zona Minera.....	14
Tabla 7. Ficha técnica de las estaciones del SEVCA de CORPOGUAJIRA.	16
Tabla 8. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire - SEVCA Zona Minera	16
Tabla 9. Tabla de Frecuencia General – Zona de Influencia Minera.....	28
Tabla 10. Indicé de Calidad de Aire por Estaciones.	35
Tabla 11. Temperatura Promedio Anual	41
Tabla 12. Escala de precipitación.....	42
Tabla 13. Escala de velocidad del viento – Beaufort	45



1 INTRODUCCIÓN

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. Para ejecutar dicho proyecto, CORPOGUAJIRA cuenta con un sistema de vigilancia que, de acuerdo con el Manual de Diseño del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante Resolución 2154 de 2010), está caracterizado como Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire (en adelante SEVCA), el cual posee estaciones en poblaciones de cualquier número de habitantes bajo la influencia de fuentes de gran magnitud (zona minera para el caso del departamento). El SEVCA de CORPOGUAJIRA se encuentra acreditado ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), mediante la Resolución 1444 del 08 de julio 2016, para la toma de muestras y generación de información relacionada con la calidad del aire.

En cumplimiento del contrato de consultoría No. 0068 de 2019 celebrado entre la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (CORPOGUAJIRA) y la firma especializada K2 INGENIERIA S.A.S., cuyo objeto es el “FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA ESPECIAL DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE PRIMERA ETAPA, EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA”, se entrega el informe consolidado anual de calidad de aire correspondiente al año 2019.

El SEVCA de CORPOGUAJIRA se compone de nueve estaciones de monitoreo fijas que alcanzan gran parte del corredor minero sur del departamento de La Guajira, con estaciones en las poblaciones de mayor influencia de la actividad minera se monitorea de forma continua la calidad del aire de la zona, permitiendo a CORPOGUAJIRA la identificación de eventos que puedan afectar la salud de las poblaciones adyacentes o los ecosistemas circundantes. Durante el año 2019 el SEVCA operó sobre el segundo semestre del año, con lo cual los análisis desarrollados en el presente informe se realizaron con datos de los meses de julio a diciembre de 2019.

En el periodo de estudio mencionado se evaluó el comportamiento del material particulado menor a 10 micras (PM10). Los monitoreos fueron desarrollados de acuerdo con la metodología estipulada por la Agencia de Protección Ambiental (U.S. EPA) de los Estados Unidos de América y el Protocolo para Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, tomando muestras cada tercer día en equipos de tecnología manual tipo Hi-Vol.

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Consolidar y analizar los niveles de concentración de material particulado PM10 resultado de la operación durante el 2019 del Sistema Especial de Vigilancia de Calidad del Aire de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA, estimando el estado de la calidad del aire en la zona minera del departamento durante el periodo de estudio.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar el monitoreo de material particulado PM10 en el área de influencia de la población cercana a las actividades mineras.
- Determinar el cumplimiento de la norma de calidad del aire establecida en la legislación colombiana.
- Observar la tendencia de evolución temporal de las concentraciones de material particulado PM10 a corto y mediano plazo.
- Analizar la influencia de las condiciones meteorológicas locales y su relación en la generación, dispersión y control del material particulado PM10.
- Identificar las zonas más sensibles a ser afectadas por el material particulado generado por la actividad minera, en aras de tomar las medidas de control necesarias.

2.3 ALCANCE

El alcance del proyecto contempla realizar el fortalecimiento del Sistema Especial de Vigilancia de Calidad de Aire SEVCA de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, lo cual incluye, la operación y el análisis de concentraciones de material particulado PM10 de todas las estaciones que forman parte del SEVCA, siguiendo los lineamientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento a la Calidad del Aire.

3 GENERALIDADES

3.1 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.

El Departamento de La Guajira está situado en el extremo norte del país y de la llanura del Caribe, en la parte más septentrional de la América del sur; localizado entre los 10°23' y 12°28' de latitud norte y los 71°06' y 73°39' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 20.848 km² lo que representa el 1.8 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el mar Caribe, por el Este con el mar Caribe y la República de Venezuela, por el Sur con el departamento del Cesar, y por el Oeste con el departamento del Magdalena y el mar Caribe

El departamento de La Guajira está dividido en 15 municipios, distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 1. Extensiones de los municipios del departamento de la Guajira¹.

Municipio	Extensión (Km ²)	% de Ocupación
Albania	550.17	3%
Barrancas	788.69	4%
Dibulla	1751.99	8%
Distracción	238.07	1%
El Molino	169.17	1%
Fonseca	451.77	2%
Hato Nuevo	245.58	1%
La Jagua del Pilar	178.74	1%
Maicao	1768.32	9%
Manaure	1615.59	8%
Riohacha	3080.94	15%
San Juan del Cesar	1388.36	7%
Uribia	7933.85	38%
Urumita	279.21	1%
Villanueva	299.07	1%

¹ Atlas Ambiental del departamento de la Guajira.

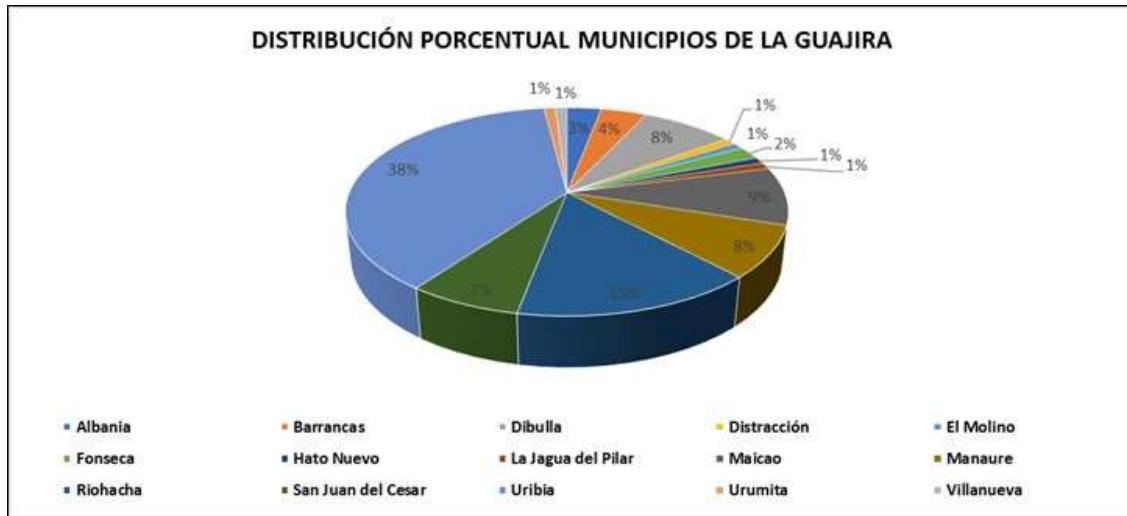


Figura 1. Distribución porcentual de los Municipios de la Guajira.

3.1.1 Proyección del Número de Habitantes.

De acuerdo con las proyecciones poblacionales elaboradas por el DANE, partiendo desde los datos tomados por el último censo realizado en el año 2018 y su proyección a 2020:

Tabla 2. Descripción poblacional del Departamento de la Guajira según proyección del DANE

Municipio	Personas 2018	Personas 2019	Personas 2020
Riohacha	188.014	195.747	201.839
Albania	29.148	30.848	32.265
Barrancas	35.743	37.170	38.348
Dibulla	37.740	40.051	42.060
Distracción	13.016	13.706	14.248
El Molino	7.185	7.574	7.879
Fonseca	42.772	43.728	44.544
Hato Nuevo	20.044	21.151	22.033
La Jagua del Pilar	3.498	3.686	3.834
Maicao	170.582	178.832	185.072
Manaure	83.072	88.881	93.431
San Juan del Cesar	46.953	48.387	49.584
Uribia	163.462	177.815	190.084
Urumita	10.985	11.114	11.261
Villanueva	28.346	28.816	29.236

Fuente: DANE - Dirección de Censos y Demografía

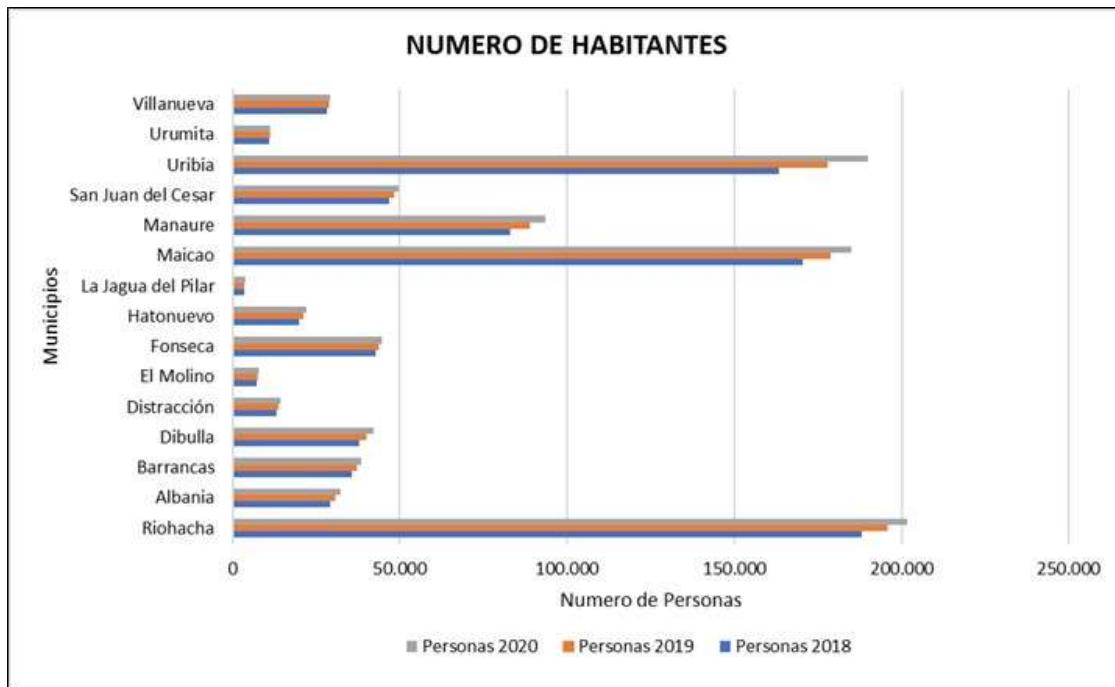


Figura 2. Número de Habitantes – Departamento de la Guajira

Fuente: DANE - Dirección de Censos y Demografía

Según los resultados del último censo desarrollado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), los municipios con mayor población del departamento de la Guajira son Riohacha, Maicao y Uribia respectivamente, solo uno de estos tres municipios tiene influencia directa de la actividad minera, aunque su centro poblado se encuentra muy distante del epicentro de la actividad minero-extractiva. Por otra parte, en los municipios situados en la zona sur del departamento y que son influenciados directamente por los complejos mineros, notamos que Barrancas, Albania y Hatonuevo, son los municipios con mayor densidad poblacional actualmente. Estas tres poblaciones forman parte de la estructura de seguimiento COPROGUAJIRA realiza a la calidad del aire mediante la operación de SEVCA.

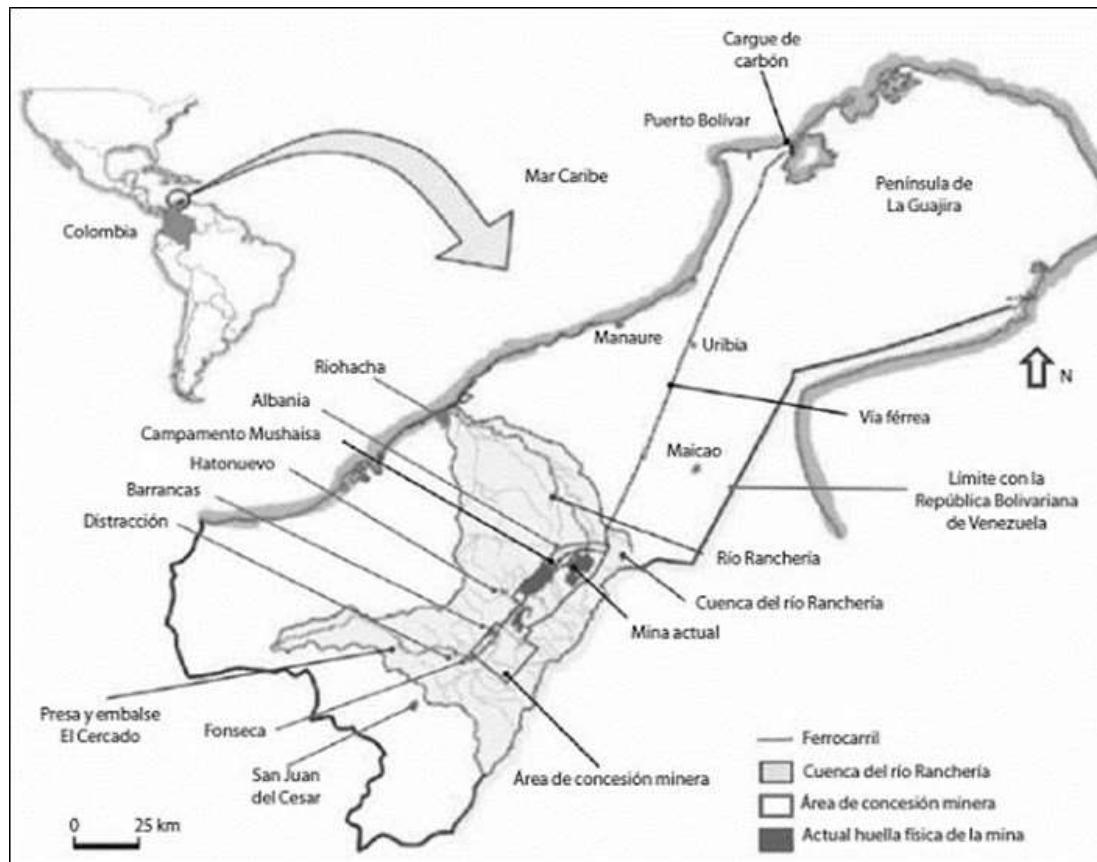


Figura 3. Concesión Minera del Departamento de la Guajira.²

3.2 CONTAMINANTES EVALUADOS Y EFECTOS EN LA SALUD.

3.2.1 Material Particulado

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA, describe el material particulado como el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire.

el tamaño de partículas suspendidas expresado generalmente en términos de su diámetro aerodinámico puede clasificarse en:

3.2.1.1 Partículas suspendidas totales (PST)

Las partículas suspendidas totales (PST) incluyen todas las partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a 100 (μm). Los efectos de la contaminación por PST incluyen la reducción de la visibilidad, su deposición sobre edificios, daños a los materiales por sus propiedades corrosivas o erosivas, alteración del clima local y afectaciones al sistema respiratorio.

² Múnera Montes, L., Granados Castellanos, M., Teherán Sánchez, S., Naranjo Vasco, J. (2014). Bárbaros hoscos. Historia de resistencia y conflicto en la explotación del carbón en La Guajira, Colombia. OPERA, 14, pp. 47-69.

3.2.1.2 *Material particulado respirable (PM10)*

Las partículas respirables PM10, son todas aquellas partículas de diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 (μm). El tamaño de estas partículas les permite entrar fácilmente al sistema respiratorio. Los efectos en salud vinculados a la exposición prolongada a este contaminante corresponden a un aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar, muertes prematuras, síntomas respiratorios severos e irritación de ojos y nariz.

3.2.1.3 *Partículas finas (PM2.5)*

Las partículas finas PM2.5 son todas aquellas partículas de diámetro aerodinámico igual o inferior a 2.5 (μm). Estas partículas se pueden acumular en el sistema respiratorio y son asociadas con numerosos efectos negativos de salud, como aumento en enfermedades respiratorias y disminución del funcionamiento pulmonar.

El material particulado menor de 10 micras (PM10) corresponde al único contaminante evaluado en todas las estaciones de monitoreo del SEVCA de CORPOGUAJIRA durante el 2019. El monitoreo se realizó 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.

3.2.2 Efectos sobre la Salud.

Los efectos del material particulado sobre la salud humana son directamente proporcionales al tamaño de las partículas debido principalmente al nivel de acceso a diferentes partes del sistema respiratorio, tal y como se representa en la siguiente figura.

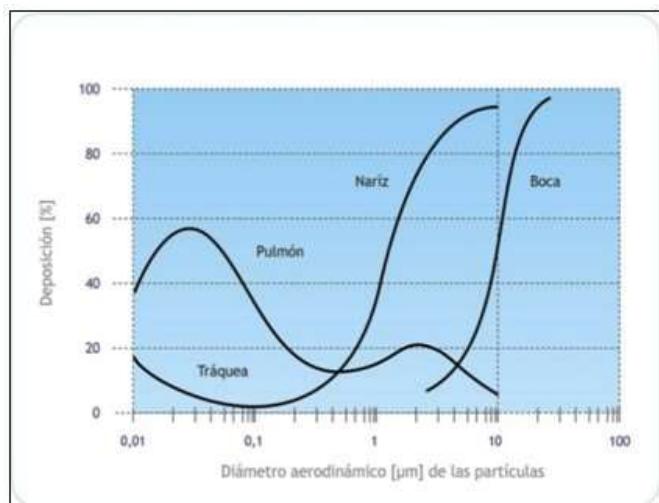


Figura 4. Porcentaje de acumulación de partículas en cada parte del sistema respiratorio

Como toda actividad industrial, la minería a cielo abierto genera impactos negativos al ambiente y a la salud de las personas, haciendo énfasis en la contaminación del aire, cuando se desarrollan actividades previas a la extracción de carbón como el retiro de capas de cubierta vegetal, de suelo

y de material estéril para llegar al carbón, el impacto más común a la calidad del aire es la emisión de material particulado a la atmósfera, al igual que una importante cantidad de gases generados al momento de la extracción y posterior a esta, por la quema del mineral. Todos estos contaminantes tienen como ultimo receptor las poblaciones asentadas en las cercanías del corredor minero.

3.3 MARCO NORMATIVO

3.3.1 RESOLUCIÓN 2254 DE 2017 DEL MADS

La Resolución 2254 de 2017 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 3. Niveles máximos permisibles para PM10 en el aire – Resolución 2254/2017

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

Fuente: Resolución 2254 de 2017 (MADS).

De acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, se consideran válidos los promedios anuales cuando se cuenta con mínimo el 75% de datos válidos, distribuidos uniformemente en cada trimestre del año. Durante el 2019 no se alcanzó la representatividad necesaria durante el primer trimestre del año, sin embargo, se realiza la comparación de los promedios del último semestre de año con la norma anual, a fin de contar con una proyección de comportamiento en cada estación.

3.3.2 RESOLUCIÓN 650 DEL 29 DE MARZO DE 2010

La Resolución 650 del 29 de marzo de 2010 “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.

3.3.3 RESOLUCIÓN 2154 DEL 2 DE NOVIEMBRE DE 2010

La Resolución 2154 del 2 de noviembre de 2010 “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 los siguientes dos manuales, que forman parte integral de la resolución mencionada:

*Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. Versión octubre de 2010.

*Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. Versión octubre de 2010

3.4 INDICE DE CALIDAD DE AIRE ICA

Todas las autoridades nacionales que cuente con un SVCA podrán determinar la calidad del aire de su zona de influencia mediante el cálculo del Índice de Calidad del Aire – ICA. El ICA es un indicador de la calidad del aire diaria, el cual mediante el cálculo de un valor adimensional y una escala de colores definida por rangos, asigna un color cada a cada rango de valores dependiendo de la peligrosidad que represente para la salud, las concentraciones diarias de material particulado en suspensión. El Índice de calidad del aire ha sido adoptado a partir del documento Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09-001 de febrero de 2009.

En la siguiente tabla se parecían los diferentes rangos y su descripción según los efectos que pueda tener en la salud de las personas:

Tabla 4. Descripción 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.

3.4.1 Cálculo del Índice de Calidad del Aire

El cálculo del ICA se realiza a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la metodología utilizada por la EPA para el cálculo del AQI y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos.

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

IP = Índice para el contaminante p

CP = Concentración medida para el contaminante p

BPHi = Punto de corte mayor o igual a CP

BPLo = Punto de corte menor o igual a CP

IHi = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al BPHi

ILo = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al BPLo

3.5 SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE - SVCA

El SVCA de CORPOGUJIRA, está estructurado dos sistemas de monitoreo:

- **Un Sistema de vigilancia del Tipo Especial:** El cual comprende toda la zona de influencia minera del sur del departamento de la Guajira.
 - **Un Sistema de Vigilancia del Tipo Básico:** El cual comprende el casco urbano del municipio de Riohacha.

3.5.1 Tecnologías de medición de las estaciones del SEVCA.

Los equipos de monitoreo del SEVCA de CORPOGUAJIRA son de tecnología manual, equipos de alto volumen operados por personal técnico calificado. Según la metodología de monitoreo estipulada para este tipo de equipos en un SEVCA, se toman muestras cada tercer día las cuales en el caso del SEVCA de CORPOGUAJIRA son analizadas en el laboratorio ubicado en La Territorial Sur de la corporación, en el municipio de Fonseca, para posteriormente generar resultados que luego son compilados en informes de calidad del aire, mensuales, trimestrales y anuales.

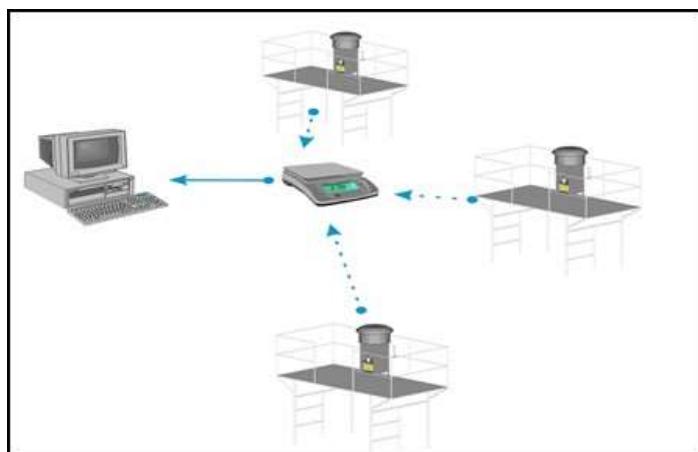


Figura 5. Esquema de un SEVCA manual

(Fuente: Manual de Operaciones de SVCA).

El muestreador de alto volumen (Hi-Vol) se compone básicamente de una bomba de succión, un porta-filtros, un registrador de flujo (o indicador 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 rata de flujo determinada. Cuando se opera en este rango de flujo, las muestras pueden ser colectadas por periodos de 24 horas (± 1). La concentración de la masa de las partículas suspendidas se calcula por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y del total del flujo de aire muestreado.

3.6 SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE RIOHACHA

En el presente apartado se realiza la descripción técnica de las estaciones de calidad del aire que forman parte del SVCA de la ciudad de Riohacha, así mismo, se presenta la macro y micro localización de cada punto de monitoreo.

3.6.1 Micro-Localización Estaciones SVCA Riohacha.

En el presente numeral se presentan las fichas técnicas de las estaciones definidas, ubicadas y puestas en operación para el SVCA del municipio de Riohacha, especificando su georreferenciación en coordenadas geográficas WGS84 y coordenadas planas MAGNA- SIRGAS Oeste³, un registro fotográfico, descripción de la ubicación, equipos utilizados, periodo de medición y contaminantes monitoreados:

Tabla 5. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire – SVCA Riohacha

ESTACIÓN 1	Nombre:	I.C.B.F.	
	Coordenadas:	11°32'19.38"N	72°55'1.44"W
		X= 1771127.576	Y= 1454208.661
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Campaña	
	Fuentes de emisión:	El equipo se ubica en uno de los puntos críticos de la ciudad 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.	

³ En cumplimiento a la Resolución 1415 de 2012 y la Resolución 0188 de 2013, ambas expedidas por el actual MADS

ESTACIÓN 2	Nombre:	CAMARA DE COMERCIO	
 <p>29/01/2020 07:59:00 N: 11° 32' 50.851" W 72° 54' 24.500" Altitud:7.8meter Velocidad:0.2km/h Monitoreo CA Estación C. de Comercio_CPG</p>	Coordenadas: 11°32'50.85"N 72°54'24.50"W X= 1772113.293 Y= 1455316.587		
	Equipos: Hi Vol		
	Contaminantes: PM10.		
	Tiempo de medición: Campaña		
	Fuentes de emisión:	Las principales fuentes de emisión identificadas en las cercanías de la estación corresponden igualmente 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	
 <p>23/01/2020 12:46:23 N: 11° 30' 44.246" W 72° 52' 16.937" Altitud:15.2meter Velocidad:1.0km/h Monitoreo CA Estación Uniguijira_CPG</p>	Coordenadas: 11°30'44.24"N 72°52'16.93"W X= 1768269.975 Y=1459248.907		
	Equipos: Hi Vol		
	Contaminantes: PM10.		
	Tiempo de medición: Campaña		
	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. Sin embargo, la estación se encuentra influenciada por actividades de construcción cercanas, levantamiento de material particulado por acción del viento en predios destapados adyacentes a la estación y en menor proporción el tráfico vehicular que fluye por la vía primaria Riohacha – Maicao.	

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (Estudio actual)

En el área urbana de Riohacha se localizan tres muestreadores de material particulado PM10, en los puntos donde se concentran los mayores registros históricos de concentración de este contaminante: Cámara de Comercio de La Guajira, I.C.B.F. y UNIGUAJIRA como estación de fondo.



Figura 6. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire SVCA Riohacha

Fuente: Google Earth (Estudio actual)

3.7 SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA MINERA

El SEVCA de CORPOGUAJIRA en la zona minera del departamento cuenta con nueve (9) estaciones que operan con tecnología manual, todas ellas miden material particulado PM10.

3.7.1 Ubicación Geográfica de Estaciones y Entorno:

Las nueve (9) estaciones de monitoreo fijas que componen el SEVCA de CORPOGUAJIRA se encuentran ubicadas en la Zona Minera del departamento de La Guajira, en el área de influencia de las empresas Carbones del Cerrejón Limited (Cerrejón) y Carbones Colombianos del Cerrejón (CCC). Las coordenadas y ubicación geográfica se pueden observar en la **Tabla 6** y Figura 7 respectivamente.

Tabla 6. Coordenadas de las estaciones de monitoreo de calidad del aire SEVCA Zona Minera.

Estación	Ubicación	Coordenadas (Datum Magna Sirgas)		Altura (msnm)
		N	W	
Conejo	Corregimiento de Conejo, Fonseca	10°46'57.2"	72°47'46.1"	272
Pacharoca	Corregimientos Reasentados, Barrancas	10°56'29.1"	72°48'09.7"	143
Barrancas	Zona Urbana de Barrancas	10°57'40.1"	72°46'41.5"	141
Papayal	Corregimiento de Papayal, Barrancas	10°59'43.5"	72°46'26.4"	155
Provincial	Resguardo Indígena de Provincial, Barrancas	11°01'26.5"	72°44'15.2"	130
Albania	Zona Urbana de Albania	11°09'27.1"	72°35'18.2"	95
Cuestecitas	Corregimiento de Cuestecitas, Albania	11°10'55.1"	72°36'29.3"	120
Hatonuevo	Zona Urbana de Hatonuevo	11°03'50.3"	72°45'58.6"	201
Los Remedios	Corregimiento de Los Remedios, Albania	11°05'57.6"	72°32'31.3"	155



Figura 7. Ubicación geográfica de Estaciones SEVCA de CORPOGUAJIRA

(Fuente: Adaptado de Google Earth).

3.7.2 Resumen de la ficha técnica de las estaciones:

Todas las estaciones de monitoreo del SEVCA de CORPOGUAJIRA son fijas. Las fichas técnicas resumidas de cada estación se encuentran en la Tabla 7.

Tabla 7. Ficha técnica de las estaciones del SEVCA de CORPOGUAJIRA.

Estación	Tipo de estación			Objetivo de representatividad
	Área	Tiempo	Emisiones Dominantes	
Conejo	Rural	Fija	Fondo (Zona Minera del sur del departamento)	Línea base para la minería en el sur del departamento.
Pacharoca	Semiurbana	Fija	Punto crítico y tráfico	Obtener información de calidad del aire en poblaciones influenciadas directamente por las actividades mineras para determinar el cumplimiento de la norma de calidad del aire.
Barrancas	Urbana	Fija	Punto crítico	
Papayal	Urbana	Fija	Punto crítico	
Provincial	Rural	Fija	Punto crítico	
Albania	Urbana	Fija	Punto crítico	
Cuestecitas	Semiurbana	Fija	Punto crítico y tráfico	
Hatonuevo	Urbana	Fija	Punto crítico	
Los Remedios	Rural	Fija	Punto crítico	

Tabla 8. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire - SEVCA Zona Minera

ESTACIÓN 1	Nombre:	Conejo	
	Coordenadas:	10°46'57.2"N	72°47'46.1"W
		X= 1687461.454	Y= 1468648.438
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> • Vías y predios destapados • Quemas a cielo abierto 	
ESTACIÓN 2	Nombre:	Pacharoca	
	Coordenadas:	10°56'29.1"N	72°48'09.7"W
		X= 1705069.447	Y= 1467681.428
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación minera • Vías y predios destapados • Tráfico vehicular por vía primaria • Quemas a cielo abierto 	

ESTACIÓN 3	NOMBRE:	Barrancas	
	Coordenadas:	10°57'40.1"N X= 1707294.963	72°46'41.5"W Y=1470335.278
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> Explotación minera Vías y predios destapados Quemas a cielo abierto 	
ESTACIÓN 4	Nombre:	Papayal	
	Coordenadas:	10°59'43.5"N X= 1711103.165	72°46'26.4"W Y= 1470740.466
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> Explotación minera Tráfico vehicular Vías y predios destapados Material en suspensión por acción del viento. 	
ESTACIÓN 5	Nombre:	Provincial	
	Coordenadas:	11°01'26.5"N X= 1714334.033	72°44'15.2"W Y= 1474688.057
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> Explotación minera Vías y predios destapados Material en suspensión por acción del viento. Quemas a cielo abierto. 	

ESTACIÓN 6	NOMBRE:	Albania	
	Coordenadas:	11°09'27.1"N	72°35'18.2"W
		X= 1729384.851	Y=1490810.375
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación minera • Predios destapados • Material en suspensión por acción del viento. • Tráfico vehicular 	

ESTACIÓN 7	Nombre:	Cuestecitas	
	Coordenadas:	11°10'55.1"N	72°36'29.3"W
		X= 1732063.677	Y= 1488605.887
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación minera • Tráfico vehicular por vía primaria • Quemas • Material en suspensión por acción del viento 	
ESTACIÓN 8	Nombre:	Hatonuevo	
	Coordenadas:	11°03'50.3"N	72°45'58.6"W
		X= 1718718.661	Y= 1471476.986
	Equipos:	Hi Vol	
	Contaminantes:	PM10.	
	Tiempo de medición:	Fija	
	Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación minera • Tráfico vehicular • Material en suspensión por acción del viento 	

ESTACIÓN 9	NOMBRE:	Los Remedios	
	Coordenadas:	11°05'57.6"N	72°32'31.3"W
		X= 1723006.359	Y=1495987.866
Equipos:	Hi Vol		
Contaminantes:	PM10.		
Tiempo de medición:	Fija		
Fuentes de emisión:	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación minera • Tráfico vehicular • Material en suspensión por acción del viento • Vías destapadas 		

4 CALIDAD DE AIRE Y METEOROLOGIA

4.1 RESULTADOS DE CALIDAD DE AIRE

4.1.1 Resultados de Monitoreo en la Ciudad de Riohacha.

EL monitoreo de calidad de aire en el SVCA del municipio de Riohacha inició el 21 de diciembre de 2019, por lo cual no se incluyen los resultados de la primera campaña en el presente informe, sin embargo, los resultados de este monitoreo se verán reflejados en los informes mensuales de operación a partir del mes de enero de 2020.

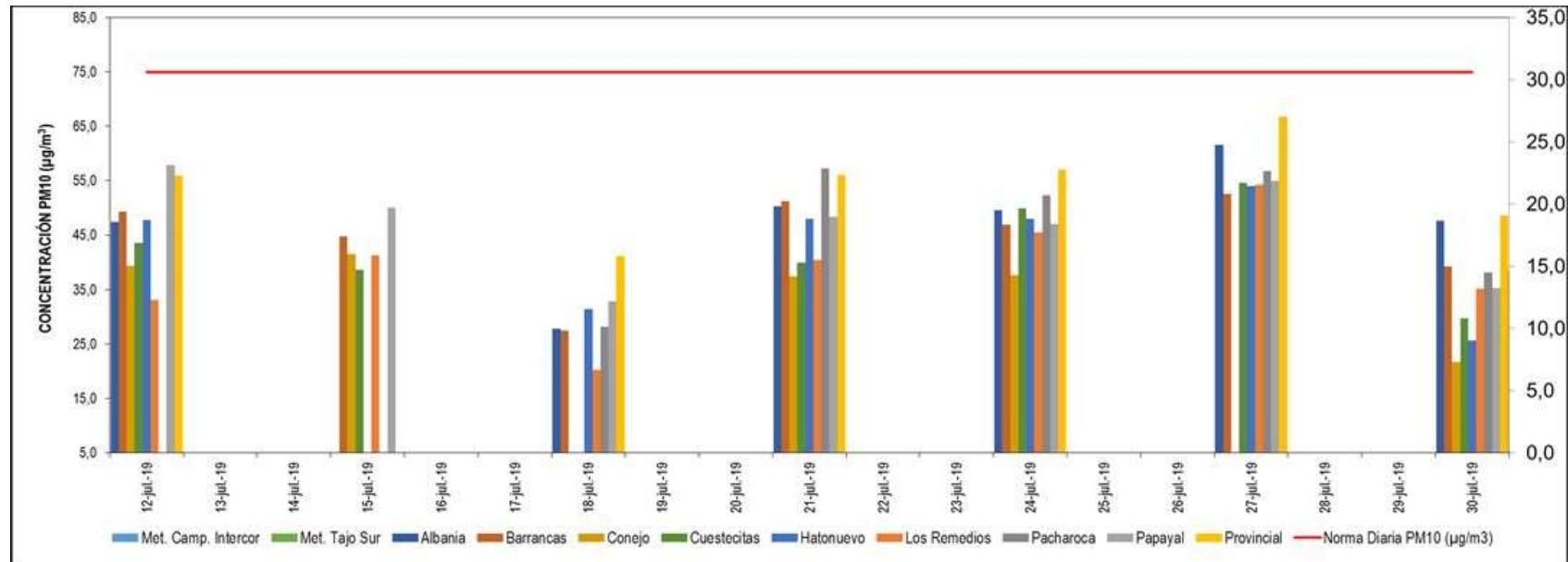
4.1.2 Resultados de Monitoreo PM10 en la Zona de Influencia Minera.

En lo que respecta a la operación y resultados del SEVCA de la zona minera, como ya se señaló con anterioridad los resultados corresponden a la operación de las nueve (9) estaciones durante el último semestre del 2019. En el presente apartado se grafican las concentraciones con promedios diarios de cada mes de operación y su comportamiento con respecto a la norma diaria ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Los análisis de concentraciones se realizan teniendo en cuenta la precipitación diaria presente en la zona, esta variable meteorológica es registrada mediante las estaciones Camp. Intercor y Tajo Sur que son propiedad del IDEAM y que se encuentran ubicadas en el Patio Ambiental de Cerrejón (municipio de Albania) y cerca al Tajo Patilla (municipio de Barrancas).

Por otra parte, se presenta una gráfica indicativa de comparación de niveles de concentración de material particulado PM10 por estación con respecto a la norma anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a pesar que el SEVCA no cumplió con el porcentaje de representatividad ($>75\%$) durante el primer semestre del año, en el segundo semestre se tomó una gran cantidad de datos que nos brinda una percepción muy acertada de los niveles de material particulado en el área de influencia de los proyectos mineros y en general del sur del departamento de La Guajira.

Durante los seis meses de operación de las estaciones del SEVCA en la zona minera se observó un patrón de comportamiento claro en varias estaciones, lo que ayudara a CORPOGUAJIRA a un seguimiento minucioso en sectores puntuales y a la toma de decisiones que permitan mantener controlados los niveles de material particulado y llegado el caso a tomar decisiones acertadas sobre un área en particular.



Durante el mes de julio de 2019 se desarrollaron 61 monitoreos; de los cuales se validaron cincuenta y cinco (55) muestras. En la Figura 8 podemos apreciar un comportamiento regular y estable en todas las estaciones, notando que en ningún punto se sobrepasan los límites, a pesar de que durante el periodo de monitoreo no se presentaron precipitaciones que ayudaran a mantener una atmosfera estable.

Las concentraciones más altas del periodo se presentaron en la estación Provincial, sobre pasando los 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo, estaciones como Pacharoca, Papayal y Albania registran datos bastante representativos, llegando esta última a los 61,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A pesar de que durante el mes de julio no se presentaron excedencias a la norma, algunas estaciones ya dan muestra de la tendencia que pueden manejar a lo largo del periodo.

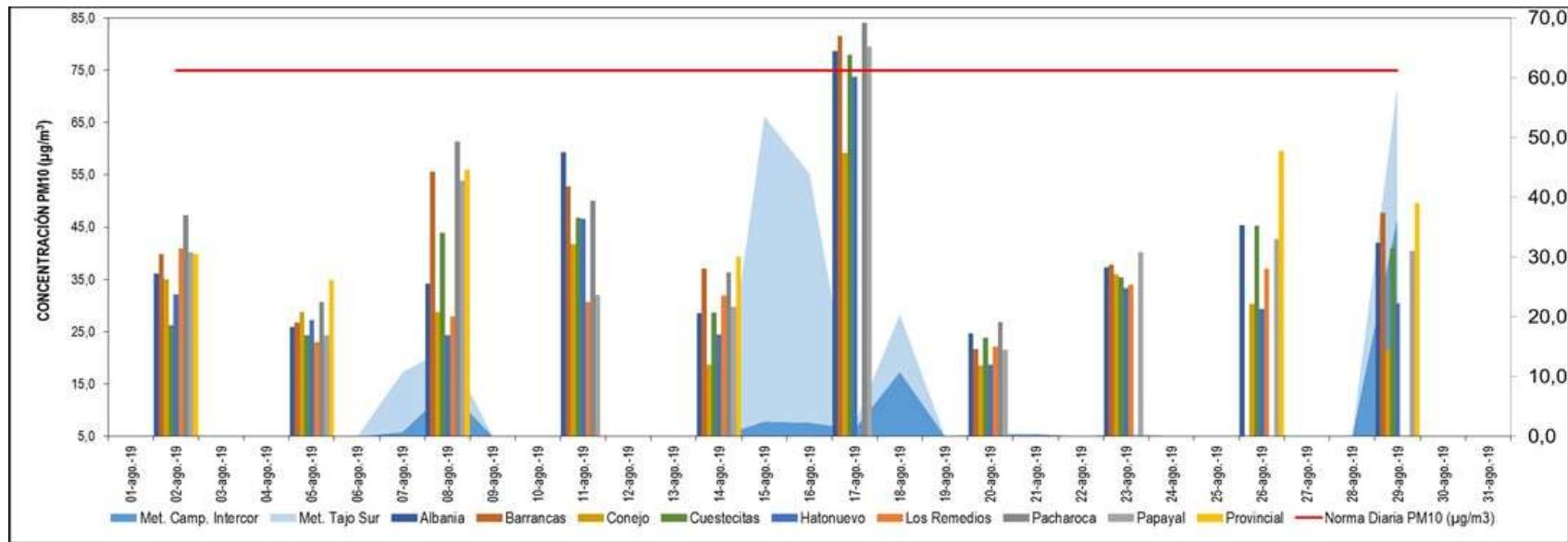


Figura 9. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – agosto 2019

En el mes de agosto de 2019 se desarrollaron 90 monitoreos en total, de los cuales se validaron ochenta (80) muestras, este periodo se presentaron las primeras excedencias a la norma, todas durante un mismo día de monitoreo y de forma posterior a una precipitación de más de 50mm, en la estación Camp. Intercor, de influencia en las estaciones de monitoreo del costado norte SEVCA.

Las estaciones excedentes fueron: Albania (78,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Barrancas (81,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Cuentecitas (77,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Pacharoca (83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y Papayal (79,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), posterior a estos eventos, nuevamente se presentó una precipitación, con lo cual los niveles durante el siguiente día de monitoreo llegaron en contraste a sus niveles más bajos en algunos puntos.

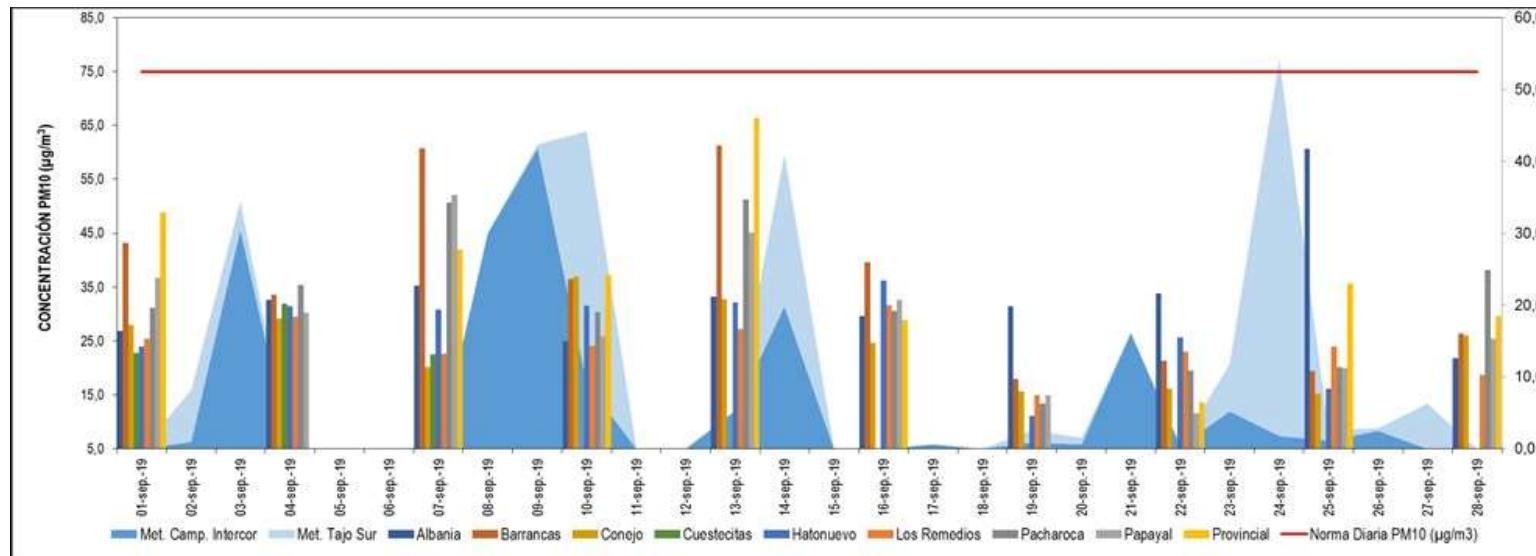


Figura 10. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – septiembre 2019

La Figura 10 muestra el comportamiento de concentraciones diarias durante el mes de septiembre, en este periodo se programaron noventa (90) muestreos de los cuales se realizaron ochenta y tres (83) y no pudieron realizarse siete (7) en la estación Cuestecitas por problemas de energía. Se validaron ochenta (80) muestras y se invalidaron tres (dos en Provincial por trabajar fuera del rango de tiempo y una en Hatonuevo por trabajar en un flujo fuera del rango).

El mes de septiembre fue uno de los meses más lluviosos del último semestre del 2019, solo por debajo de octubre, sin embargo, fue el mes con la mayor distribución de lluvias en la zona, lo que ayudo a mantener estable los registros de concentraciones de material particulado PM10. Durante este mes no se presentaron excedencias en ningunas de las estaciones del SEVCA. A pesar de estos las estaciones de Albania, Barrancas y Provincial mantuvieron datos por sobre la media de las demás estaciones, siguiendo de esa forma con el patrón presentado desde el inicio.

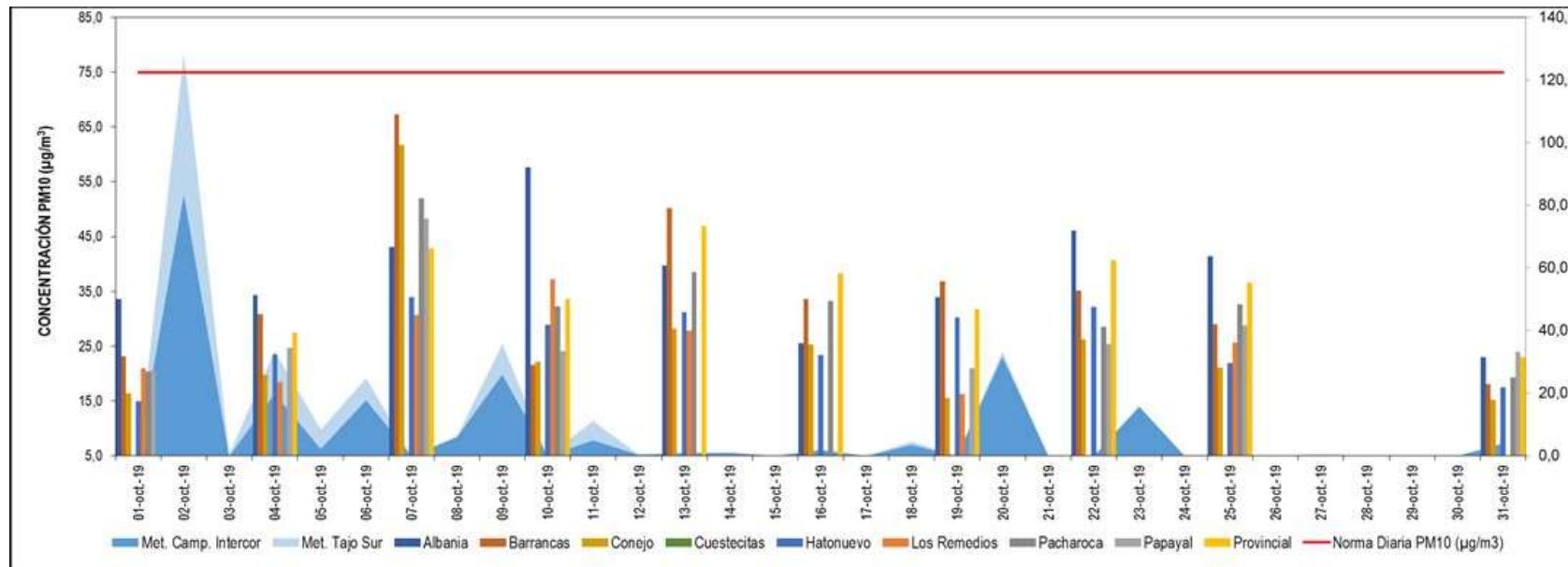


Figura 11. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – octubre 2019

Para el mes octubre de 2019 se programaron noventa y nueve (99) muestreos de los cuales se realizaron ochenta (80) y no pudieron tomarse diecinueve (19) muestras, la estación Cuestecitas continua inoperante por problemas de flujo eléctrico. Se validaron setenta y dos (72) muestras y se invalidaron ocho (8). El día 28 de octubre no se pudo realizar monitoreo por problemas logísticos.

La Figura 11 nos muestra a diferencia de septiembre una precipitación concentrada en los primeros días del mes, en donde se presenta un incremento de las concentraciones el día 7 de octubre en todas las estaciones activas, esto coincidió con un abajo en las lluvias.

Nuevamente las estaciones Albania, Barranca y Provincial presentan concentraciones sobresalientes durante el periodo.

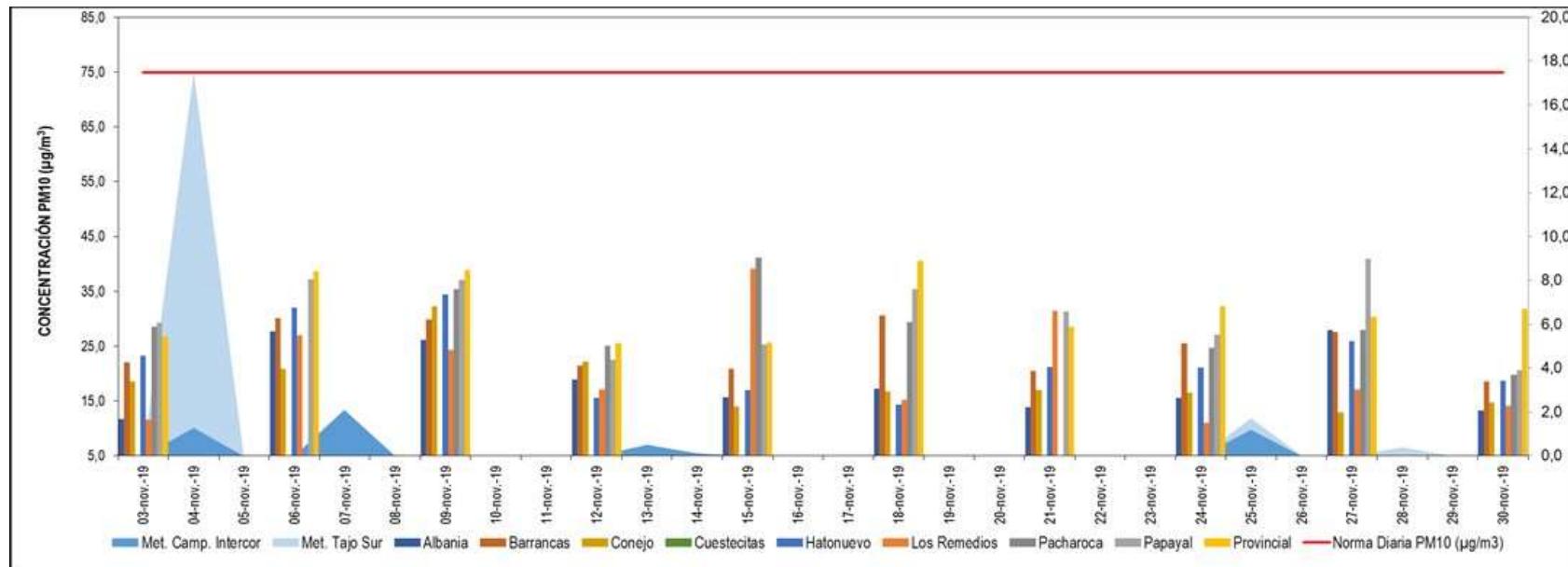


Figura 12. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma – noviembre 2019

En noviembre de 2019 se programó según el cronograma de operación del SEVCA la colocación de noventa (90) muestras de las cuales se tomaron ochenta (80) y no pudieron realizarse diez (10) muestras. Se validaron setenta y ocho (78) muestras y se invalidaron dos (2). La estación Cuestecitas se mantiene inoperante.

La Figura 12 presenta quizás el comportamiento más estable del año con bajas concentraciones en todas las estaciones del SEVCA, con bajas precipitaciones dispersas durante el periodo.

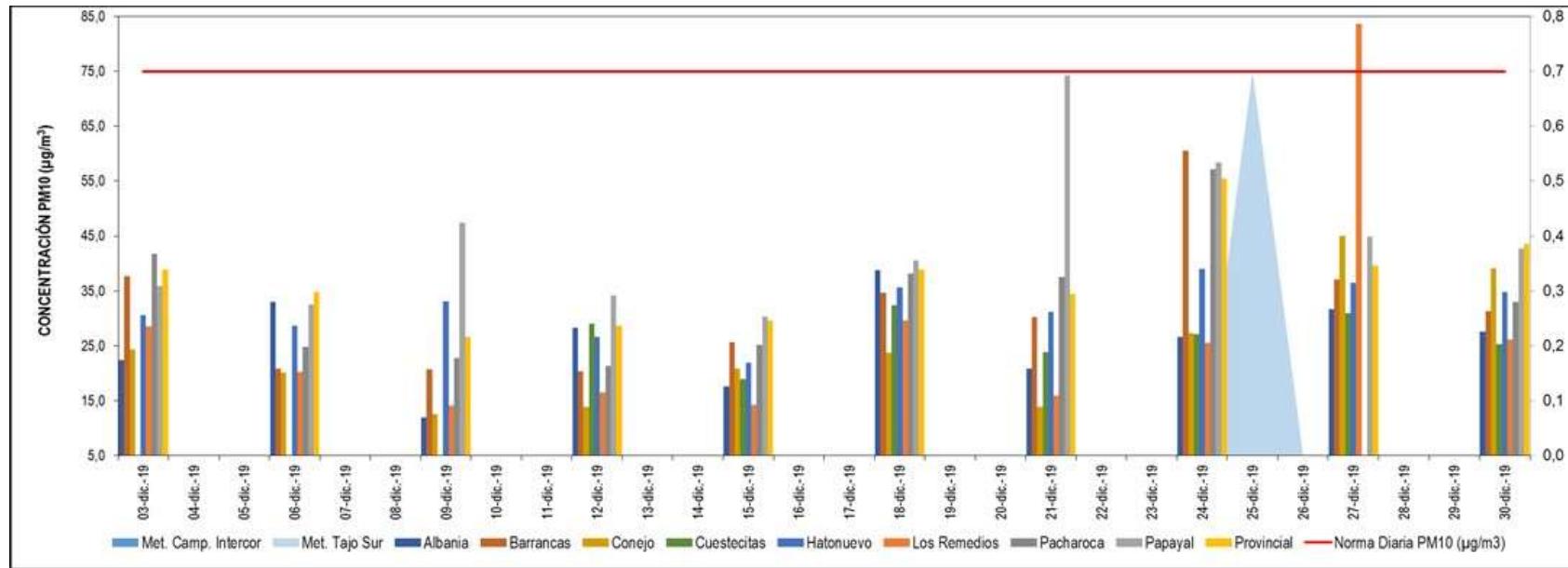


Figura 13. Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma - diciembre 2019

Durante el mes de diciembre de 2019 se programaron noventa (90) muestreos de los cuales se realizaron ochenta y siete (87) y no pudieron realizarse cuatro (4) muestreos. Se validaron ochenta y seis (86) muestreos y se invalidó una (1). La estación Cuestecitas se reactiva en el cuarto muestreo del mes.

En el noveno monitoreo del mes se presenta una nueva excedencia a la norma diaria, siendo el segundo mes donde se registra un incumplimiento (Primer registro en agosto), siendo este un evento aislado en la estación Los Remedios la cual durante todo el semestre presento un comportamiento estable.

La Figura 14 presenta el promedio aritmético anual de PM10 para las estaciones del SEVCA de la zona minera de La Guajira, así mismo compara los valores con la Norma anual de calidad del aire (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) establecida en la Resolución 2254 de 2017 de forma indicativa.

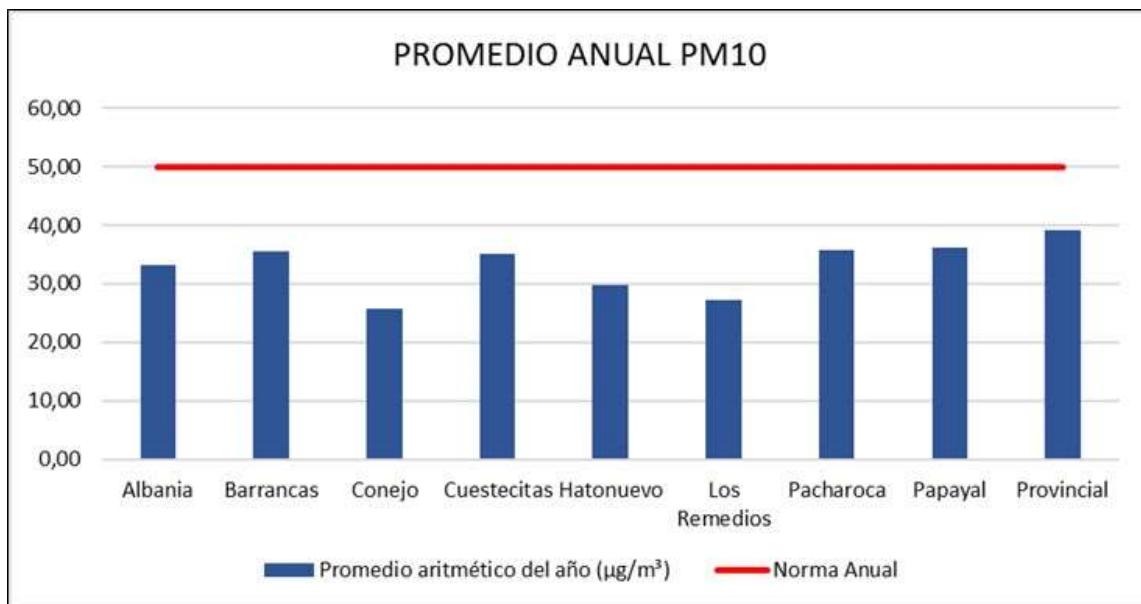


Figura 14. Concentración PM10 promedio aritmético estaciones Zona Minera

Al evaluar los promedios anuales de cada estación y analizar la tendencia de cada una a lo largo del año 2019, se revela claramente que los niveles expuestos mes a mes en cada punto no representarían al final un incumplimiento de la norma anual, sin embargo, también es claro que áreas específicas requieren atención concreta, haciendo referencia a las poblaciones de Albania, Barrancas y Provincial, tres de las más cercanas a las zonas de explotación minera, dando mucho más peso a las dos primeras poblaciones por contar con la mayor densidad poblacional asentada.

4.1.3 Distribución de las Concentraciones PM10 Zona de Influencia Minera.

En el siguiente apartado, se presentan la tabla de registros estadísticos generales junto con los diagramas de cajas y bigotes por periodo, generados para cada estación, estas figuras nos muestran la distribución de los datos de concentración de PM10.

Tabla 9. Tabla de Frecuencia General – Zona de Influencia Minera

Descriptor	Estación								
	Albania	Barrancas	Conejo	Cuestecitas	Hatonuevo	Los Remedios	Pacharoca	Papayal	Provincial
Número de muestras programadas del año	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Número de muestras tomadas del año	56	56	55	26	55	52	47	55	49
Número de datos válidos del año	56	56	55	26	55	52	47	55	49
Promedio aritmético del año ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33,07	35,42	25,81	35,17	29,70	27,28	35,75	36,18	39,14
Excedencias en el año	1	1	0	1	0	1	1	1	0
Valor más alto registrado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78,67	81,5	61,74	77,92	73,74	83,61	84,03	79,55	66,82
Valor más bajo registrado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11,73	17,95	12,57	18,96	11,1	11,01	13,37	11,53	13,67
Desviación estándar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13,89	14,3	10,98	12,98	10,91	12,26	13,9	13,7	11,5
Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31,51	32,44	22,19	31,44	30,27	25,56	32,66	34,13	38,59
Percentil 25 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24,91	22,84	16,87	25,49	23,32	18,63	26,01	25,38	30,35
Percentil 75 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40,13	43,63	31,26	42,86	33,21	31,76	41,44	43,83	43,58

Los datos estadísticos han sido calculados como una fuente de información que nos brinda una idea general de los registros de comportamiento de las concentraciones de PM10 en cada estación a lo largo del periodo de estudio.

Encontramos en los datos exhibidos en la Tabla 9 que seis (6) de las nueve (9) estaciones que conforman en SEVCA presentaron al menos una excedencia, un dato menor si se considera las condiciones actuales de las poblaciones de influencia de la zona minea en complemento con las condiciones ambientales típicas del departamento de La Guajira.

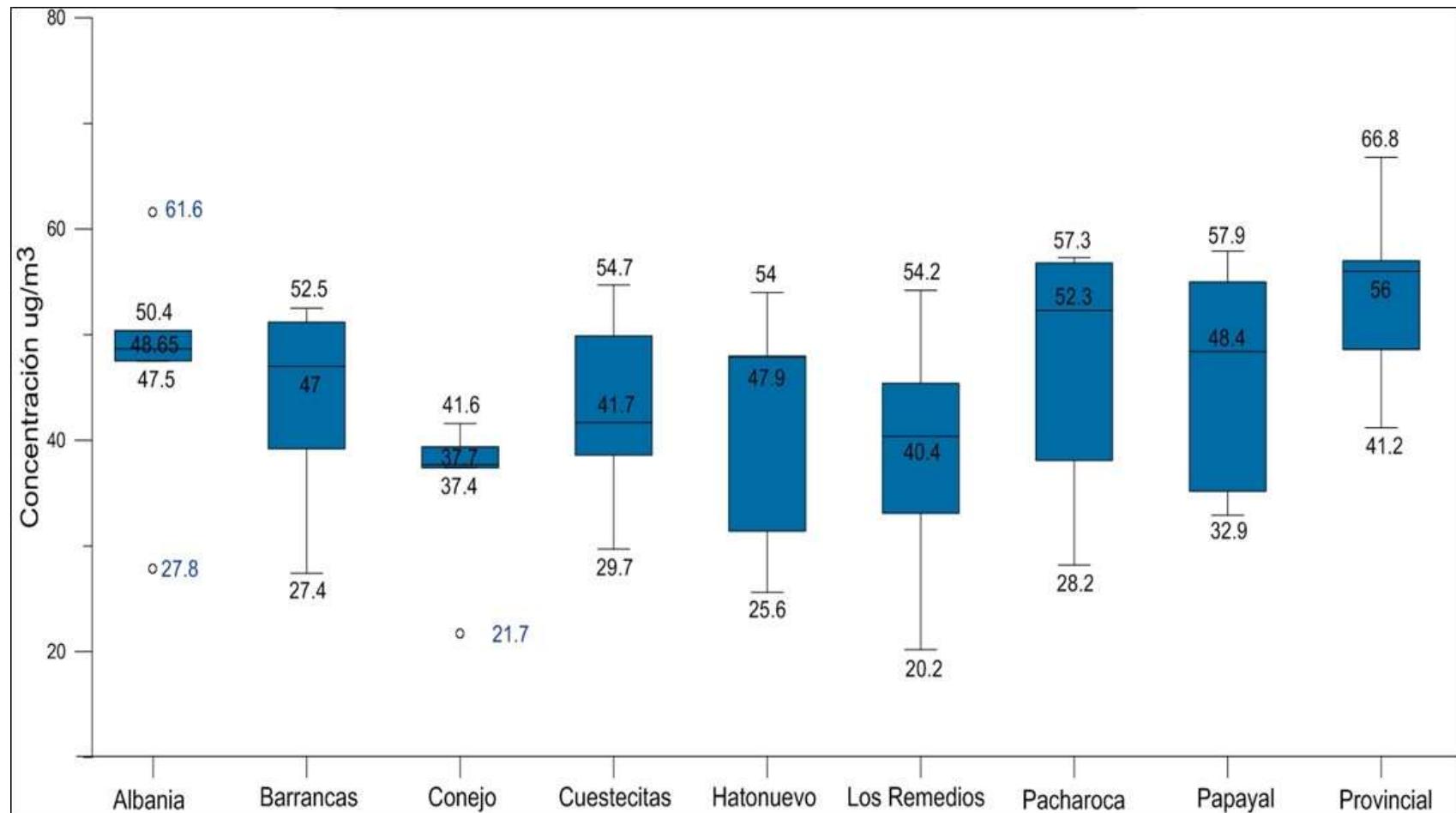


Figura 15. Diagrama de Cajas y Bigotes PM10 Julio 2019.

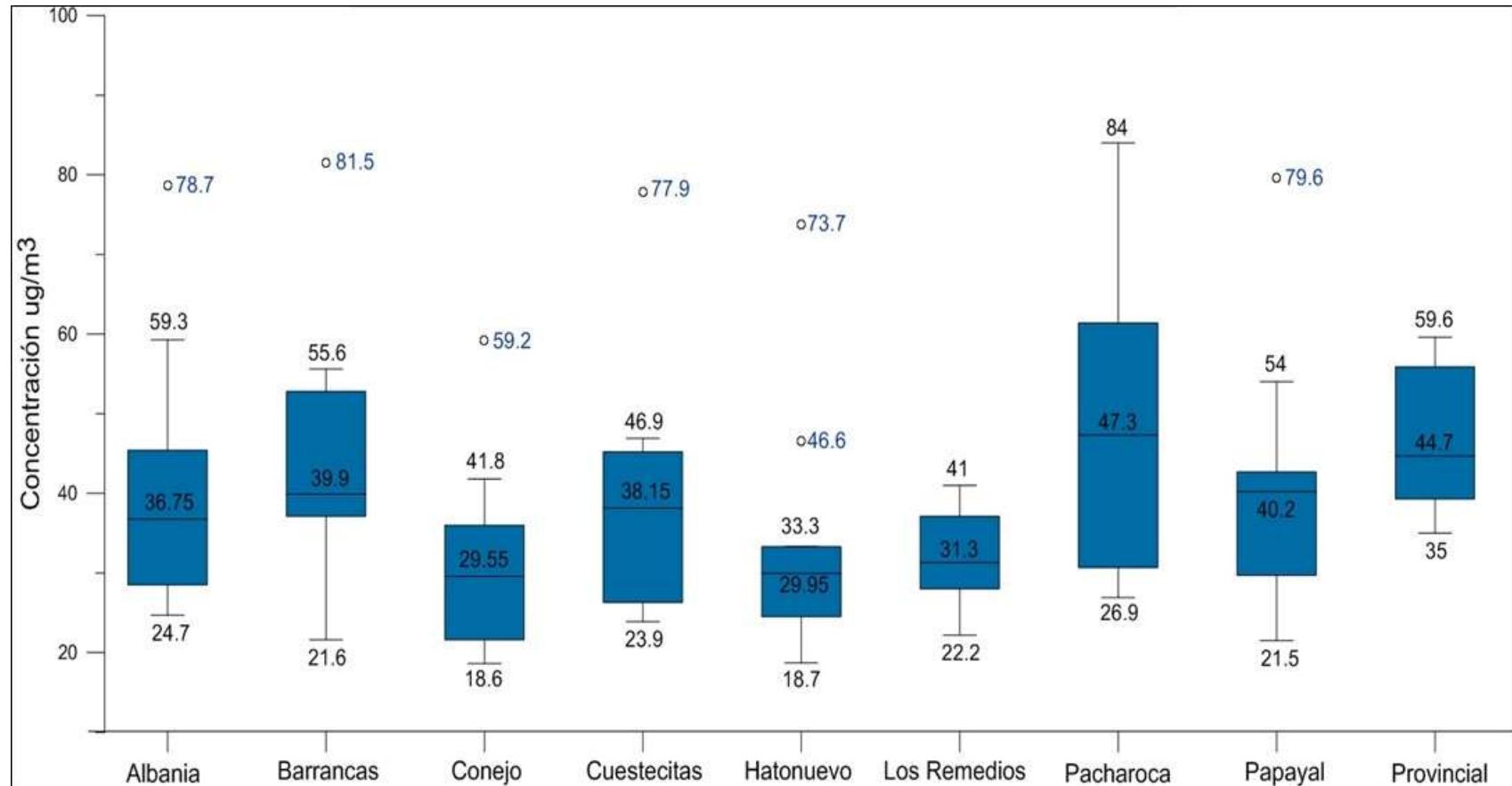


Figura 16. Diagrama de Cajas y Bigotes agosto 2019

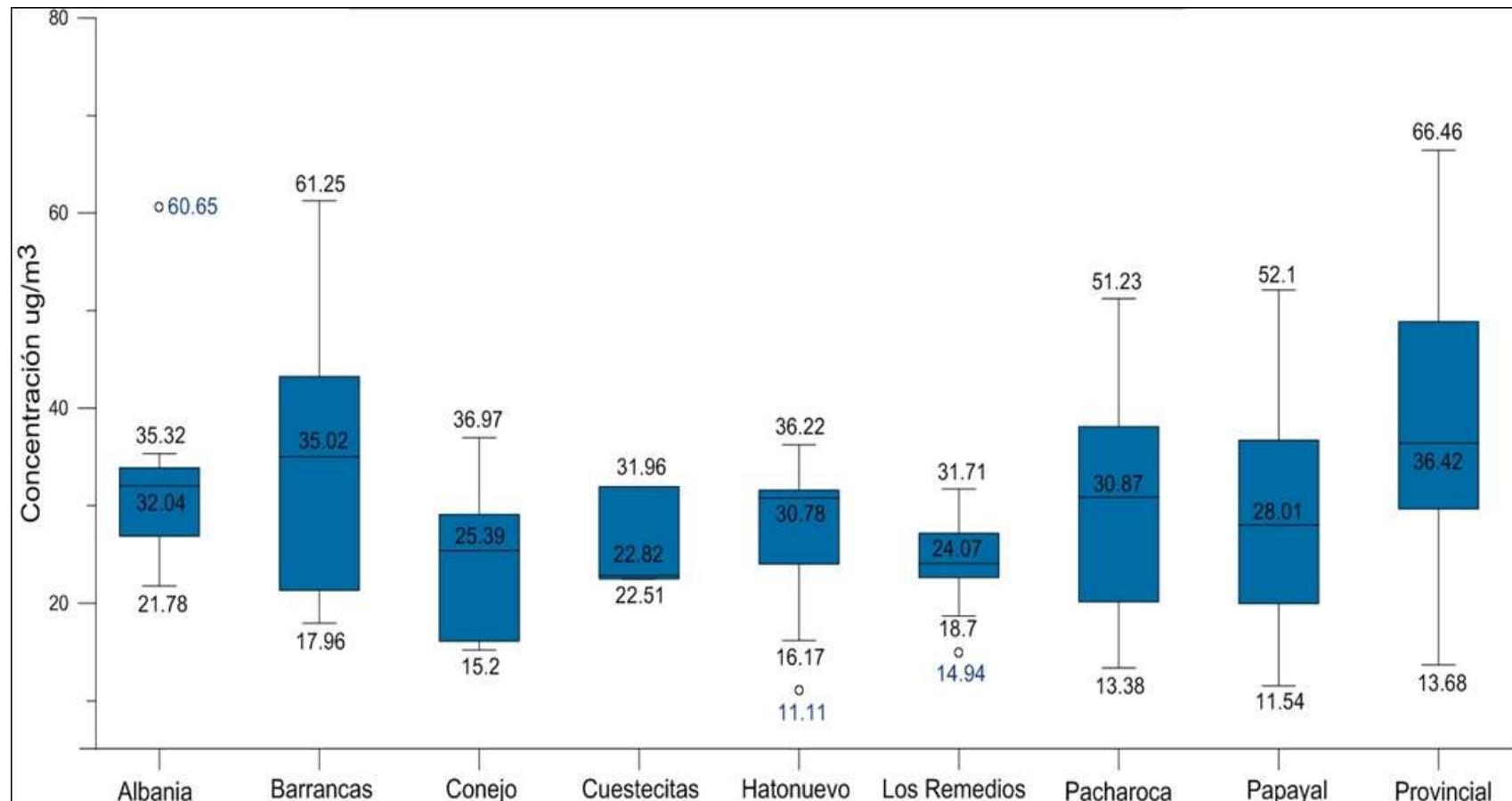


Figura 17. Diagrama de Cajas y Bigotes septiembre 2019

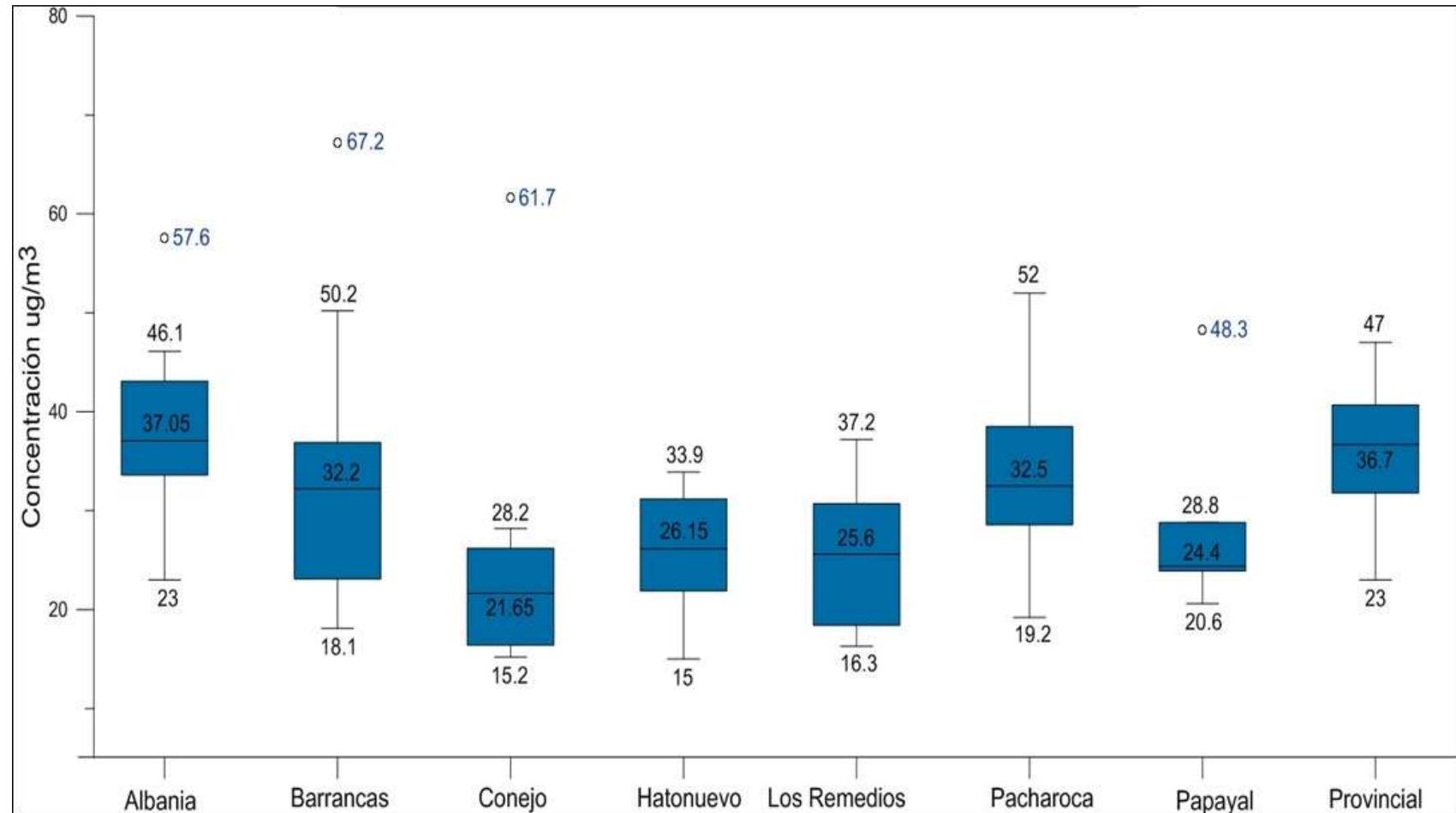


Figura 18. Diagrama de Cajas y Bigotes octubre 2019

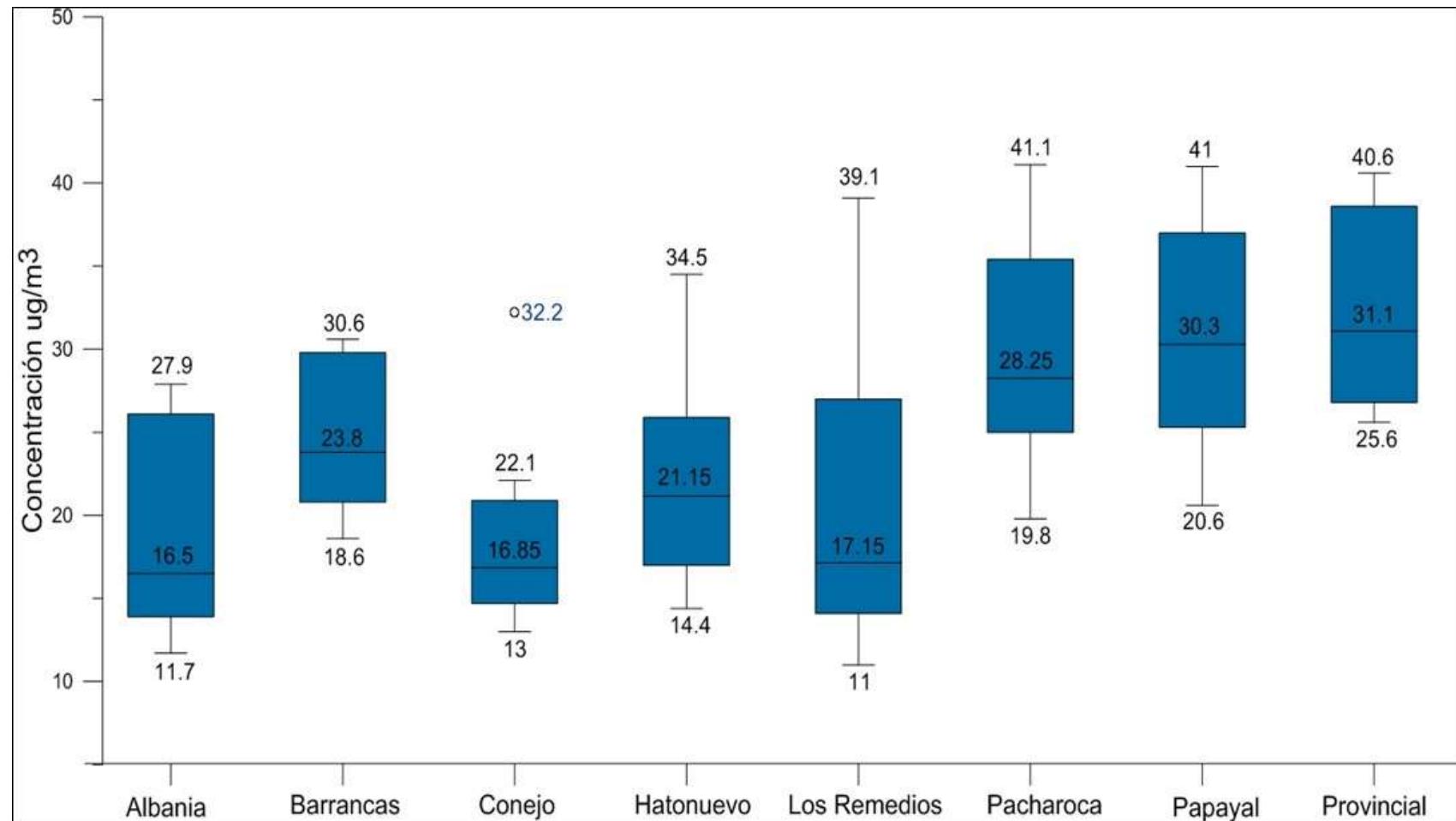


Figura 19. Diagrama de Cajas y Bigotes noviembre 2019.

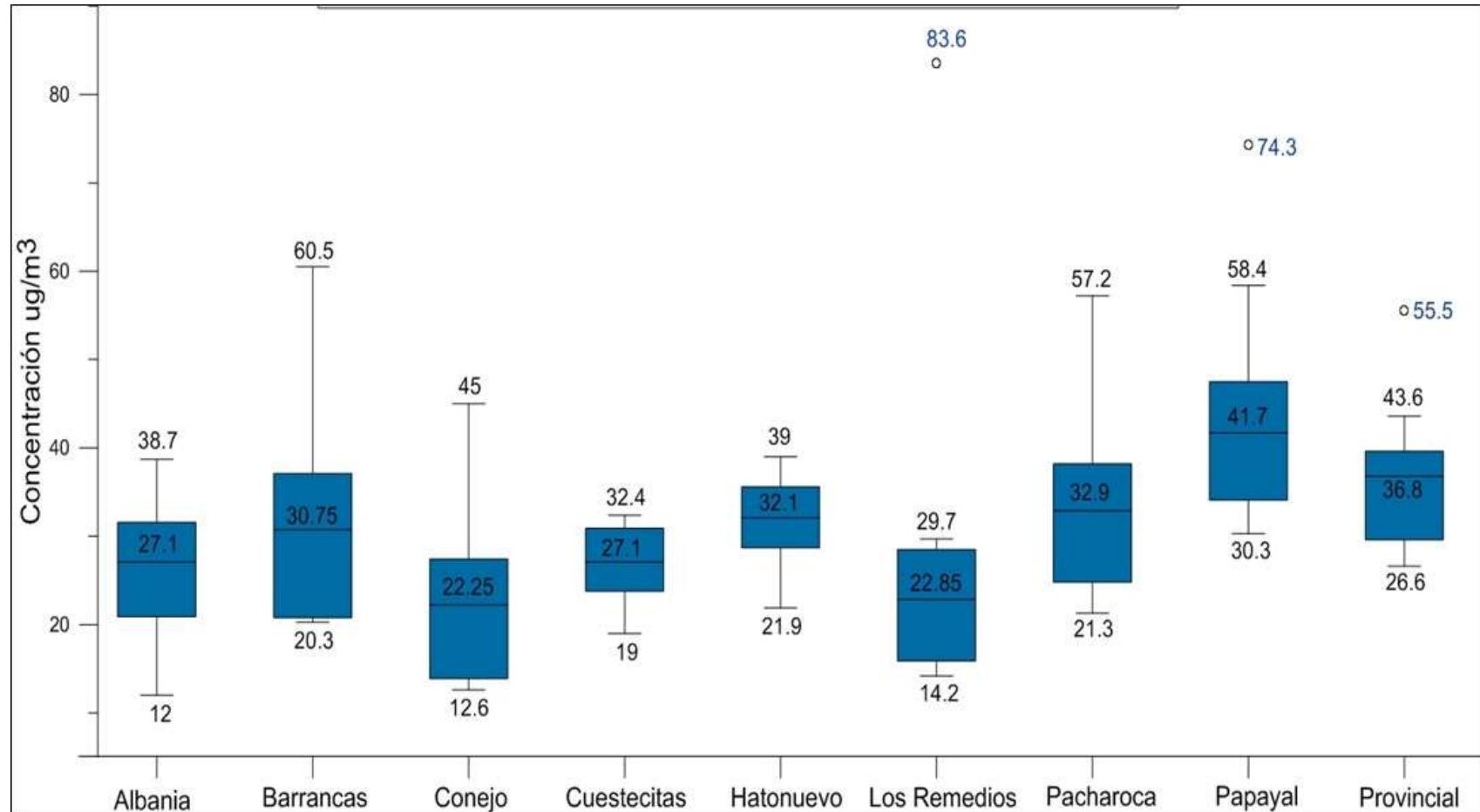


Figura 20. Diagrama de Cajas y Bigotes diciembre 2019

4.2 ANALISIS DE LA CALIDAD DE AIRE

4.2.1 Índice de Calidad del Aire (ICA)

Para cada una de las estaciones en las que se realizan mediciones de PM10, se evaluó el índice de calidad del aire durante el cada monitoreo realizado en el año 2019, según lo establecido en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Los resultados del cálculo de ICA se presentan en la siguiente tabla resumen de acuerdo con los rangos descritos en el capítulo 4 del presente informe.

Tabla 10. Indicé de Calidad de Aire por Estaciones.

Fecha	Albania	Barrancas	Conejo	Cuestecitas	Hatonuevo	Los Remedios	Pacharoca	Papayal	Provincial
12-jul	44	45	36	41	44	31	0	52	51
15-jul	0	42	39	36	0	38	0	46	0
18-jul	26	25	0	0	29	19	26	31	38
21-jul	46	47	34	37	44	37	52	44	51
24-jul	46	44	35	46	44	42	48	44	52
27-jul	54	49	0	51	50	50	52	51	57
30-jul	44	36	20	28	24	32	35	32	45
02-ago	33	37	32	24	30	38	44	37	37
05-ago	24	25	27	22	25	21	29	22	32
08-ago	31	51	27	41	22	26	54	50	51
11-ago	53	49	39	44	44	29	46	30	0
14-ago	27	34	18	27	23	30	33	28	36
17-ago	63	64	53	62	60	0	65	63	0
20-ago	23	20	18	22	18	20	25	20	0
23-ago	34	35	33	32	31	31	0	37	0
26-ago	42	0	28	42	27	34	0	40	53
29-ago	39	44	20	38	28	0	0	37	46
01-sep	25	40	26	21	22	23	29	34	45
04-sep	31	31	27	30	29	27	32	28	0
07-sep	32	54	19	21	29	21	47	48	39
10-sep	23	34	34	0	30	22	28	24	34
13-sep	31	54	31	0	30	25	47	42	56
16-sep	28	37	23	0	33	30	29	31	27
19-sep	29	17	15	0	10	14	12	14	0
22-sep	31	19	15	0	24	21	18	11	13
25-sep	54	18	14	0	15	22	19	19	33
28-sep	20	24	24	0	0	18	35	23	28
01-oct	31	21	15	0	14	19	19	19	0
04-oct	31	29	19	0	21	17	0	23	25
07-oct	40	57	54	0	31	29	48	44	40
10-oct	52	20	20	0	27	34	30	22	31
13-oct	37	46	26	0	29	26	36	0	44
16-oct	24	31	23	0	21	0	31	0	35
19-oct	31	34	15	0	28	15	0	19	30
22-oct	43	32	24	0	30	0	27	23	38
25-oct	38	27	19	0	20	24	31	27	34
28-oct	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31-oct	21	17	14	0	16	0	18	22	21
03-nov	11	20	18	0	21	11	27	27	25
06-nov	26	28	19	0	30	25	0	34	36
09-nov	24	28	30	0	31	22	32	34	36
12-nov	18	19	20	0	15	16	23	21	24
15-nov	15	19	13	0	16	36	38	23	24

Fecha	Albania	Barrancas	Conejo	Cuestecitas	Hatonuevo	Los Remedios	Pacharoca	Papayal	Provincial
18-nov	16	29	16	0	13	14	27	32	38
21-nov	13	19	16	0	19	29	0	29	27
24-nov	15	24	16	0	19	10	23	25	30
27-nov	26	26	12	0	24	16	26	38	28
30-nov	12	18	14	0	18	13	19	19	30
03-dic	20	35	22	0	29	27	39	33	36
06-dic	31	19	19	0	27	19	23	31	32
09-dic	11	19	12	0	31	13	21	44	25
12-dic	26	19	13	27	25	16	19	31	27
15-dic	17	24	19	18	20	13	23	28	28
18-dic	36	32	22	30	33	28	35	38	36
21-dic	19	28	13	22	29	15	35	60	31
24-dic	25	53	25	25	36	23	52	52	51
27-dic	30	34	42	29	34	65	0	42	37
30-dic	26	29	36	23	32	24	31	40	41

4.2.1.1 ICA para las estaciones PM10 Zona Minera

La distribución de los datos muestra un índice de calidad de aire situado en el rango de datos de 0 a 50, caracterizado calidad de aire “Buena”, con pocos datos dispersos localizados en el rango de calidad de aire “Aceptable”, en su mayoría estos datos se presentaron en los meses de julio y agosto de 2019.

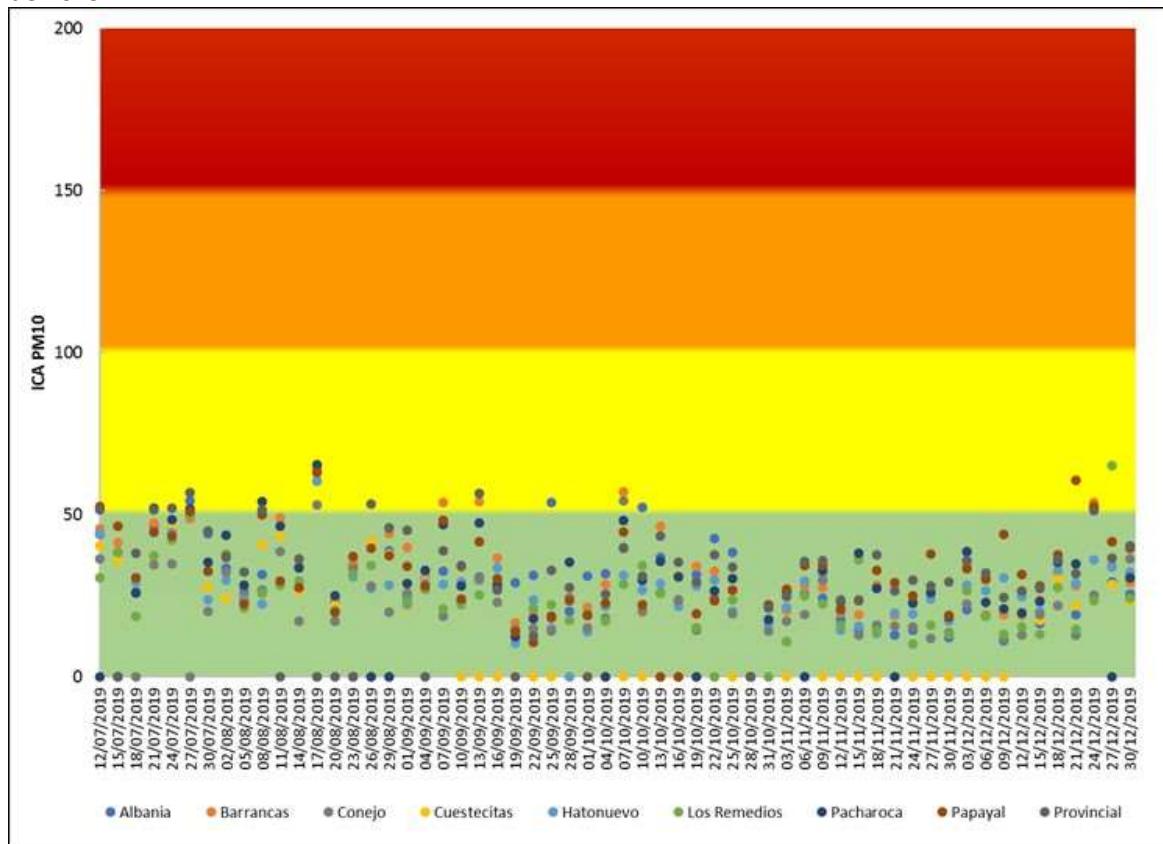


Figura 21. Índice de calidad de Aire estaciones PM10 Zona Minera

La siguiente figura muestra en resumen el comportamiento del ICA, mostrando que la estación con mayores datos con un índice de calidad de aire aceptable durante el periodo fue la estación Provincial, con 8 datos en este rango, seguida de la estación Barrancas con y Albania y Papayal con 5. Nuevamente sobresalen las estaciones que presentaron la misma tendencia durante casi todo el periodo de monitoreo.

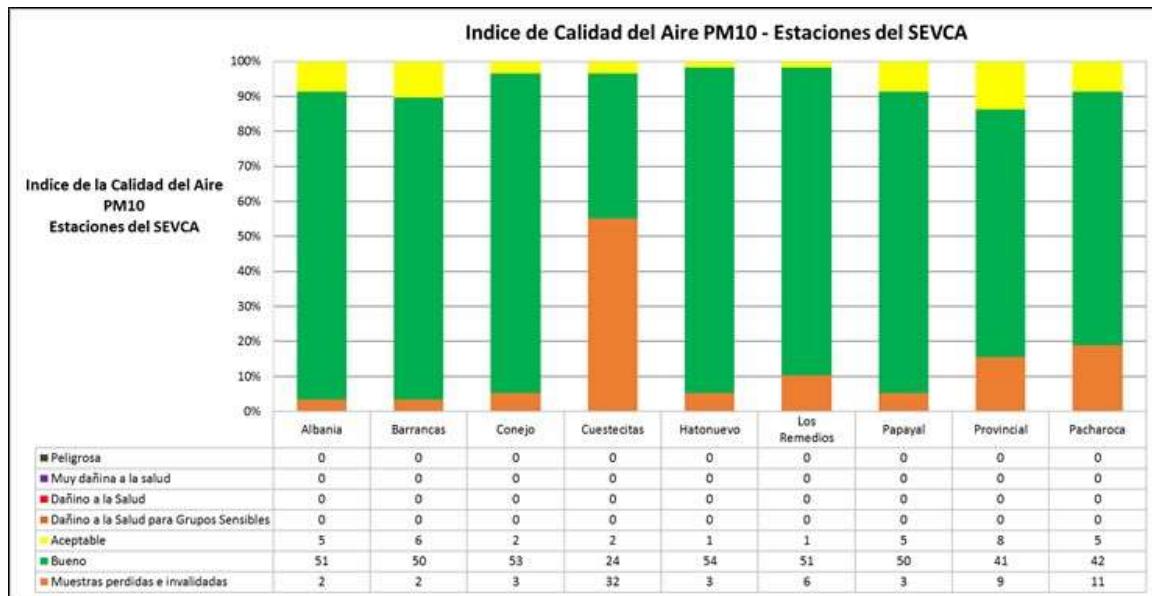


Figura 22. Porcentaje del ICA en las estaciones PM10 Zona minera

Así mismo, la Figura 22 presenta la estación Cuestecitas como el punto con mayor número de muestras perdidas durante el año con un total de 32.



4.3 RESULTADOS DE METEOROLOGIA

Durante el periodo de monitoreo se realizó el seguimiento a las condiciones meteorológicas locales de la zona de estudio, ya que estas influyen de forma directa en la generación y comportamiento de los contaminantes atmosféricos, en este caso específico, el material particulado PM10.

Las variables meteorológicas de interés fueron tomadas de diferentes estaciones meteorológicas, las variables de temperatura, humedad y viento se obtuvieron de las estaciones meteorológicas “Provincial” y “Planta de Agua”, ubicadas la primera en el Resguardo Indígena Provincial del municipio de Barrancas y la segunda en el área administrativa de la empresa Carbones del Cerrejón Limited. Se realizó de esta manera ya que las estaciones de CORPOGUAJIRA no se encontraban aún operativas.

La variable de precipitación fue obtenida de las estaciones Camp. Intercor y Tajo Sur que son propiedad del IDEAM y que se encuentran ubicadas en el Patio Ambiental de Cerrejón (municipio de Albania) y cerca al Tajo Patilla (municipio de Barrancas) respectivamente.



Figura 23. Localización de Estaciones Meteorológicas SEVCA Zona Minera.

4.3.1 Condiciones Ambientales de La Zona de Influencia Minera

Dada la gran dispersión de las estaciones de monitoreo de calidad de aire del SEVCA de CORPOGUAJIRA, alrededor de la zona minera, y que actualmente no se cuenta con una estación meteorológica por punto de monitoreo, los análisis se material particulado PM10 se realizan asociando las concentraciones registradas a la estación meteorológica más cercana al punto de muestreo. Así mismo, los técnicos en campo registran las principales variables meteorológicas in-situ en el formato de campo respectivo.

4.3.2 Análisis de Variables Meteorológicas

Como ya se ha dicho, las condiciones meteorológicas locales son un insumo indispensable para realizar un análisis completo de la calidad de aire, parámetros como temperatura, humedad, precipitación y dirección y velocidad del viento son fundamentales para interpretar la física del comportamiento del material particulado PM10 en suspensión.

El presente inciso se analizará por separado cada una de estas variables y presenta de forma gráfica su comportamiento durante el periodo de operación del SEVCA.

4.3.3 Temperatura:

La relación entre la temperatura y el material particulado PM10 en suspensión es muy estrecha, al material particulado respirable es mucho más dinámico en ambientes cálidos, por lo que el estudio de comportamiento de esta variable se considera fundamental al momento de analizar las emisiones de PM10.

La temperatura promedio registrada en las estaciones durante la duración de la operación del SEVCA presento una variación de poco más de 1°C.

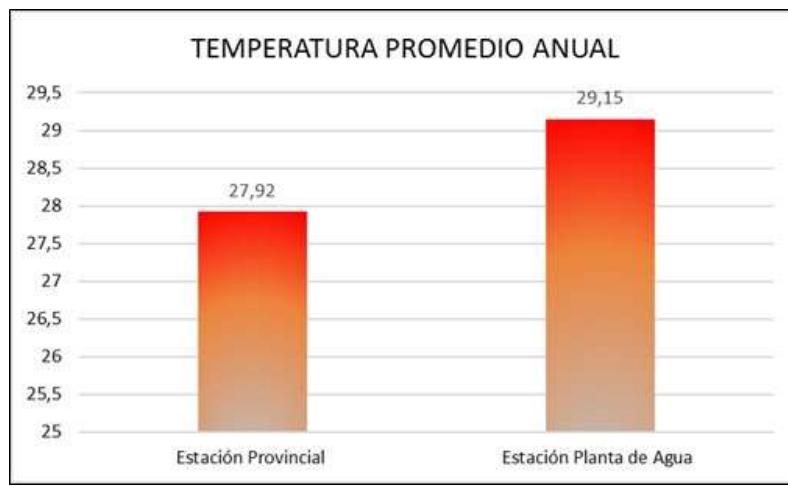


Figura 24. Temperatura Promedio Anual

Los promedios mensuales de temperatura presentaron mayor variabilidad durante el tercer trimestre del año, con mayores promedios en la estación Planta de Agua como factor común. Ya para el último trimestre del año los valores promedio fueron mucho más igualados en ambos puntos.

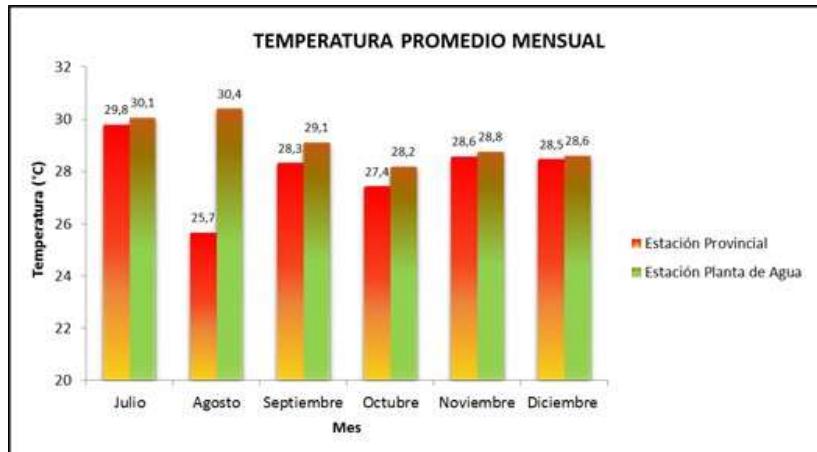


Figura 25. Temperatura promedio mensual

El perfil horario de temperatura para el periodo presenta de forma regular los mayores valores en las horas de medio día, con una variación de dos (2) horas entre el punto de valor máximo de una y otra estación.

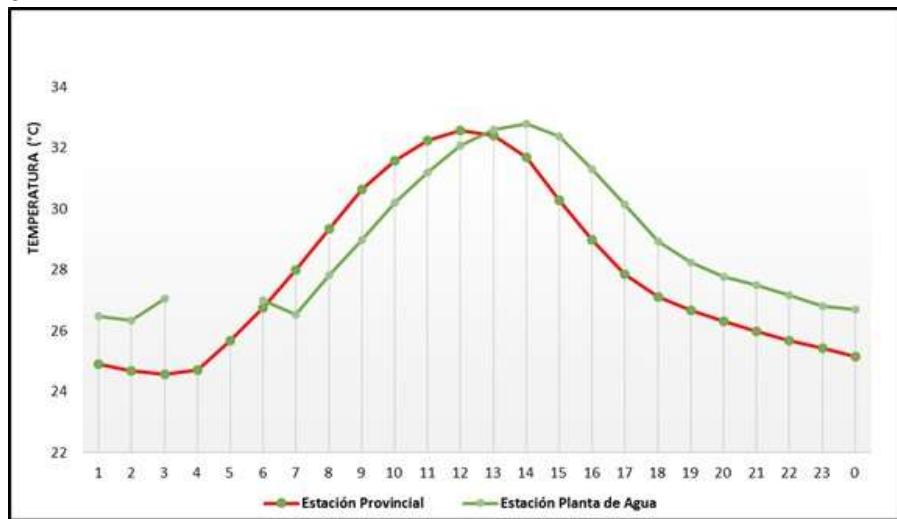


Figura 26. Perfil Horario de Temperatura

4.3.4 Precipitación

La precipitación es quizá la variable meteorológica más importante para controlar de forma natural el material particulado en la atmósfera a través de la eliminación húmeda o lavado atmosférico, en donde mediante este proceso natural el material particulado se precipita a la superficie de la tierra.

La clasificación de precipitación utilizada según su intensidad y frecuencia se lista en la siguiente tabla.

Tabla 11. Escala 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: Secretaría Distrital de Ambiente, Dirección de Control Ambiental, Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes, 2008.

Los meses más lluviosos del periodo fueron septiembre y octubre, durante estos meses se presentaron los mayores eventos de precipitación, lo cual se vio reflejado en la disminución gradual de las concentraciones de material particulado en el mes de noviembre.

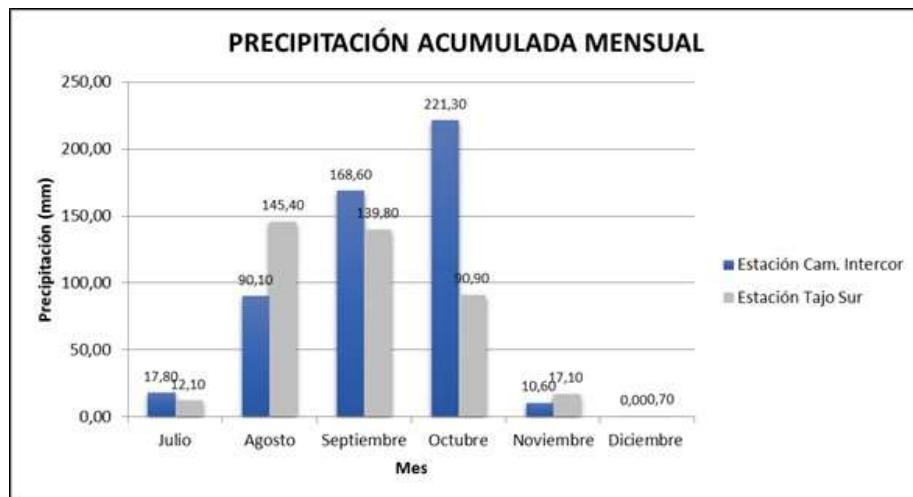


Figura 27. Precipitación acumulada Mensual.

Los mayores eventos de precipitación en la zona se dieron en horas de la madrugada y primeras horas de la mañana en el sector de influencia de la estación Camp Intercor, con alrededor de 200mm de lluvia acumulada en las primeras cuatro horas del día. La precipitación en la estación tajo Sur fueron muchos más dispersos durante las 24 horas.



Figura 28. Perfil horario de precipitación.

4.3.5 Humedad Relativa

La humedad relativa es la variable meteorológica con mayor diferencia entre una estación y otra, los microclimas generados como resultados de la actividad minera, puede ser uno de los factores influyentes en esta diferencia de porcentajes muy marcada.

Estudios locales han determinado que la humedad relativa tiene un mayor grado de correlación con el material particulado PM10 al sobrepasar el 70%, por lo que es posible que la correlación entre esta variable y el PM10 sea más estrecha en las estaciones de monitoreo donde predomina la representatividad de la estación Planta de Agua.

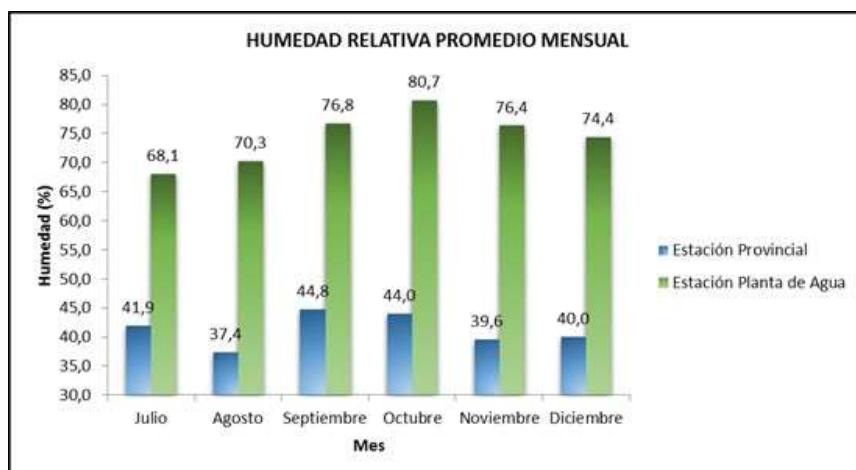


Figura 29. Humedad Relativa Promedio Mensual

El perfil horario de la humedad relativa que se muestra en la Figura 30 muestra igualmente la diferencia de porcentajes entre un sector y el otro, sin embargo, el comportamiento de la variable en si es igual en ambos puntos, con los menores porcentajes en horarios de medio día, muy ligados al perfil horario de temperatura, teniendo incluso la misma diferencia en horas entre sus puntos más altos y bajos respectivamente.

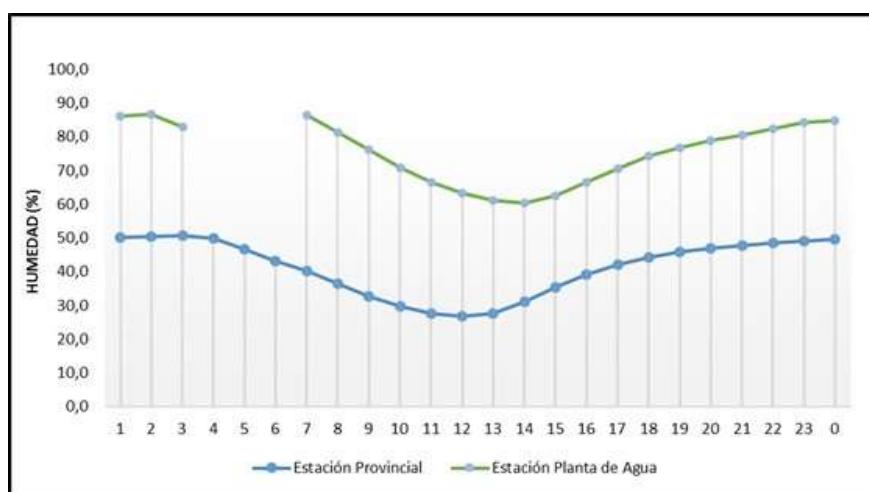


Figura 30. Perfil Horario Humedad Relativa

4.3.6 Velocidad del viento

El viento es un factor climático, importante en la dinámica atmosférica, dado a que este afecta directamente el proceso de dispersión de contaminantes y el transporte de material de una zona a otra. Para el presente informe se utiliza como referencia la escala de velocidad de Beaufort.

Tabla 12. Escala de velocidad del viento – Beaufort

Denominación	Velocidad del viento (m/s)
Calma	0,0 - 0,2
Ventolina	0,3 - 1,5
Brisa suave	1,6 - 3,3
Brisa leve	3,4 - 5,4
Brisa moderada	5,5 - 7,9
Brisa fresca	8,0 - 10,8
Brisa fuerte	10,9 - 13,8
Viento fuerte	13,9 - 16,9
Viento duro	17,0 - 20,5
Muy duro	20,6 - 24,1
Temporal	24,2 - 28,3
Borrasca	28,4 - 32,6
Huracán	≥ 32,7

Fuente: Universidad de Buenos Aires, Departamento de Geografía. La observación meteorológica

El perfil horario de la velocidad de viento en la zona muestra una distorsión entre una estación y otra con un comportamiento más estable en el sector de Provincial y mucho más fluctuante en la zona de la estación Planta de Agua, en esta zona, las velocidades disminuyen abruptamente pasadas las 16 horas del día.

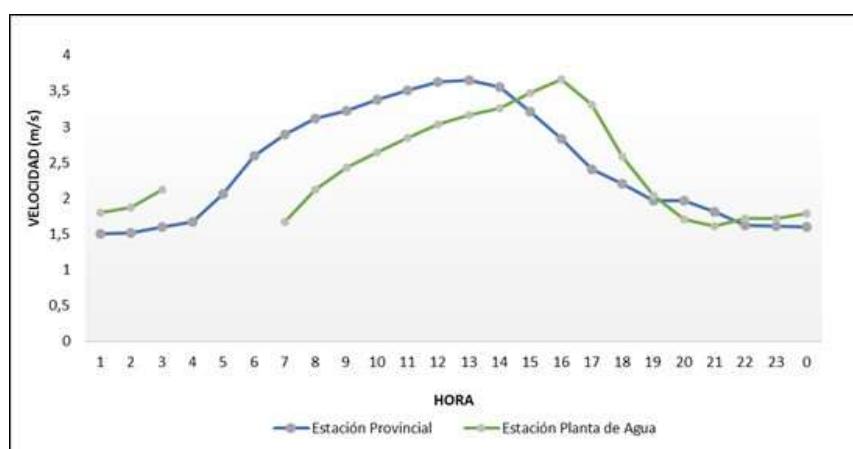


Figura 31. Perfil horario de velocidad de viento

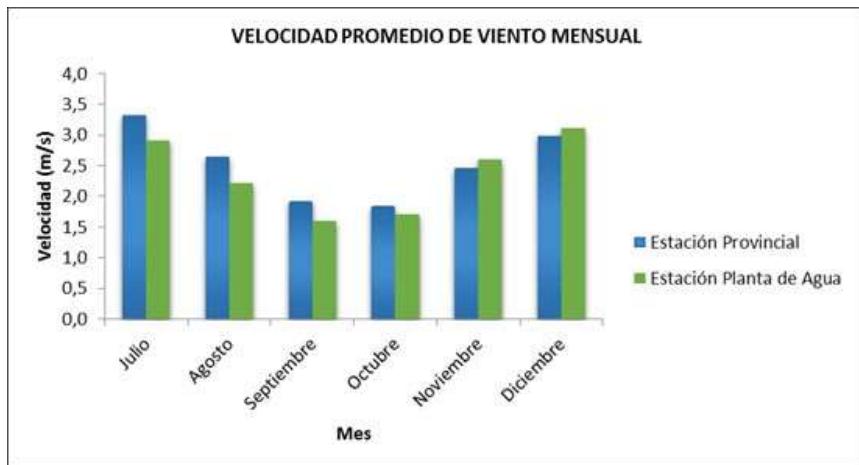


Figura 32. Velocidad del Viento por estaciones.

La Figura 32 muestra los promedios mensuales de velocidad de viento en donde se aprecia claramente una disminución en las velocidades promedios durante los meses de septiembre y octubre, los mismos meses en donde se dieron las mayores precipitaciones del periodo. Así mismo, los mayores promedios mensuales de velocidad se dieron en los meses de julio y diciembre, donde la precipitación fue prácticamente nula.

4.3.7 Dirección del Viento durante el Año 2019

Para evaluar la dirección de viento se tomaron como referencia de igual forma las estaciones de Provincial y Planta de Agua citadas al principio de este capítulo. La predominancia de los vientos varía de una zona a otra, en la estación Provincial encontramos que la mayor parte de los vientos provienen del Este, con velocidades en su mayoría situadas en el rango de Brisa Leve (3,3 y 5,4 m/s). Los vientos que pasan el sector de la estación de Planta de Agua tienen predominancia Noreste, con rangos de velocidad similares a la estación Provincial, con un mayor porcentaje de velocidades con intensidades que superan los 5,4 m/s. Los vientos

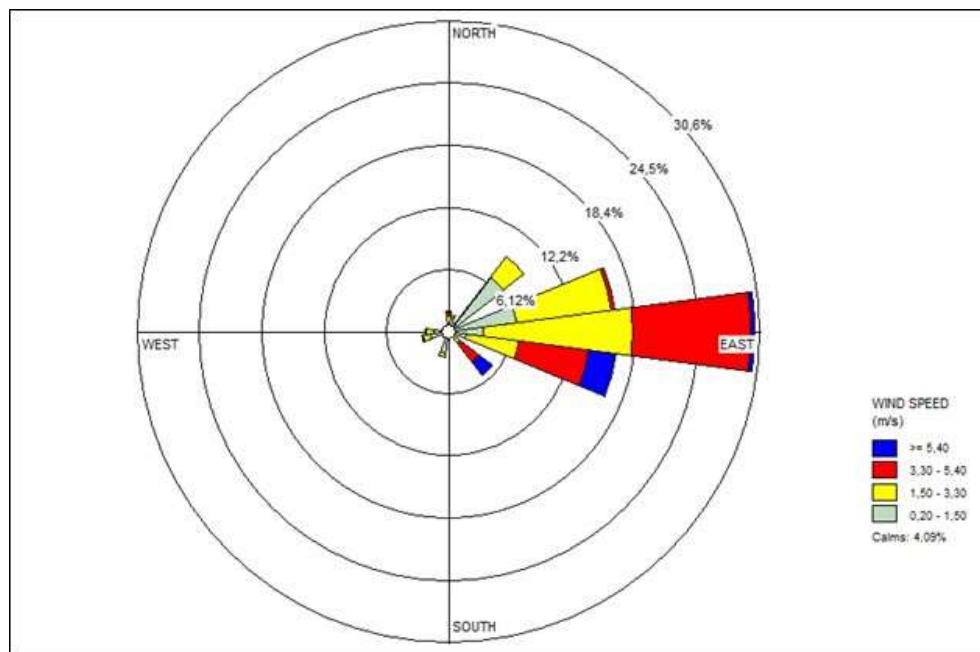


Figura 33. Rosa de Vientos Estación Provincial

La distribución de frecuencias en la estación Provincial cuenta con el mayor porcentaje situando en el rango de 1,5 – 3,3 m/s, con un 36% de ocurrencia durante el periodo de estudio, con vientos en su mayoría provenientes del E y ENE.

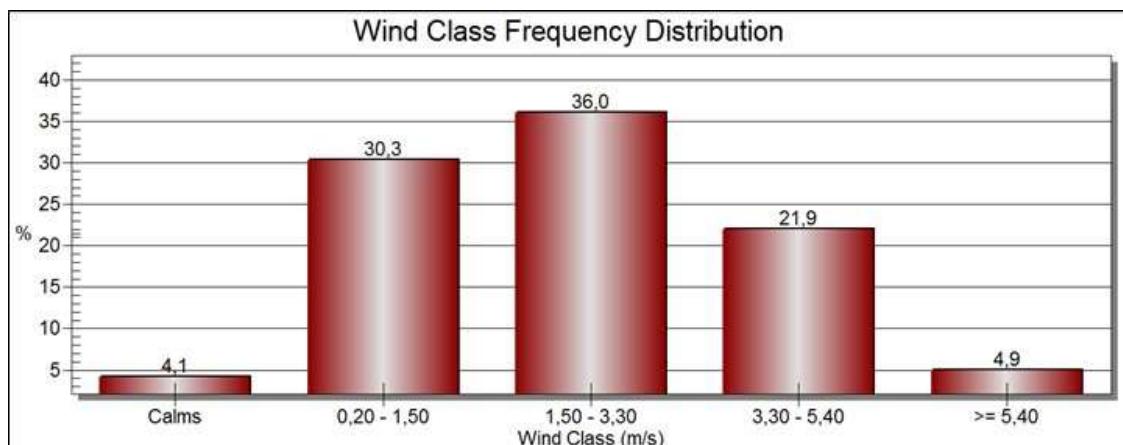


Figura 34. Distribución de frecuencias Estación Provincial

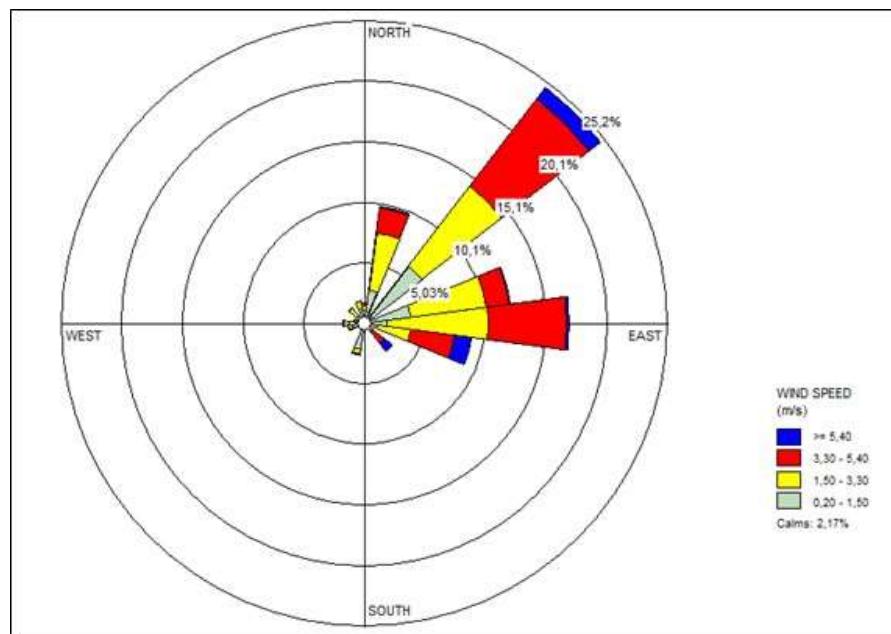


Figura 35. Rosa de Vientos Estación Planta de Agua

Las frecuencias en la estación Planta de Agua están distribuidas de forma muy similar a la estación Provincial, con las mayores frecuencias situadas entre los 0,20 y 5,4 m/s.

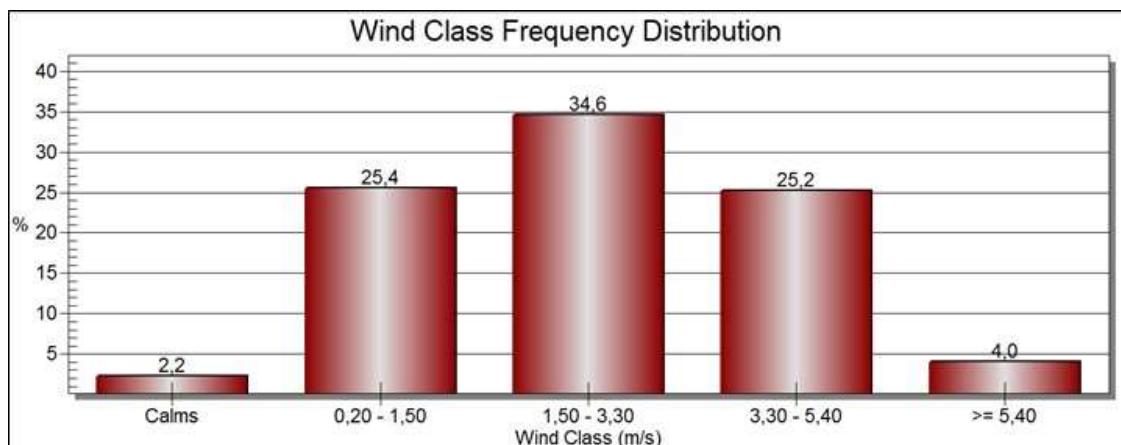


Figura 36. Distribución de frecuencias Estación Planta de agua

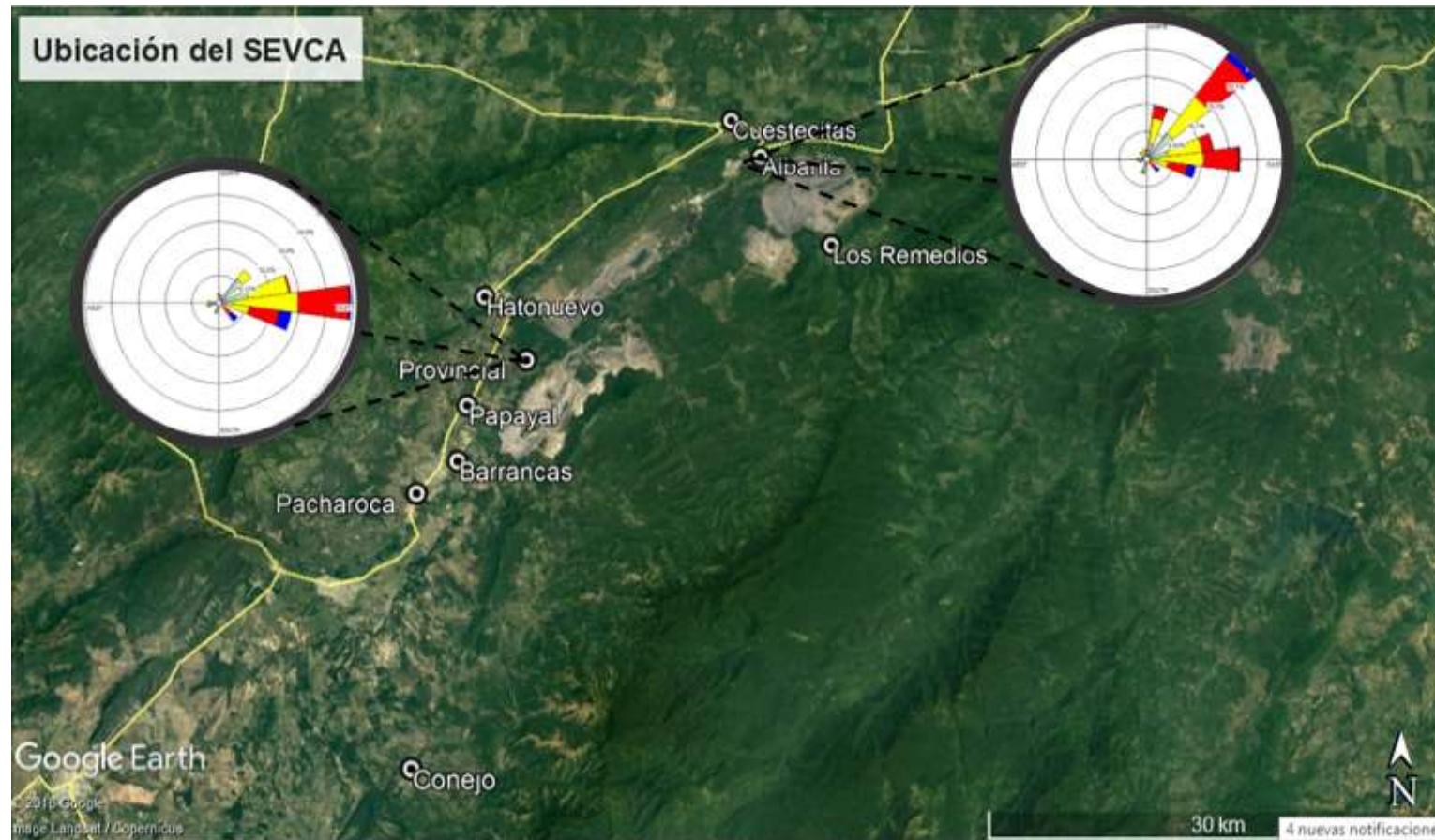


Figura 37. Rosa de vientos totales Zona Minera departamento de la Guajira.



5 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA siendo la máxima autoridad ambiental del Departamento de La Guajira es consciente de la importancia de conocer la calidad de aire que se respira en el Departamento, es así como se incluyó el Proyecto “14. Calidad del Aire” dentro del Plan de Acción 2016 - 2019 “Prosperidad, Paz y Sostenibilidad”. La evaluación y conocimiento de las principales fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera en el Departamento de La Guajira, así como el daño que estas fuentes pueden ocasionar a al ambiente y la salud de los pobladores, es la razón por la cual CORPOGUAJIRA toma las medidas de seguimiento necesarias para mantener en control el impacto a este recurso.

Como parte de sus principales esfuerzos, CORPOGUAJIRA cuenta con un sistema de vigilancia de calidad de aire operativo, para el cual se formuló y adjudicó durante el año 2019 el proyecto “FORTALECIMIENTO DEL SEVCA DE LA GUAJIRA, PRIMERA ETAPA”.

Dentro de las actividades de fortalecimiento que se han desarrollado para el SEVCA de La Guajira se encuentran:

- Auditorías Internas al SEVCA a través de funcionarios de la Oficina de Control Interno con el acompañamiento de dos expertos técnicos, conocedores de la Norma 17025 y con amplia experiencia en evaluación de la contaminación atmosférica.
- Actualización y fortalecimiento del componente documental del SEVCA.
- Actualización y fortalecimiento del laboratorio de análisis del SEVCA.
- Actualización y frotamiento de las estaciones de monitoreo pertenecientes al SEVCA.
- Suministro de equipos al SEVCA.
- Desarrollo de campañas de monitoreo de calidad del aire en los principales centros poblados del Departamento.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Las concentraciones de material particulado PM10 en área de influencia de la zona minera de La Guajira mantuvieron un comportamiento estable durante el último semestre del 2019, presentando solo una (1) excedencia en seis de las nueve estaciones durante el periodo de estudio, siendo las estaciones que excedieron la norma diaria, Albania, Barrancas, Cuestecitas, Los Remedios, Pacharoca y Papayal.
- A pesar de no lograr la representatividad necesaria en número de muestras (>75%) durante el año 2019 en el SEVCA, se realizó la comparación con la Norma Anual de calidad del aire (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de forma indicativa, para tener una proyección respeto al comportamiento a largo plazo de las concentraciones en cada sector evaluado.
- Durante el periodo analizado, cuatro (4) estaciones presentaron un patrón de comportamiento en donde registraron niveles que sobresalen con respecto a los demás, hablamos de las estaciones Albania, Barrancas, Papayal y Provincial, todas ellas presentaron picos de concentraciones que, aunque no superaron los límites normativos, es importante analizar con detenimiento cada una de las fuentes de emisión en estos sectores.
- En general el Índice de Calidad del Aire calculado durante el pedido de estudio arroja una caracterización en rango “Bueno”.
- El SVCA del municipio de Riohacha inicio operación el 21 de diciembre de 2019, con lo cual se incluirán los resultados de la primera campaña en el reporte de operación del mes de enero de 2020.
- Las condiciones meteorológicas de la zona sur del departamento permiten una interpretación clara de la dispersión del material particulado generado por la actividad minera y otras fuentes.

6.2. Recomendaciones

- Continuar el proceso de fortalecimiento del SEVCA de Corpoguajira, como instrumento de toma de decisiones en materia de control y mejoramiento de la calidad del aire del departamento de La Guajira.
- Mejorar los tiempos de operación del SEVCA durante el año 2020, logrando la representatividad anual.
- Mejorar la operatividad de las estaciones que forman parte del SEVCA mediante la aplicación de protocolos y planes contingentes que eviten la perdida y/o anulación de muestras.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Resolución 2254 de 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. República de Colombia.
2. Resolución 601 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia.
3. Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia.
4. Manual de Diseño de Sistemas para la Vigilancia de la Calidad del Aire. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
5. Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
6. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Manual de diseño y manual operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia. Noviembre 2010. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co//documentos/normativa/ambiente/resolucion/res2154021110_manual_operacion.pdf
7. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. En: <http://www.epa.gov>
8. Atlas Ambiental del departamento de la Guajira.
9. Múnera Montes, L., Granados Castellanos, M., Teherán Sánchez, S., Naranjo Vasco, J. (2014). Bárbaros hoscos. Historia de resistencia y conflicto en la explotación del carbón en La Guajira, Colombia. OPERA, 14, pp. 47-69.