



Autoridad Nacional  
de Licencias Ambientales

# **INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES:**

## ***ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LOS SVCA FIJOS EN EL ÁREA DE LA ESTRATEGIA ATMOSFÉRICA DEL ALTO SAN JORGE CÓRDOBA, COLOMBIA (2018 – 2023)***

*Aplicación de la Fase IV de la estrategia de monitoreo: análisis  
de información*

**MAYO  
2024**

Rodrigo Elías Negrete Montes  
**Director General**

Luis Enrique Orduz Valencia  
**Subdirector Instrumentos  
Permisos y Trámites  
Ambientales**

Camilo Andrés Bernal Forero  
**Coordinador**  
**Grupo de Regionalización  
y Centro de Monitoreo**

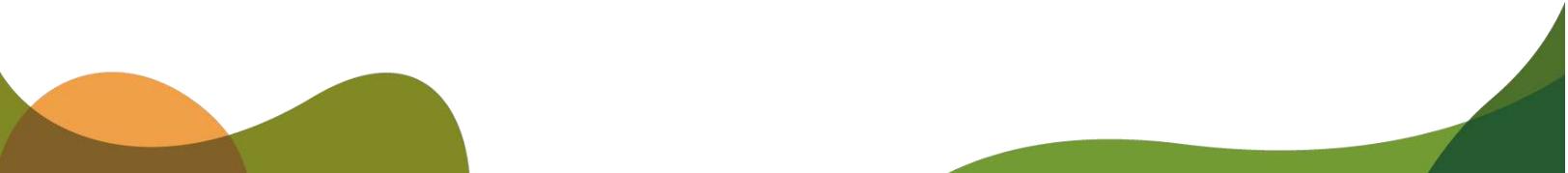
Jairo Alberto Ruíz López  
**Líder**  
**Implementación Regional**

Neidy Mildred Daza Lesmes  
Juan Pablo Ayala Robayo  
Jorge Esneider Leguizamón  
Javier Beltrán Maldonado  
**Profesionales**  
**Componente Atmosférico**



# CONTENIDO

ANÁLISIS DE DATOS DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ALTO SAN JORGE.....	5
1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO.....	8
2. INFORMACION DISPONIBLE PARA EL ANALISIS REGIONAL.....	15
3. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	18
3.1. SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE FIJO (SVCAI).....	18
3.1.1. Análisis históricos de material particulado (anual, mensual y diario). ....	18
3.1.2. Comportamiento de trazas de metales. ....	27
3.1.3. Comportamiento de la velocidad y de la dirección del viento.....	31
3.1.4. Análisis conjunto de concentraciones de material particulado con el comportamiento del viento. ....	33
3.1.5. Análisis de ciclos temporales.....	38
3.1.6. Análisis del Índice de Calidad del Aire – ICA.....	40
3.2. MODELACIÓN DE LA DISPERSION DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y NIQUEL50	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5. BIBLIOGRAFIA.....	58
6. ANEXO 1: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE PARA CADA ESTACIÓN.....	59
6.1. Expediente: LAV0002-00-2020.....	59
6.2. Expediente: LAV0052-00-2019.....	73
6.3. Expediente: LAM4656.....	77





## TABLAS

<i>Tabla 1. Proyectos que reportan bajo la estrategia de monitoreo atmosférica (calidad del aire) .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2. Proyectos que reportan bajo la estrategia de monitoreo atmosférica (calidad del aire) .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Proyectos de la estrategia de monitoreo del Alto San Jorge con obligaciones asociadas al monitoreo atmosférico (calidad del aire) de la ANLA. ....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 4. Coordenadas de las estaciones que forman parte de la estrategia de monitoreo atmosférica, para los proyectos mineros. ....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 5. Coordenadas de las estaciones que forman parte de la estrategia de monitoreo atmosférica, para el proyecto de Gecelca S.A, con expediente: LAM4656.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 6. Disponibilidad de información de las estaciones de los SVCA Fijos de la estrategia de monitoreo del Alto San Jorge (ASJ).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 7. Cantidad de registros diarios de calidad del aire para Alto San Jorge.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 8. Estaciones de monitoreo con análisis de concentración de parámetros metálicos en el aire presentadas en el ICA 1 del año 2021, para el proyecto LAV0002-00-2020. ....</i>	<i>27</i>

## FIGURAS

<i>Figura 1. Localización de proyectos y estaciones con estrategia de monitoreo del área de análisis (ZMCC) y del SEVCA ZMC de CORPOCESAR.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2. Localización de proyectos en la zona de la estrategia de monitoreo del Alto San Jorge (ASJ) .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3. Localización de las estaciones de monitoreo en los proyectos mineros de Cerro Matoso S.A. ....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Localización de las estaciones de monitoreo del proyecto energético de Gecelca S.A. ....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5. Información de los sistemas de vigilancia de la calidad del aire, disponibles en el (SISAIRE) del IDEAM - Fuente: ANLA SIPTA, 2024. ....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM<sub>10</sub>. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM<sub>2.5</sub>. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8. Comportamiento histórico de los promedios mensuales de PM<sub>10</sub>. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9. Comportamiento histórico de los promedios mensuales de PM<sub>2.5</sub>. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 10. Diagramas de caja con la distribución de los promedios diarios de PM<sub>10</sub>. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM<sub>10</sub>. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12. Distribución de promedios diarios de PM<sub>2.5</sub>. ....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 13. Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM<sub>2.5</sub>. ....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14. Niveles de concentración de (Ni) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15. Niveles de concentración de (Cd) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 16. Niveles de concentración de (Cr) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 17. Niveles de concentración de (Pb) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 18. Rosas de viento para las estaciones de calidad del aire en 2022 – 2023.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 19. Rosas de viento para las estaciones de calidad del aire 2023. ....</i>	<i>32</i>





Figura 20. Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM10) en 2022 – 2023.	33
Figura 21. Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM10) en 2023.	34
Figura 22. Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM2.5) en 2022 – 2023.	35
Figura 23. Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM2.5) en 2023.	35
Figura 24. Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire en 2022-2023 para PM10.	36
Figura 25. Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire de 2023 para PM10.	36
Figura 26. Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire en 2022-2023 para PM2.5.	37
Figura 27. Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire de 2023 para PM2.5.	37
Figura 28. Tendencias temporales de las estaciones de calidad del aire entre julio del 2022 a diciembre del 2023.	39
Figura 29. Tendencias temporales de las estaciones de calidad del aire entre enero y diciembre del 2023.	40
Figura 30. Índices de calidad del aire – ICA, para PM10 - LAV0002-00-2020 (2018 – 2023)	44
Figura 31. Índices de calidad del aire - ICA PM2.5 - LAV0002-00-2020 (2018-2023).	45
Figura 32. Índices de calidad del aire de ICA PM10 - LAV0052-00-2019 (2022-2023).	47
Figura 33. Índices de calidad del aire - ICA PM2.5 - LAV0052-00-2019 (2022-2023).	48
Figura 34. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM10 - LAM4656.	48
Figura 35. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM10 - LAM4656.	49
Figura 36. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM2.5 - LAM4656.	49
Figura 37. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM2.5 - LAM4656.	49
Figura 38. Isopletas del modelo de dispersión material particulado PM10 Anual.	52
Figura 39. Isopletas del modelo de dispersión níquel anual 2018	53
Figura 40. Índices de calidad del aire de 2018 ICA para PM10 - LAV0002-00-2020.	60
Figura 41. Índices de calidad del aire de 2019 ICA PM10 - LAV0002-00-2020.	60
Figura 42. Índices de calidad del aire de 2020 ICA PM10 - - LAV0002-00-2020.	61
Figura 43. Índices de calidad del aire de 2021 ICA PM10 - LAV0002-00-2020.	63
Figura 44. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM10 - LAV0002-00-2020.	65
Figura 45. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM10 - LAV0002-00-2020.	67
Figura 46. Índices de calidad del aire de 2021 ICA PM2.5 - LAV0002-00-2020.	69
Figura 47. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM2.5 - LAV0002-00-2020.	71
Figura 48. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM2.5 - LAV0002-00-2020.	73
Figura 49. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM10 - LAV0052-00-2019.	74
Figura 50. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM10 - LAV0052-00-2019.	75
Figura 51. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM2.5 - LAV0052-00-2019.	76
Figura 52. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM2.5 - LAV0052-00-2019.	77
Figura 53. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM10 - LAM4656.	77
Figura 54. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM10 - LAM4656.	77
Figura 55. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM2.5 - LAM4656.	78
Figura 56. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM2.5 - LAM4656.	78





# **ANÁLISIS DE DATOS DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ALTO SAN JORGE.**

Este documento presenta el análisis de las concentraciones del periodo 2018 a 2023, de material particulado PM10 y PM2.5, para evaluar el estado de la calidad del aire asociado a los proyectos que se encuentran reportando a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), bajo la estrategia de monitoreo del componente atmosférico del Alto San Jorge, ubicada en el departamento de Córdoba. Adicionalmente, se valoran los resultados de trazas de metales en el aire, contenidos en el material particulado, medidos en la zona.

Los datos históricos de la calidad del aire concerniente a la Estrategia de Monitoreo Atmosférica del Alto San Jorge, considerados en este análisis se enmarcaron en el periodo comprendido del 1 de enero del 2018 al 31 de diciembre del 2023 y se obtuvieron de la información radicada por dos (2) proyectos de Cerro Matoso S.A. y uno (1) de GECELCA S.A., que se relacionan a continuación:

Los proyectos del sector minero asociados a la obtención de minerales metálicos, denominados: Explotación y Transformación de Ferroníquel y el proyecto de aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir, a cargo de la empresa CERRO MATOSO S.A., ubicados en los municipios de Montelíbano, Puerto Libertador y San José de Ure y Planeta Rica en el departamento de Córdoba. Estos proyectos poseen licencias ambientales ligadas a los siguientes números de expediente: LAV0002-00-2020 y LAV0052-00-2019 respectivamente.

Teniendo en cuenta que el expediente LAV0002-00-2020 integró los expedientes LAM1459 y LAV0053-00-2015 en el año 2020, para efectos de unificación en el análisis, en el presente documento se denominarán las estaciones correspondientes bajo el expediente “Cerro Matoso”.

El proyecto termoeléctrico del sector energía ligado a la Operación de una Central Térmica de Generación de Energía Eléctrica a Carbón como combustible principal, a cargo de la empresa Generadora y Comercializadora de Energía del Caribe S.A E.S.P. (GECELCA S.A.), ubicado en el municipio de Puerto Libertador en el departamento de Córdoba, con licencia ambiental vinculada al número de expediente LAM4656.

Por otra parte, se revisó la información contenida en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE del IDEAM para el periodo de análisis comprendido entre el 1 de enero de 2018 y el 31 de julio de 2023, identificando que existen dos sistemas de vigilancia de calidad del aire (SVCA) en la zona, denominados: CERRO MATOSO S.A. y GECELCA3. Lo antes descrito, permitió determinar que las estaciones de monitoreo son similares a las contenidas en los expedientes de los proyectos antes nombrados. Por tanto, el análisis de





los datos se realizó con los resultados de estas estaciones y con la información disponible de la calidad del aire que aportaron los tres proyectos en cuestión.

Finalmente, en cuanto al modelo regional de dispersión de contaminantes atmosféricos, fue incluido adicionalmente el inventario de emisiones del proyecto con expediente LAV0051-00-2017, “Mina Bijao”. Al respecto, es importante considerar que este proyecto fue remitido posteriormente por competencia a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS desde el 31 de diciembre de 2020, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo primero del Auto 12482 de 2020. Por esta razón, a pesar de ser incluido en la modelación realizada, no se encuentra asociado con la estrategia de monitoreo de calidad de aire.

Se obtuvieron de la información radicada por los proyectos de tres Sociedades (Tabla 1). De manera adicional, se revisó, procesó y analizó la información contenida en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE del IDEAM para el periodo de análisis desde 2018 hasta 2023. Conforme a lo anterior en la Tabla 2, se relacionan las coordenadas de las estaciones con reporte de resultados de concentraciones de material particulado que hicieron parte del análisis; y en la Figura 1, se puede evidenciar la distribución espacial.

**Tabla 1. Proyectos que reportan bajo la estrategia de monitoreo atmosférica (calidad del aire)**

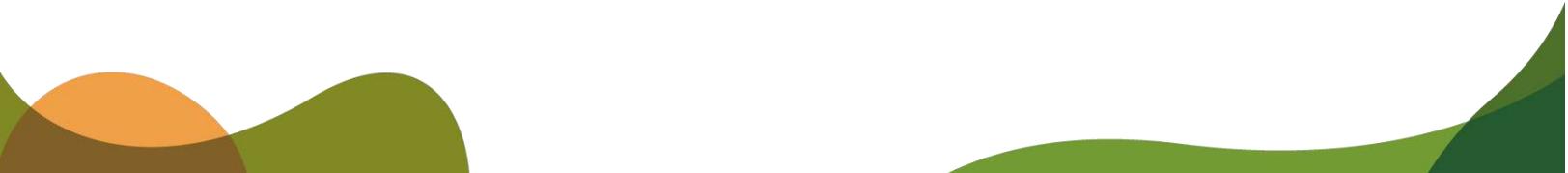
EXPEDIENTE	PROYECTO
LAV0002-00-2020	CERRO MATOSO S.A. - Explotación y Transformación de Ferroníquel.
LAV0052-00-2019	Calenturitas - Aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir
LAM4656	GECELCA S.A.

**Fuente: ANLA SIPTA, 2024.**

Conforme a lo anterior, a continuación, se precisan las estaciones de monitoreo con resultados analizados, con sus respectivas coordenadas

**Tabla 2. Proyectos que reportan bajo la estrategia de monitoreo atmosférica (calidad del aire)**

SVCA	NOMBRE ESTACIÓN	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL	
		ESTE	NORTE
LAV0002-00-2020	MCA-LAV0002-00-2020-0001	2430309	4722317
	MCA-LAV0002-00-2020-0002	2432508	4715390
	MCA-LAV0002-00-2020-0003	4711823	2435304
	MCA-LAV0002-00-2020-0004	4718296	2430114
	MCA-LAV0002-00-2020-0005	4723376	2430334
	MCA-LAV0002-00-2020-0006	4713562	2429695
	MCA-LAV0002-00-2020-0007	4714161	2434836
	MCA-LAV0002-00-2020-0008	4722833	2436469
	MCA-LAV0002-00-2020-0009	4718854	2439299
	MCA-LAV0002-00-2020-0010	4721380	2419712
	MCA-LAV0002-00-2020-0011	4719680	2435325
	MCA-LAV0002-00-2020-0012	4718890	2430328
LAV0052-00-2019	MCA-LAV0052-00-2019-0001	4710782	2479358
	MCA-LAV0052-00-2019-0002	4710312	2476831
	MCA-LAV0052-00-2019-0003	4710584	2474691
	MCA-LAV0052-00-2019-0004	4708762	2478849





SVCA	NOMBRE ESTACIÓN	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL	
		ESTE	NORTE
	MCA-LAV0052-00-2019-0005	4709041	2476555
LAM4656	MCA-LAM4656-0001	4714029	2440293
	MCA-LAM4656-0002	4714140	2442540

Fuente: ANLA SIPTA, 2024.

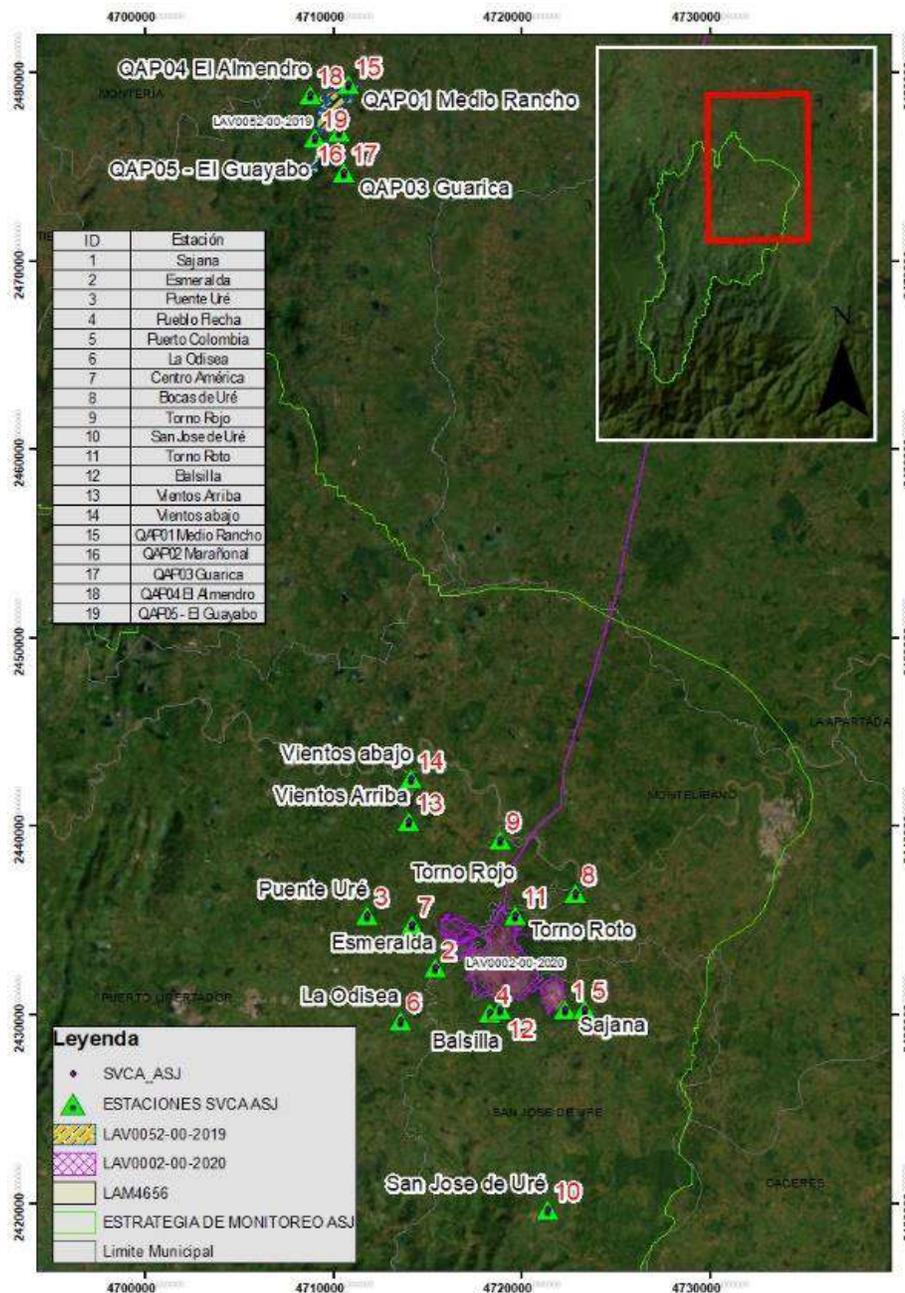


Figura 1. Localización de proyectos y estaciones con estrategia de monitoreo del área de análisis (ZMCC) y del SEVCA ZMC de CORPOCESAR.

Fuente: ANLA SIPTA, 2024.



# 1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO

Las estrategias de monitoreo regional de los recursos naturales de la ANLA tienen como objetivo optimizar el seguimiento de los proyectos objeto de licenciamiento ambiental y el proceso de Evaluación de Impactos Acumulativos (EIAc), a través del fortalecimiento del monitoreo regional. Los lineamientos y estándares formulados para cada componente están estructurados mediante condiciones de tiempo, modo y lugar.

Respecto a la estrategia de monitoreo atmosférica del Alto San Jorge (ASJ) se establecieron obligaciones o medidas para tres proyectos relevantes que están circundantes a la zona que delimita esta estrategia. Estos proyectos tienen actividades asociadas a la minería y a la producción de energía térmica a base de carbón y fueron seleccionados por los potenciales impactos que pueden generar en la alteración de los niveles de inmisión de calidad de aire por material particulado y otros contaminantes. Adicionalmente, la estrategia de monitoreo fue impuesta por esta Autoridad por medio de actos administrativos de otorgamiento o modificación de sus licencias ambientales y que se describen posteriormente.

- ✓ En los proyectos de explotación minera de CERRO MATOSO S.A., la estrategia de monitoreo atmosférico se estableció en diferentes actos administrativos.

En el caso del proyecto de Explotación y Transformación de Ferroníquel, esta se instauró en la Resolución 1878 del 23 de noviembre del 2020 de la ANLA, que otorgó Licencia Ambiental Global. Esta licencia se originó por la Sentencia T-733-17, de la Honorable Corte Constitucional que ordenó a la nombrada Sociedad iniciar trámites para la expedición de una nueva licencia ambiental global; que entre otras acciones, tenía como objeto unificar dos áreas operativas que poseían instrumentos de manejo ambiental separados, contenidos en los proyectos: “Explotación del PIT principal y beneficio de ferroníquel” con expediente LAM1459 y la “Expansión Minera La Esmeralda” con expediente LAV0053-00-2015.

Para el proyecto de aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir, la estrategia de monitoreo se implementó en la Resolución 1622 del 01 de octubre del año 2020, por la cual, se otorgó Licencia Ambiental al proyecto.

- ✓ En la termoeléctrica de la empresa GECELCA S.A, la estrategia se impuso en la Resolución 1242 del 23 de julio del 2020 de la ANLA, que ajustó la licencia ambiental vía seguimiento, identificando la necesidad de mejora de su Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA).





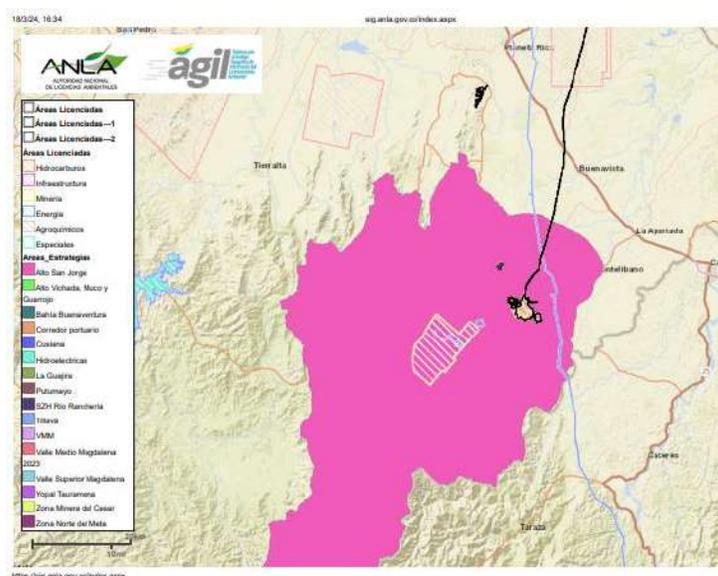
Por tanto, en la zona de la estrategia de monitoreo atmosférico del Alto San Jorge (ASJ), se identificaron estos tres proyectos de competencia de la ANLA como los de mayor impacto. Acto seguido, se presenta una síntesis de estos, relacionando sus aspectos de mayor relevancia, como se muestra en la Tabla 3.

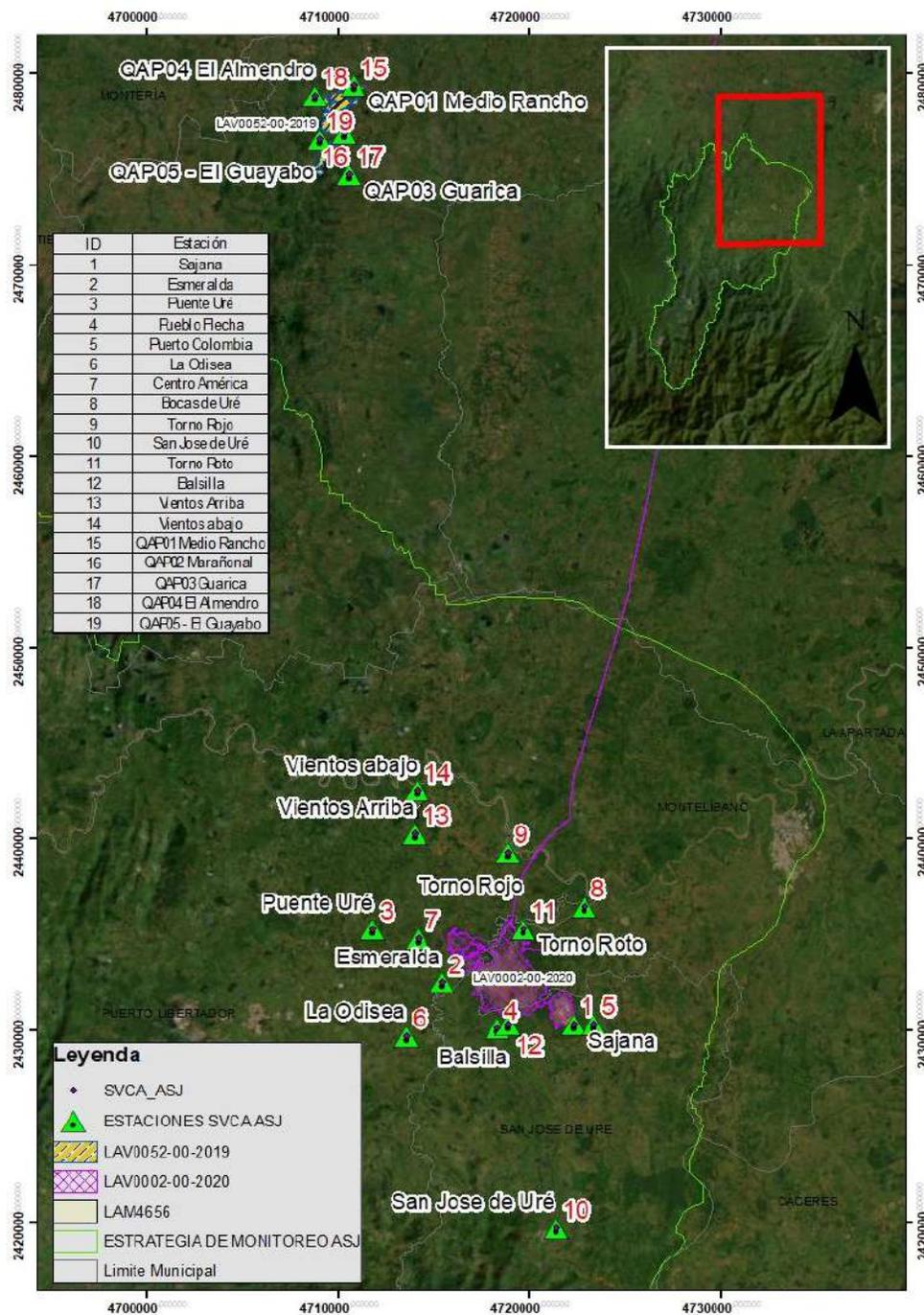
**Tabla 3. Proyectos de la estrategia de monitoreo del Alto San Jorge con obligaciones asociadas al monitoreo atmosférico (calidad del aire) de la ANLA.**

Expediente	Titular	Proyecto	Acto Administrativo que impuso la estrategia
LAM4656	GENERADORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGÍA DEL CARIBE S.A E.S.P. (GECELCA S.A.)	Construcción y Operación de una Central Térmica de Generación de Energía Eléctrica.	Resolución 1242 del 23 de julio del 2020, que efectuó ajuste vía seguimiento.
LAV0002-00-2020	CERRO MATOSO S.A.	Explotación y Transformación de Ferroníquel.	Resolución 1878 del 23 de noviembre del 2020, que otorgó nueva Licencia Ambiental Global y Resolución 003107 del 27 diciembre del 2023, que efectuó ajuste vía seguimiento.
LAV0052-00-2019	CERRO MATOSO S.A.	Aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir	Resolución 1622 del 23 de octubre del 2020, que otorgó Licencia Ambiental.

Fuente: ANLA SIPTA, 2024.

En la región se desarrollan operaciones para otros sectores no considerados en la estrategia de monitoreo, ya que esta Autoridad no posee información sobre la calidad del aire de los Proyectos, Obras o Actividades, a cargo de las corporaciones autónomas y, no se encontraron sistemas de vigilancia de la calidad del aire (SVCA) que aportaran a este análisis. Por tanto, se entiende que la estrategia solo comprende los proyectos activos y en seguimiento de la ANLA, los cuales se presentan en la Figura 2.





**Figura 2.** Localización de proyectos en la zona de la estrategia de monitoreo del Alto San Jorge (ASJ)

**Fuente:** ANLA SIPTA, 2024.

Los proyectos asociados a la estrategia tienen condiciones estandarizadas de modo, tiempo y lugar para el monitoreo de la calidad del aire. Las cuales, se resumen a continuación:

**Características de las obligaciones de monitoreo para los proyectos del sector minero**

El sector minero en la zona de la estrategia de monitoreo se asocia a los proyectos que poseen licencias ambientales con números de expedientes: LAV0002-00-2020 y LAV0052-00-2019, dedicados a la explotación y transformación de



Ferroníquel y el aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir, respectivamente. Los anteriores proyectos se encuentran a cargo de la empresa CERRO MATOSO S.A.

Por otra parte, la información relacionada con el monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA), se encuentran en los programas de seguimiento y monitoreo del componente atmosférico de los anteriores proyectos, asociados a las siguientes fichas:

Ficha: PMS-A12-13-14 Programa de seguimiento y monitoreo del componente atmosférico, en el proyecto de explotación y Transformación de Ferroníquel con expediente LAV0002-00-2020, según lo establecido en las resoluciones 1878 del 23 de noviembre del 2020 y 003107 del 27 diciembre del 2023.

Ficha: PSMM-21 Programa de seguimiento y monitoreo a la calidad del componente atmosférico, en el proyecto de aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir con expediente LAV0052-00-2019, según lo establecido en la Resolución 1622 del 23 de octubre del 2020.

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes de los comentados actos administrativos.

Contaminantes y parámetros por medir: El monitoreo de contaminantes debe contemplar mediciones de PM10, PM2.5, níquel y variables meteorológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, radiación solar global, precipitación, velocidad y dirección del viento) de manera permanente en cada estación de monitoreo. Medidos conforme a lo establecido en el Manual del Diseño del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire, adoptado mediante Resolución 650 de 2010<sup>1</sup> y ajustado por la Resolución 2154 de 2010<sup>2</sup>.

Adicionalmente, en el proyecto con expediente LAV0002-00-2020 se solicitó incluir el monitoreo de Cadmio, Cromo y Plomo de manera permanente en las estaciones de monitoreo denominadas Pueblo Flecha, Puente Uré, Puerto Colombia y La Odisea.

Metodología: mediciones de concentración de los diferentes contaminantes, deben utilizar equipos y métodos acreditados por IDEAM, en cumplimiento del artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015<sup>3</sup>.

Condiciones de tiempo: La información se radica a la ANLA con las mediciones validadas de las estaciones del SVCA a través del Portal de Recepción de información - AGIL en el Módulo Atmosférico, al Portal o en los correos licencias@anla.gov.co o centromonitoreo@anla.gov.co, entregando para el caso de estaciones automáticas de manera semanal y para las estaciones manuales mensualmente.

Adicionalmente, se debe reportar esta información en el subsistema SISAIRES según lo establecido en el Artículo 25 de la Resolución 2254 de 2017<sup>4</sup> y Artículo 5 de la Resolución 651 del 29 de marzo de 2010<sup>5</sup>, o aquellas que las modifiquen o sustituyan. Las anteriores normas, fueron emitidas por el actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

#### **Condiciones de Lugar:**

La localización de las estaciones de monitoreo relacionadas con estos proyectos, que se encuentran en el marco de la estrategia de monitoreo, se muestra en la Figura 3. Las coordenadas se presentan en la Tabla 4, que se relacionan a continuación.

**Tabla 4.** *Coordenadas de las estaciones que forman parte de la estrategia de monitoreo atmosférica, para los proyectos mineros.*

1 Resolución 650 de 2010: "Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire".

2 Resolución 2154 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"

3 Según lo establecido en el artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, "Por la cual se resuelve crear el subsistema de información sobre calidad del aire - SISAIRES como fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales de prevención y control de la contaminación del aire".

4 Resolución 2254 de 2017: "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones"

5 Resolución 651 de 2010: "Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRES".





Expediente	ID_MAI_ANLA	CÓDIGO CMSA	NOMBRE	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL	
				ESTE	NORTE
LAV0002-00-2020	MCA-LAV0002-00-	QA-06	Sajana	4722317	2430309
	MCA-LAV0002-00-	QA-05	Esmeralda	4715390	2432508
	MCA-LAV0002-00-	QAC-01	Puente Uré	4711823	2435304
	MCA-LAV0002-00-	QAC-04	Pueblo Flecha	4718296	2430114
	MCA-LAV0002-00-	QAC-03	Puerto Colombia	4723376	2430334
	MCA-LAV0002-00-	QAC-06	La Odisea	4713562	2429695
	MCA-LAV0002-00-	QAC07	Centro América	4714161	2434836
	MCA-LAV0002-00-	QAC-02	Bocas de Uré	4722833	2436469
	MCA-LAV0002-00-	QAC-08	Torno Rojo	4718854	2439299
	MCA-LAV0002-00-	QAC-05	San Jose de Uré	4721380	2419712
LAV0052-00-2019	MCA-LAV0052-00-	QAP01	Medio Rancho	4710782	2479358
	MCA-LAV0052-00-	QAP02	Marañonal	4710312	2476831
	MCA-LAV0052-00-	QAP03	Guarica	4710584	2474691
	MCA-LAV0052-00-	QAP04	El Almendro	4708762	2478849
	MCA-LAV0052-00-	QAP05	El Guayabo	4709041	2476555

Fuente: ANLA – SIPTA, 2024.

La ubicación de las estaciones asociadas a los proyectos mineros se relaciona en la Figura 3 que se muestra a continuación:

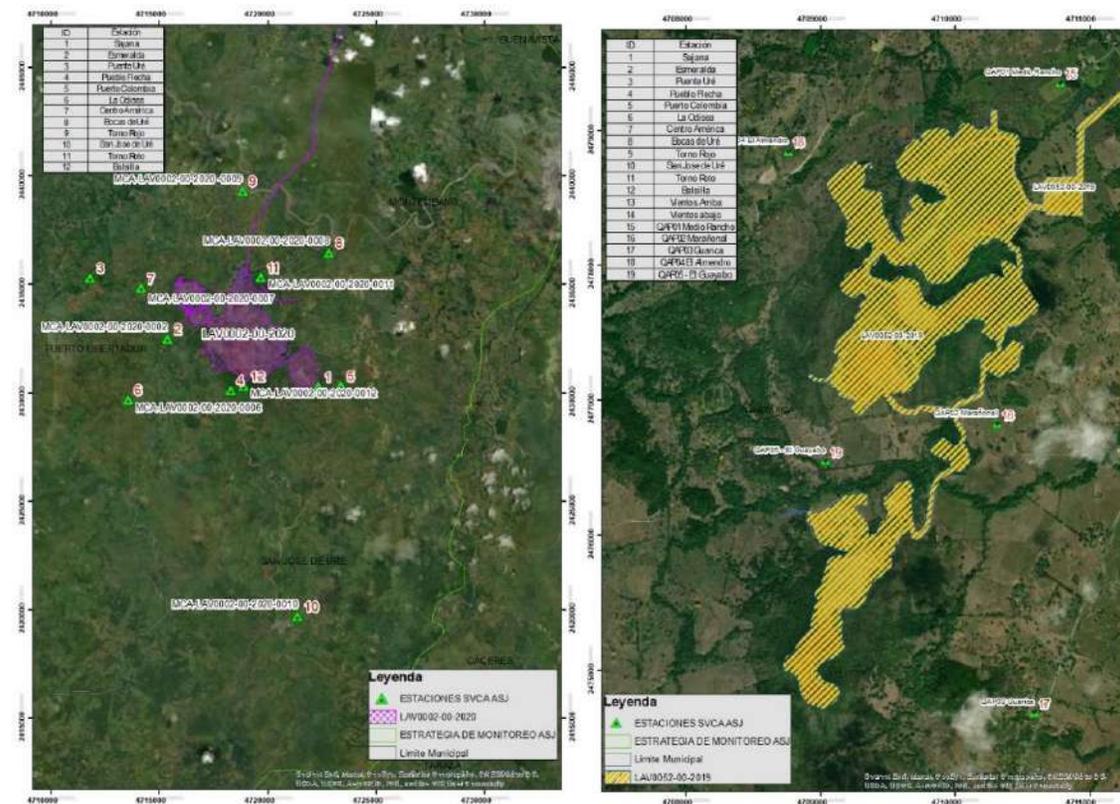


Figura 3. Localización de las estaciones de monitoreo en los proyectos mineros de Cerro Matoso S.A.  
Fuente: ANLA SIPTA, 2024.



### Características de las obligaciones de monitoreo para el sector de energía

El sector energético en la zona de la estrategia de monitoreo se asocia al proyecto con licencia ambiental con número de expediente: LAM4656, dedicado a la operación de una Central Térmica de Generación de Energía Eléctrica, que se encuentra a cargo de la empresa Gecelca S.A.

La información relacionada con el monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA), se establece según lo indicado en la resolución de ajuste vía seguimiento número 1242 del 23 de julio del 2020 y este Acto Administrativo indica que este sistema de vigilancia puede estar articulado con lo establecido en la Ficha: SM03A, que comprueba el seguimiento y monitoreo de la calidad de aire en el proyecto.

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes del comentado acto administrativos.

Contaminantes y parámetros por medir: concentración de PM10, PM2.5 y variables meteorológicas (temperatura del aire, precipitación, presión atmosférica, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento). Medidos conforme a lo establecido en el Manual del Diseño del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire, adoptado mediante Resolución 650 de 2010<sup>6</sup> y ajustado por la Resolución 2154 de 2010<sup>7</sup>.

Metodología: mediciones de concentración de PM10 y PM2.5 utilizando equipos con métodos acreditados por IDEAM, en cumplimiento del artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015<sup>8</sup>.

Condiciones de tiempo: ejecutar monitoreo continuo transmitiendo la información al Centro de Monitoreo del estado de los recursos naturales a esta Autoridad Nacional, en archivo Excel o editable, el cual debe contener la información meteorológica y de calidad del aire con registro de coordenadas, altitud, año, mes, día, hora, minuto en que se capture el dato.

Adicionalmente, se deberá reportar la información en el SISAIRE según lo establecido en el Artículo 25 de la Resolución 2254 de 2017<sup>9</sup> y Artículo 5 de la Resolución 651 del 29 de marzo de 2010<sup>10</sup>, o aquellas que las modifiquen o sustituyan. Las anteriores normas, fueron emitidas por el actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

#### Condiciones de Lugar:

La localización de las estaciones de monitoreo relacionadas con este proyecto, que se encuentran en el marco de la estrategia de monitoreo se muestra en la Tabla 5. Las coordenadas se relacionan a continuación.

**Tabla 5.** *Coordenadas de las estaciones que forman parte de la estrategia de monitoreo atmosférica, para el proyecto de Gecelca S.A, con expediente: LAM4656.*

Expediente	ID_MAI_ANLA	CÓDIGO CMSA	NOMBRE	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL	
				ESTE	NORTE
LAM4656	MCA-LAM4656-0001	No aplica.	Vientos Arriba	4714029	2440293
	MCA-LAM4656-0002	No aplica.	Vientos abajo	4714140	2442540

*Fuente: ANLA – SIPTA, 2024.*

La ubicación de las estaciones en la zona del proyecto termoeléctrico se relaciona en la Figura 4 que se muestra a continuación:

6 Resolución 650 de 2010: “Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire”.

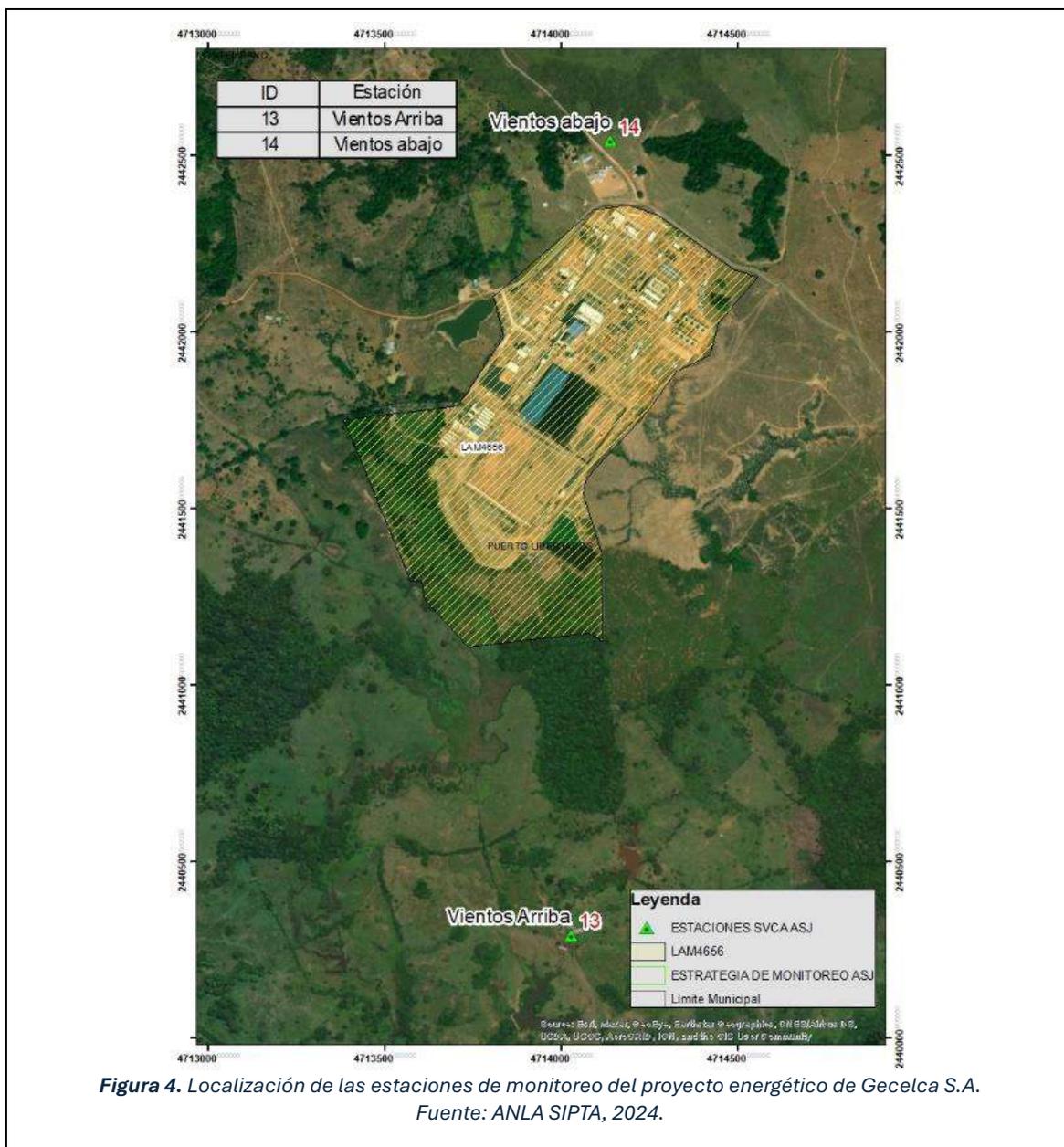
7 Resolución 2154 de 2010: “Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones”

8 Según lo establecido en el artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, “Por la cual se resuelve crear el subsistema de información sobre calidad del aire - SISAIRE como fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales de prevención y control de la contaminación del aire”.

9 Resolución 2254 de 2017: “Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones”

10 Resolución 651 de 2010: “Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE”.





**Figura 4.** Localización de las estaciones de monitoreo del proyecto energético de Gecelca S.A.  
Fuente: ANLA SIPTA, 2024.

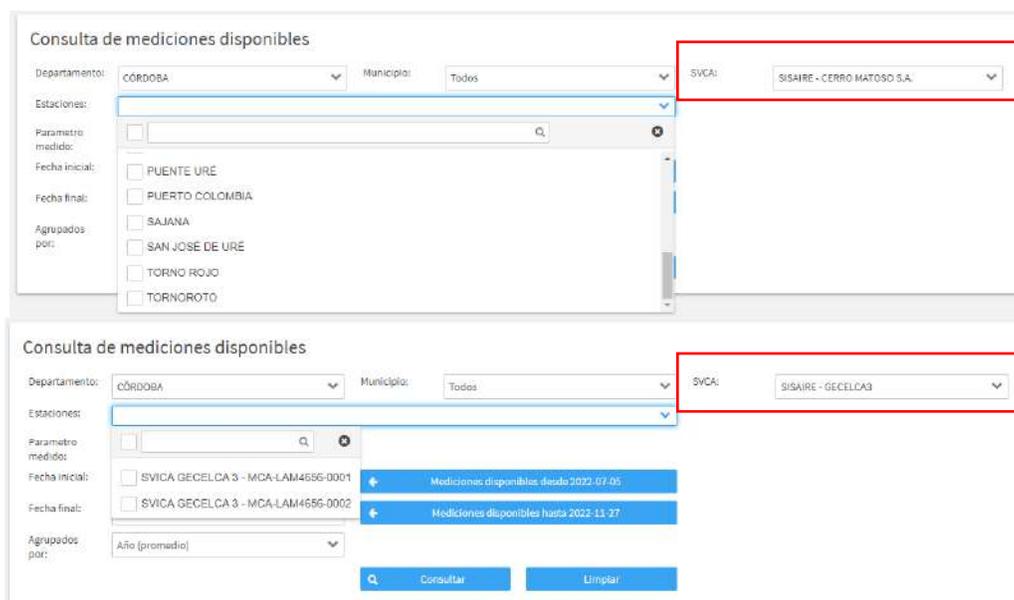




## 2. INFORMACION DISPONIBLE PARA EL ANALISIS REGIONAL

Con respecto al cumplimiento de las obligaciones asociadas a la estrategia de monitoreo regional, se resume la información disponible para el análisis, según lo registrado en el sistema de Información de Licencias Ambientales SILA de la ANLA, siendo este la única fuente de información utilizada.

Por otro lado, se validó la información disponible en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE) del IDEAM, para las estaciones de monitoreo de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y la información de los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del aire (SVCA) disponibles en el departamento de Córdoba. A partir de esta revisión, se evidenció información contenida en este Subsistema para el periodo de análisis: 1 de enero de 2018 al 28 de diciembre de 2023, y se identificó que existen dos sistemas de vigilancia de calidad del aire (SVCA), denominados: CERRO MATOSO S.A. y GECELCA3. Por tanto, se corrobora que las estaciones reportan la misma información, por lo que el análisis se tomó de lo que está en el Sistema de Información de Licencias Ambientales - SILA. Finalmente, se presenta los soportes de la revisión realizada en el (SISAIRE), en la Figura 5.



The figure displays two screenshots of the SISAIRE system interface, both titled "Consulta de mediciones disponibles".

The top screenshot shows the search filters for the SVCA system "SISAIRE - CERRO MATOSO S.A.". The filters include: Departamento: CORDOBA; Municipios: Todas; Estaciones: (empty); Parametro medido: (empty); Fecha inicial: PUENTE URE; Fecha final: PUERTO COLOMBIA; Agrupados por: SAJANA, SAN JOSE DE URE, TORNO ROJO, TORNOROTO.

The bottom screenshot shows the search filters for the SVCA system "SISAIRE - GECELCA3". The filters include: Departamento: CORDOBA; Municipios: Todas; Estaciones: (empty); Parametro medido: (empty); Fecha inicial: SVICA GECELCA 3 - MCA-LAM4656-0001; Fecha final: SVICA GECELCA 3 - MCA-LAM4656-0002; Agrupados por: Año (promedio). Below the filters, there are two blue buttons: "Mediciones disponibles desde 2022-07-05" and "Mediciones disponibles hasta 2022-11-27". At the bottom, there are two buttons: "Consultar" and "Limpiar".

**Figura 5.** Información de los sistemas de vigilancia de la calidad del aire, disponibles en el (SISAIRE) del IDEAM - Fuente: ANLA SIPTA, 2024.



La Tabla 6, muestra los códigos, nombres, tecnología y periodo de estudio de las diferentes estaciones de calidad del aire ubicadas en las zonas aledañas a los proyectos en los que se centra este documento. De esta información, se destaca que las fechas iniciales de monitoreo presentan diferentes tiempos de arranque, esto ocasionado por las dinámicas propias de los proyectos para iniciar la captura de la información de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA).

**Tabla 6.** Disponibilidad de información de las estaciones de los SVCA Fijos de la estrategia de monitoreo del Alto San Jorge (ASJ).

Expediente	ID_MAI_ANLA	CÓDIGO CMSA	NOMBRE	TECNOLOGIA	Periodos de Reporte	
					Fecha Inicial	Fecha Final
LAV0002-00- 2020	MCA-LAV0002-00- 2020-0001	QA-06	Sajana	Automática	01/01/2018	28/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0002	QA-05	Esmeralda	Automática	01/01/2018	28/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0003	QAC-01	Puente Uré	Automática	12/05/2021	28/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0004	QAC-04	Pueblo Flecha	Automática	03/01/2021	28/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0005	QAC-03	Puerto Colombia	Automática	01/03/2021	26/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0006	QAC-06	La Odisea	Automática	01/03/2021	26/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0007	QAC07	Centro América	Manual	01/03/2021	31/07/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0008	QAC-02	Bocas de Uré	Manual	01/01/2018	31/07/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0009	QAC-08	Torno Rojo	Manual	01/03/2021	31/07/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0010	QAC-05	San José de Uré	Manual	01/03/2021	31/07/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0011	QA03	Torno Roto	Automática	01/01/2018	28/12/2023
	MCA-LAV0002-00- 2020-0012	QA04	Balsilla	Automática	01/01/2018	28/12/2023
LAV0052-00- 2019	MCA-LAV0052-00- 2019-0001	QAP01	Medio Rancho	Manual	02/01/2022	28/06/2023
	MCA-LAV0052-00- 2019-0002	QAP02	Marañonal	Manual	02/01/2022	28/06/2023





Expediente	ID_MAI_ANLA	CÓDIGO CMSA	NOMBRE	TECNOLOGIA	Periodos de Reporte	
					Fecha Inicial	Fecha Final
	MCA-LAV0052-00-2019-0003	QAP03	Guarica	Manual	19/02/2022	28/06/2023
	MCA-LAV0052-00-2019-0004	QAP04	El Almendro	Manual	02/01/2022	28/06/2023
	MCA-LAV0052-00-2019-0005	QAP05	El Guayabo	Manual	19/02/2022	28/06/2023
LAM4656	MCA-LAM4656-0001	No aplica.	Vientos Arriba	Automática	24/07/2022	31/12/2023
	MCA-LAM4656-0002	No aplica.	Vientos abajo	Automática	24/07/2022	31/12/2023

*Fuente: ANLA – SIPTA, 2024.*

Por otra parte, se verificó que algunas estaciones de monitoreo del proyecto con expediente LAV0002-00-2020 presentan datos desde el año 2018. Esto se justifica por la unificación de los proyectos de “Explotación del PIT principal y beneficio de ferroníquel” con expediente LAM1459 y la “Expansión Minera La Esmeralda” con expediente LAV0053-00-2015, en el nombrado expediente. Por tanto, se confirma que estos dos proyectos reportaron resultados de calidad del aire antes del año 2020, año de la unificación de sus actividades, y posterior a la integración las estaciones de monitoreo reportan sus resultados en un único Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA).

Adicionalmente, se aprecia en los diferentes sistemas de vigilancia de calidad del aire (SVCA) de los proyectos, que las estaciones con tecnología automática presentan los datos completos del año 2023; contrario a lo que sucede con las estaciones con tecnología manual donde los datos reportan máximo a junio o julio del 2023. Esto es ocasionado por la forma en que se reportan los datos, donde las estaciones automáticas entregan datos semanalmente y las manuales mensualmente. En consecuencia, se valida que las estaciones manuales presentan un retraso en la entrega de la información, especialmente en los proyectos a cargo de Cerro Matoso S.A; por tanto, es un punto de mejora en la entrega de la información de estos proyectos.





## 3. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE

### 3.1. SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE FIJO (SVCAI)

De acuerdo con la descripción de estaciones presentada en la Tabla 6, a continuación, se analizan los resultados de material particulado PM10 y PM2.5, junto con las variables meteorológicas cuyos datos se asocian a estas mediciones. Se procesó y analizó información representativa de PM10 para los años de 2018 a 2023; y para PM2.5 de 2021 a 2023.

El consolidado de registros diarios analizados por estación se presenta en la Tabla 7. Teniendo en cuenta que se trata de sistemas fijos, que monitorean de manera permanente, la representatividad temporal de los registros se calcula con base en el número máximo de datos que pueden ser obtenidos en un año.

**Tabla 7. Cantidad de registros diarios de calidad del aire para Alto San Jorge**

AÑOS	EXPEDIENTE	PM10		PM2.5	
		# ESTACIONES QUE MONITOREARON	RANGO DE REPRESENTATIVIDAD (%)	# ESTACIONES QUE MONITOREARON	RANGO DE REPRESENTATIVIDAD (%)
2018-2023	LAV0002-00-2020	12	22 - 100	12	12 - 100
2022-2023	LAV0052-00-2019	5	49 - 99	5	45 - 98
2022-2023	LAM4656	2	42 - 95	2	42 - 95

**Fuente:** ANLA - SIPTA, ANLA, 2024

Según la información anterior, la representatividad de los muestreos para material particulado ha sido variable y el cumplimiento se da para aquellas estaciones que superan el 75 % de representatividad según el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 hoy MADS).

#### 3.1.1. Análisis históricos de material particulado (anual, mensual y diario).

A continuación, se presenta el comportamiento histórico de los promedios anuales de PM10 y PM2.5 que cumplen con una representatividad temporal igual o superior a 75%, acorde con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, para aquellas estaciones que reportaron datos en 2023.



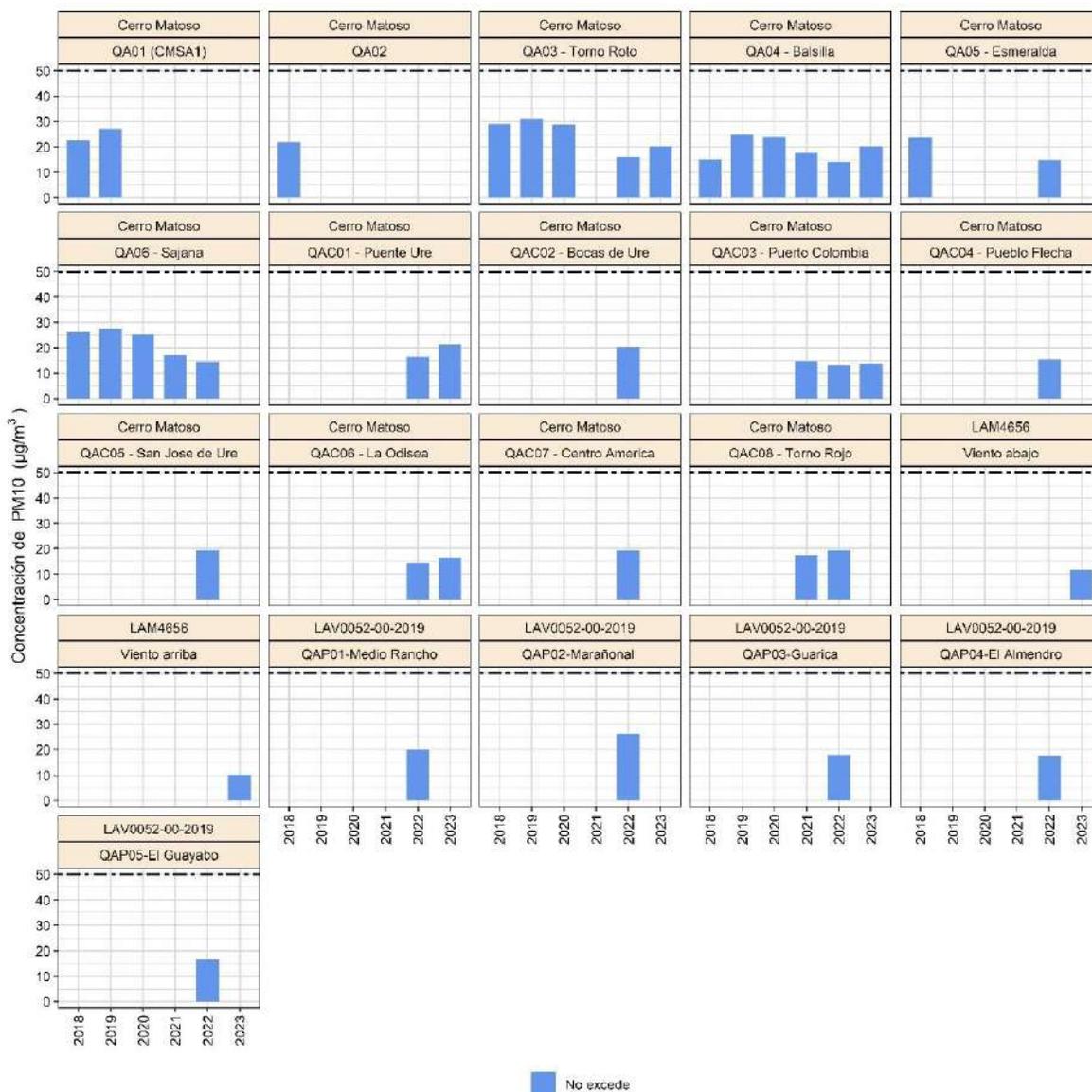
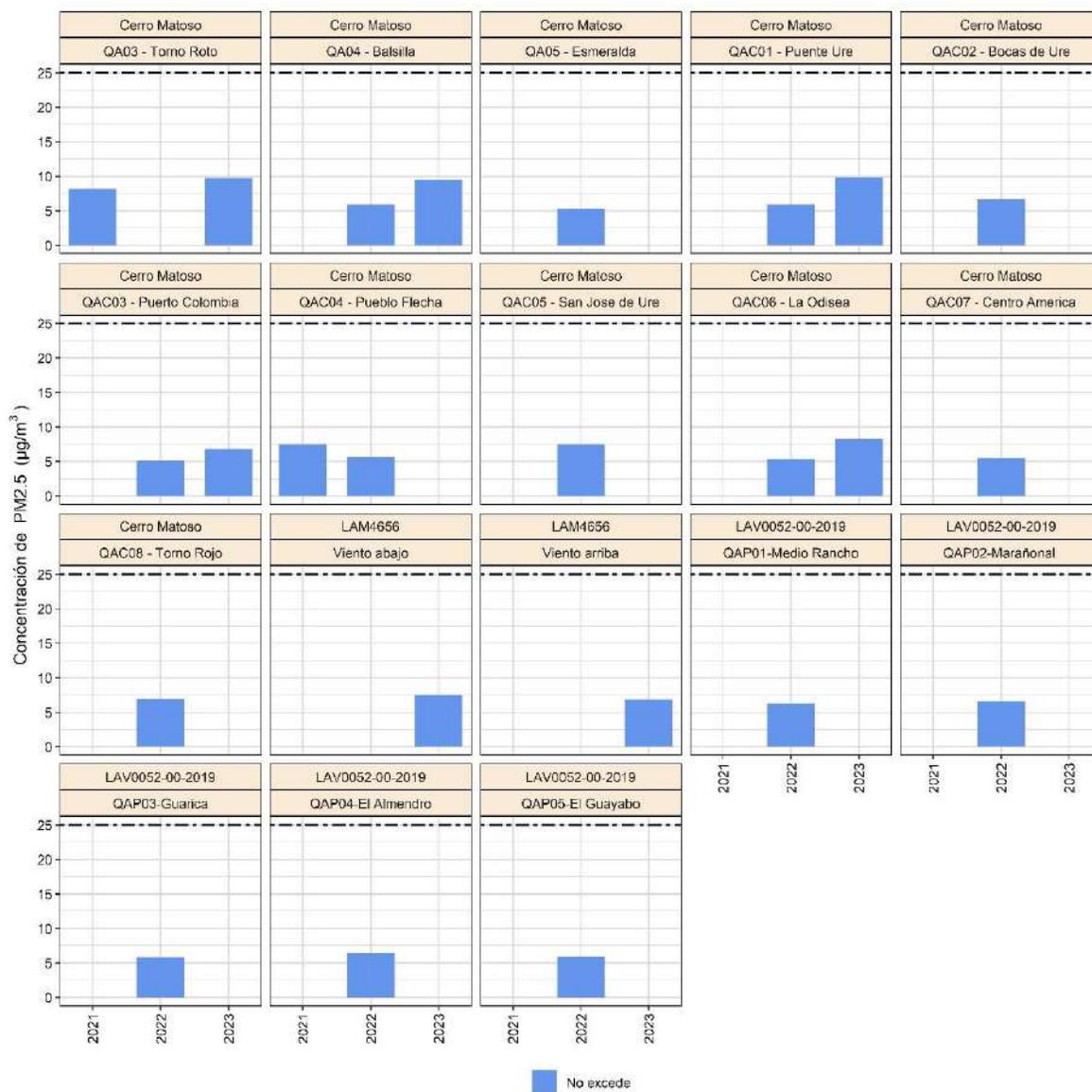


Figura 6. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM10.

Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

Considerando los resultados plasmados en la Figura 6, se observa que, para todas las estaciones se da cumplimiento al nivel máximo permisible anual de PM10 establecido en la Resolución 2254 de 2017, correspondiente a 50 µg/m<sup>3</sup>. Se evidencia adicionalmente, que las estaciones que presentan mayor continuidad anual de muestreo son QA03-Torno Roto, QA04-Balsilla y QA06-Sajana del proyecto Cerro Matoso (LAV0002-00-2020).

En cuanto a las tendencias interanuales, de manera general se observa que las concentraciones han oscilado, pero estas no superan los 30 µg/m<sup>3</sup>.

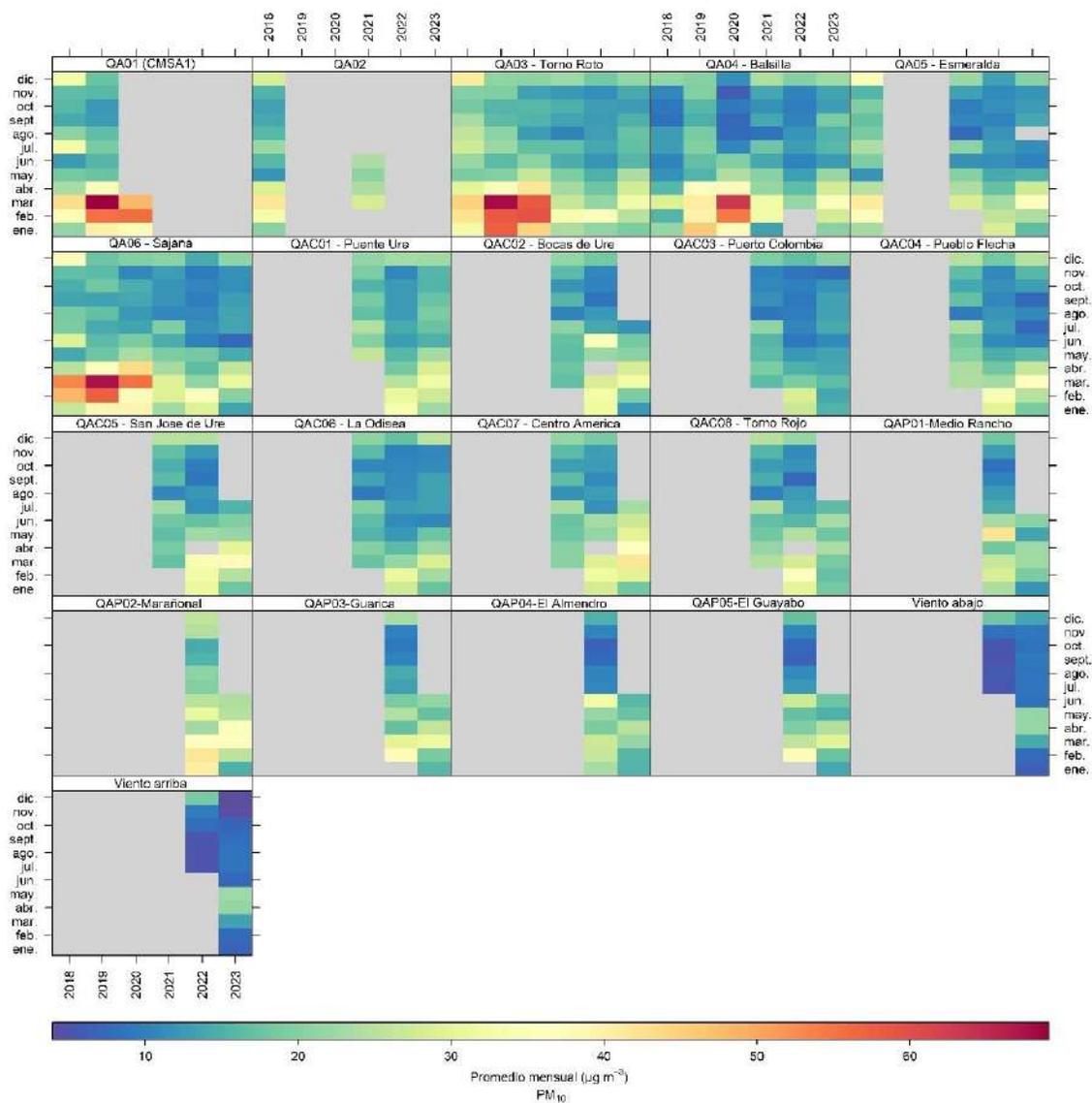


**Figura 7. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM2.5.**

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

Respecto al material particulado PM2.5 (Figura 7), en ninguna de las estaciones analizadas se presentaron excedencias del nivel máximo permisible anual de 25 µg/m<sup>3</sup>. No obstante, se destaca que los promedios anuales más altos se presentaron para el proyecto LAV0002-00-2020 con datos que son cercanos a los 10 µg/m<sup>3</sup> para las estaciones QA03-Torno Roto y QA04-Balsilla; lo cual es concordante con los resultados obtenidos para PM10, analizados previamente.

En relación con la tendencia de los resultados mensuales, a continuación, se presentan para cada estación los promedios históricos por mes.

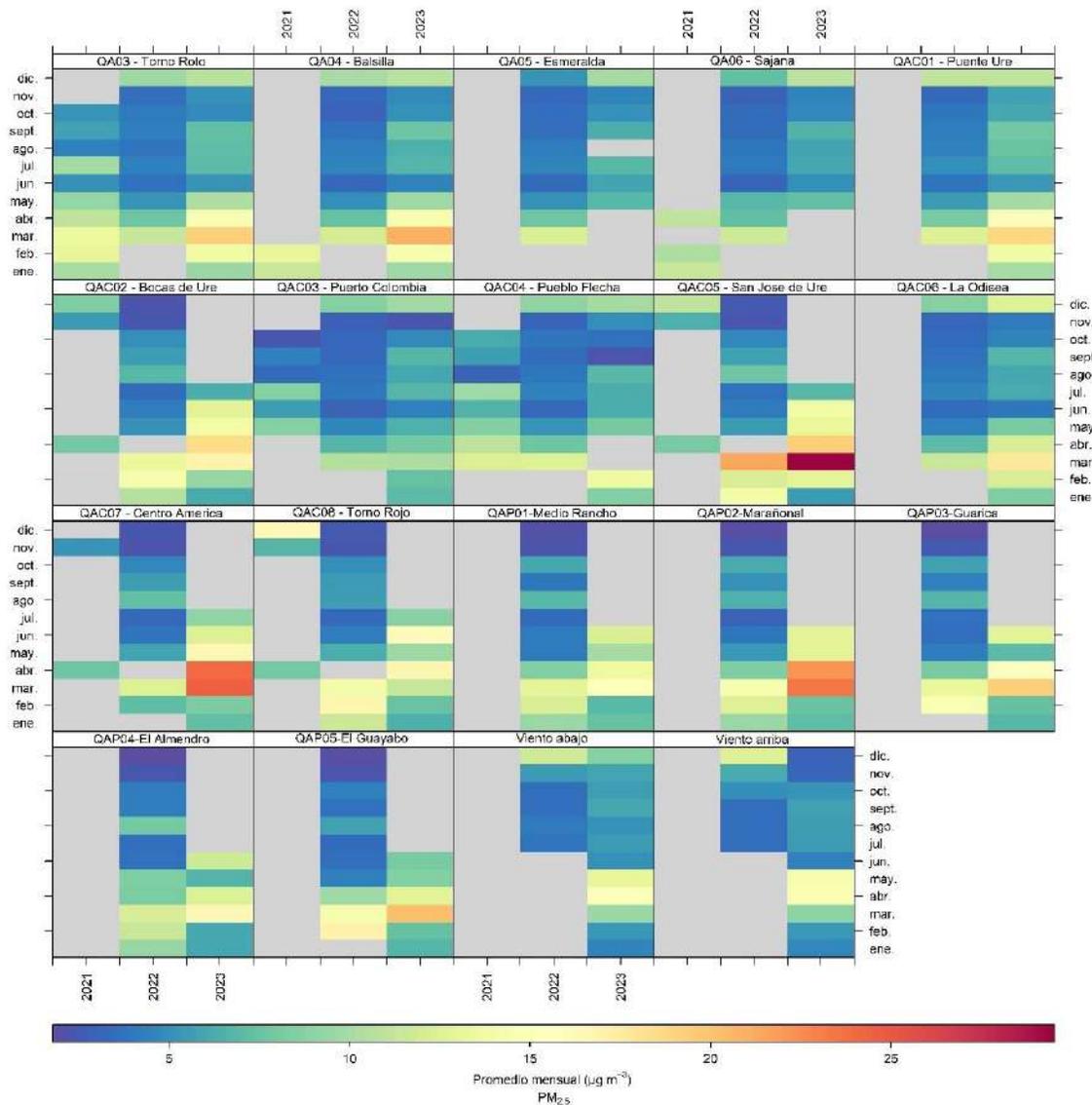


**Figura 8.** Comportamiento histórico de los promedios mensuales de PM<sub>10</sub>.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

De la figura anterior, se resaltan concentraciones más altas para el proyecto LAV0002-00-2020 y para las estaciones QA03-Torno Roto, QA04-Balsilla, QA06-Sajana y QA01 (CMSA1), de forma concordante con el análisis de promedios anuales presentado previamente. Para todas las estaciones y en el último año de registro, se identifican concentraciones relativamente más bajas, especialmente para el último bimestre.

Las tendencias de material particulado PM2.5 (Figura 8) son similares al material particulado PM10, con concentraciones más altas para el proyecto LAV0002-00-2020 y menores concentraciones registradas para el LAM4656.

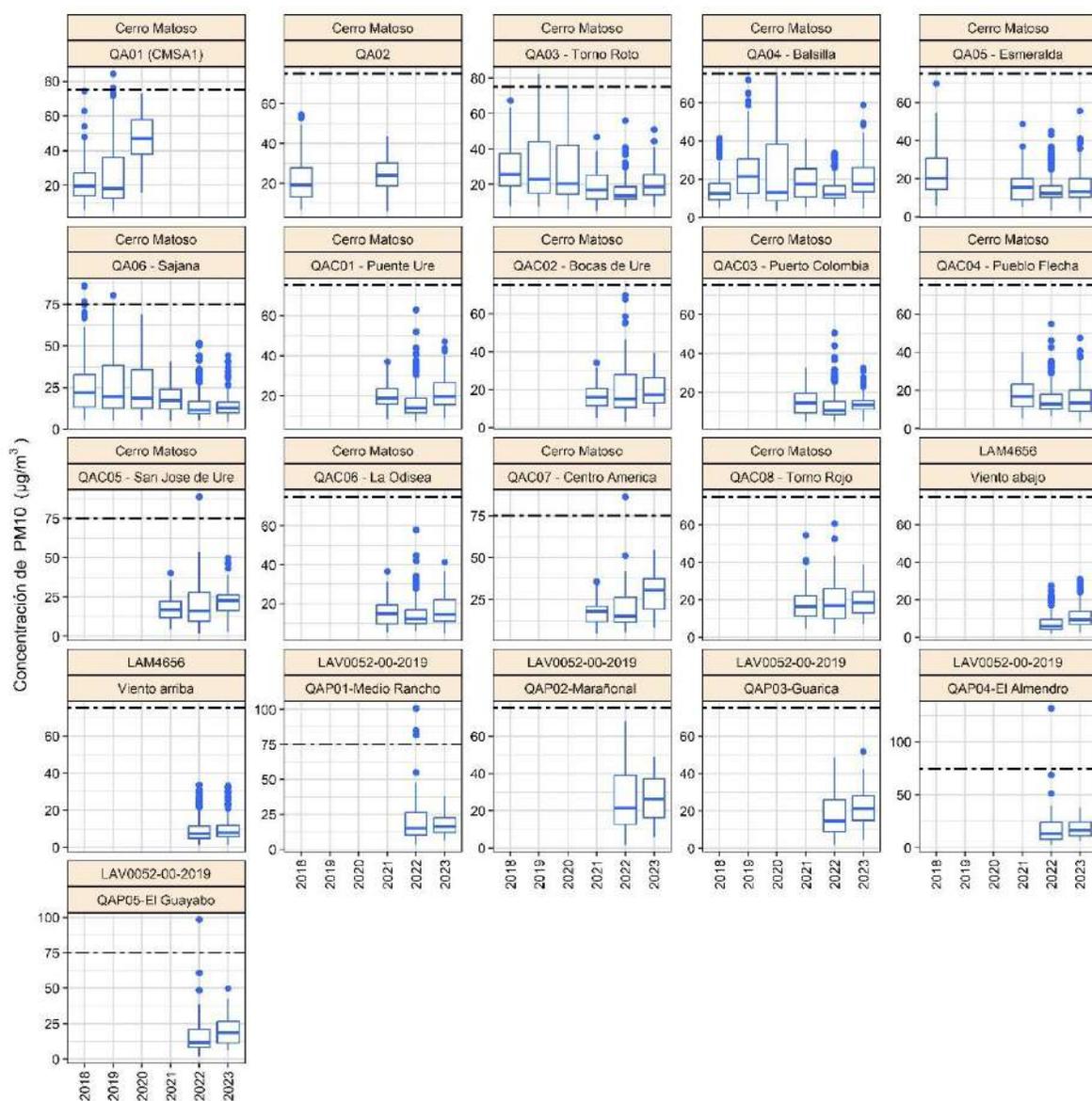


**Figura 9.** Comportamiento histórico de los promedios mensuales de PM2.5.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

En cuanto al análisis de las concentraciones de PM10 en un tiempo de exposición diario, se realizó un análisis de percentiles a manera de diagramas de caja. De lo anterior, se resalta que en las estaciones y años analizados las medianas o percentiles 50 se encuentran por debajo del nivel máximo permisible de 75 µg/m3. No obstante, si bien la tendencia general es de cumplimiento, se presentaron algunas excedencias en estaciones de los expedientes

LAV0002-00-2020 y LAV0052-00-2019. Estas no son representativas de la tendencia general de la información, ya que corresponden a datos atípicos, según el análisis de distribución realizado. Adicionalmente, para 2023 no se observaron excedencias. No obstante, es importante verificar en próximos seguimientos las tendencias de los datos diarios e identificar las causas asociadas a niveles relativamente altos que puedan presentarse.

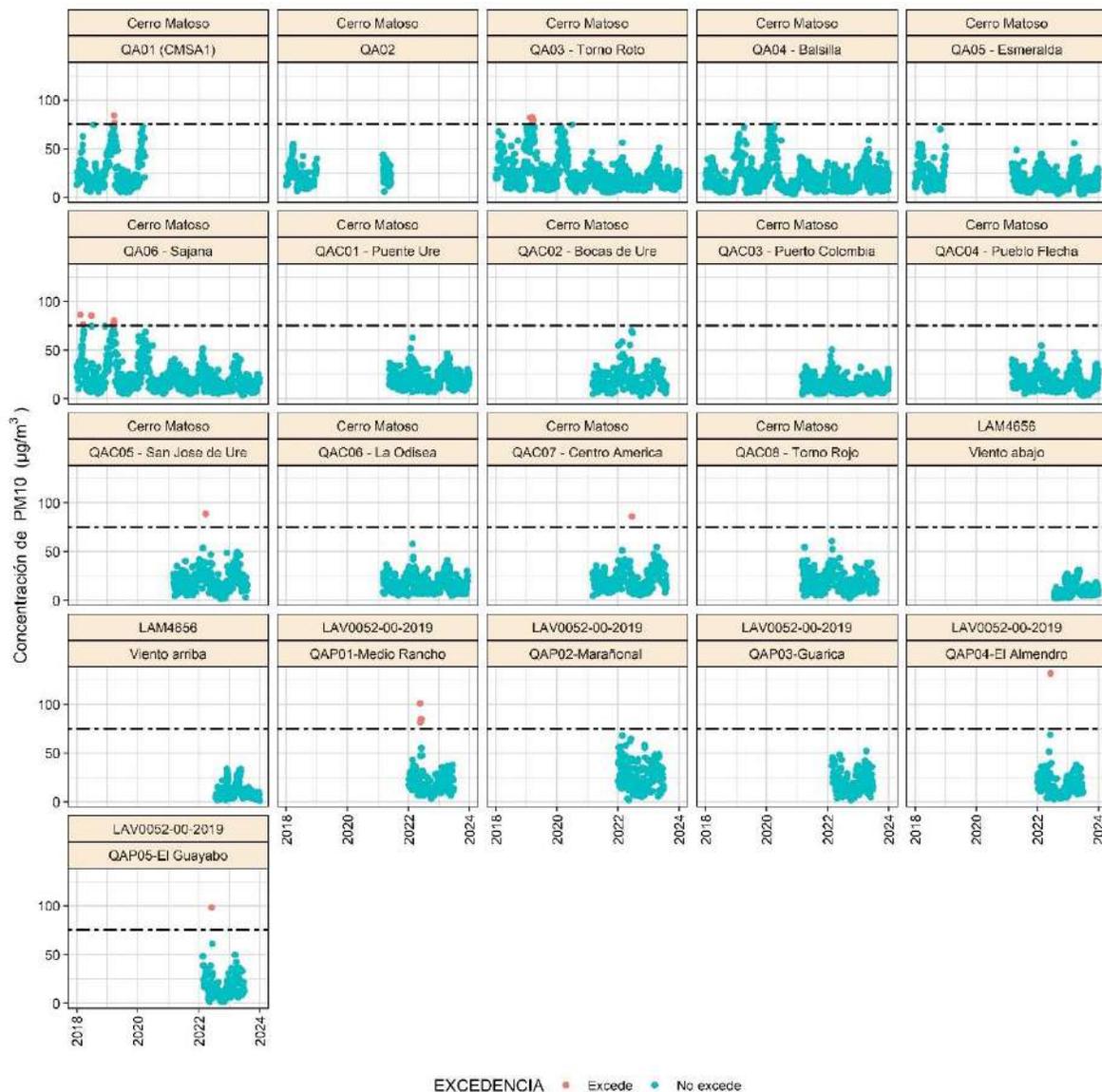


**Figura 10.** Diagramas de caja con la distribución de los promedios diarios de PM10.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

Las excedencias identificadas en la figura anterior se presentaron en 2019 y 2022 para el expediente LAV0002-00-2020 y en 2022 para el LAV0052-00-2019. Como aspecto a destacar,

en los primeros meses de 2022 los niveles de concentración de material particulado fueron relativamente superiores lo cual puede estar atribuido a la ocurrencia de bajas precipitaciones durante los meses iniciales de cada año. La serie temporal de los datos diarios se presenta en la siguiente figura.

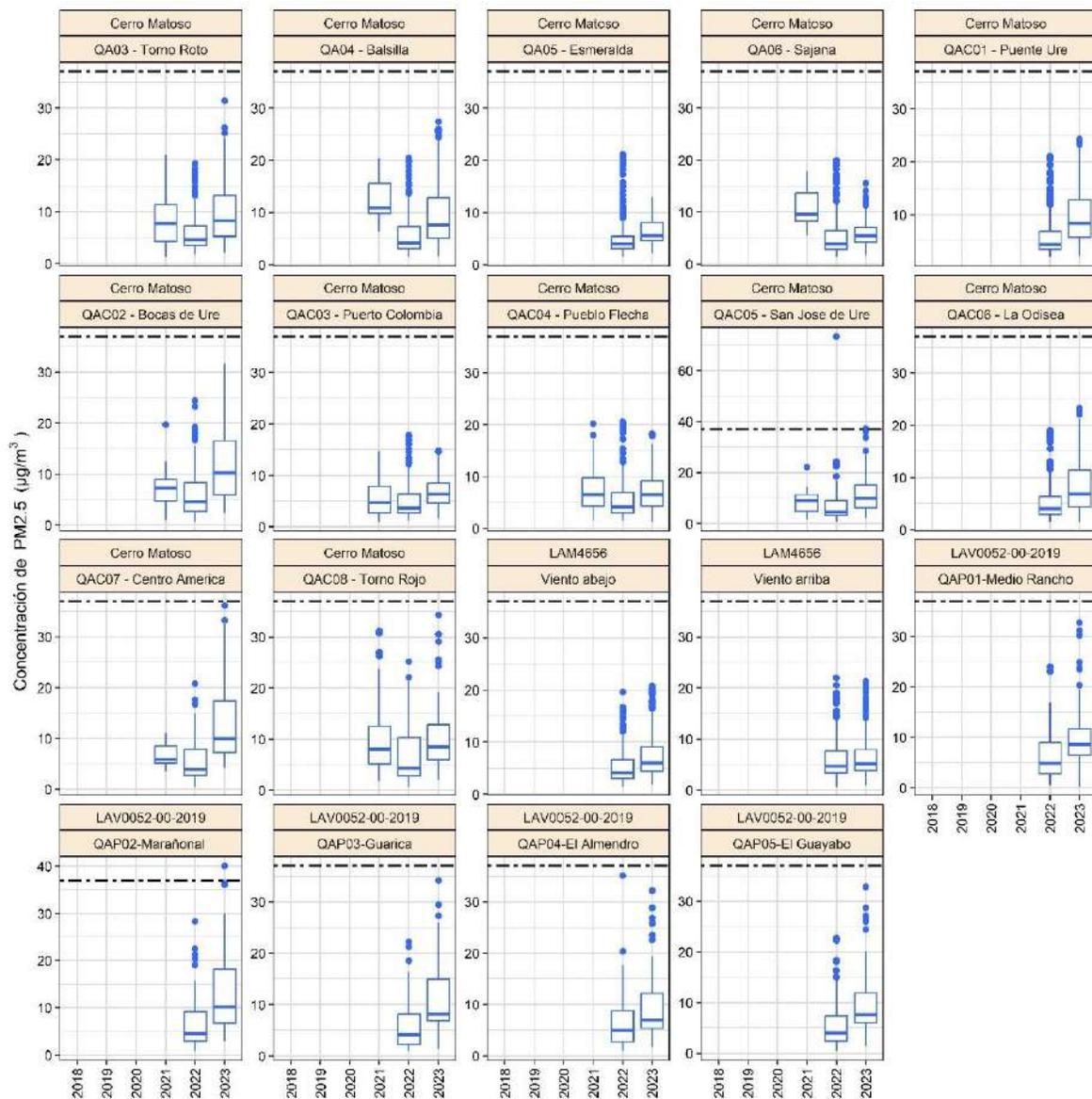


**Figura 11.** Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM10.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

En relación con el material particulado PM2.5, las medianas o percentil 50, Figura 12, muestran que la mitad de los datos dan un amplio cumplimiento normativo. Sin embargo, algunos datos diarios atípicos superaron el nivel máximo permisible de  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para la zona de la estación QAC05- San José de Ure del expediente LAV0002-00-

2020, en 2022 y 2023; y la estación QAP02 - Marañonal del proyecto LAV0052-00-2019, para 2023. No obstante, es importante tener en cuenta que estas excedencias no son representativas del comportamiento general del estado de la calidad del aire en la zona y se configuran como datos atípicos, de acuerdo con la distribución de los diagramas de caja. Pese a lo anterior, se destaca la relevancia de que se realice un análisis de las causas puntuales asociadas con estos valores.



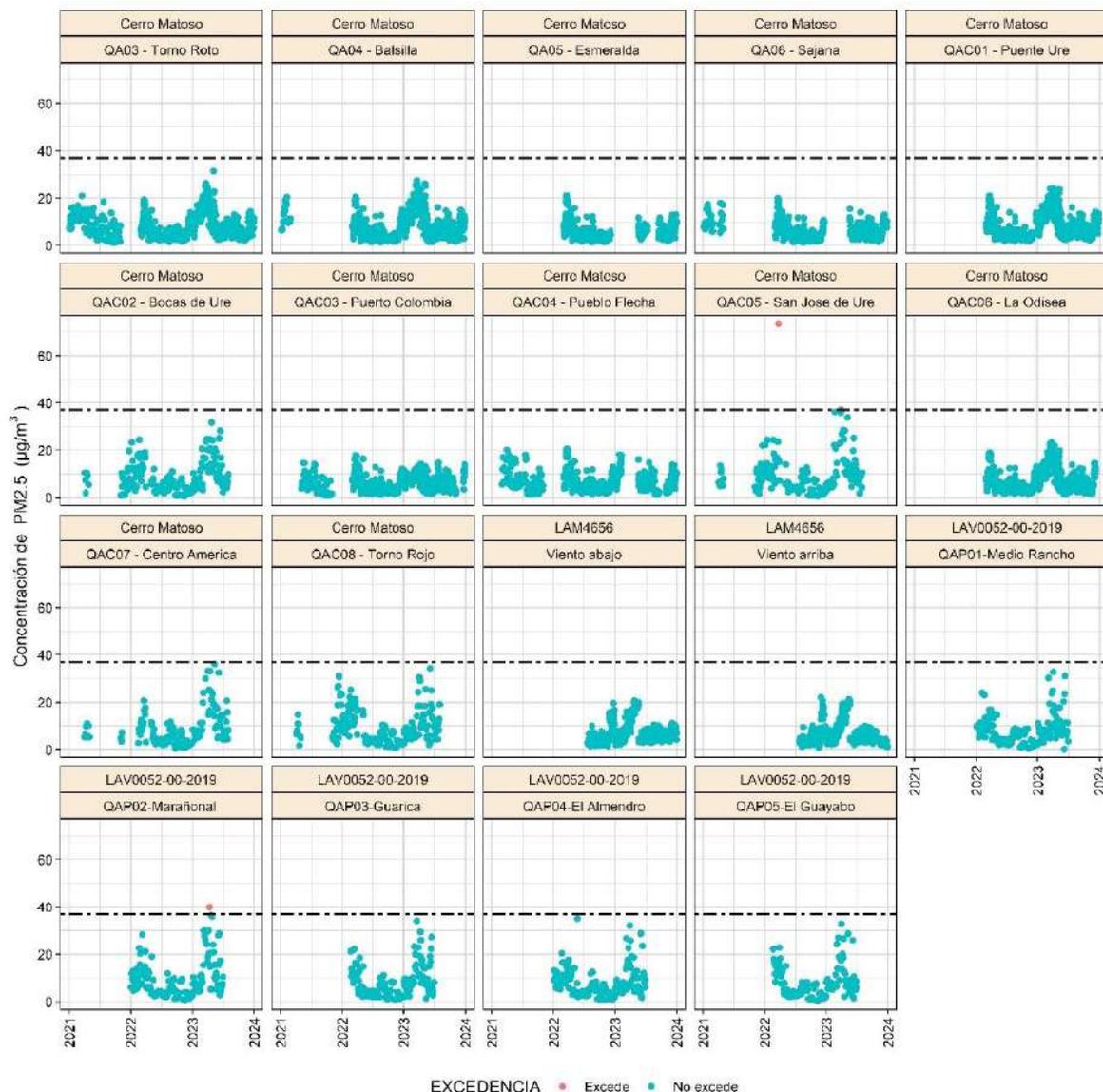
**Figura 12.** Distribución de promedios diarios de PM2.5.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

La distribución temporal de las concentraciones de PM2.5 para el periodo analizado se presenta en la siguiente figura, donde se evidencian en color rojo las excedencias del nivel



máximo permisible de 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , coincidentes con las estaciones referenciadas con excedencias diarias, en el análisis anterior.



**Figura 13.** Tendencia temporal de las concentraciones diarias de PM2.5.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2023.

En general, la tendencia de los datos diarios muestra cumplimiento de los niveles máximos permisibles establecidos en la normatividad nacional. Sin embargo, se presentan algunas excedencias que pueden estar atribuidas a condiciones meteorológicas específicas y del nivel de actividad de las fuentes de emisiones, las cuales no son representativas en relación con el conjunto global de datos analizados.





### 3.1.2. Comportamiento de trazas de metales.

Se validó que el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) de los proyectos de explotación minera de la empresa CERRO MATOSO S.A. con expedientes LAV0002-00-2020 (Explotación y Transformación de Ferroníquel) y LAV0052-00-2019 (Aprovechamiento de recursos minerales en los Cerros Queresas y Porvenir) presentan análisis de trazas del metal níquel. Adicionalmente, en el proyecto LAV0002-00-2020 se analiza: Cadmio, Cromo y Plomo en algunas de sus estaciones de monitoreo. La información de estos contaminantes se presentó en los informes de calidad del aire allegados por la Sociedad en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), como cumplimiento de las Fichas: SA12-13-14 y PSMM-21 que presentan los resultados de los Programas de seguimiento y monitoreo del componente atmosférico o de calidad del aire, de los nombrados proyectos. A continuación, se realiza el análisis de estos resultados.

#### Proyecto Explotación y Transformación de Ferroníquel, con expediente LAV0002-00-2020.

En todas las estaciones de monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire se evaluó la concentración de Níquel (Ni), con datos de marzo a diciembre de 2021; lo anterior, teniendo en cuenta que la sociedad tenía tiempo para iniciar el sistema de vigilancia en marzo. Adicionalmente, este proyecto realizó la medición de la concentración de los elementos metálicos: Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb), en las estaciones de monitoreo: Pueblo Flecha, Puente Uré, Puerto Colombia y La Odisea. Igualmente, la medición de los metales antes mencionados conserva la misma frecuencia de monitoreo, tomando muestras cada 3 días, esto permitió determinar que 122 datos diarios durante el año sería la cantidad necesaria para lograr una representatividad del 100%. Se considera que un (SVCA) presenta una buena representatividad al superar el 75%, según el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 hoy MADS), para el año 2021, como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Estaciones de monitoreo con análisis de concentración de parámetros metálicos en el aire presentadas en el ICA 1 del año 2021, para el proyecto LAV0002-00-2020.

Nombre	ID_MAI_ANL	% de representatividad temporal anual por cantidad de datos diarios de los metales medidos							
		Níquel (Ni)		Cadmio (Cd)		Cromo (Cr)		Plomo (Pb)	
		# de datos	%	# de datos	%	# de datos	%	# de datos	%
Sajana	MCA-LAV0002-00-2020-0001	99	81%	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A



Nombre	ID_MAI_ANL	% de representatividad temporal anual por cantidad de datos diarios de los metales medidos							
		Níquel (Ni)		Cadmio (Cd)		Cromo (Cr)		Plomo (Pb)	
		# de datos	%	# de datos	%	# de datos	%	# de datos	%
Esmeralda	MCA-LAV0002-00-2020-0002	98	81%	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Puente Uré	MCA-LAV0002-00-2020-0003	74	61%	69	57%	29	24%	69	57%
Pueblo Flecha	MCA-LAV0002-00-2020-0004	102	84%	96	79%	96	79%	96	79%
Puerto Colombia	MCA-LAV0002-00-2020-0005	121	99%	95	78%	94	77%	95	78%
La Odisea	MCA-LAV0002-00-2020-0006	101	83%	97	80%	95	78%	97	80%
Centro América	MCA-LAV0002-00-2020-0007	101	83%	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Bocas de Uré	MCA-LAV0002-00-2020-0008	99	81%	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Torno Rojo	MCA-LAV0002-00-2020-0009	101	83%	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
San José de Uré	MCA-LAV0002-00-2020-0010	98	81%	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Torno Roto	MCA-LAV0002-00-2020-0011	118	97%	93	76%	93	76%	93	76%
Balsilla	MCA-LAV0002-00-2020-0012	118	97%	93	76%	93	76%	93	76%

**Fuente:** ANLA (2024) a partir de la información radicada según ICA 1 del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

A partir de esta información, se observa que el Níquel (Ni) registra una representatividad de los datos anuales superior al 75% en todas las estaciones, a excepción de la estación Puente Uré que presentó 74 datos analizados que corresponde al 61 % del total a registrar en un año de seguimiento. Con respecto a los demás metales analizados por este proyecto, se evidencia que solo la estación Puente Uré presentó una representatividad inferior al 75% del total de los datos a reportar en el año 2021. No obstante, este año se considera de transición para adoptar e integrar el nuevo SVCA establecido en la Resolución 01878 del 23 de noviembre de 2020 y ratificado con la Resolución 00375 del 22 de febrero de 2021 y, por ende, es aceptable la representatividad reportada y se aclara que la información en esta estación sería indicativa

En las siguientes figuras se presenta la tendencia a lo largo del periodo analizado mostrando el comportamiento diario y el promedio anual, a partir de los datos de los diferentes metales monitoreados, analizados y entregados por este proyecto en su primer Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA 1), del periodo 2021.

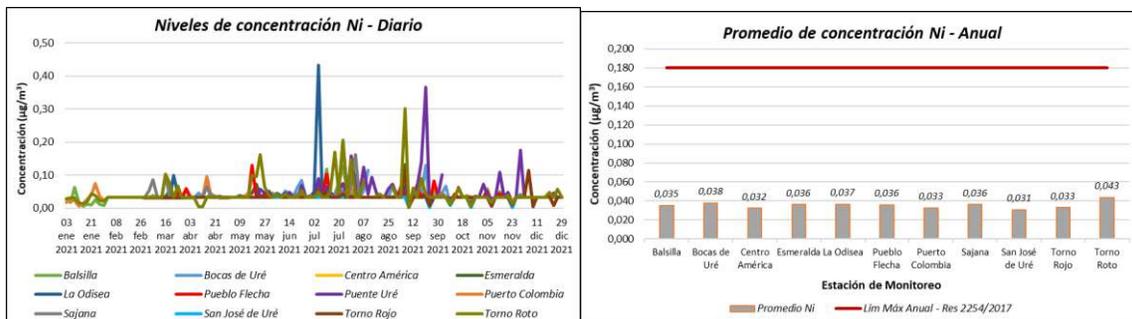


Figura 14. Niveles de concentración de (Ni) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

Fuente: ANLA (2024) a partir de la información radicada según ICA 1 del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

Según los análisis reportados de Níquel (Ni) cada 3 días, se observó que la mayoría de los niveles de concentración se encuentran en un valor de 0,03 µg/m<sup>3</sup>, registrándose las máximas concentraciones en el tercer trimestre del año, específicamente en las estaciones La Odisea y Puente Uré con 0,432 µg/m<sup>3</sup> y 0,366 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Por otra parte, se aclara que las concentraciones reportadas pueden estar asociadas a trazas de estos metales en el ambiente por condiciones naturales lo que se considera aceptable; aun así, se presentaron valores altos que deben ser verificados y se discutirán más adelante.

En cuanto al comparativo de manera indicativa con el límite máximo permisible en un tiempo de exposición anual – 0,18 µg/m<sup>3</sup> – establecido en la norma de calidad del aire, Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los promedios de concentración estimados con los datos disponibles y registrados no presentaron valores superiores a este límite normativo en ninguna de las estaciones de monitoreo del SVCA del proyecto.

En las siguientes figuras se presentan los datos analizados con una frecuencia de monitoreo de cada tres días de Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en las estaciones Balsilla, La Odisea, Pueblo Flecha, Puente Uré, Puerto Colombia y Torno Roto durante el año 2021. De igual manera, se presenta la estimación del promedio anual para cada uno de estos elementos en las estaciones de monitoreo en mención.

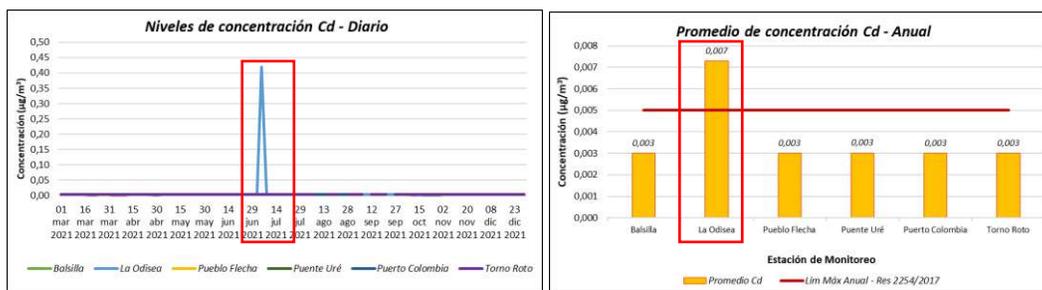
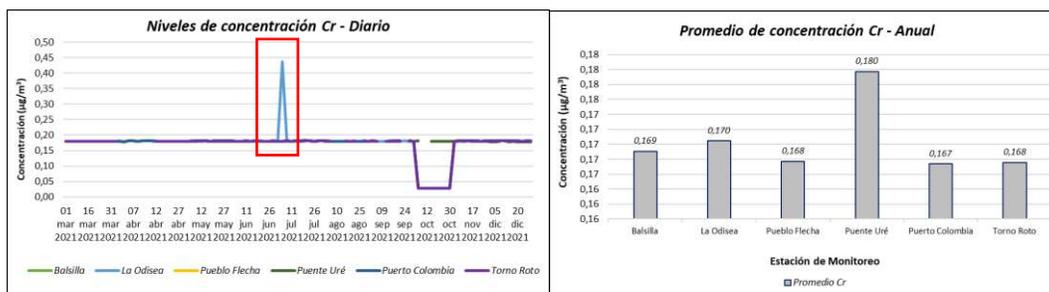


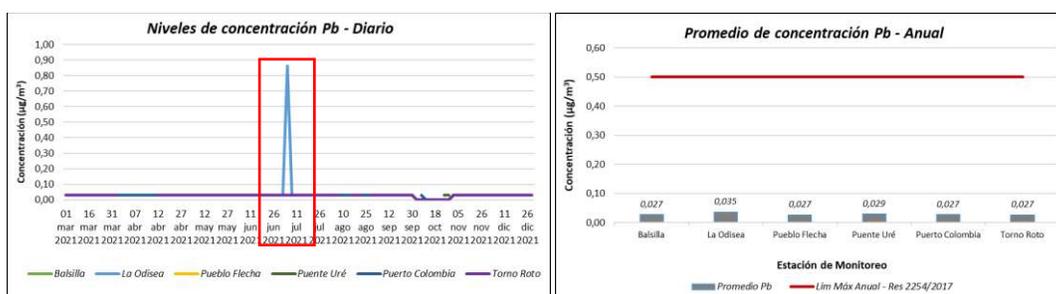
Figura 15. Niveles de concentración de (Cd) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

**Fuente:** ANLA (2024) a partir de la información radicada según ICA 1 del proyecto con expediente LAV0002-00-2020



**Figura 16.** Niveles de concentración de (Cr) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

**Fuente:** ANLA (2024) a partir de la información radicada según ICA 1 del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.



**Figura 17.** Niveles de concentración de (Pb) con registros diarios y promedios anuales, durante el año 2021 en las estaciones del SVCA del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

**Fuente:** ANLA (2024) a partir de la información radicada según ICA 1 del proyecto con expediente LAV0002-00-2020.

Según los registros cada 3 días de Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb), se observó un comportamiento similar entre los tres parámetros, con tendencia a permanecer constante en todo el año de seguimiento, reportando en su mayoría niveles de concentración de 0,003  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el Cd, 0,03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el Pb y 0,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el Cr en todas las estaciones. Sin embargo, el día 05 de julio de 2021 se reportaron los máximos niveles de concentración en la estación La Odisea, siendo estos significativamente mayores con respecto a las demás estaciones, alcanzando valores de 0,419  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de Cd, 0,863  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de Pb y 0,436  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de Cr. Adicionalmente, el comparativo con el límite máximo permisible de Cd en un tiempo de exposición anual de la norma de calidad del aire, Resolución 2254 de 2017 del MADS, mostró que la estación La Odisea presentó un promedio anual de 0,007  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  siendo este un valor superior al límite normativo para exposición anual de 0,005  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el cual es influenciado principalmente por el valor de concentración de 0,419  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  reportado el día 05 de julio de 2021.

Por lo anterior, se solicitó a la Sociedad que se verifiquen los resultados de este día de monitoreo y se realice un análisis técnico del comportamiento de esta estación, en los requerimientos 12 y 29 de las actas de control y seguimiento ambiental: 485 del 31 de julio

de 2023 y 878 del 30 de noviembre del año 2023. A estas exigencias Cerro Matoso S.A. respondió en el radicado 20236201069602 del 29 de diciembre del 2023, que la situación presentada en el día en mención fue ocasionada por un error de procesamiento de los datos por parte del laboratorio AGQ LABS que, en respuesta oficial a la sociedad, concluye que. “Se identificó error puntual en el proceso de registro y secuenciación para la lectura en el equipo ICP-OES; el dato del control de calidad se sobrepuso en lugar de la muestra AT-21/008947”, con lo que demuestra que las concentraciones de estos contaminantes se presentaron como un error de reporte de los datos.

En consecuencia, se observa que este nivel de seguimiento da un buen criterio de respuesta e intervención por parte de esta Autoridad ante situaciones de relevancia, lo que favorece la identificación y atención de cualquier situación anómala como la antes evidenciada.

### **Proyecto Aprovechamiento de Recursos Minerales en los Cerros Queresas y Porvenir, con expediente LAV0052-00-2019.**

Respecto a las mediciones de concentración de Níquel (Ni), en este proyecto se evaluaron en todas las estaciones de monitoreo del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire, tomando muestras cada 3 días. Adicionalmente, se identificó en el último análisis de esta información, presentada en el Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA No 6), que los resultados de este parámetro registraron por debajo de los límites permisibles en todas las estaciones de monitoreo; este análisis se encuentra en el Concepto Técnico 009160 del 21 de diciembre del 2023, acogido por la Acta 986 de la reunión de control y seguimiento ambiental del 22 de diciembre del mismo año.

#### **3.1.3. Comportamiento de la velocidad y de la dirección del viento**

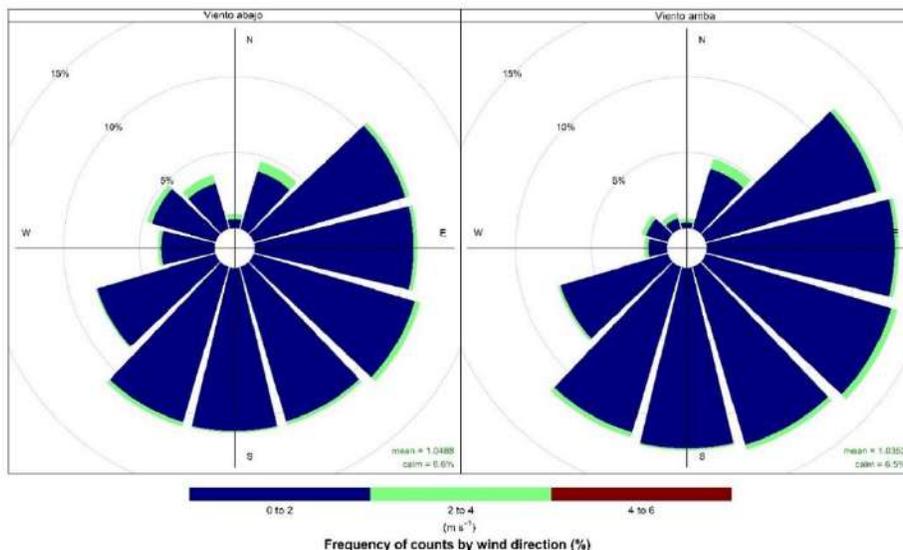
El análisis de velocidad y de la dirección del viento corresponde al periodo (conjunto 2022 – 2023 y solo 2023), de las dos (2) estaciones de calidad del aire del proyecto del sector de energía con número de expediente LAM4656, Gecelca S.A., el cual reportó datos horarios.

La razón de analizar el conjunto 2022-2023 en lugar de únicamente el año 2022 se debe a que este proyecto inició su reporte de información a partir del 25 de julio de 2022, por lo cual no se cuenta con información con suficiente representatividad temporal para identificar tendencias concluyentes.

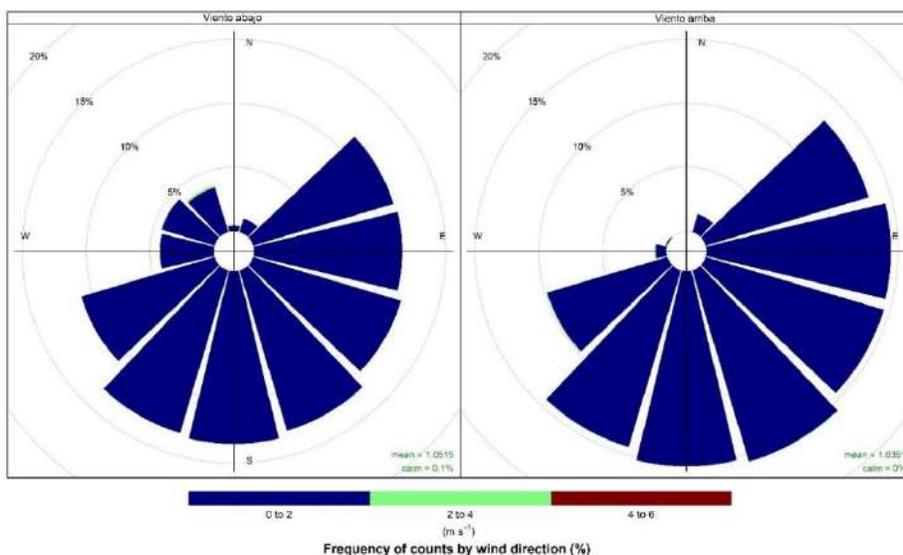


En cuanto los datos de velocidad y de dirección del viento en el área de la Estrategia de Monitoreo Atmosférica del Alto San Jorge, se detectó que para las demás estaciones de monitoreo de calidad de aire se está reportando por parte de los proyectos un dato diario y no se conoce si es el máximo, mínimo o promedio; por lo tanto, no fue posible elaborar las rosas de viento de estas estaciones de monitoreo con un nivel de confiabilidad adecuado.

A continuación, se presentan las rosas de vientos de las estaciones de monitoreo de calidad de aire llamadas Viento abajo y Viento arriba del proyecto LAM4656.



**Figura 18.** Rosas de viento para las estaciones de calidad del aire en 2022 – 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 19.** Rosas de viento para las estaciones de calidad del aire 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2023.





Los datos obtenidos para la generación de las rosas del viento para el periodo 2022 corresponden a los meses de julio a diciembre y las del periodo 2023 a la totalidad de año, en estas se evidencian tendencias tanto en velocidades como en direcciones del viento de las dos estaciones para los dos periodos de estudio.

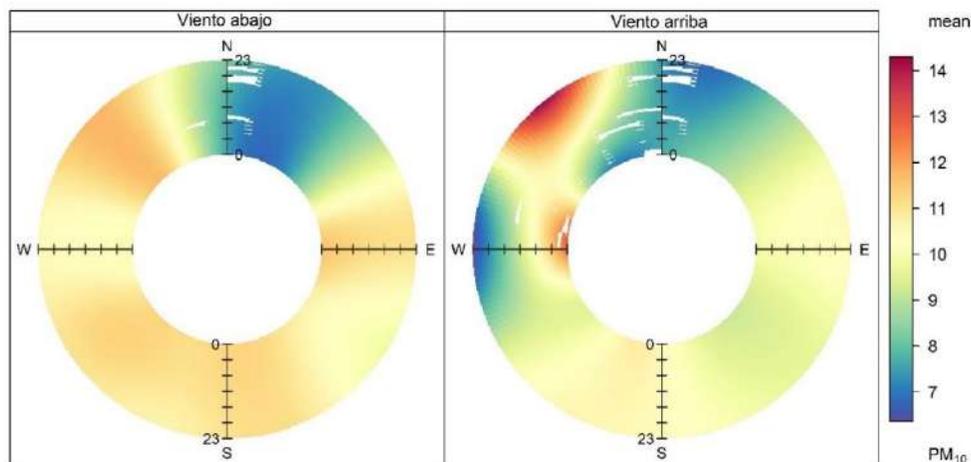
Para las rosas de vientos generadas para el periodo (2022 – 2023) se presentan pequeños porcentajes de velocidades del viento en el rango de (2 a 4 m/s) en cada una de las doce (12) direcciones, situación que no se presenta para el periodo (2023) ya que los rangos de velocidades para once (11) de las (12) direcciones están en el rango de (0 a 2 m/s).

El viento proviene predominantemente desde el sur, sureste y este y se desplaza hacia el norte, noroeste y oeste, para las dos (2) estaciones analizadas, por lo tanto, se podría inferir las trayectorias probables de los contaminantes atmosféricos emitidos, para estas estaciones de calidad de aire.

### 3.1.4. Análisis conjunto de concentraciones de material particulado con el comportamiento del viento.

Para profundizar en los análisis de tendencias y teniendo en cuenta el hecho de que se cuenta con datos de concentración en resolución horaria, se procede a cruzar estos datos con los correspondientes a la dirección del viento y hora del día, obteniendo los gráficos polares anulares, para 2022 y 2023.

Respecto a la información, se resalta que el análisis se realizó en dos periodos de tiempo comprendidos entre julio del 2022 a diciembre del 2023 y de enero a diciembre del 2023. De igual forma se destaca que el análisis del año 2022 es parcial, teniendo en cuenta que la sociedad inició a reportar en su sistema de vigilancia desde julio de ese año.

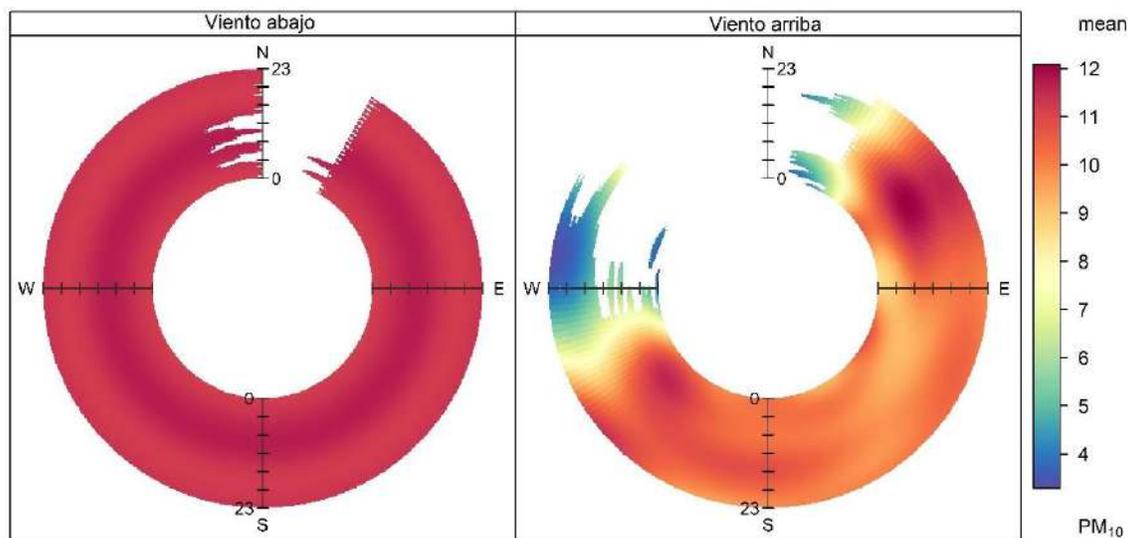


**Figura 20.** Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM10) en 2022 – 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.





Se observa, para la estación “Viento Abajo” que las concentraciones de PM10 más altas provienen principalmente desde la dirección oeste, durante todo el día. Para la estación localizada vientos arriba, las mayores concentraciones provienen de la dirección oeste y noroeste, pero principalmente a partir de mediodía.

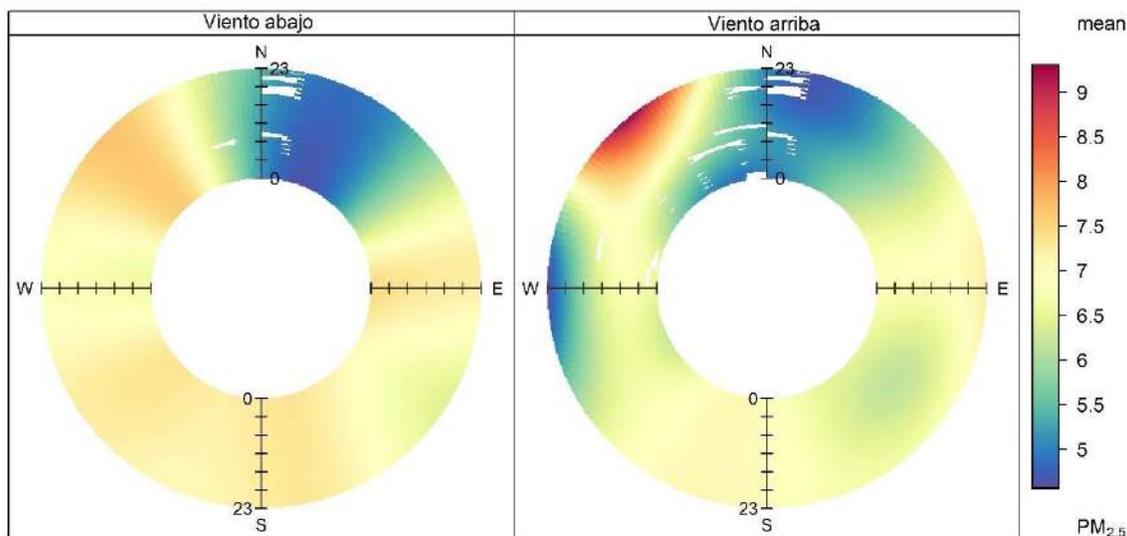


**Figura 21.** Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM10) en 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2023.

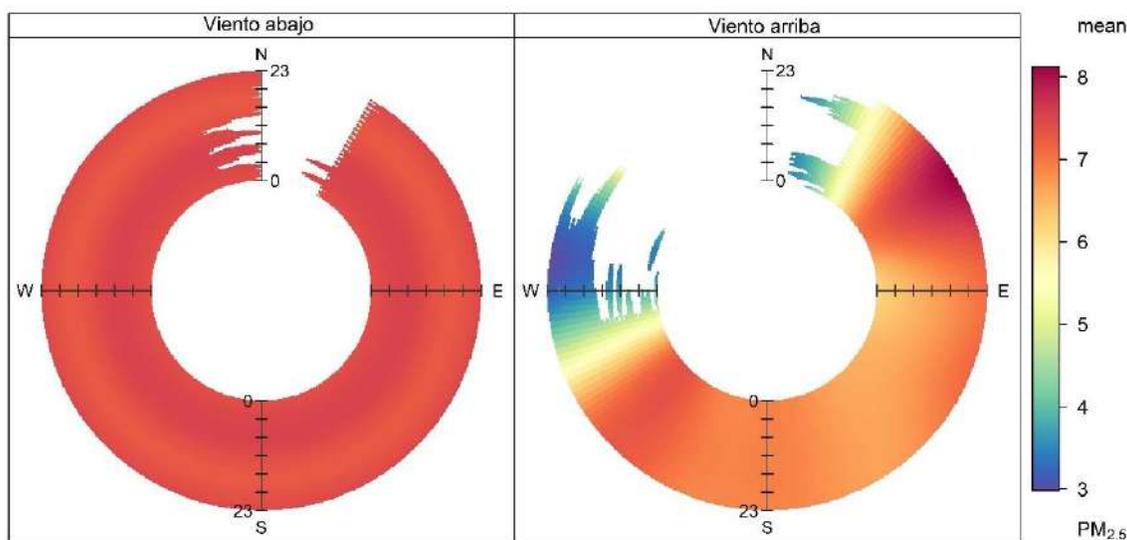
Para 2023, los datos disponibles muestran que las concentraciones más altas de material particulado para la estación “Viento Abajo”, provienen de las direcciones este, sur y oeste, durante todo el día; y para la estación “Viento Arriba” predomina el vector de dirección este y sur.

Respecto al material particulado PM2.5, en las siguientes figuras se presentan los diagramas polares anulares correspondientes. Las tendencias en la estación “Viento Abajo” permite evidenciar niveles de concentración relativamente altos durante todo el día y hacia el noroeste, al igual que para la estación “Viento Arriba”, con la diferencia que para esa última las mayores concentraciones se presentan después del mediodía; valores que pueden estar atribuidos a las emisiones de fuentes móviles, al ser el PM2.5 de menor tamaño y más asociado con procesos de combustión. No obstante, esta tendencia es diferente para los datos de 2023 (Figura 23), ya que en las direcciones este, sur y oeste se determinaron concentraciones que superan los 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , durante todo el día.



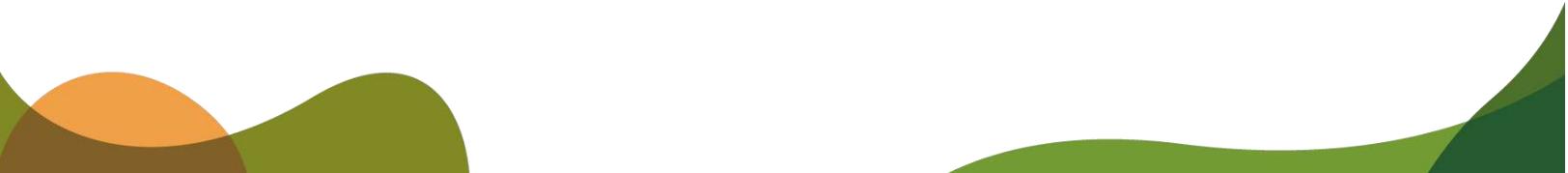


**Figura 22.** Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM<sub>2.5</sub>) en 2022 – 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

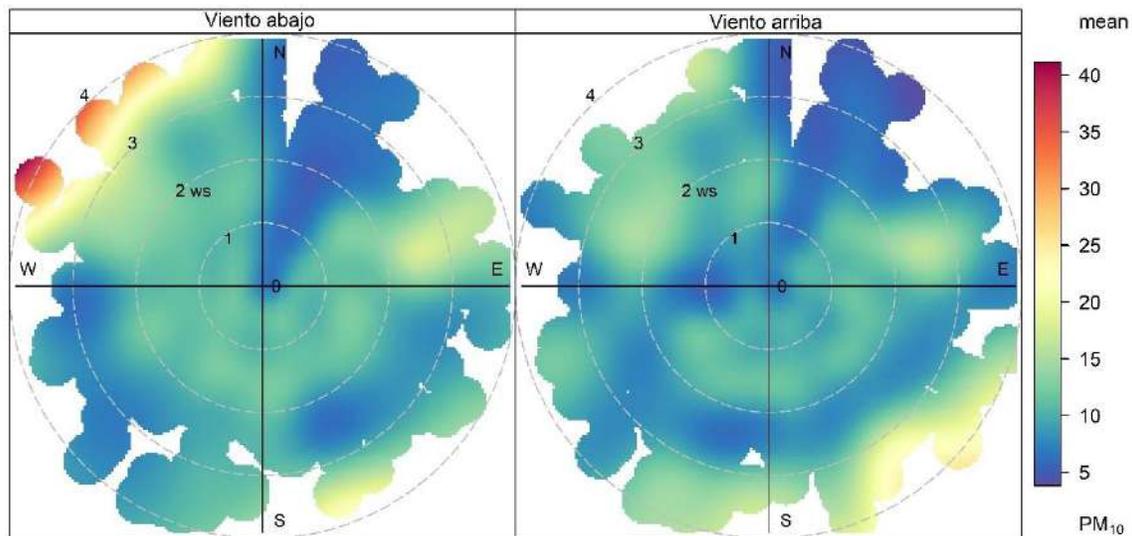


**Figura 23.** Gráficos polares anulares para las estaciones de calidad del aire (PM<sub>2.5</sub>) en 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

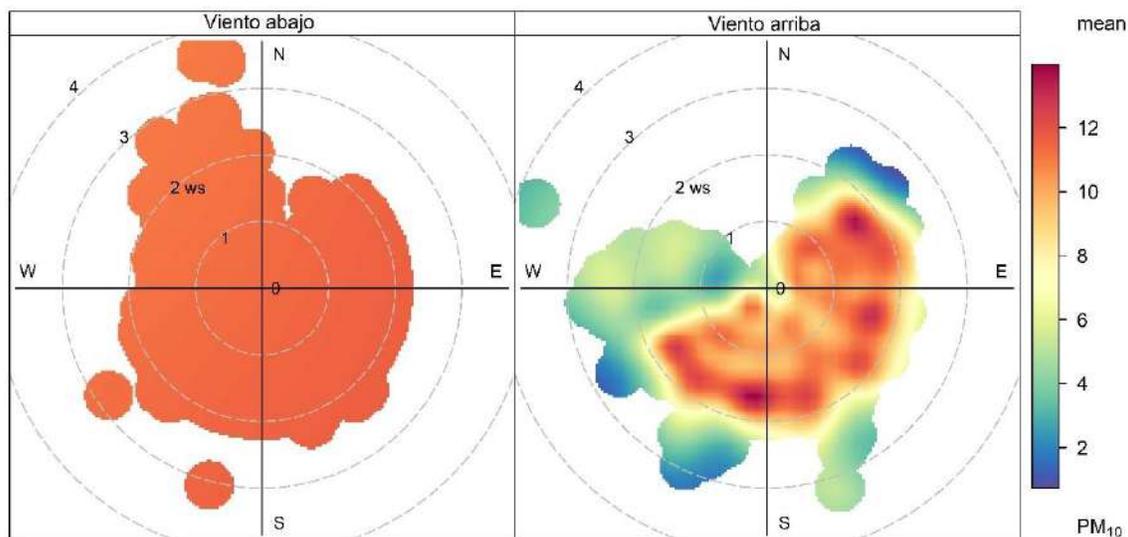
Al reemplazar en los diagramas anulares la hora del día con la velocidad del viento, se obtienen los diagramas polares, los cuales se ilustran a continuación. Para el caso de PM<sub>10</sub> en el periodo 2022-2023, para “Viento Abajo” se observan altas concentraciones cuando la velocidad del viento supera los 3 m/s desde la dirección noroeste. Lo anterior, podría estar atribuido a la influencia de fuentes de emisión cercanas que podrían incluir las actividades asociadas a los proyectos con información disponible en el actual análisis. Para 2023 (Figura 25) se evidencia que las mayores concentraciones para ambas estaciones se presentan en velocidades de 0 a 2 m/s, infiriéndose que el origen de estas podría incluir las actividades



propias del proyecto LAM4656, lo cual debe ser objeto de revisión en los próximos seguimientos.



**Figura 24.** Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire en 2022-2023 para PM10.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

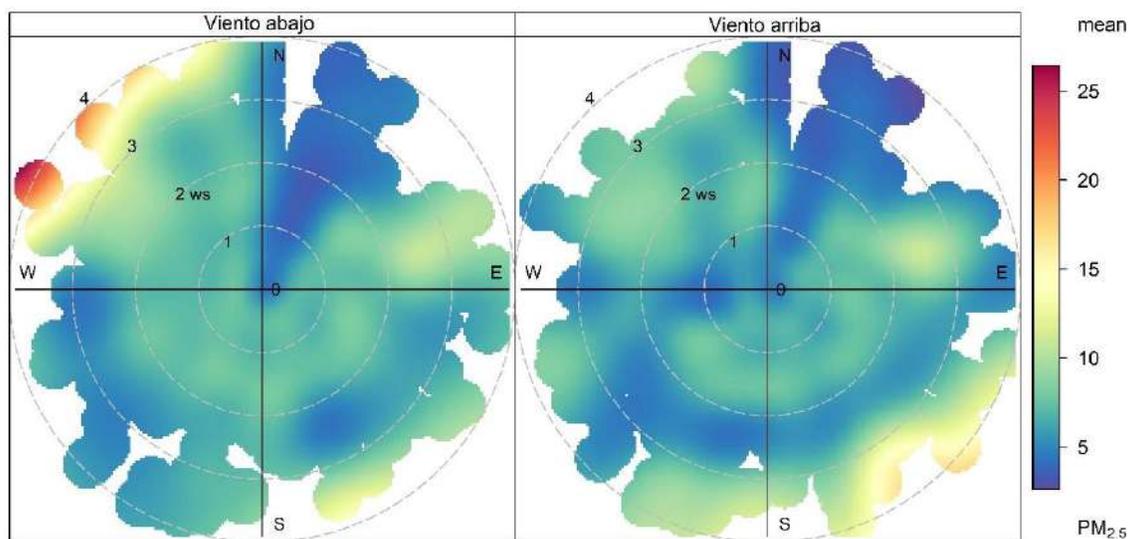


**Figura 25.** Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire de 2023 para PM10.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

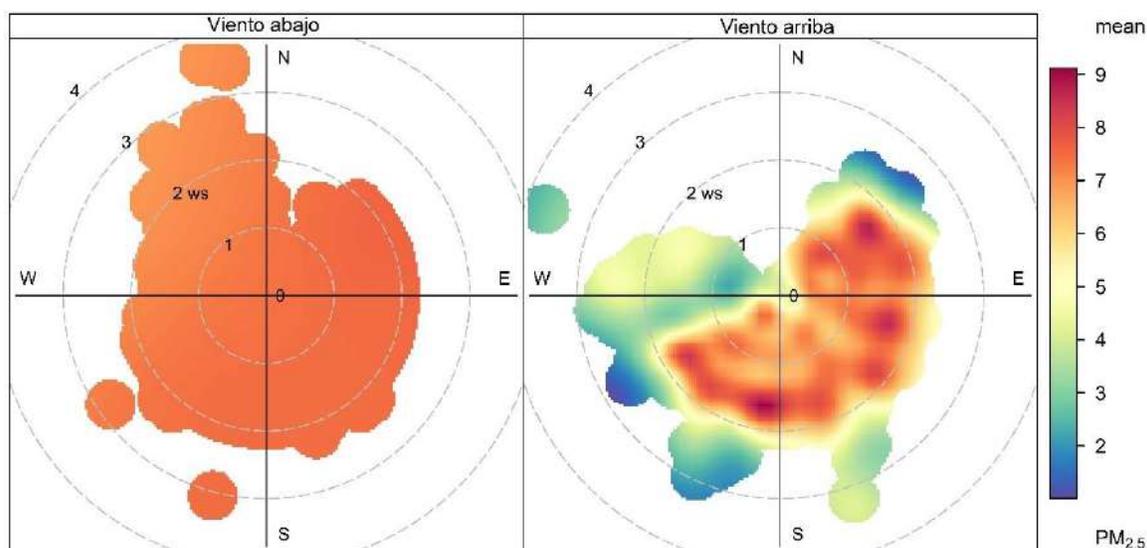
Respecto al material particulado PM2.5 y en 2022 - 2023 las concentraciones más altas se determinaron al superar la velocidad del viento de 3 m/s en el vector noroeste para la estación “Viento Abajo” y en la dirección Sureste para la estación “Viento Arriba”.

En el caso del año 2023, se observa que en la estación “Viento Abajo” y “Viento Arriba” las mayores concentraciones provienen del este, sur y oeste cuando las velocidades del viento

se encuentran entre 0 y 2 m/s, y adicionalmente para la primera estación, donde también superan los 2 m/s; aspectos que sugieren influencia de fuentes de emisiones cercanas, a diferencia del material particulado grueso con influencia lejana. Cabe precisar que los resultados de las estaciones respecto a receptores sensibles debe ser objeto de revisión y análisis de próximos seguimientos. Estos dos comportamientos evidencian la diferencia en los tipos y características de las fuentes de emisiones que influyen en la zona, donde se destacan las asociadas con material particulado grueso por la actividad de extracción de minerales y las que generan material particulado fino relacionadas con fuentes de combustión (ej.: las asociadas a la operación de generadores y fuentes móviles).



**Figura 26.** Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire en 2022-2023 para PM<sub>2.5</sub>.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 27.** Gráficos polares para las estaciones de calidad del aire de 2023 para PM<sub>2.5</sub>.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



### 3.1.5. Análisis de ciclos temporales

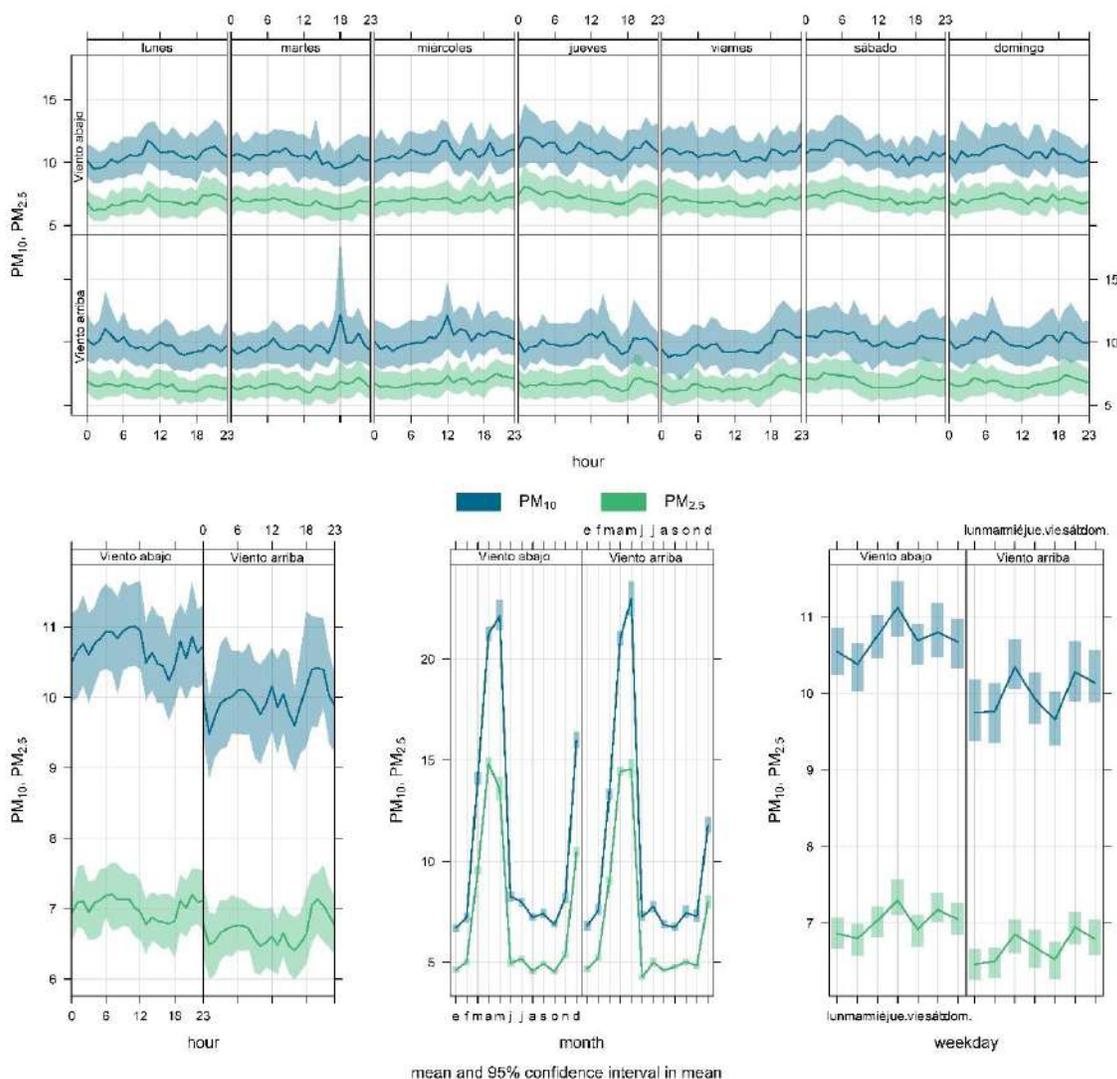
Considerando que este tipo de análisis requiere registros horarios de información de calidad del aire y solo las dos estaciones con tecnología automática del proyecto termoeléctrico de Gecelca S.A, con expediente LAM4656, reportó los datos de esta forma, el análisis de ciclos temporales se realizó únicamente en estas estaciones de monitoreo.

A pesar de que las estaciones del proyecto con expediente LAV0002-00-2020 capturan la información de forma horaria, según su tecnología automática, la Sociedad entregó resultados compilados a 24 horas. En consecuencia, es importante que el nombrado proyecto realice entrega de información horaria en las estaciones de calidad del aire y meteorológicas con tecnología automática; en ese sentido se recomienda realizar el requerimiento o ajuste vía seguimiento, para que se presenten los resultados de acuerdo con la tecnología de análisis y captura de datos con la que cuentan para las distintas estaciones de monitoreo.

En el análisis de ciclos temporales se verificaron las concentraciones para los contaminantes PM10 y PM2.5, con resultados en dos periodos de tiempo comprendidos entre julio del 2022 a diciembre del 2023 y de enero a diciembre del 2023. Es importante resaltar que el análisis del año 2022 es parcial, teniendo en cuenta que la sociedad inició a reportar en su sistema de vigilancia desde julio de ese año. Los resultados se muestran en las siguientes situaciones: ciclos diarios por hora del día, comportamiento semanal con datos diarios de lunes a domingo y los promedios mensuales del periodo de análisis. Finalmente, en las siguientes figuras se muestran las tendencias de las concentraciones, presentando el PM2.5 en color verde y de PM10 en azul.

Por otra parte, en las dos estaciones de monitoreo en análisis, se observa que los ciclos diarios de lunes a domingo tienden a ser homogéneos, igualmente, las concentraciones horarias presentan cierta similitud entre las horas de la mañana y la tarde, con un leve incremento en las horas de la mañana. Sin embargo, se evidencia que existen algunos picos de concentración que, al poco tiempo, retornan a los valores normales.

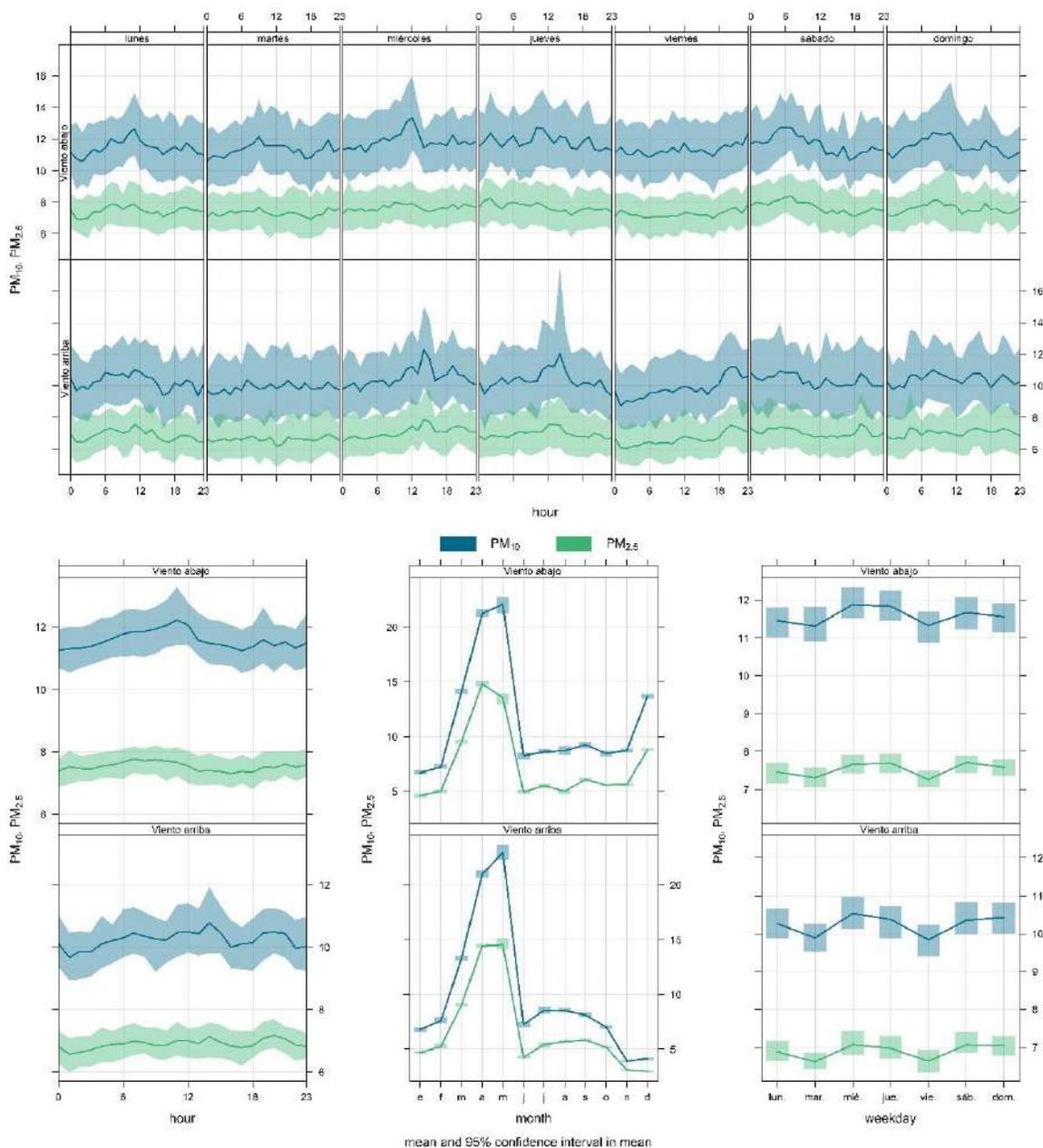




**Figura 28.** Tendencias temporales de las estaciones de calidad del aire entre julio del 2022 a diciembre del 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024

Para el año completo disponible para análisis entre enero y diciembre de 2023, se observan tendencias similares a las analizadas desde el año 2022, con concentraciones homogéneas en la mañana y en la tarde y en los registros diarios de lunes a domingo. Adicionalmente, este periodo de análisis muestra que los meses que reportan mayores concentraciones en las dos estaciones fueron los de temporada seca, entre diciembre a marzo. Finalmente, las menores concentraciones mensuales se presentaron entre julio y noviembre de este año, posiblemente asociadas a lluvias y bajas velocidades del viento en este periodo.





**Figura 29.** Tendencias temporales de las estaciones de calidad del aire entre enero y diciembre del 2023.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

### 3.1.6. Análisis del Índice de Calidad del Aire – ICA

El análisis de los índices de Calidad de Aire ICA diarios de PM10 y PM2.5, con base en lo reglamentado por el Capítulo IV de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del

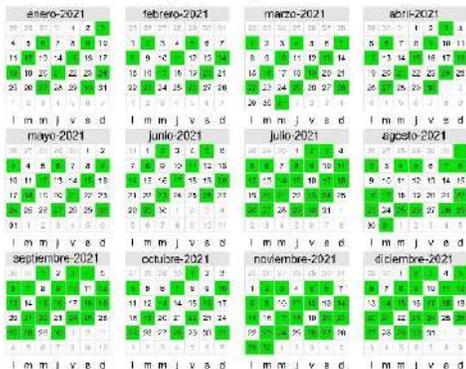








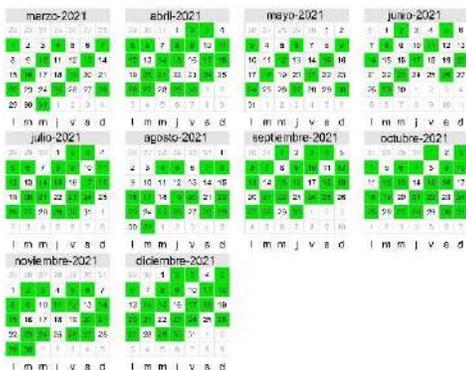
PM10 QA06 - Sajana 2021



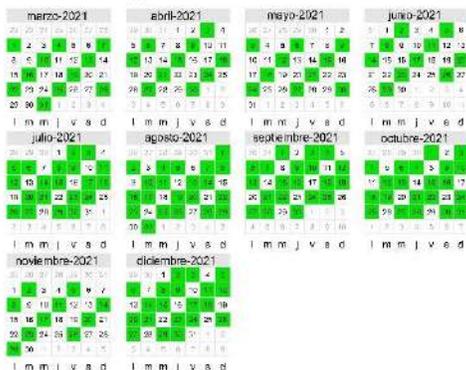
PM10 QAC01 - Puente Ure 2021



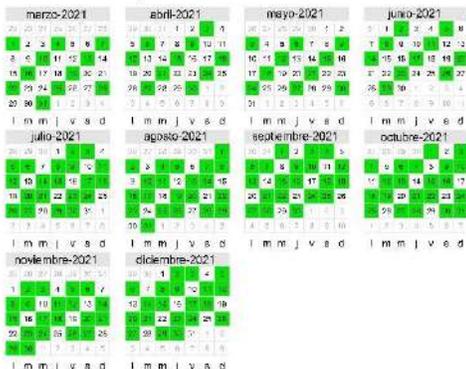
PM10 QAC02 - Bocas de Ure 2021



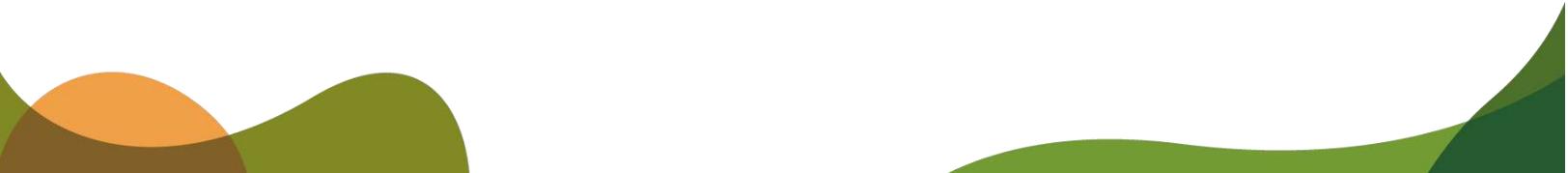
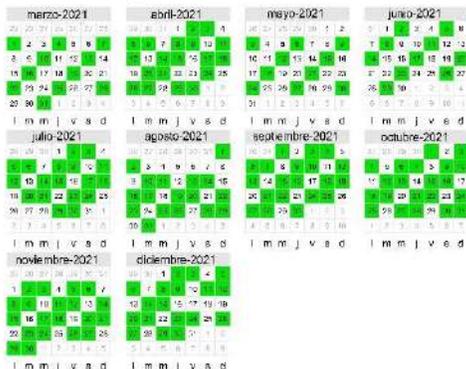
PM10 QAC03 - Puerto Colombia 2021

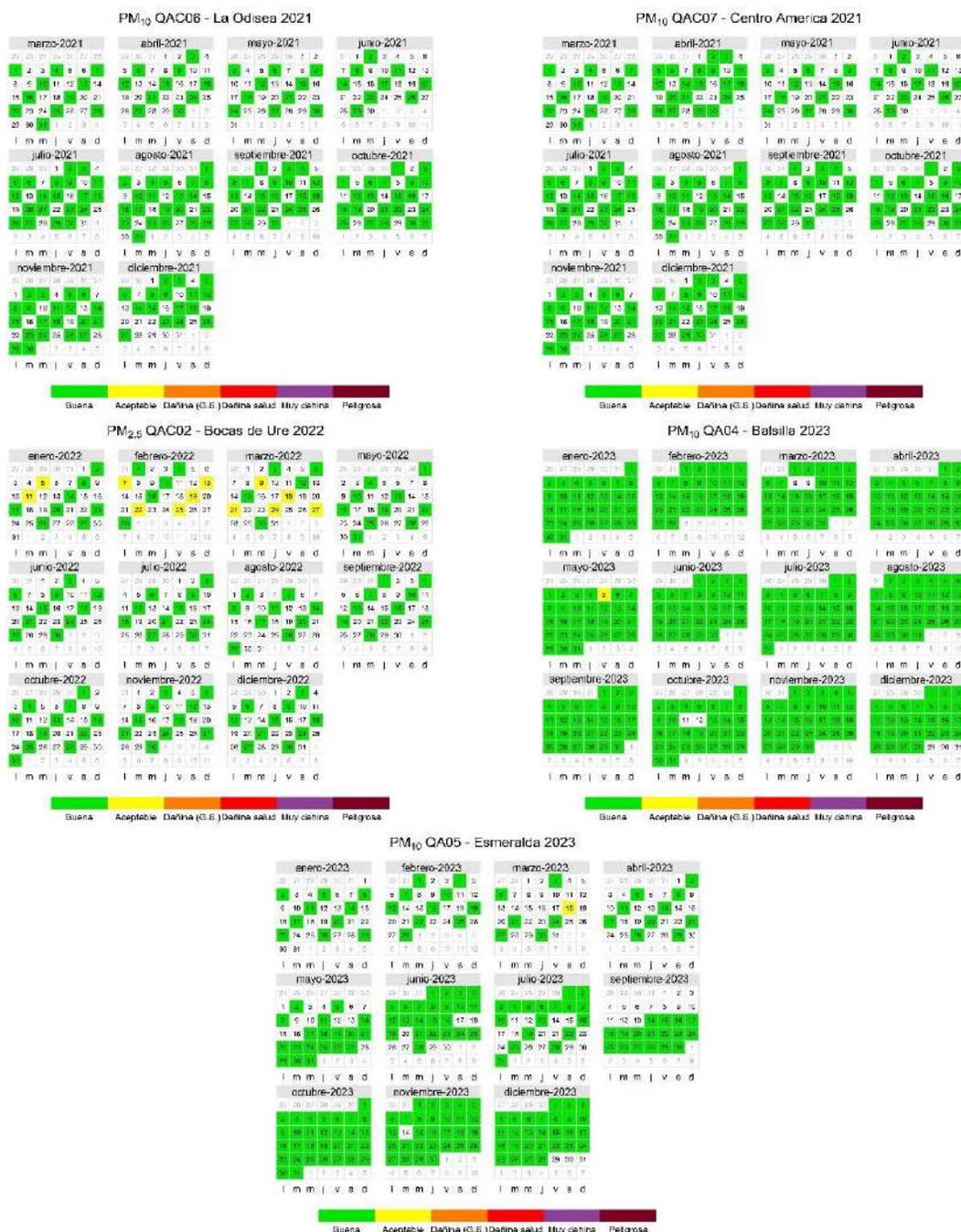


PM10 QAC04 - Pueblo Flecha 2021



PM10 QAC05 - San Jose de Ure 2021



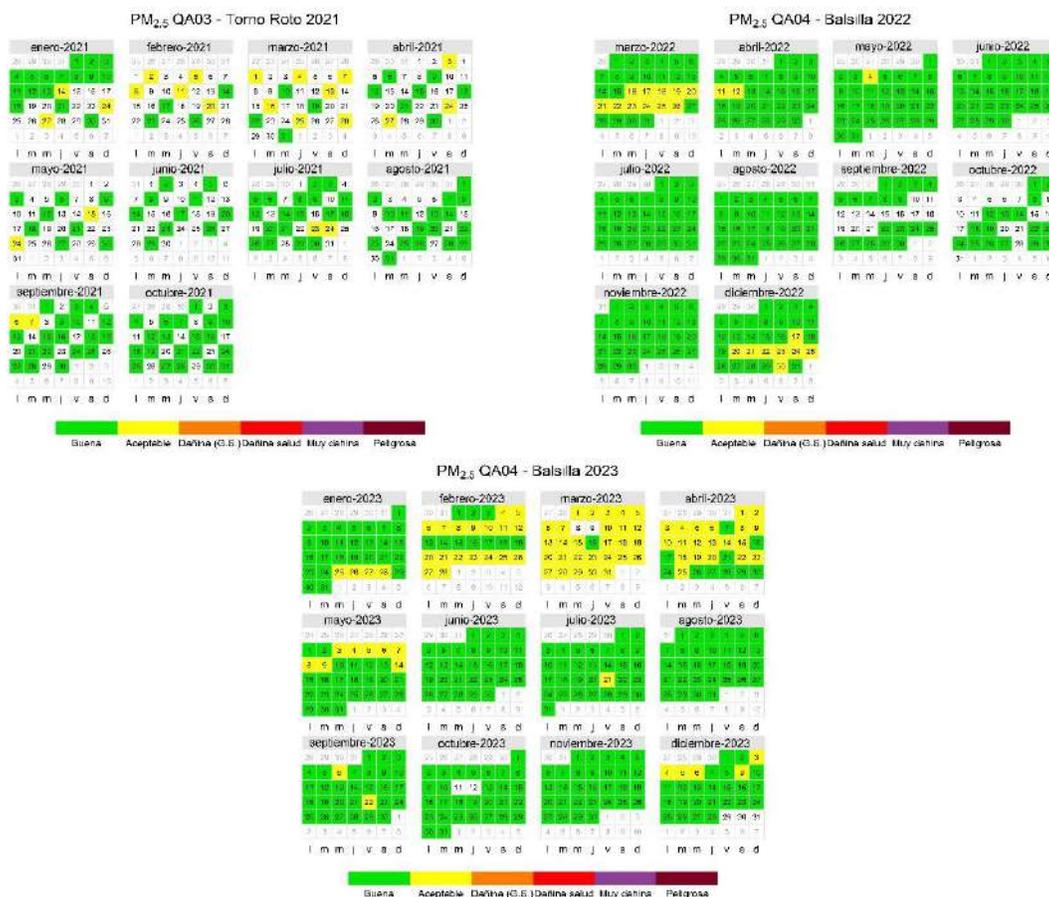


**Figura 30.** Índices de calidad del aire – ICA, para PM10 - LAV0002-00-2020 (2018 – 2023)

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024

En cuanto al material particulado menor a 2,5 micras (PM<sub>2.5</sub>), los índices de calidad de aire ICA, como se detallan a continuación, permiten identificar que para 2021 la estación QA03-Torno Roto, donde se tomó un mayor número de registros de concentraciones, presentó la mayor proporción de registros de ICA en categoría “Aceptable”. Mientras que en 2022 y 2023, la estación QA04-Balsilla fue la que presentó la mayor cantidad de días en esta categoría,

específicamente para los meses de febrero, marzo y abril de 2023 en donde entre 64% y 96% de los datos diarios presentaron concentraciones entre los 13 y 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$ . A partir del segundo semestre del año se observa una mejoría considerable en la calidad del aire para dichas estaciones predominando la categoría “Buena”.



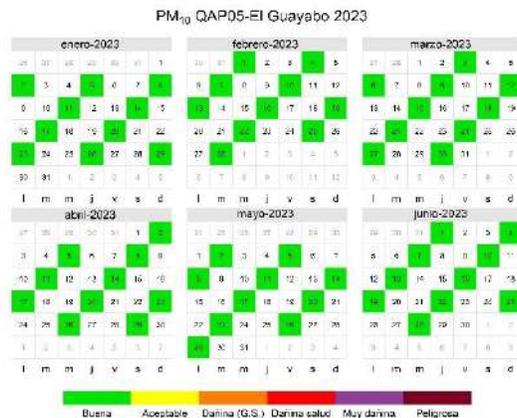
**Figura 31.** Índices de calidad del aire - ICA  $\text{PM}_{2.5}$  - LAV0002-00-2020 (2018-2023).

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

## Expediente: LAV0052-00-2019

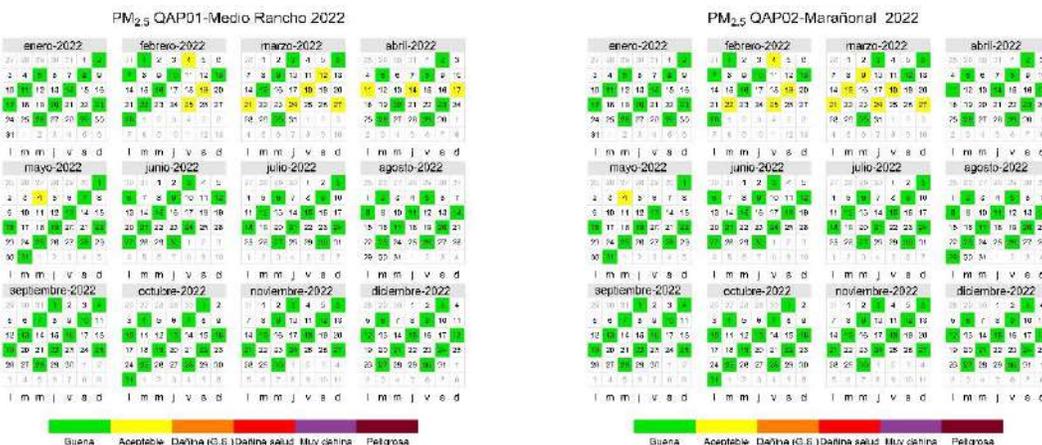
Como se podrá evidenciar a continuación, para el expediente LAV0052-00-2019, los resultados del ICA calculados para un tiempo de exposición de 24 horas de las concentraciones de  $\text{PM}_{10}$ , en el año 2022, muestran que la estación que presentó un número mayor de días con un ICA de categoría “Aceptable” fue QAP01-Medio Rancho. Frente al año 2023, el 100% de los registros determinaron un ICA de clasificación “Bueno”.

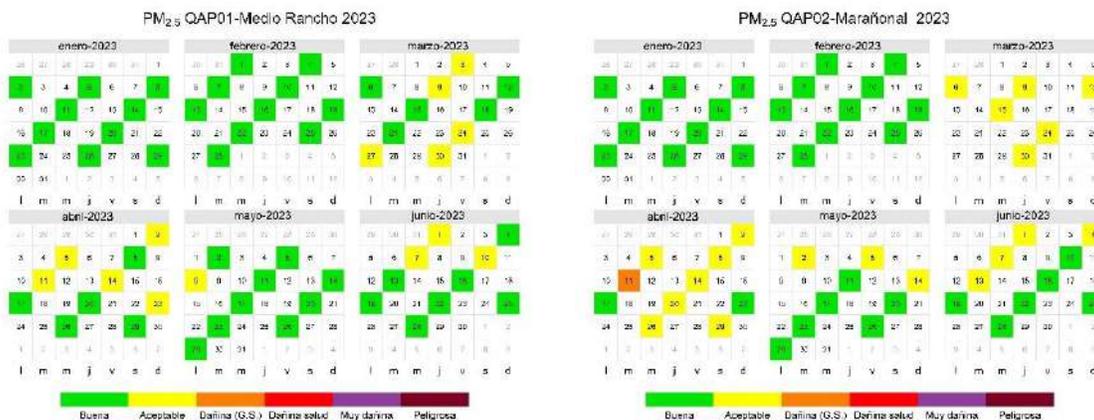




**Figura 32. Índices de calidad del aire de ICA PM10 - LAV0052-00-2019 (2022-2023)**  
 Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024

Respecto al comportamiento de PM<sub>2.5</sub>, para los años 2022 y 2023 las estaciones que mayor número de días presentaron un ICA de categoría “Aceptable” fueron QAP01-Medio Rancho con el 10% y 23% del total de datos disponibles para los periodos de análisis y entre 9% y 36% en QAP-Marañonal, en donde además esta última en 2023 también registró un día de clasificación ICA “Dañina a la salud de grupos sensibles” que representa menos 1% del total de información de información recolectada. Por ende, se considera como un caso atípico que se presentó en el mes de abril, el cual es uno de los periodos más sensibles en lo que respecta a los niveles de inmisión tal como se puede evidenciar en el comportamiento histórico de los promedios mensuales en la región.



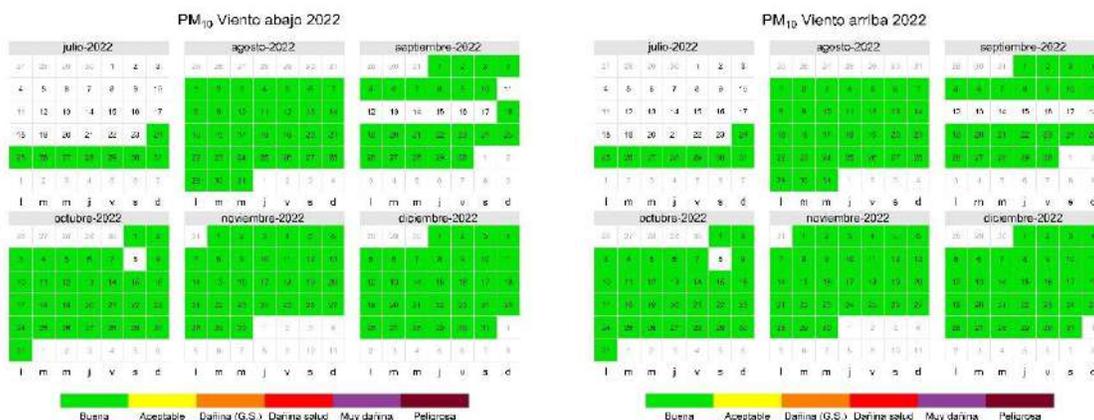


**Figura 33.** Índices de calidad del aire - ICA PM<sub>2.5</sub> - LAV0052-00-2019 (2022-2023).

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

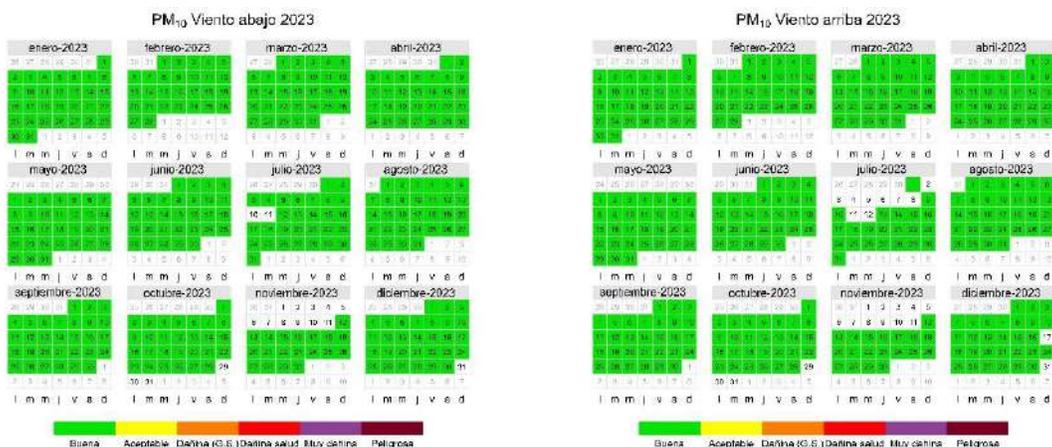
## Expediente: LAM4656

Para el expediente LAM4656, como se podrá evidenciar en las figuras siguientes, el 100% de los datos de material particulado PM<sub>10</sub> presentaron un ICA en categoría “Buena” para los años 2022 y 2023. Respecto al PM<sub>2.5</sub>, las dos estaciones “Viento Arriba” y “Viento Abajo”, registraron días con ICA en clasificación “Aceptable”.



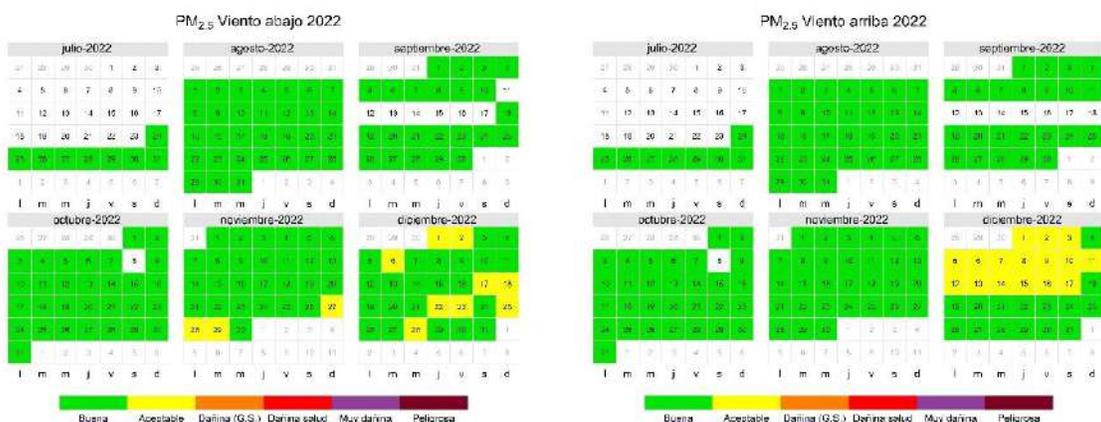
**Figura 34.** Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM<sub>10</sub> - LAM4656.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



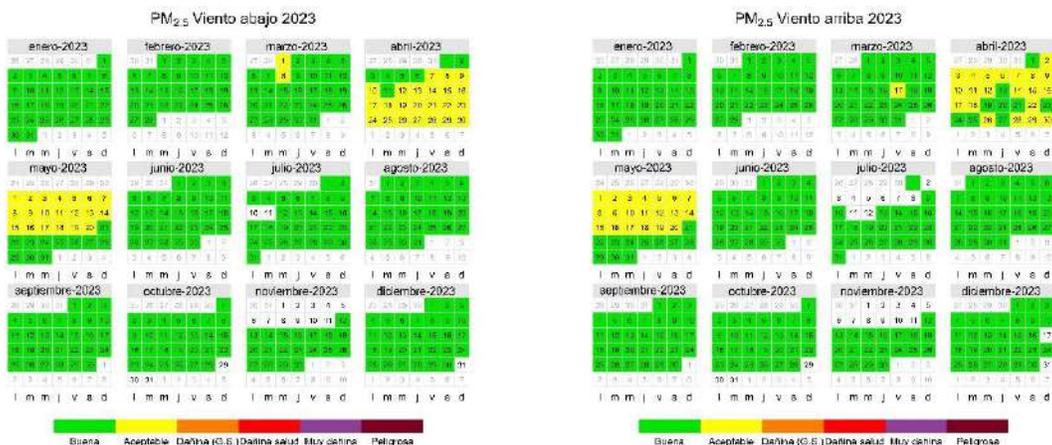
**Figura 35.** Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM10 - LAM4656.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 36.** Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM2.5 - LAM4656.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 37.** Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM2.5 - LAM4656

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024



## 3.2. MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y NIQUEL

De acuerdo con la información de la Actualización del Reporte de Análisis Regional de la Subzona Hidrográfica Alto San Jorge, elaborado por la ANLA en 2021<sup>11</sup>, el modelo de dispersión para la Zona del Alto San Jorge, realizado por el Centro de Monitoreo de los Recursos Naturales de la ANLA, fue desarrollado a partir de la información disponible correspondiente a las operaciones licenciadas para el año 2018, tomando igualmente como información base la meteorología y estaciones de monitoreo de calidad de aire del mismo año. Se seleccionó este año por contar con más información tanto de los proyectos licenciados, como de las estaciones de calidad del aire.

La delimitación del dominio de simulación es la zona en donde se encuentran los proyectos licenciados por la ANLA al momento de la realización del modelo y que cuentan con inventario de emisiones atmosféricas (Termoeléctrica Gecelca G3 – G3.2 - LAM4656, Cerro Matoso S.A - Compilado en el expediente LAV0002-00-2020 y Mina Bijao - LAV0051-00-2017), los cuales se encuentran en la jurisdicción de los municipios de Puerto Libertador, San José de Uré y Montelíbano del departamento de Córdoba.

Del inventario de emisiones, se resalta que el proyecto con expediente LAV0051-00-2017, “Mina Bijao”, fue remitido por competencia a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge -CVS desde el 31 de diciembre de 2020, de acuerdo con lo estipulado en Artículo primero del Auto 12482 de 2020. Por esta razón, a pesar de ser incluido en la modelación realizada, no se encuentra asociado con la estrategia de monitoreo de calidad de aire.

La modelación contiene los análisis de las variables meteorológicas de la zona del Alto San Jorge y que tienen relación directa con la calidad del aire. A partir de estas se ha generado el modelo anual y de 24 horas de dispersión para material particulado PM10 al igual que el modelo de dispersión de Níquel.

Se empleó el software AERMOD para estimar la dispersión de material particulado en la atmósfera, por efecto de los procesos productivos en los proyectos identificados en la zona; al igual que la generación de níquel, dada en la mina Cerro Matoso (Compilado en el expediente LAV0002-00-2020). El modelo fue corrido con las siguientes consideraciones:

- La meteorología representativa de la zona corresponde a la reportada por la estación Mina CerroMatoso-2018 contenida en el modelo de dispersión de Cerro Matoso.

---

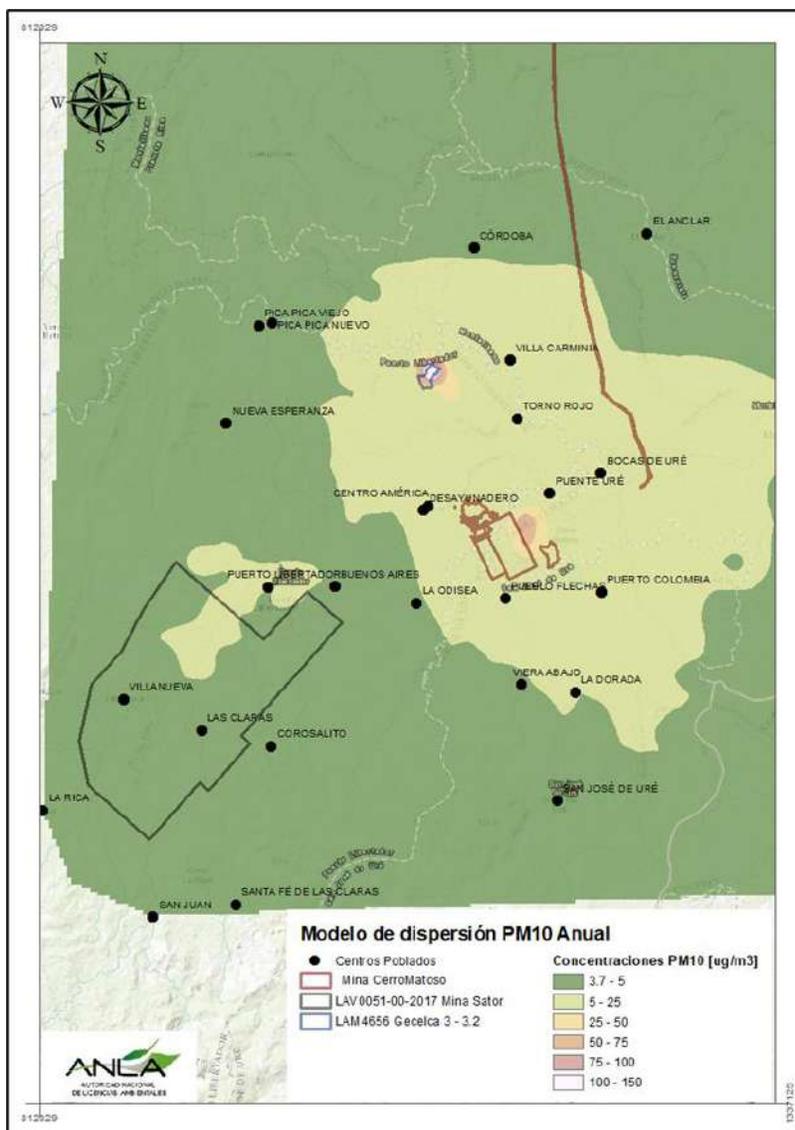
<sup>11</sup> ANLA (2021). Actualización del Reporte de análisis regional de la Subzona Hidrográfica Alto San Jorge. <https://www.anla.gov.co/images/documentos/reportes-alertas/18-08-2022-anla-reporte-san-jorge-v12.pdf>.



- La operación de generación eléctrica Gecelca G3 y G32 - LAM4656, es continua durante 24 horas y 365 días, al igual que los procesos de alimentación de las chimeneas y salida de escoria.
- La operación de la Mina de la Sociedad SATOR S.A.S. (Mina de Carbón): La Guacamaya/Bijao LAV0051-00-2017 es de 12 horas/día en horario de lunes a sábado.
- No se incluye dentro de la modelación los eventos de quema de biomasa en la zona, ni el tráfico vehicular de las vías secundarias y terciarias.
- Se ha empleado el modelo digital de terreno de la NASA- SRTM con una resolución de 30 metros.
- La modelación se centra en las emisiones de los proyectos previamente mencionados y no incluye los efectos de cambio en el uso del suelo de la zona de estudio como incremento en zonas residenciales, actividades económicas de la comunidad ni actividades antropogénicas inherentes al estilo de vida de las personas que conviven en las áreas donde se desarrolla la modelación y que impliquen emisiones directas a la atmósfera.

Los resultados del modelo de dispersión de material particulado PM10 en un tiempo de exposición anual, muestran que los niveles más altos de inmisión son generados en los proyectos de la mina Cerro Matoso y la generación eléctrica Gecelca, mientras que la operación de la mina La Guacamaya/ Bijao (Mina de Carbón) que, por su capacidad de producción no hace parte de la competencia de la ANLA, no muestra valores significativos comparados con los niveles de inmisión de los otros proyectos. Los niveles de material particulado se encuentran por debajo de los niveles normativos en los centros poblados identificados en los alrededores de los proyectos y la estimación de los niveles altos de inmisión se encuentran dentro de las áreas licenciadas.

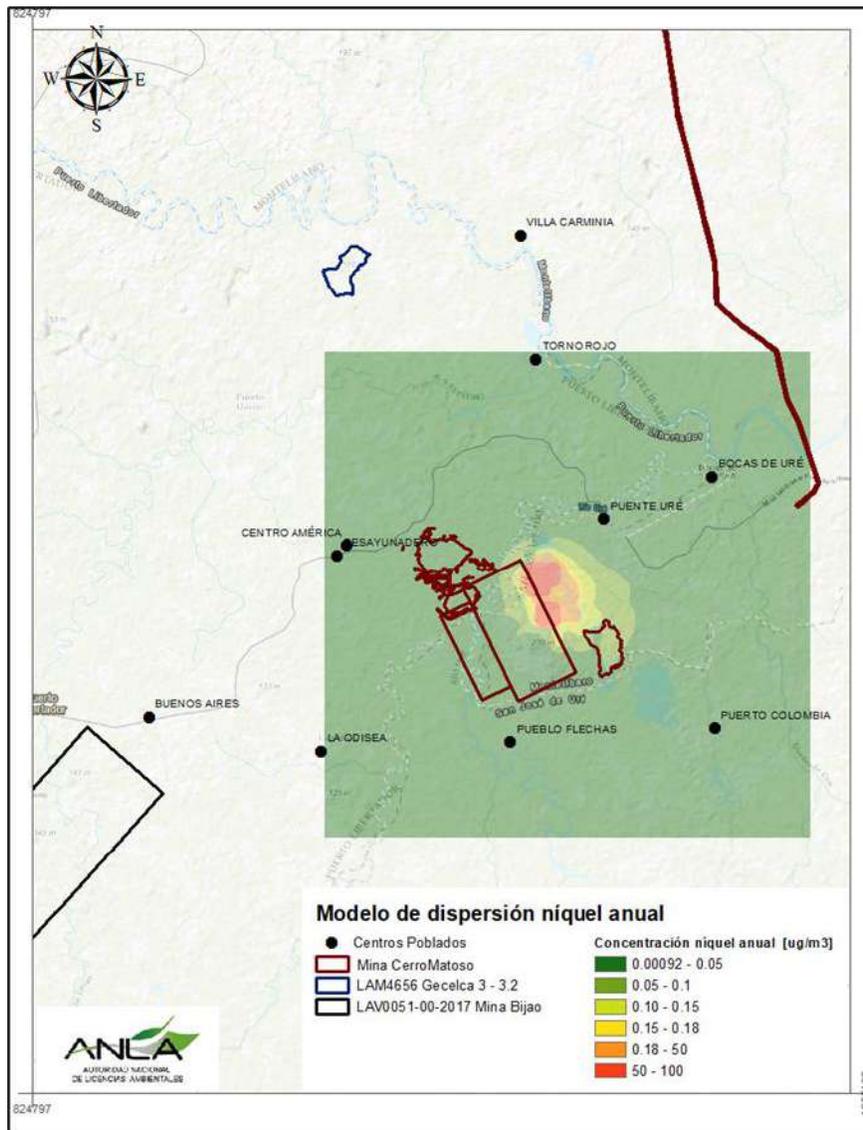
La siguiente figura presenta las isolíneas de concentración o isopletas de PM10 en un tiempo de exposición anual.



**Figura 38.** Isoplethas del modelo de dispersión material particulado PM10 Anual.

**Fuente:** ANLA – Centro de Monitoreo 2021, a partir de la información reportada en el Sistema de Información de Licencias Ambientales - SILA.

Por otro lado, se estimó el área que está influenciada por la operación de extracción del mineral de níquel a cielo abierto, realizando el modelo de dispersión de emisiones a partir de la información entregada por el licenciatario (Mina Cerro Matoso) junto con la información reportada para el año 2018. En los resultados obtenidos se observa que, fuera del área de operación de la mina, no se observan valores por encima de la norma; como tampoco afectación de este contaminante en los centros poblados cercanos a la operación, valores acordes con los registros de PM10 reportados en las distintas estaciones de monitoreo de calidad de aire, donde desde el 2018 no se han reportado niveles de inmisión que superen el valor de referencia anual estipulado en 50 µg/m<sup>3</sup>.



**Figura 39.** Isopletas del modelo de dispersión níquel anual 2018

**Fuente:** ANLA – Centro de Monitoreo 2021, a partir de la información reportada en el Sistema de Información de Licencias Ambientales - SILA.





## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de las concentraciones de material particulado PM2.5, PM10 y otros contaminantes, así como del comportamiento meteorológico en la zona de la Estrategia del Alto San Jorge, entre el enero de 2018 y diciembre del 2023, dio lugar a las siguientes conclusiones puntuales:

- El análisis de la estrategia de monitoreo atmosférico se ejecutó con la información de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA), entregada por tres proyectos donde se impuso esta estrategia, dos de estos son de explotación minera a cargo de la empresa Cerro Matoso S.A. y otro termoeléctrico de la empresa Gecelca S.A.
- Los sistemas de vigilancia de calidad del aire (SVCA) de los proyectos poseen estaciones de calidad del aire con tecnología automática y manuales, que capturan datos de forma continua o cada tres días respectivamente, analizando los parámetros PM10 y PM2.5 y las trazas de algunos metales. Adicionalmente, el periodo de análisis de los datos reportados por estos sistemas comprende los años 2018 a 2023, variando según las condiciones de cada proyecto.
- Los resultados de las mediciones de concentración de trazas de metales en el aire, para los parámetros: Níquel (Ni), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb), analizados en los años 2021 y 2023 en los proyectos mineros de Cerro Matoso S.A., tienden a cumplir los niveles normativos de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para los parámetros que cuentan con estándar de comparación en esta norma.
- El día 05 de julio de 2021 en la estación La Odisea se presentó una situación especial de los resultados de Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb), puesto que registraron altas concentraciones. Lo anterior causó que esta Autoridad exigiera la revisión de los resultados, a lo que Cerro Matoso S.A. demostró que dichas concentraciones se presentaron como un error de reporte de los datos. En consecuencia, se demuestra que este nivel de seguimiento da un buen criterio de respuesta, intervención y atención de cualquier situación anómala como la evidenciada.
- Se identificó que algunos análisis requieren registros horarios de información de calidad del aire y meteorológicos, y solo las dos estaciones con tecnología automática del proyecto termoeléctrico de Gecelca S.A, con expediente LAM4656, reportan los datos de esta forma. Lo que demuestra que las estaciones automáticas del proyecto de Explotación y Transformación de Ferroníquel con expediente LAV0002-00-2020 de la empresa Cerro Matoso S.A., presentan una debilidad puesto que, a pesar de que estos equipos capturan la información de forma horaria, los resultados entregan compilados a 24 horas. Por tanto,





es importante que el nombrado proyecto realice entrega de información horaria en las estaciones de calidad del aire y meteorológicas con tecnología automática.

- Las tendencias de las concentraciones de material particulado en las dos estaciones automáticas de Gecelca S.A, que reportan datos horarios, presentan condiciones homogéneas en horas de la mañana y de la tarde y en los registros diarios de lunes a domingo. Además, el registro anual muestra que los meses con mayores concentraciones en las dos estaciones fueron los de temporada seca, entre diciembre a marzo, y las menores entre julio y noviembre, posiblemente asociados a lluvias y bajas velocidades del viento.
- En términos de promedios anuales de PM10 y PM2.5, se observa en general una tendencia de cumplimiento, tomando como referencia los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Frente a los registros promedio mensuales de PM10 y PM2.5, el proyecto LAV0002-00-2020 con las estaciones QA03-Torno Roto, QA04-Balsilla, QA06-Sajana, registraron los datos más altos.
- Respecto a las tendencias de los promedios diarios, a nivel general y para ambos tipos de material particulado analizado, se identificó que los datos de percentil 50 se encuentran en cumplimiento normativo del límite máximo permisible correspondiente, establecido por la Resolución 2254 de 2017.
- Los análisis de las tendencias de las concentraciones por hora del día y según la dirección del viento permiten evidenciar el origen de los mayores niveles observados y las horas del día a las cuales se encuentran asociados. Se identificó que las concentraciones más altas de PM10 y PM2.5 se originan desde las direcciones este, sur y oeste. Asociando el parámetro de dirección del viento y para ambos tipos de material particulado, a nivel general se detallaron altas concentraciones cuando la velocidad del viento se encontró entre 0 a 3 m/s. Lo anterior, podría estar atribuido a la influencia de fuentes de emisión cercanas, las cuales podrían estar asociadas a los proyectos analizados.
- En cuanto a la información de velocidad y dirección del viento de los proyectos LAV0002-00-2020 y LAV0052-00-2019, no fue posible establecer una tendencia del comportamiento meteorológico para cada una de las estaciones de monitoreo de calidad de aire ya que a pesar de que cuentan con (12) y (5) estaciones de monitoreo respectivamente, se está reportando por parte de los proyectos un dato diario y no se conoce si es el máximo, mínimo o promedio; por lo tanto, no fue posible elaborar las rosas de viento correspondientes. En tal sentido, en el seguimiento de cada expediente se recomienda





solicitar la información meteorológica con una frecuencia horaria, de tal forma que se pueda tener información del comportamiento del campo de vientos en cada una de las estaciones de monitoreo instaladas y poder realizar análisis conjunto con los niveles medidos de concentración de los contaminantes atmosféricos.

- De manera parcial para el área de la Estrategia de Monitoreo Atmosférica del Alto San Jorge en las (2) estaciones de calidad del aire del proyecto de sector de energía LAM4656, Gecelca S.A., se establece que el viento proviene predominantemente desde el sur, sureste y este y se desplaza hacia el norte, noroeste y oeste, para las dos (2) estaciones analizadas y que la velocidad del viento se encuentra en el rango de (0 a 2 m/s) predominantemente para el año 2023 y para el periodo 2022 – 2023 existen unos porcentajes bajos en el rango de (2 a 4 m/s). De manera general para las direcciones calculadas en las rosas de viento, no se observan poblaciones nucleadas toda vez que los centros urbanos de Montelíbano y Puerto Libertador se encuentran en un radio superior a los 15 km de las estaciones de monitoreo en dirección Este y Sur Oeste respectivamente. Por otro lado, el corregimiento de Torno Rojo está ubicada vientos arriba en dirección Sur Este de la Termoeléctrica, a 5 kilómetros aproximadamente.
- Respecto al ICA de PM10 y PM2.5, se observa un comportamiento cuyas concentraciones entran en la categoría “Buena” para la mayoría de los registros evaluados, y en la categoría “Aceptable” registros esporádicos en meses específicos, donde la probabilidad por las condiciones de estabilidad atmosférica, niveles de precipitación entre otras variables que alteran la dispersión de contaminantes pueden generar poca dispersión de los contaminantes y, por ende, un incremento en los niveles de inmisión reportados. Lo anterior genera una disminución de la calidad de aire, lo cual requiere que se intensifiquen los controles propuestos en los distintos programas de manejo ambiental, de forma que se minimice la emisión de este tipo de sustancias hacia la atmósfera. Específicamente para PM2.5, los proyectos presentaron los siguientes rangos de porcentajes por categoría de ICA.

Expediente	Categoría ICA PM <sub>2.5</sub>	% por año		
		2021	2022	2023
LAV0002-00-2020	Buena	57,9 - 100	83,5 - 95,9	61,5 - 100
	Aceptable	4,3 - 42,1	4,1 - 16,5	0,9 - 38,7
	Dañina	0	0,9	0
LAV0052-00-2019	Buena	-	87,0 - 91,2	61,8 - 77,6
	Aceptable	-	8,8 - 10,1	22,4 - 36,4
	Dañina a grupos sensibles	-	0	1,8
LAM4656	Buena	-	89,5 - 91,4	87,1 - 87,7
	Aceptable	-	8,6 - 10,5	12,3 - 12,9
	Dañina	-		

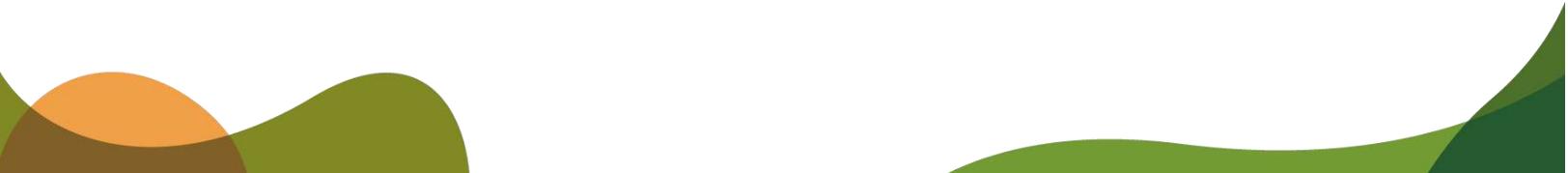




Al respecto, es importante destacar que, de acuerdo con la Resolución 2254 de 2017 (norma vigente de calidad del aire ambiente) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el índice de calidad del aire se encuentra asociado con los siguientes efectos:

<b>Rango</b>	<b>Color</b>	<b>Estado de la calidad del aire</b>	<b>Efectos</b>
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. 1) Ozono Troposférico: Las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire. 2) 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.

**Fuente:** Resolución 2254 de 2017 (norma vigente de calidad del aire ambiente) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.





## 5. BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS), 2017. Resolución 2254 de 01 de noviembre de 2017. Norma de Calidad de Aire de Ambiente. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-2254-de-2017/>

ANLA, 2021. Actualización del Reporte de análisis regional de la Subzona Hidrográfica Alto San Jorge. Disponible en:

<https://www.anla.gov.co/images/documentos/reportes-alertas/18-08-2022-anla-reporte-san-jorge-v12.pdf>

R Core Team (2024). *\_R: A Language and Environment for Statistical Computing\_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.



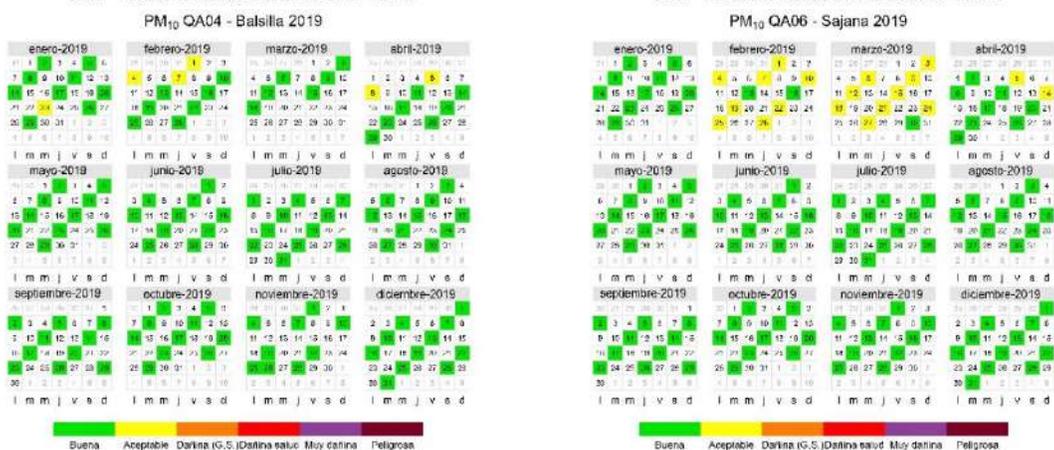
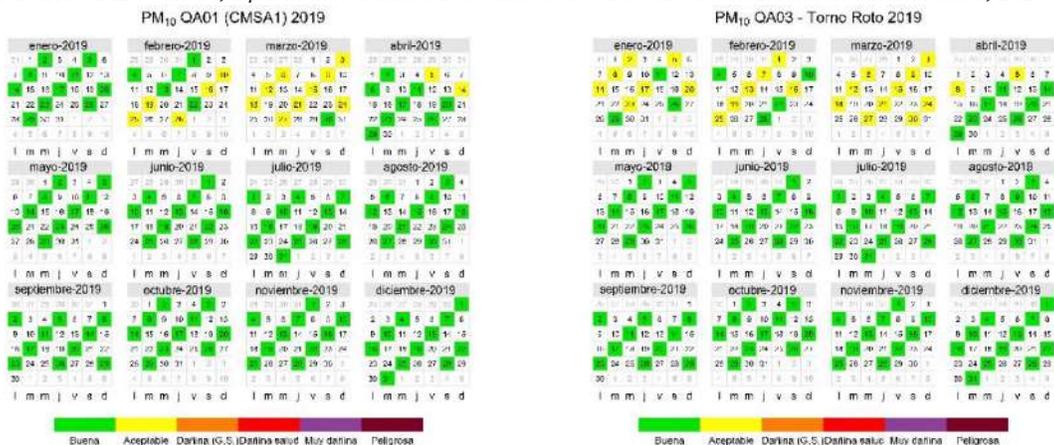
# 6. ANEXO 1: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE PARA CADA ESTACIÓN

## 6.1. Expediente: LAV0002-00-2020



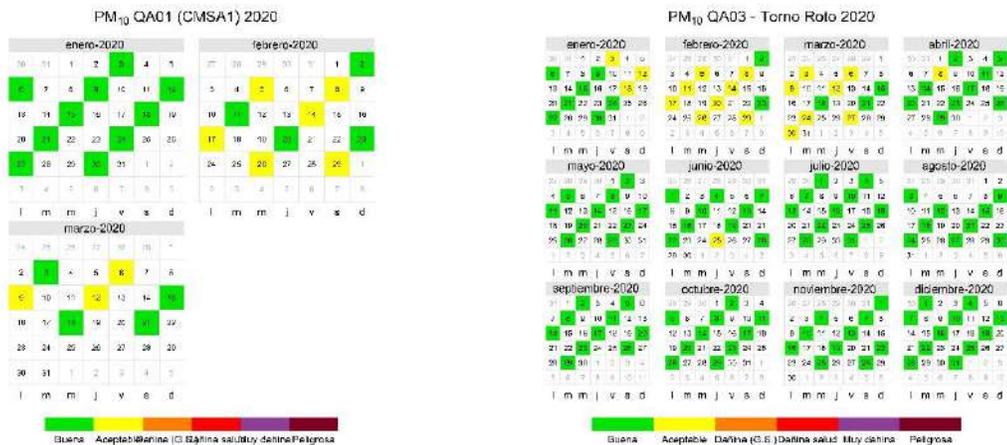
**Figura 40. Índices de calidad del aire de 2018 ICA para PM10 - LAV0002-00-2020.**

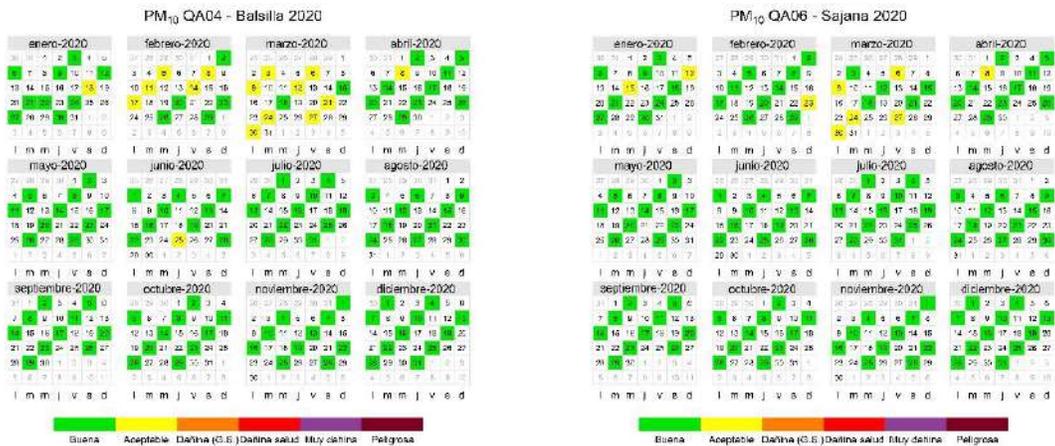
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 41. Índices de calidad del aire de 2019 ICA PM10 - LAV0002-00-2020.**

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



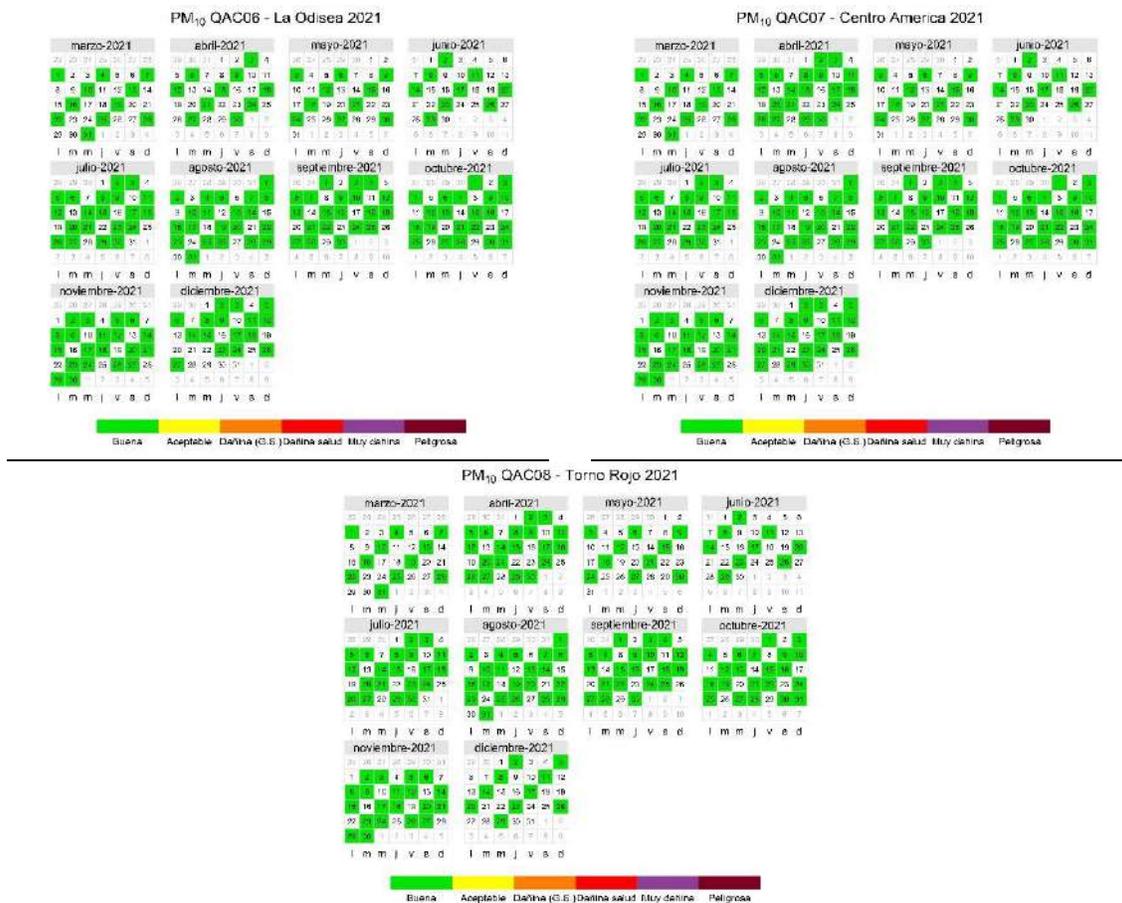


**Figura 42. Índices de calidad del aire de 2020 ICA PM10 - - LAV0002-00-2020.**

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

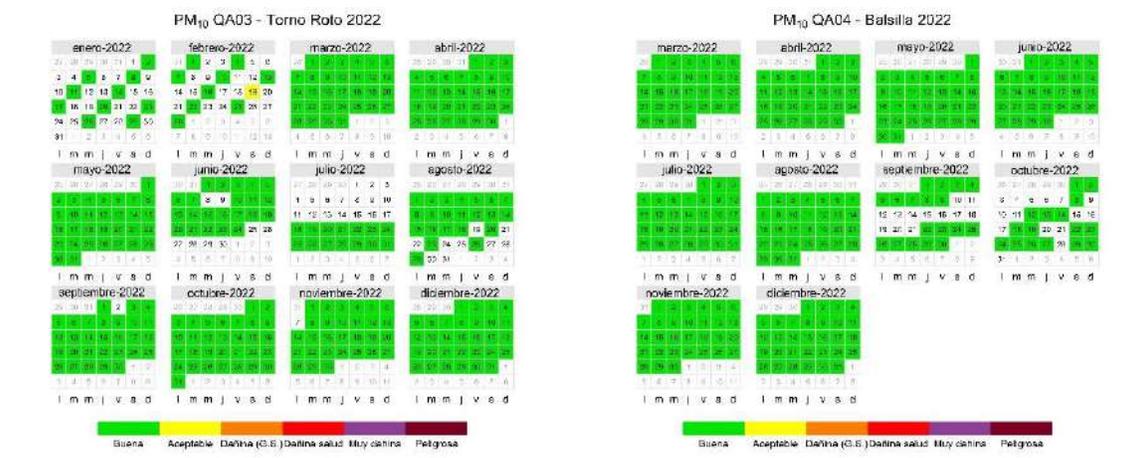






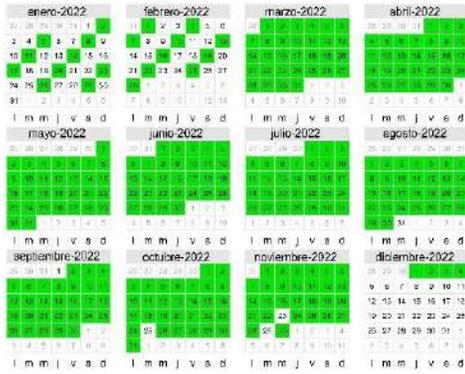
**Figura 43.** Índices de calidad del aire de 2021 ICA PM<sub>10</sub> - LAV0002-00-2020.

Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

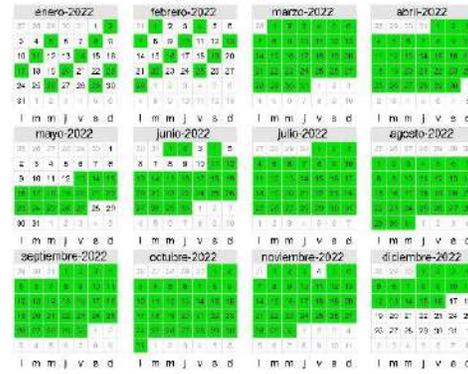




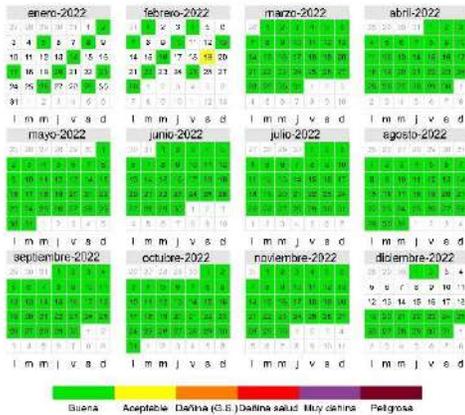
PM<sub>10</sub> QA05 - Esmeralda 2022



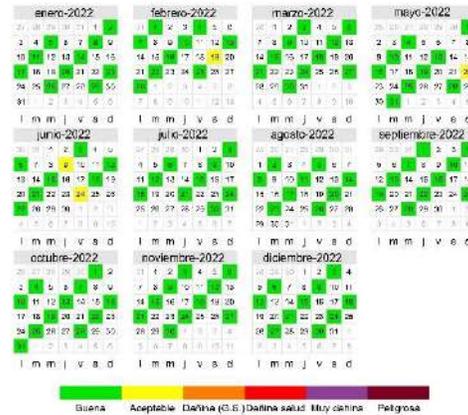
PM<sub>10</sub> QA06 - Sajana 2022



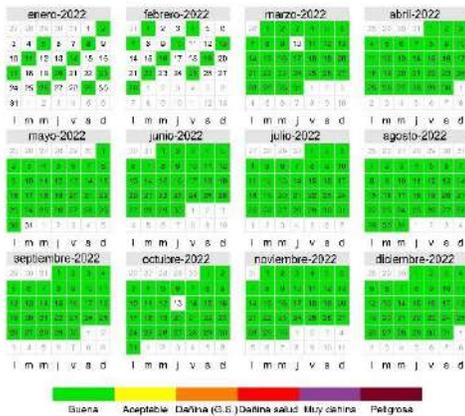
PM<sub>10</sub> QAC01 - Puente Ure 2022



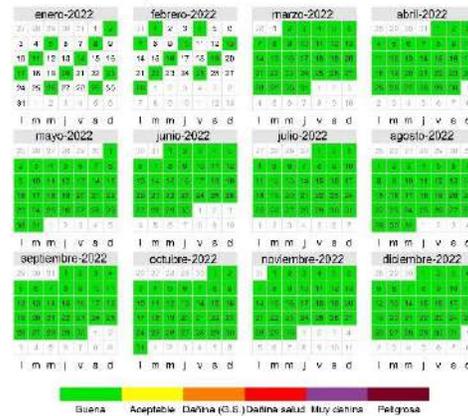
PM<sub>10</sub> QAC02 - Bocas de Ure 2022

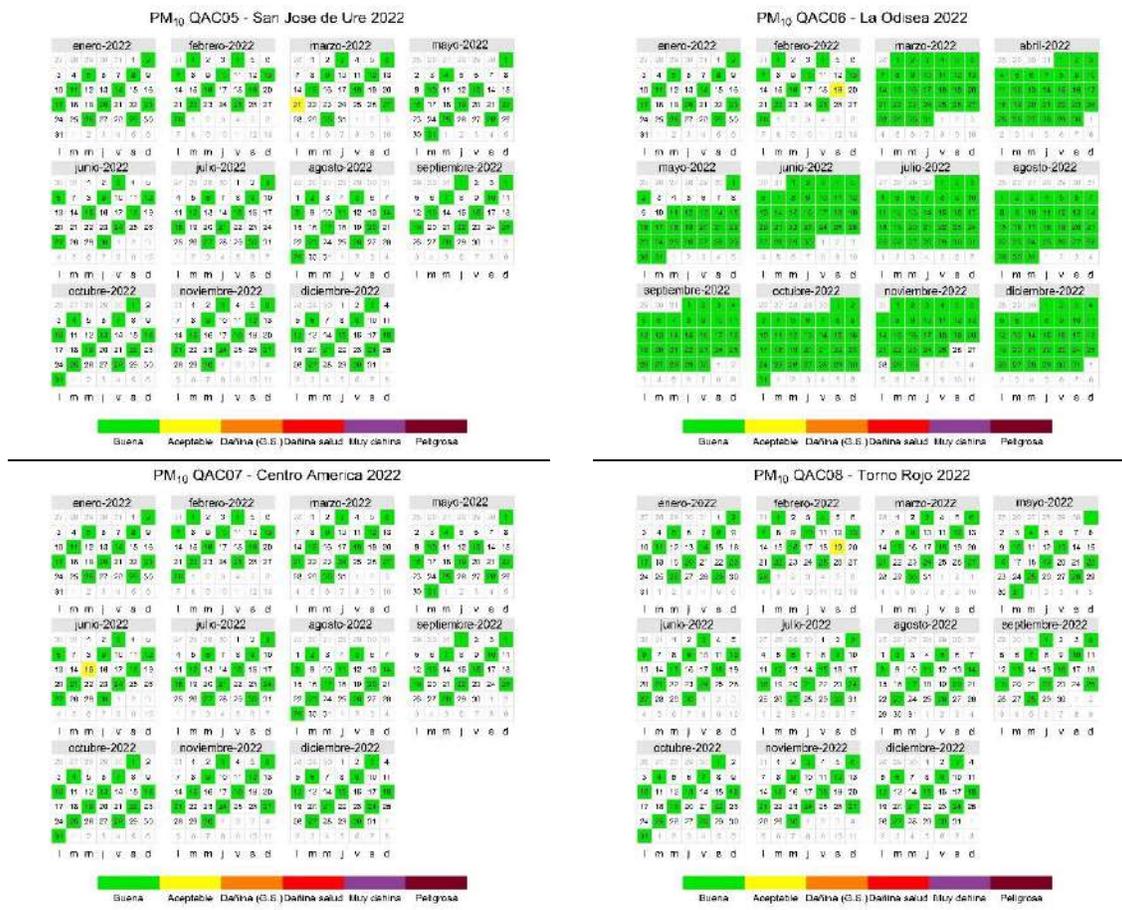


PM<sub>10</sub> QAC03 - Puerto Colombia 2022

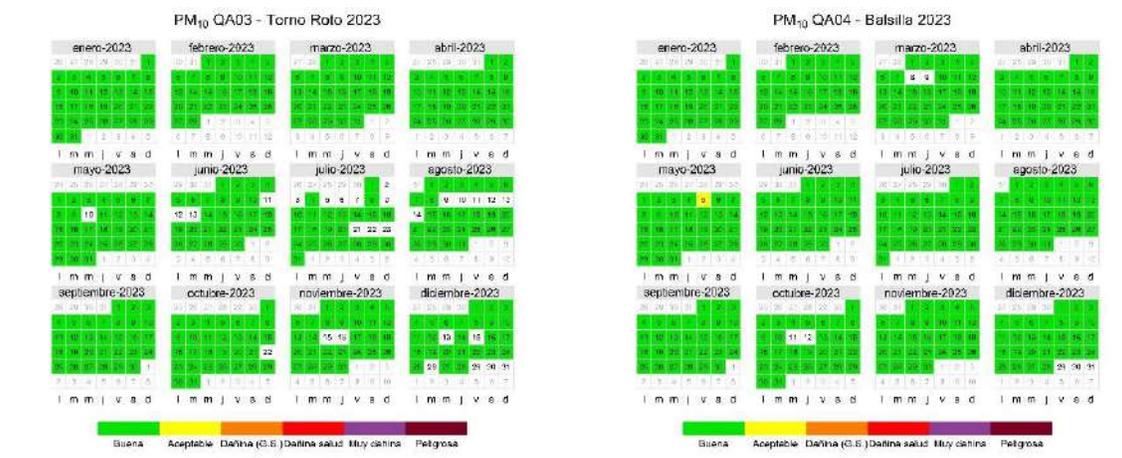


PM<sub>10</sub> QAC04 - Pueblo Flecha 2022



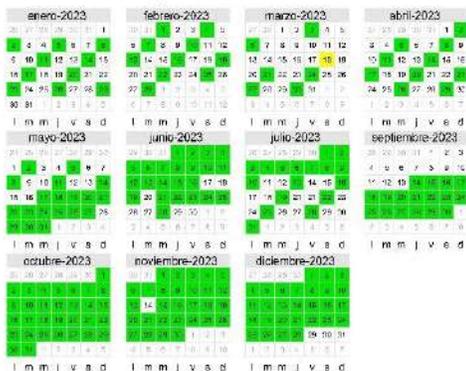


**Figura 44.** Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM10 - LAV0002-00-2020.  
Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

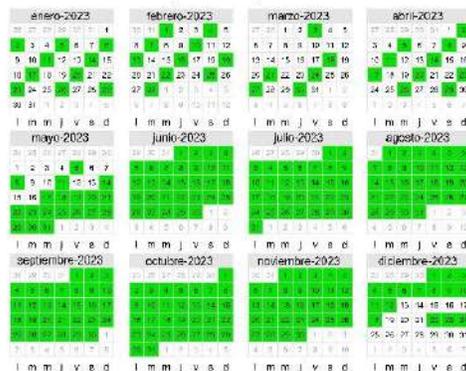




PM<sub>10</sub> QA05 - Esmeralda 2023



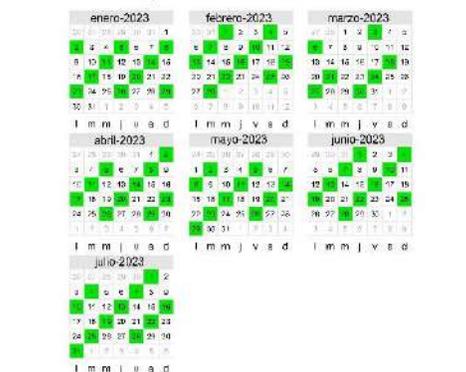
PM<sub>10</sub> QA06 - Sajana 2023



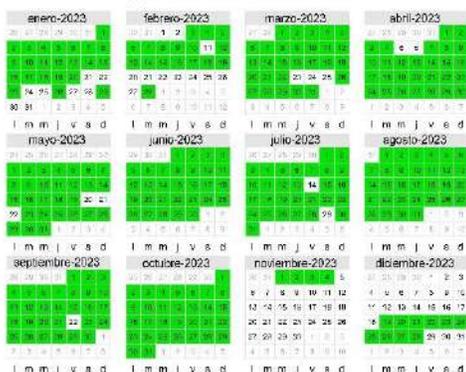
PM<sub>10</sub> QAC01 - Puente Ure 2023



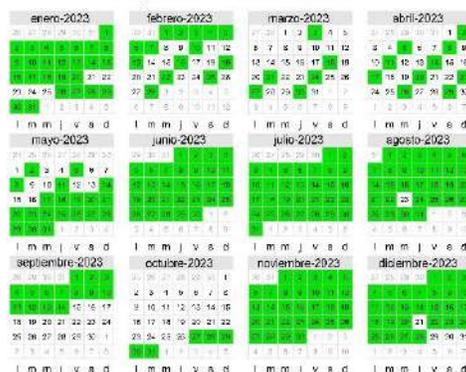
PM<sub>10</sub> QAC02 - Bocas de Ure 2023



PM<sub>10</sub> QAC03 - Puerto Colombia 2023



PM<sub>10</sub> QAC04 - Pueblo Flecha 2023



PM<sub>10</sub> QAC05 - San Jose de Ure 2023



Buena Aceptable Dañina (G.S.) Dañina salud Muy dañina Peligrosa

PM<sub>10</sub> QAC06 - La Odisea 2023



Buena Aceptable Dañina (G.S.) Dañina salud Muy dañina Peligrosa

PM<sub>10</sub> QAC07 - Centro America 2023



Buena Aceptable Dañina (G.S.) Dañina salud Muy dañina Peligrosa

PM<sub>10</sub> QAC08 - Torno Rojo 2023

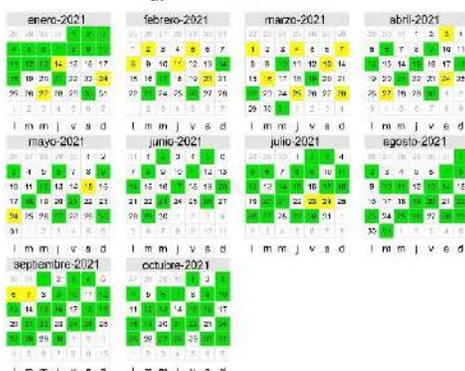


Buena Aceptable Dañina (G.S.) Dañina salud Muy dañina Peligrosa

Figura 45. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM<sub>10</sub> - LAV0002-00-2020.

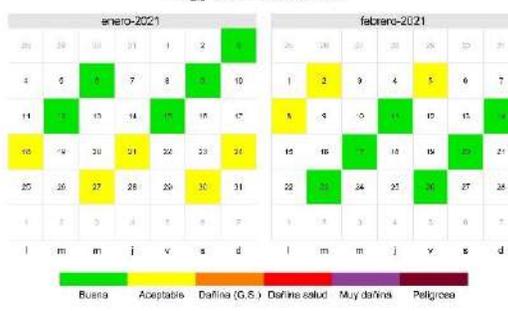
Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

PM<sub>2.5</sub> QA03 - Torno Roto 2021



Buena Aceptable Dañina (G.S.) Dañina salud Muy dañina Peligrosa

PM<sub>2.5</sub> QA04 - Balsilla 2021



Buena Aceptable Dañina (G.S.) Dañina salud Muy dañina Peligrosa



PM<sub>2.5</sub> QAO8 - Sojona 2021



Buena Aceptable Dañina Dañina salud Peligrosa

PM<sub>2.5</sub> QAC02 - Bocas de Ure 2021



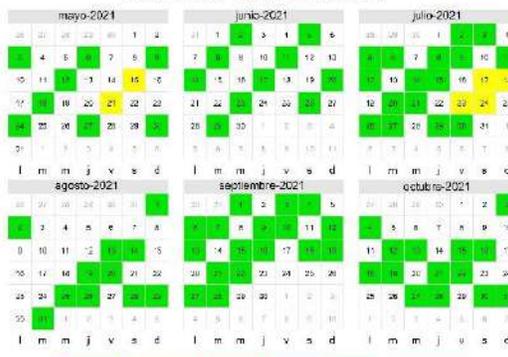
Buena Aceptable Dañina Dañina salud Peligrosa

PM<sub>2.5</sub> QAC02 - Bocas de Ure 2021



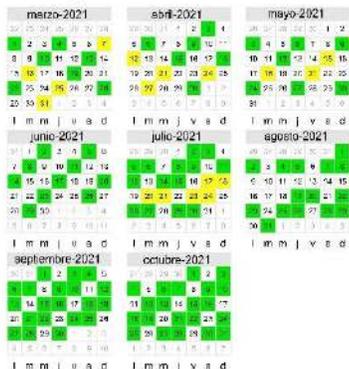
Buena Aceptable Dañina Dañina salud Peligrosa

PM<sub>2.5</sub> QAC03 - Puerto Colombia 2021



Buena Aceptable Dañina (G.S) Dañina salud Muy dañina Peligrosa

PM<sub>2.5</sub> QAC04 - Pueblo Flecha 2021

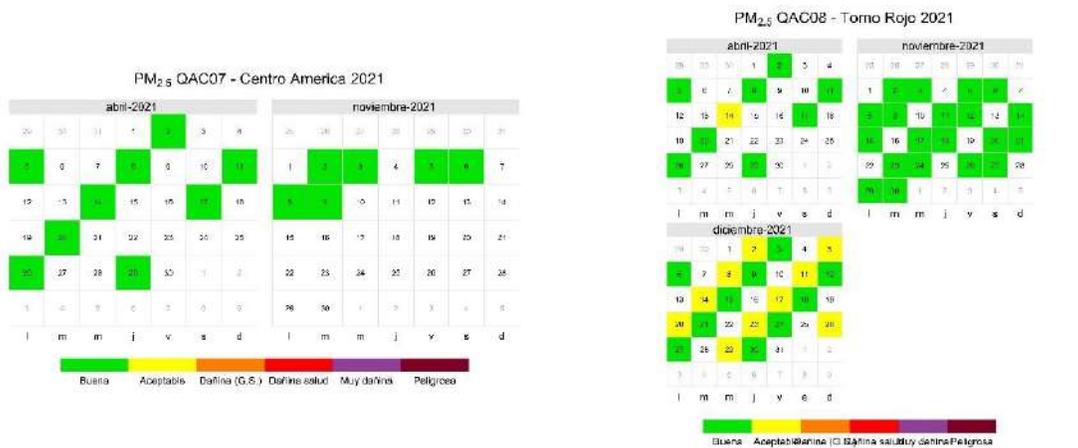


Buena Aceptable Dañina Dañina salud Peligrosa

PM<sub>2.5</sub> QAC05 - San Jose de Ure 2021



Buena Aceptable Dañina Dañina salud Peligrosa



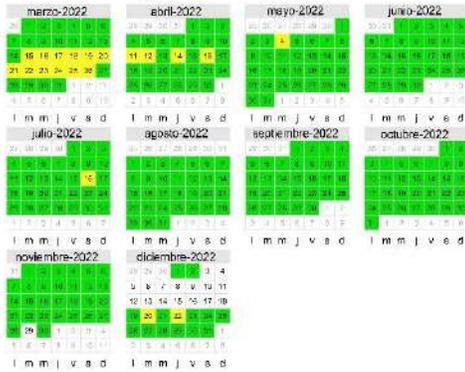
**Figura 46.** Índices de calidad del aire de 2021 ICA PM<sub>2.5</sub> - LAV0002-00-2020.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.





PM<sub>2.5</sub> QAC01 - Puente Ure 2022



PM<sub>2.5</sub> QAC03 - Puerto Colombia 2022



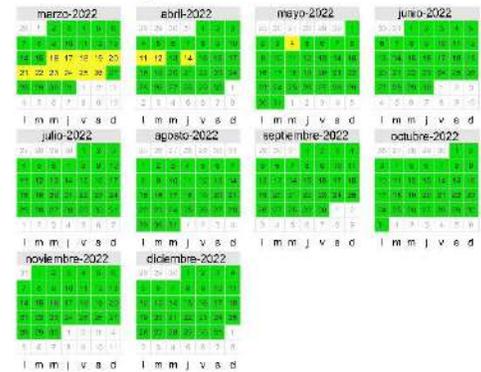
PM<sub>2.5</sub> QAC05 - San Jose de Ure 2022



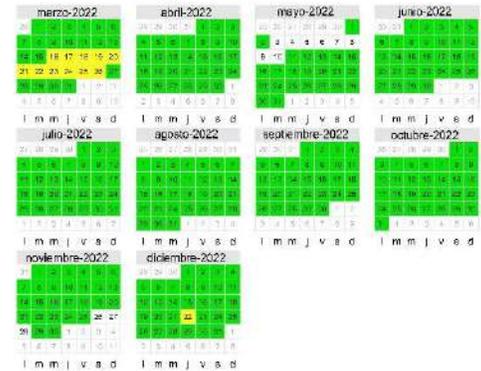
PM<sub>2.5</sub> QAC02 - Bocas de Ure 2022

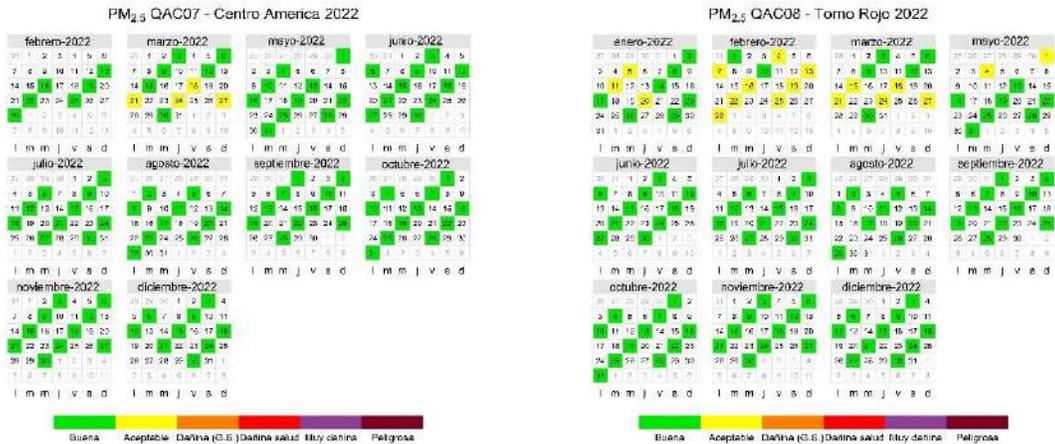


PM<sub>2.5</sub> QAC04 - Pueblo Flecha 2022



PM<sub>2.5</sub> QAC06 - La Odisea 2022





**Figura 47. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM<sub>2.5</sub> - LAV0002-00-2020.**

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

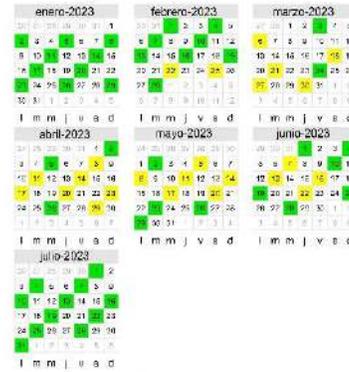




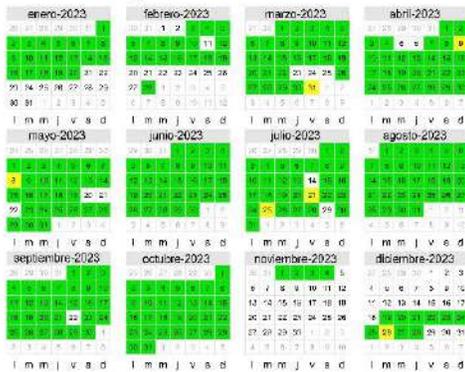
PM<sub>2.5</sub> QAC01 - Puente Ure 2023



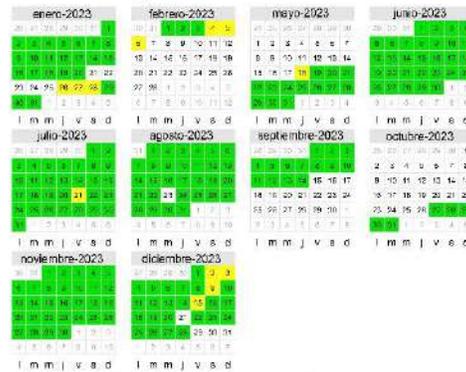
PM<sub>2.5</sub> QAC02 - Bocas de Ure 2023



PM<sub>2.5</sub> QAC03 - Puerto Colombia 2023



PM<sub>2.5</sub> QAC04 - Pueblo Flecha 2023



PM<sub>2.5</sub> QAC05 - San Jose de Ure 2023



PM<sub>2.5</sub> QAC06 - La Odisea 2023



PM<sub>2.5</sub> QAC07 - Centro America 2023



PM<sub>2.5</sub> QAC08 - Tomo Rojo 2023

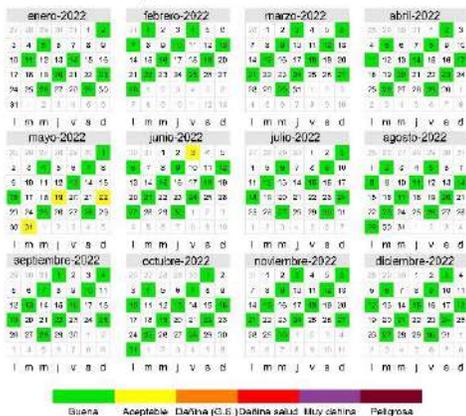


Figura 48. Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM<sub>2.5</sub> - LAV0002-00-2020.

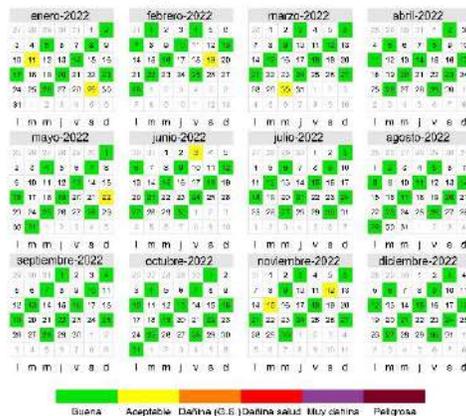
Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

## 6.2. Expediente: LAV0052-00-2019

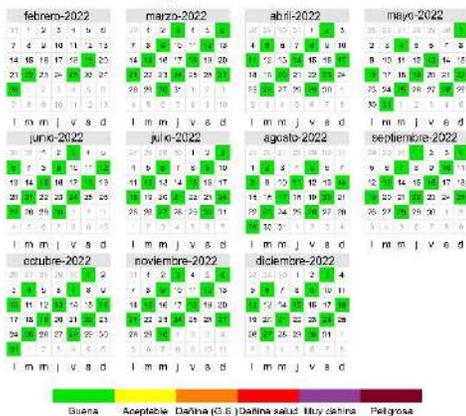
PM<sub>10</sub> QAP01-Medio Rancho 2022



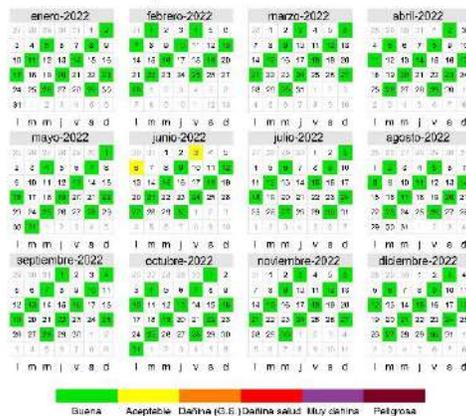
PM<sub>10</sub> QAP02-Marañonal 2022

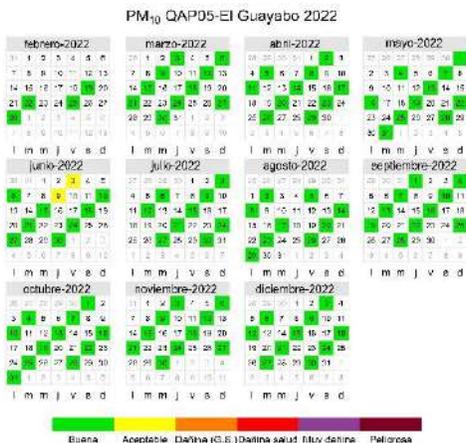


PM<sub>10</sub> QAP03-Guarica 2022

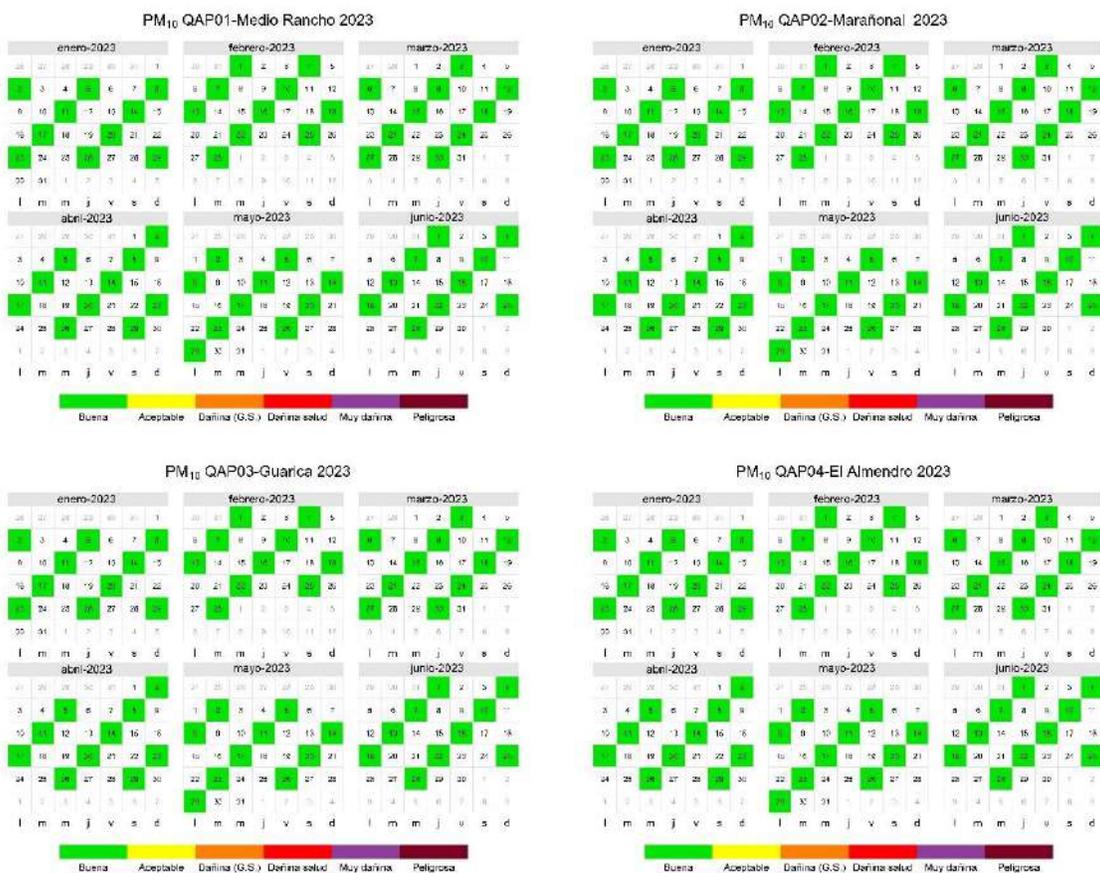


PM<sub>10</sub> QAP04-El Almendro 2022





**Figura 49. Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM<sub>10</sub> - LAV0052-00-2019.**  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



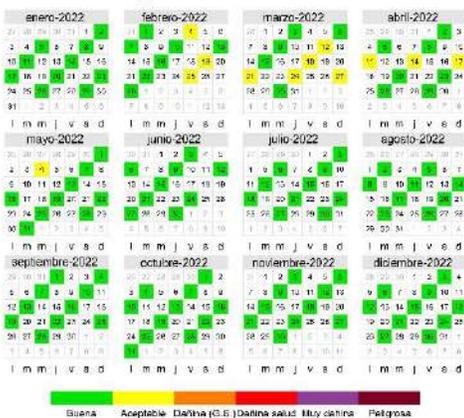


PM<sub>10</sub> QAP05-EI Guayabo 2023

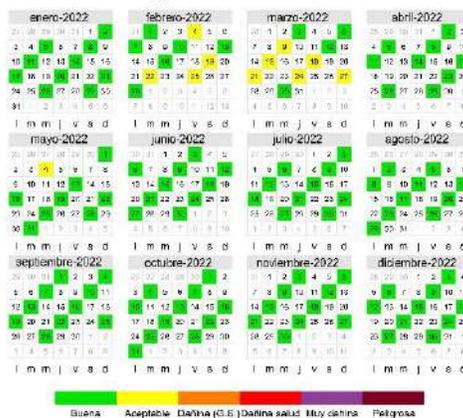


**Figura 50.** Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM10 - LAV0052-00-2019.  
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

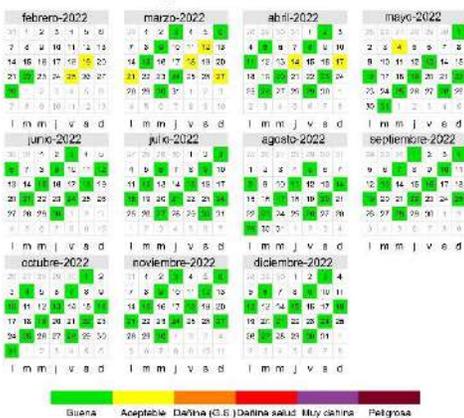
PM<sub>2.5</sub> QAP01-Medio Rancho 2022



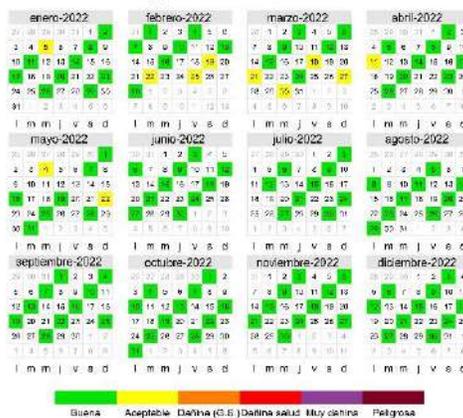
PM<sub>2.5</sub> QAP02-Marañón 2022



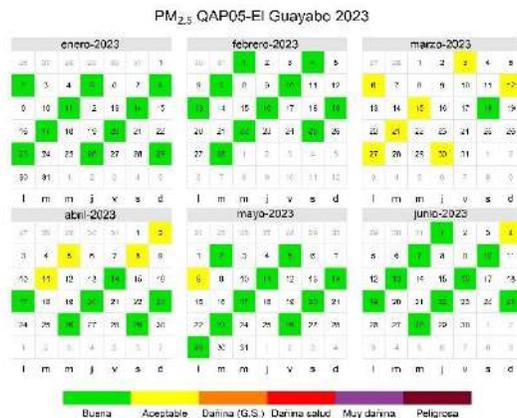
PM<sub>2.5</sub> QAP03-Guanica 2022



PM<sub>2.5</sub> QAP04-EI Almendro 2022



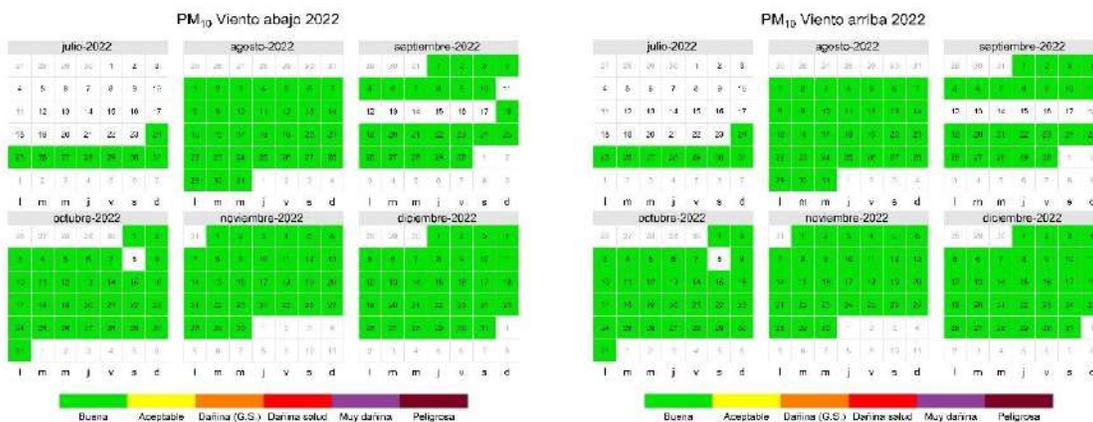




**Figura 52.** Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM<sub>2.5</sub> - LAV0052-00-2019.

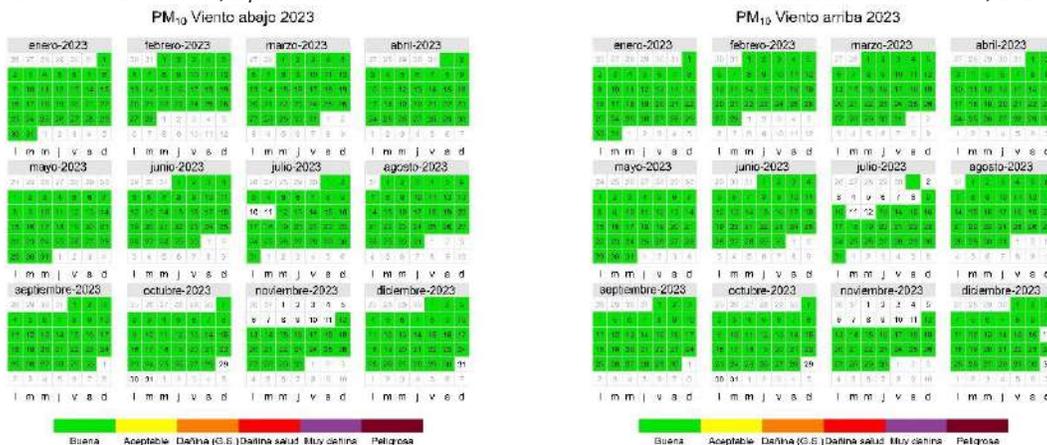
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.

### 6.3. Expediente: LAM4656



**Figura 53.** Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM<sub>10</sub> - LAM4656.

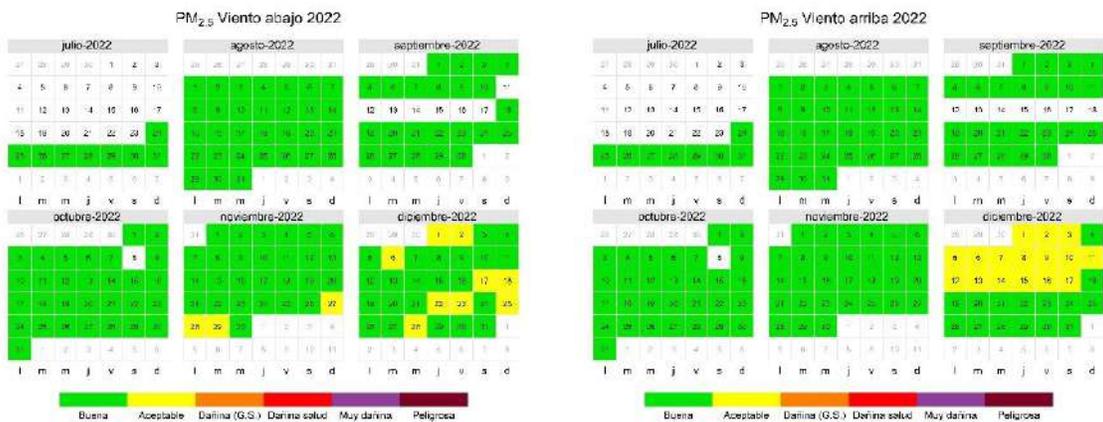
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 54.** Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM<sub>10</sub> - LAM4656.

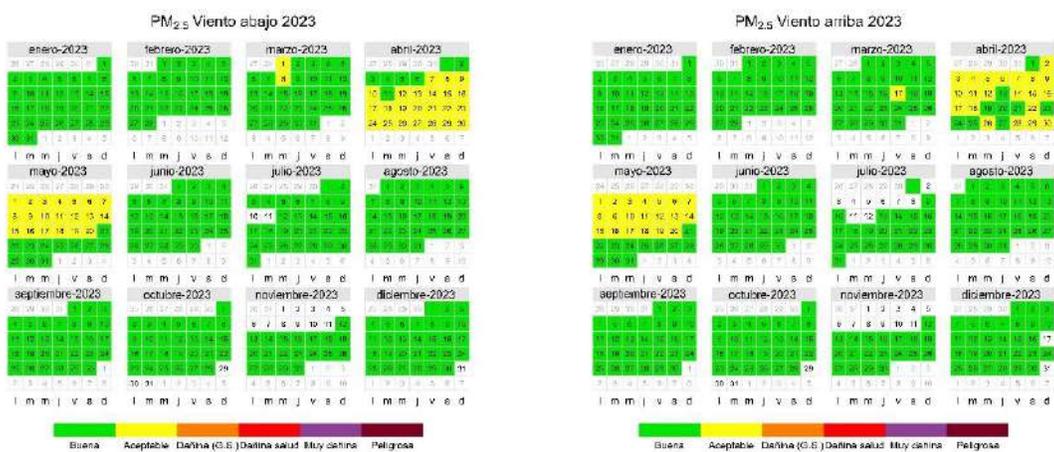
**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.





**Figura 55.** Índices de calidad del aire de 2022 ICA PM2.5 - LAM4656.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.



**Figura 56.** Índices de calidad del aire de 2023 ICA PM2.5 - LAM4656.

**Fuente:** ANLA - SIPTA, a partir de los datos del Sistema de Información de Licencias Ambientales, 2024.