

5.1.9.4. Calidad del aire.

La caracterización de la calidad del aire en la zona de estudio se realizó con base en información secundaria, correspondiente a los monitoreos realizados de material particulado PM₁₀, en los años 2018 y 2019 en el área inmediata al título minero 6823; la información tomada, hace parte de:

- Estudio de calidad de aire planta caracolito P-795, elaborado por Ingeniería y Consultoría Global Ltda.
- Informe cuatrimestral de calidad de aire noviembre 2017 a febrero 2018, elaborado por Corporación de Cuencas del Tolima (CORCUENCAS) - Laboratorio Ambiental del Tolima.
- Informe cuatrimestral de calidad de aire marzo a junio 2018, elaborado por Corporación de Cuencas del Tolima (CORCUENCAS) - Laboratorio Ambiental del Tolima.
- Informe de estudio especial de calidad de aire en la mina de caliza la Esmeralda, elaborado por Corporación de Cuencas del Tolima (CORCUENCAS) - Laboratorio Ambiental del Tolima.

También se efectuó la caracterización con información primaria a partir de las campañas de monitoreos para PM₁₀ y PM_{2.5}, las cuales fueron llevadas a cabo entre el 08 de octubre y el 12 de noviembre de 2020 para época húmeda y entre el 19 de enero al 5 de febrero de 2021 para época seca.

Es importante aclarar que las mediciones de la campaña del año 2020 y 2021 se realizaron a la luz de las especificaciones de los manuales del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y adoptado por medio de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017. En estos se especifica la metodología y lineamientos para el diseño de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA), la calibración de equipos, actividades precampo, toma de muestras, análisis de laboratorio y presentación de resultados. En el Anexo CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.037 se adjunta el informe del laboratorio, el cual integra los certificados de los equipos y calibraciones, la acreditación del laboratorio, el registro fotográfico, las cadenas de custodia, los formatos de campo y el reporte y cálculos del laboratorio.

5.1.9.4.1. Localización de puntos de monitoreo

La ubicación de las estaciones de calidad de aire que se relacionan en la Tabla 185 es tomada de la información secundaria anteriormente mencionada; en la Figura 227 se observa la ubicación de las mismas, las cuales se encuentran en el área inmediata al área de estudio - título minero 6823.

Tabla 185. Localización estaciones de monitoreo (2018-2019)

Id	Estación	Norte	Oeste	Coordenadas origen único		Información de referencia
				Este	Norte	
1	Estación 1	04°19'32,6"	75°06'07,9"	4766781,561	2036312,407	Estudio de calidad de aire planta caracolito P-795
2	Edificio Cemex (estación fija)	4°17'51,7"	75°05'59,0"	4767047,411	2033212,729	Informe cuatrimestral de calidad de aire nov 2017 a febrero 2018, elaborado por Corporación de Cuencas del Tolima

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Id	Estación	Norte	Oeste	Coordenadas origen único		Información de referencia
				Este	Norte	
3	I.E. San Miguel sede Primaria	4°17'51,1"	75°05'49,8"	4767331,012	2033193,522	(CORCUENCAS) - Laboratorio Ambiental del Tolima.
4	I.E. San Miguel sede Bachillerato	4°17'54,5"	75°06'11,40"	4766665,335	2033299,776	Informe de estudio especial de calidad de aire en la mina de caliza la Esmeralda, elaborado por Corporación de Cuencas del Tolima (CORCUENCAS) - Laboratorio Ambiental del Tolima.
5	Banda mina	4°17'50,2"	75°06'18,90"	4766433,733	2033168,347	

Fuente: Elaboración Propia

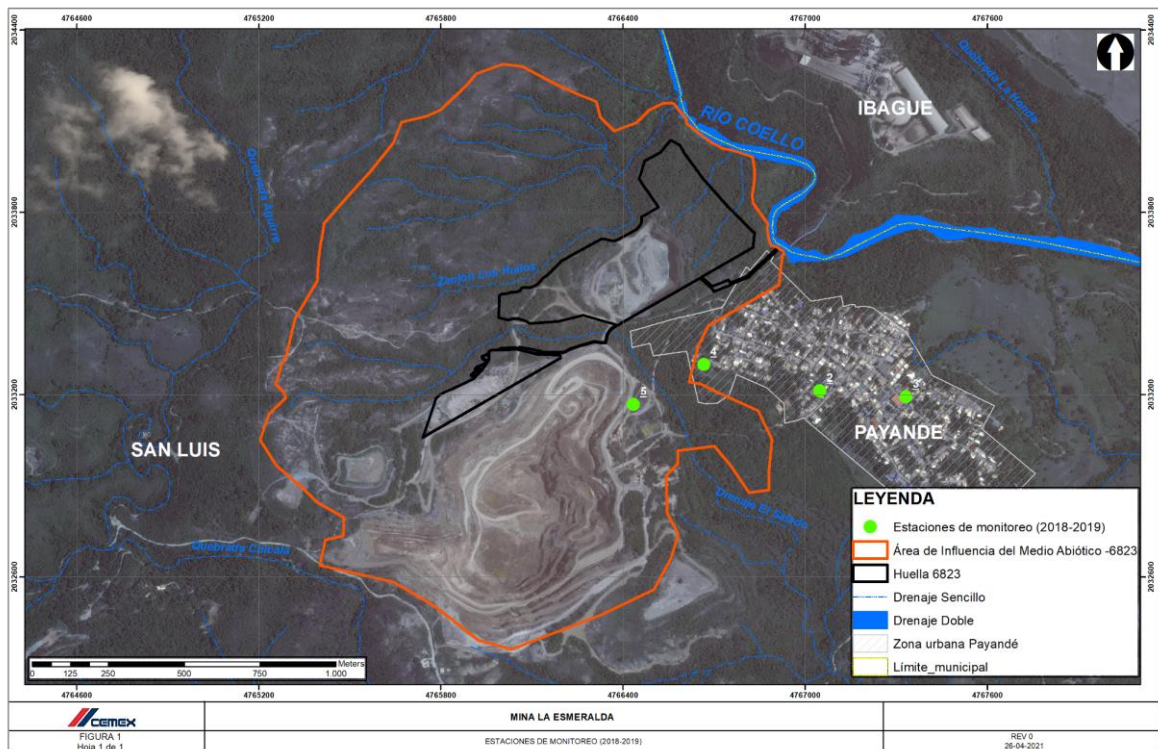


Figura 227. Ubicación estaciones de monitoreo (2018 - 2019)

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, en la Tabla 186 se indican las coordenadas de las estaciones de monitoreo del año 2020 y en la Figura 228 la representación gráfica.

Tabla 186. Localización estaciones de monitoreo 2020

Id	Estación	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas origen único	
		Latitud	Longitud	Este	Norte
CA1	Estación 1	4.299390° N	-75.100089°W	4767007,23	2033400,19
CA2	Estación 2	4.296050°N	-75.097970°W	4767241,46	2033030,37
CA3	Estación 3	4.290780°N	-75.094830°W	4767588,26	2032446,8

Fuente: Elaboración Propia

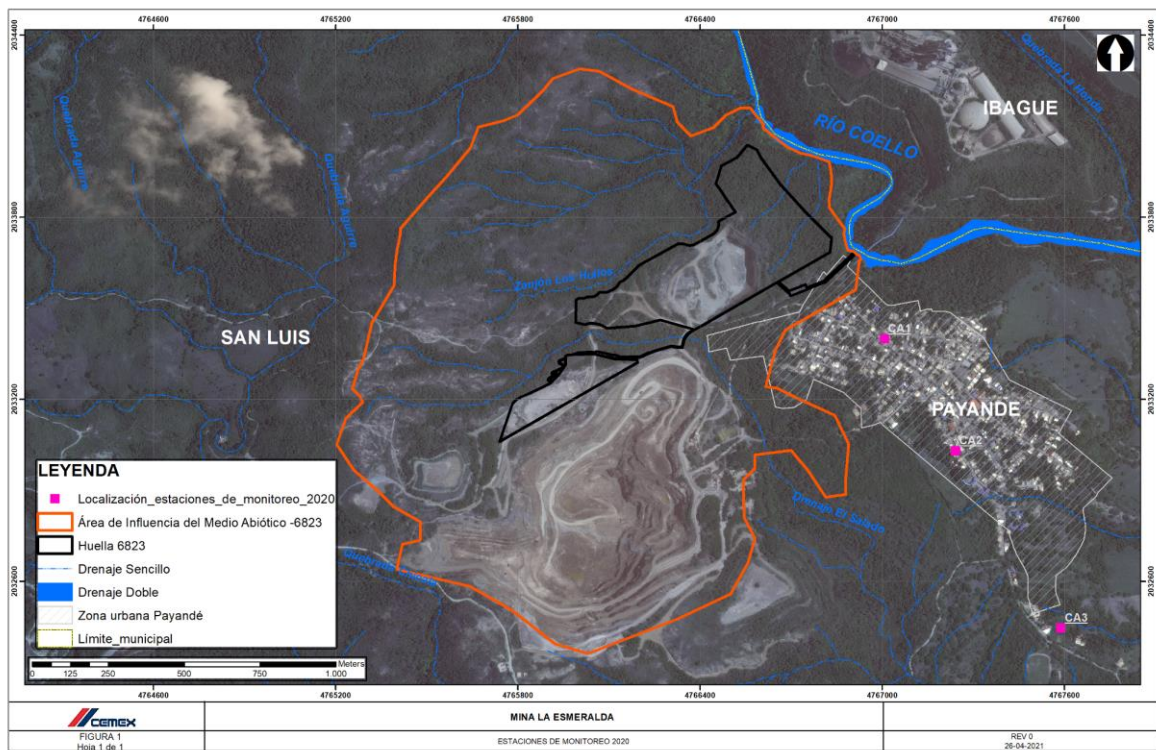


Figura 228. Ubicación estaciones de monitoreo 2020

Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.4.2. Metodología

Los monitoreos realizados para la estación 1 (Id 1), fueron ejecutados por el laboratorio Ingeniería y Consultoría Global Ltda., acreditado por el IDEAM. Los monitoreos se realizaron entre el mes de noviembre y diciembre de 2018, durante 24 días.

Las estaciones Edificio Cemex (Id 2), I.E. San Miguel sede Primaria (Id 3), I.E. San Miguel sede Bachillerato (Id 4) y Banda mina (Id 5), fueron realizados por el Laboratorio Ambiental del Tolima, operado por la Corporación de Cuencas del Tolima (CORCUENCAS). Este laboratorio se encuentra acreditado por el IDEAM.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Los monitoreos de las estaciones 2 y 3, se realizaron entre los meses de noviembre y diciembre de 2017 y enero y febrero de 2018 (para este estudio, se tomará la información del año 2018, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1402 de 2018); de igual forma, para estas mismas estaciones, entre los meses de marzo y junio de 2018.

Los monitoreos de las estaciones 4 y 5, se ejecutaron entre el 3 y el 23 de noviembre de 2019. Los monitoreos efectuados en las diferentes estaciones fueron para material particulado PM₁₀.

- Estación 1

El procedimiento de medición para Material particulado como PM₁₀, se realizó conforme el Método EPA e-CFR Título 40, parte 50, Apéndice J: Alto Volumen.

- Estación 2 y 3

El procedimiento de medición para Material particulado como PM₁₀, se realizó conforme el Método EPA e-CFR Título 40, parte 50, Apéndice J: PM₁₀.

- Estación 4 y 5

El procedimiento de medición para Material particulado como PM₁₀, se realizó conforme el Método EPA e-CFR Título 40, parte 50, Apéndice J: PM₁₀ denominado "PRM – 02: Procedimiento para el monitoreo de material particulado con equipos PM₁₀ ó equipos PST" (Procedimiento interno del Laboratorio Ambiental del Tolima).

- Estación: CA1, CA2, y CA3

El monitoreo realizado en el año 2020 estuvo a cargo del laboratorio AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S., el cual se encuentra con certificación vigente ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM en la norma NTC ISO/IEC 17025 – 2005 "Requisitos Generales para la competencia de Laboratorios de Ensayo y de calibración", mediante la siguiente resolución: Resolución 0486 del 16 de junio de 2020.

- Descripción puntos de monitoreo

A continuación en la Tabla 187 a la Tabla 189 se presenta la descripción de los tres puntos de monitoreo ejecutados durante el año 2020.

Tabla 187. Punto de monitoreo CA1

Vereda	Payandé	Municipio	San Luis
Cota (msnm)	710	Altura de instalación (m)	3
Potenciales receptores	Viviendas	Número de potenciales receptores (personas)	80
Descripción	Estación de monitoreo ubicada en la terraza de un predio en la zona residencial norte del corregimiento de Payandé, aproximadamente a 550 m de la Mina La Esmeralda en dirección Noreste		
Registro fotográfico			



Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S

Tabla 188. Punto de monitoreo CA2

Vereda	Payandé	Municipio	San Luis
Cota (msnm)	699	Altura de instalación (m)	3
Potenciales receptores	Infraestructura industrial Mina La Esmeralda y viviendas	Número de potenciales receptores (personas)	30
Descripción	Estación de monitoreo ubicada en la terraza de un predio en la zona residencial sur del corregimiento de Payandé, aproximadamente a 700 m de la Mina La Esmeralda en dirección oeste		

Registro fotográfico



Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S

Tabla 189. Punto de monitoreo CA3

Vereda	Payandé	Municipio	San Luis
Cota (msnm)	693	Altura de instalación (m)	3
Potenciales receptores	Infraestructura industrial Mina La Esmeralda y viviendas	Número de potenciales receptores (personas)	30
Descripción	Estación de monitoreo ubicada en la terraza de un predio a 50 m de la vía San Luis – Guamo, a 200 m del corregimiento de Payandé. El predio se encuentra aproximadamente a 900 m de la Mina La Esmeralda en dirección Noroeste.		
Registro fotográfico			
			

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S

- Metodología de medición

El tiempo de monitoreo fue de 36 días en época de lluvias y de 18 días en época seca, periodo durante el cual, las estaciones de monitoreo capturaron datos diez minutales, que fueron compilados en horas-días y archivados para el análisis total de la campaña. Los métodos o técnica utilizada para el reporte de datos de equipos automáticos, incluidos dentro del Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, son:

Tabla 190. Métodos de referencia

Contaminante	Método	Técnica
Material Particulado <10 µm	EN 16450:2013	Dispersión de Luz 90°
Material Particulado <2.5 µm	EPA EQPM-0311-195	

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

- Equipos para el monitoreo

Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire Industrial (SVCAI) automáticos: (Tabla 191)

Tabla 191. Equipos de monitoreo.

Equipo		Código Inventario		
		CA1 Mini Shelter	CA2 Mini Shelter	CA3 Mini Shelter
Medidor automático de PM10, PM2.5 EGC-PM	Grimm	18A09100 CG2019112001	18A12051 CG18A12051 EDM180D 20021202	18A10077 CG2020020502

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

- Meteorología Zona de estudio

A continuación en la Tabla 192, se presentan los registros de las variables meteorológicas durante el monitoreo, para las tres estaciones (Temperatura, humedad relativa, precipitación, presión barométrica, velocidad y dirección del viento). Las condiciones meteorológicas registradas durante los días de monitoreo se reportan a continuación:

Tabla 192. Información meteorológica

Día	Humedad relativa diaria (%)	Precipitación acumulada (mm H ₂ O)	Presión barométrica (mm Hg)	Temperatura (°C)	Velocidad Viento (m/s)	Dirección Viento
8/10/2020	66,1	0,0	708,5	25,8	0,49	202,50
9/10/2020	63,1	0,0	708,3	26,7	0,23	202,50
10/10/2020	68,6	0,0	707,6	26,3	0,33	202,50
11/10/2020	56,1	0,0	705,9	28,5	0,59	202,50
12/10/2020	57,8	0,0	705,7	28,7	0,51	67,50
13/10/2020	71,2	0,0	706,7	25,9	0,68	67,50
14/10/2020	70,1	0,0	706,2	26,7	0,55	67,50
15/10/2020	69,3	0,0	705,6	27,7	0,67	202,50
16/10/2020	73,3	5,3	706,0	26,4	0,42	202,50
17/10/2020	31,0	0,0	705,8	27,3	0,65	202,50
18/10/2020	61,5	0,01	705,1	28,0	0,66	202,50
19/10/2020	78,7	0,0	705,4	26,0	0,74	67,50
20/10/2020	78,5	5,6	705,9	25,9	0,47	67,50

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Día	Humedad relativa diaria (%)	Precipitación acumulada (mm H ₂ O)	Presión barométrica (mm Hg)	Temperatura (°C)	Velocidad Viento (m/s)	Dirección Viento
21/10/2020	83,6	47,0	707,9	24,6	0,40	202,50
22/10/2020	76,9	0,0	706,9	26,1	0,30	202,50
23/10/2020	72,8	0,0	706,6	26,8	0,45	45,00
24/10/2020	78,8	0,0	707,0	25,8	0,57	67,50
25/10/2020	74,4	0,0	707,1	26,4	0,49	67,50
26/10/2020	74,9	0,0	706,7	26,6	0,32	67,50
27/10/2020	75,0	0,0	706,8	26,8	0,73	67,50
28/10/2020	86,5	5,3	705,9	24,4	0,14	67,50
29/10/2020	79,3	0,0	706,0	24,5	0,62	90,00
30/10/2020	80,0	1,5	706,8	25,1	0,63	67,50
31/10/2020	82,5	0,0,	707,5	24,3	0,37	67,50
01/11/2020	82,6	4,3	707,4	24,6	0,21	67,50
02/11/2020	74,5	0,0	706,1	26,4	0,40	67,50
03/11/2020	74,7	0,0	706,3	26,3	0,55	67,50
04/11/2020	74,6	0,0	706,6	26,8	0,54	67,50
05/11/2020	82,8	5,3	706,8	24,6	0,28	67,50
06/11/2020	83,5	0,0	706,4	24,6	0,14	67,50
07/11/2020	84,9	0,0	706,9	23,6	0,20	202,50
08/11/2020	84,9	0,0	707,0	26,0	0,38	202,50
09/11/2020	79,6	0,0	707,2	25,4	0,39	67,50
10/11/2020	86,4	1,8	707,3	24,2	0,32	67,50
11/11/2020/	84,3	0,0	707,9	23,7	0,38	67,50
12/11/2020	67,1	0,0	676,9	26,2	0,20	202,50
Promedio	74,7	76,2	705,8	25,9	0,44	0,44
Máximo	86,5	47,0	708,5	28,7	0,74	0,74

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Día	Humedad relativa diaria (%)	Precipitación acumulada (mm H ₂ O)	Presión barométrica (mm Hg)	Temperatura (°C)	Velocidad Viento (m/s)	Dirección Viento
Mínimo	56,1	0,0	676,9	23,6	0,142	0,142

Fuente: Elaboración Propia

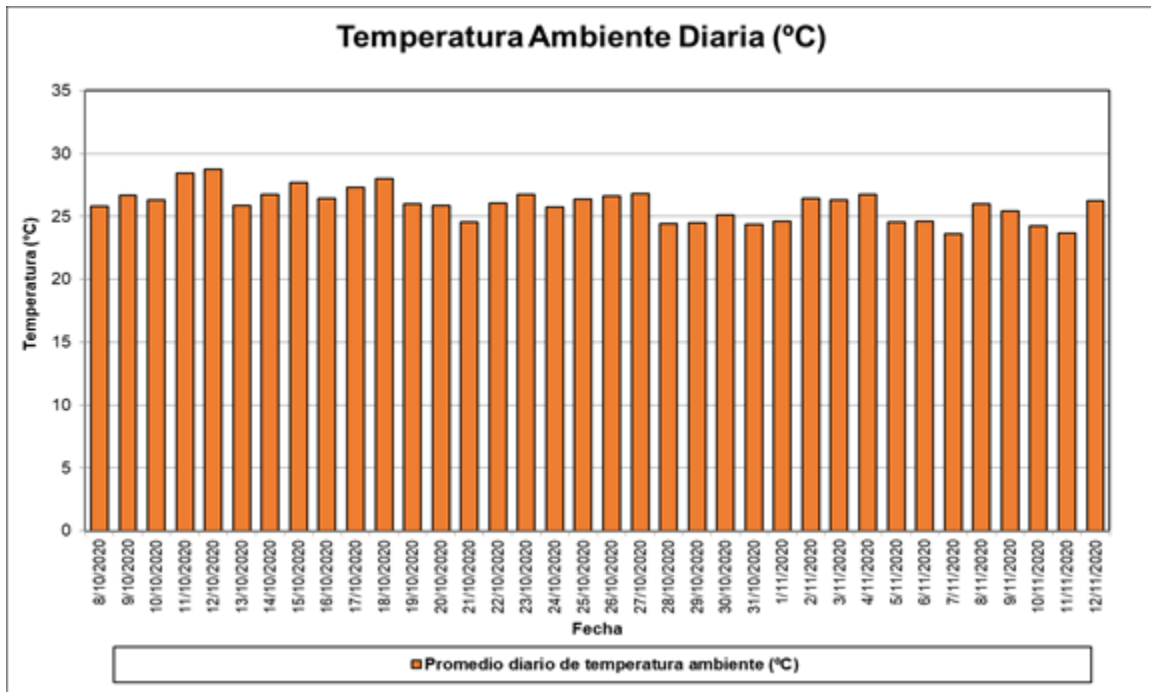


Figura 229. Promedio diario de temperatura
Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

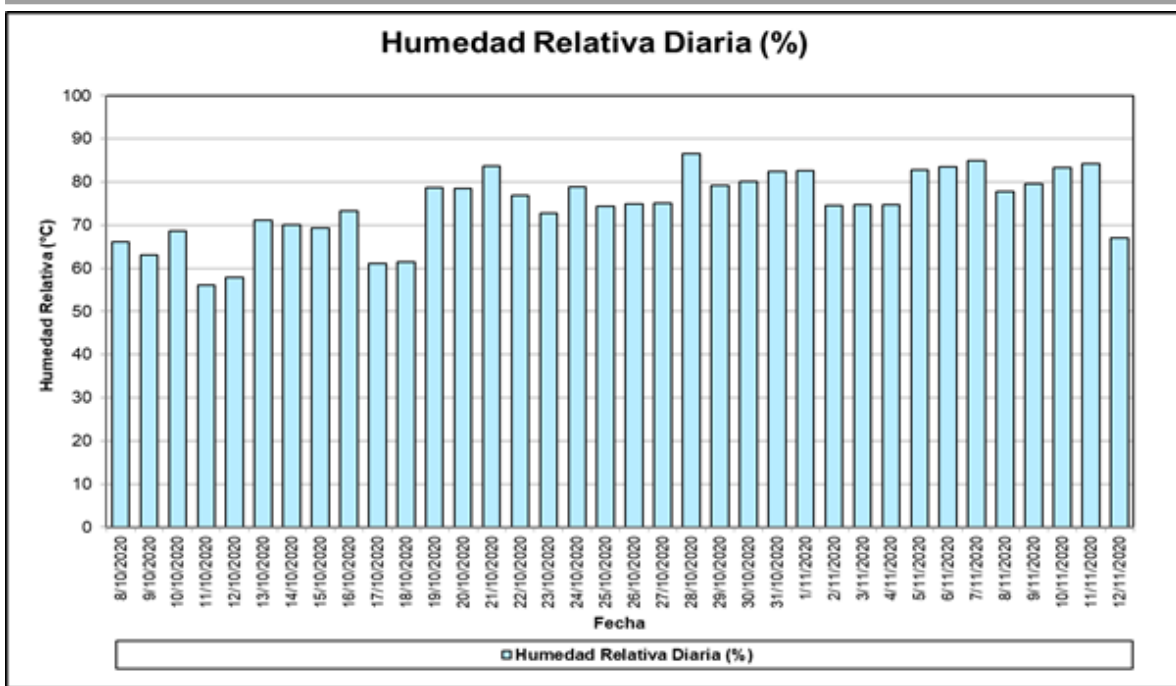


Figura 230. Promedio diario de humedad relativa
Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

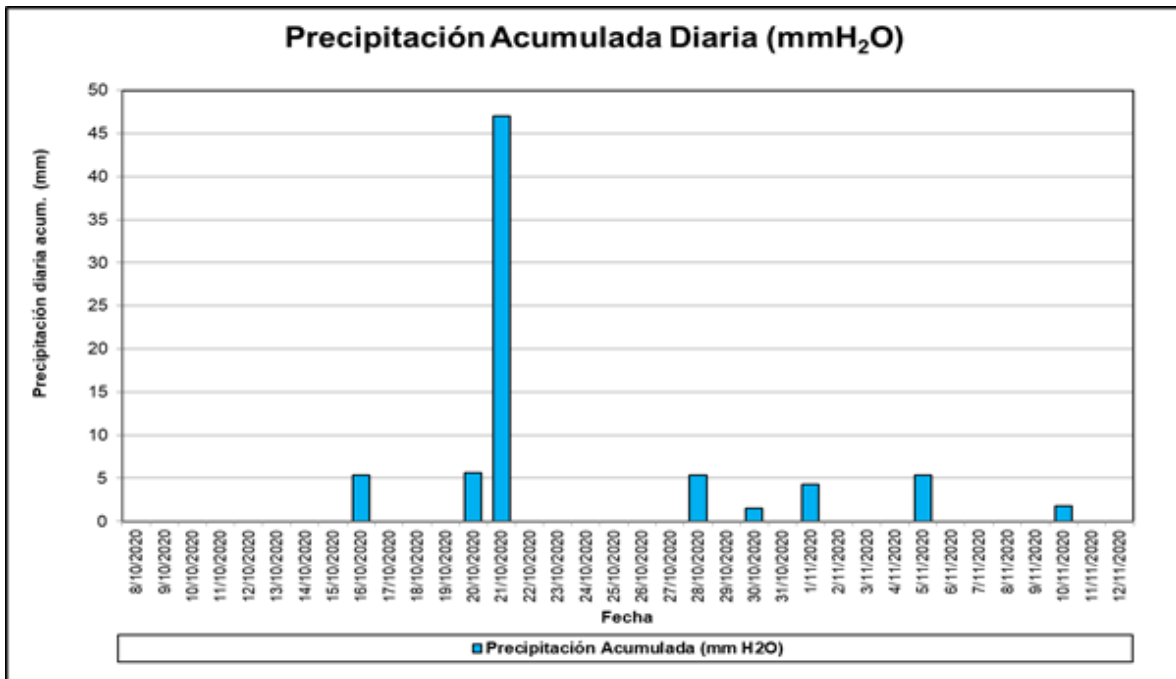


Figura 231. Precipitación acumulada
Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

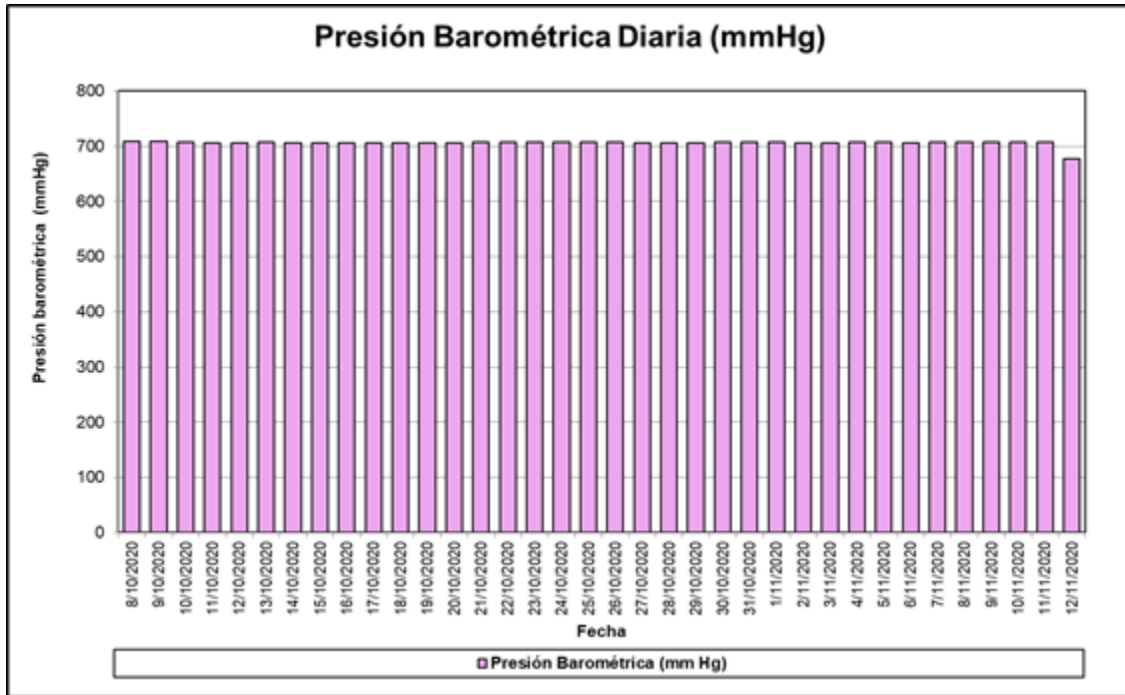


Figura 232. Promedio diario de presión barométrica
Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

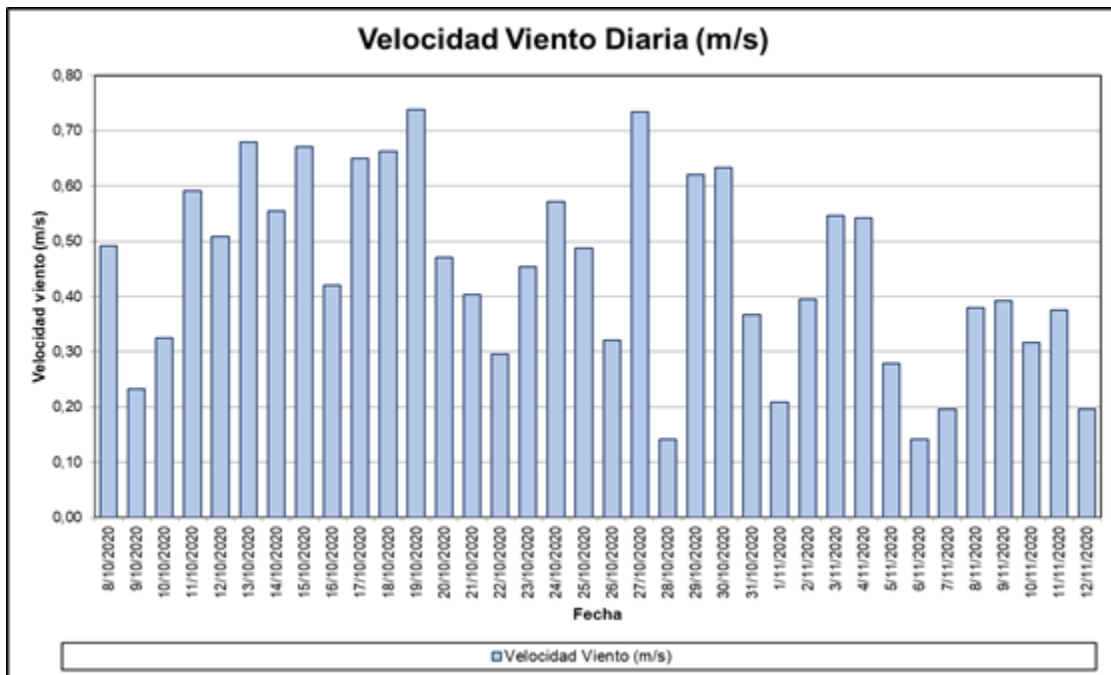


Figura 233. Promedio diario de velocidad del viento
Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

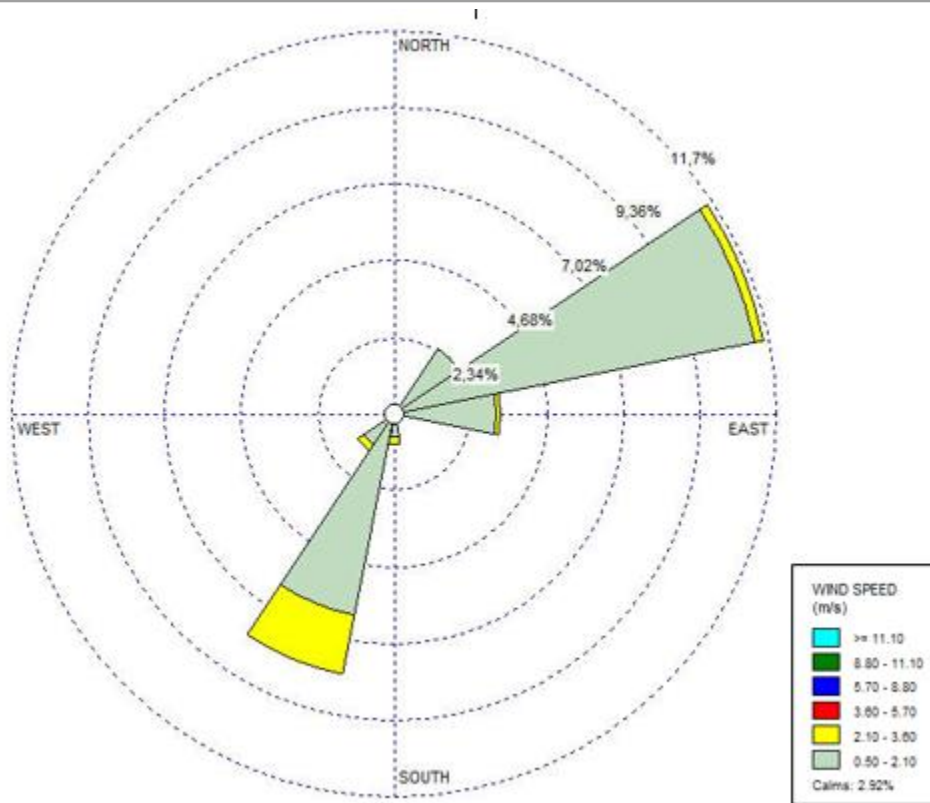


Figura 234. Rosa de vientos
Fuente: WRPLOT View - AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

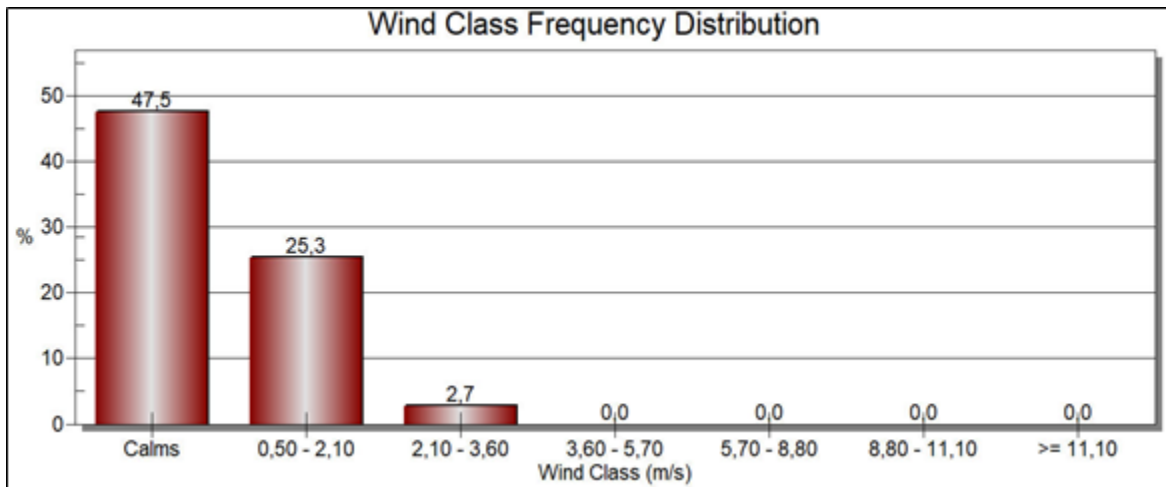


Figura 235. Distribución de frecuencias de velocidad del viento
WRPLOT View - AGQ Prodycon Colombia S.A.S



Figura 236. Distribución espacial de las Rosas de Viento
Fuente: WRPLOT View – Google Earth

5.1.9.4.3. Normatividad

Los resultados obtenidos en los monitoreos para los parámetros PM_{10} y $PM_{2,5}$ se comparan con los límites establecidos en la Resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, artículo 2. Estos límites máximos permisibles son establecidos conforme las condiciones de referencia (25°C y 1 atm).

Tabla 193. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

Contaminante	Nivel máximo permisible $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tiempo de exposición
PM_{10}	50	Anual
	100	24 horas
$PM_{2,5}$	25	Anual
	50	24 horas

Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.4.4. Resultados de calidad de aire

5.1.9.4.4.1. Informe cuatrimestral de calidad de aire nov 2017 a feb 2018

Para el análisis de resultado, se toman los datos pertenecientes a los meses de enero y febrero de 2018, en la Tabla 194 y Tabla 195, se evidencia el resultado del monitoreo, en el cual se evidencia que las concentraciones de PM₁₀ se encuentra por debajo del límite establecido para una tiempo de exposición diaria (24 horas) y anual, conforme lo indicado en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017).

Tabla 194. Resultados de material particulado como PM10 - Edificio Cemex (estación fija)

Fecha	Concentración estándar µg/m ³	Fecha	Concentración estándar µg/m ³
01-01-2018	14,3	02-02-218	25,9
03-01-2018	23,2	04-02-218	30,5
05-01-2018	16,3	06-02-218	24,0
07-01-2018	22,8	08-02-218	30,9
09-01-2018	15,9	10-02-218	39,6
11-01-2018	17,6	12-02-218	30,4
13-01-2018	16,4	14-02-218	28,8
15-01-2018	16,1	16-02-218	30,2
17-01-2018	16,1	18-02-218	24,0
19-01-2018	16,9	20-02-218	29,4
21-01-2018	15,8	22-02-218	35,4
23-01-2018	30,2	24-02-218	41,1
25-01-2018	23,9	26-02-218	30,5
27-01-2018	31,1	28-02-218	29,9
29-01-2018	26,1	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 195. Resultados de material particulado como PM10 -I.E. San Miguel sede Primaria

Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$
01-01-2018	12,4	01-02-2018	28,6
02-01-2018	16,1	02-02-2018	23,8
03-01-2018	19,8	03-02-2018	20,1
04-01-2018	15,1	04-02-2018	20,8
05-01-2018	17,5	05-02-2018	18,8
06-01-2018	16,6	06-02-2018	21,1
07-01-2018	16,9	07-02-2018	24,4
08-01-2018	20,8	08-02-2018	27,4
09-01-2018	12,8	09-02-2018	31,8
10-01-2018	15,8	10-21-2018	33,8
11-01-2018	19,6	11-02-2018	30,1
12-01-2018	16,9	12-02-2018	25,8
13-01-2018	14,4	13-02-2018	28,8
14-01-2018	16,2	14-02-2018	23,9
15-01-2018	18,1	15-02-2018	30,1
16-01-2018	21,0	16-02-2018	32,8
17-01-2018	16,4	17-02-2018	25,5
18-01-2018	14,6	18-02-2018	22,9
19-01-2018	21,6	19-02-2018	22,7
20-01-2018	24,4	20-02-2018	27,3
21-01-2018	19,6	21-02-2018	26,8
22-01-2018	23,3	22-02-2018	31,5
23-01-2018	28,3	23-02-2018	33,8

Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$
24-01-2018	30,7	24-02-2018	32,3
25-01-2018	29,6	25-02-2018	30,6
26-01-2018	27,7	26-02-2018	26,4
27-01-2018	31,9	27-02-2018	28,9
28-01-2018	25,0	28-02-2018	35,8
29-01-2018	29,6	-	-
30-01-2018	20,9	-	-
31-01-2018	28,6	-	-

Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.4.4.2. Informe cuatrimestral de calidad de aire marzo a junio 2018

El monitoreo se realizó entre los meses de marzo y junio de 2018. En la Tabla 196 y Tabla 197 se evidencia el resultado del monitoreo, permitiendo identificar que en el periodo evaluado, las concentraciones de PM_{10} se encuentra por debajo del límite establecido para un tiempo de exposición diario (24 horas), conforme lo indicado en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017).

Tabla 196. Resultados de material particulado como PM_{10} - Edificio Cemex (estación fija)

Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$
02-03-2019	30,7	01-04-2019	24,3	02-05-2019	37,0	02-06-2019	12,6
04-03-2019	34,1	03-04-2019	21,5	07-05-2019	47,6	04-06-2019	30,6
06-03-2019	45,4	05-04-2019	42,0	09-05-2019	9,3	06-06-2019	19,9
10-03-2019	22,9	07-04-2019	37,0	11-05-2019	15,2	08-06-2019	19,3
12-03-2019	36,2	09-04-2019	30,8	13-05-2019	14,8	10-06-2019	30,5
14-03-2019	26,9	11-04-2019	34,6	15-05-2019	36,7	12-06-2019	15,2
16-03-2019	39,6	13-04-2019	31,2	17-05-2019	20,7	14-06-2019	17,0
18-03-2019	33,7	15-04-2019	12,6	19-05-2019	11,1	16-06-2019	15,5
20-03-2019	20,8	17-04-2019	28,3	21-05-2019	21,9	27-06-2019	21,1

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$
22-03-2019	28,0	19-04-2019	14,4	23-05-2019	13,8	29-06-2019	21,0
24-03-2019	34,6	21-04-2019	16,4	25-05-2019	14,2	-	-
26-03-2019	34,6	23-04-2019	24,2	27-05-2019	20,1	-	-
28-03-2019	54,1	27-04-2019	19,0	29-05-2019	21,8	-	-
30-03-2019	27,3	30-04-2019	52,3	31-05-2019	11,3	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 197. Resultados de material particulado como PM10 -I.E. San Miguel sede Primaria

Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$
01-03-2019	62,7	01-04-2019	26,7
02-03-2019	24,4	02-04-2019	24,9
03-03-2019	43,7	03-04-2019	34,2
04-03-2019	34,7	04-04-2019	44,1
05-03-2019	27,5	05-04-2019	56,2
06-03-2019	47,3	06-04-2019	60,1
07-03-2019	43,5	07-04-2019	50,7
08-03-2019	44,2	08-04-2019	73,9
09-03-2019	39,2	09-04-2019	48,9
10-03-2019	31,6	10-04-2019	40,2
11-03-2019	Muestra rechazada	11-04-2019	51,2
12-03-2019	Sin datos	12-04-2019	48,0
13-03-2019	Sin datos	13-04-2019	65,5
14-03-2019	Muestra rechazada	14-04-2019	54,4
15-03-2019	35,3	15-04-2019	18,6
16-03-2019	34,1	16-04-2019	34,8

Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha	Concentración estándar $\mu\text{g}/\text{m}^3$
17-03-2019	Muestra rechazada	17-04-2019	41,4
18-03-2019	Muestra rechazada	18-04-2019	24,4
19-03-2019	19,5	19-04-2019	21,6
20-03-2019	19,8	20-04-2019	19,4
21-03-2019	31,0	21-04-2019	21,9
22-03-2019	27,2	22-04-2019	28,4
23-03-2019	Muestra rechazada	23-04-2019	31,4
24-03-2019	33,5	24-04-2019	28,6
25-03-2019	47,2	25-04-2019	39,2
26-03-2019	32,7	26-04-2019	26,9
27-03-2019	58,3	27-04-2019	34,0
28-03-2019	78,8	28-04-2019	43,0
29-03-2019	46,9	29-04-2019	69,4
30-03-2019	42,0	30-04-2019	77,4
31-03-2019	53,1	-	-

Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.4.4.3. Estudio de calidad de aire planta caracolito P-795

El monitoreo se realizó entre el 17 de noviembre y el 10 de diciembre de 2018, tomando 24 muestras durante este periodo, en la Tabla 198 se evidencia el resultado del monitoreo, permitiendo identificar que, en el periodo evaluado, las concentraciones de PM_{10} se encuentra por debajo del límite establecido para una tiempo de exposición anual y exposición diaria (24 horas), conforme lo indicado en la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017).

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Tabla 198. Resultados de monitoreo entre noviembre y diciembre de 2018

Estación	Parámetro	Norma local		Media geométrica (µg/m³)	Máxima µg/m³
		Anual µg/m³	Diaria µg/m³		
Estación 1	PM ₁₀	50	75*	32,94	44,9

*valor de referencia de acuerdo con lo indicado en Parágrafo 1 de la Resolución 2254 de 2017

Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.4.4.4. Informe de estudio especial de calidad de aire en la mina de caliza la Esmeralda

El monitoreo se realizó entre el 5 y 23 de noviembre de 2019, efectuando mediciones para el parámetro PM₁₀, en las estaciones con Id. 2, 4 y 5 (Véase Tabla 185); de acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 199), se indica que las concentraciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en la norma diaria.

Tabla 199. Resultados de monitoreo noviembre de 2018

Id	Estación	Parámetro	Norma local		Promedio aritmético (µg/m³)	Máxima µg/m³
			Anual µg/m³	Diaria µg/m³		
2	Edificio Cemex (estación fija)	PM ₁₀	50	75*	23,7	45,5
4	I.E. San Miguel sede Bachillerato	PM ₁₀	50	75*	26,3	43,4
5	Banda mina	PM ₁₀	50	75*	46,1	84,6

*valor de referencia de acuerdo con lo indicado en Parágrafo 1 de la Resolución 2254 de 2017

Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.4.4.5. Monitoreo año 2020

Tabla 200. Resultados a condiciones de referencia – CA1

Fecha	PM _{2.5} µg/m³	PM ₁₀ µg/m³
8/10/2020	4,80	7,78
9/10/2020	9,20	21,68
10/10/2020	6,39	16,84
11/10/2020	4,93	10,87
12/10/2020	8,32	19,17

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
13/10/2020	8,96	10,91
14/10/2020	12,45	12,75
15/10/2020	18,95	30,66
16/10/2020	13,44	39,07
17/10/2020	15,25	39,04
18/10/2020	5,97	13,32
19/10/2020	5,58	11,03
20/10/2020	8,06	18,60
21/10/2020	6,99	20,07
22/10/2020	6,22	9,81
23/10/2020	7,74	18,49
24/10/2020	9,31	17,90
25/10/2020	7,99	18,13
26/10/2020	6,05	15,40
27/10/2020	7,50	16,85
28/10/2020	7,49	12,32
29/10/2020	6,09	10,40
30/10/2020	6,96	14,89
31/10/2020	6,94	15,26
1/11/2020	6,01	13,56
2/11/2020	5,28	11,78
3/11/2020	5,39	11,01
4/11/2020	6,29	14,96
5/11/2020	6,65	14,10
6/11/2020	6,40	11,49
7/11/2020	5,19	11,86

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
8/11/2020	5,37	9,77
9/11/2020	3,93	8,05
10/11/2020	3,56	8,93
11/11/2020	10,43	18,87
12/11/2020	10,22	21,92
Promedio	7,67	16,04
Máximo	18,95	39,07

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 201. Comparación de resultados Estación CA1

Contaminante	Nivel Máximo Permissible (µg/m ³)	Tiempo de Exposición	Concentración a condiciones de Referencia (µg/m ³)
Material Particulado <10 µm*	75	24 horas	16,04
Material Particulado <2.5 µm*	37	24 horas	7,67

*Promedio 24 horas de los días monitoreados

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 202. Resultados a condiciones de referencia – CA2

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
8/10/2020	7,64	26,49
9/10/2020	7,81	26,32
10/10/2020	9,04	33,90
11/10/2020	6,44	26,63
12/10/2020	6,05	22,59
13/10/2020	7,76	27,44
14/10/2020	7,21	24,77
15/10/2020	8,42	30,19
16/10/2020	7,75	30,91

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
17/10/2020	6,24	23,01
18/10/2020	6,00	23,11
19/10/2020	7,09	21,94
20/10/2020	6,61	24,07
21/10/2020	7,18	20,76
22/10/2020	5,91	22,30
23/10/2020	5,85	23,45
24/10/2020	6,72	18,85
25/10/2020	5,62	14,58
26/10/2020	5,05	12,28
27/10/2020	7,15	24,10
28/10/2020	7,09	22,34
29/10/2020	6,07	17,71
30/10/2020	5,55	15,77
31/10/2020	6,18	18,51
1/11/2020	6,43	20,04
2/11/2020	7,70	19,56
3/11/2020	5,83	18,23
4/11/2020	5,88	17,82
5/11/2020	5,14	15,26
6/11/2020	3,07	9,34
7/11/2020	4,49	15,97
8/11/2020	5,53	18,12
9/11/2020	6,65	19,04
10/11/2020	4,71	13,04
11/11/2020	6,02	15,99

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
12/11/2020	7,68	17,41
Promedio	6,43	20,89
Máximo	9,04	33,90

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 203. Comparación de resultados Estación CA2

Contaminante	Nivel Máximo Permisible (µg/m ³)	Tiempo de Exposición	Concentración a condiciones de Referencia (µg/m ³)
Material Particulado <10 µm*	75	24 horas	20,89
Material Particulado <2.5 µm*	37	24 horas	6,43

*Promedio 24 horas de los días monitoreados

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 204. Resultados a condiciones de referencia – CA3

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
08/10/2020	10,74	25,80
9/10/2020	9,49	23,28
10/10/2020	11,46	30,23
11/10/2020	8,33	22,62
12/10/2020	7,35	19,45
13/10/2020	9,39	20,06
14/10/2020	8,78	22,56
15/10/2020	11,48	28,51
16/10/2020	9,64	26,20
17/10/2020	7,93	21,47
18/10/2020	7,06	17,21
19/10/2020	8,36	19,28
20/10/2020	7,72	18,80
21/10/2020	9,12	19,99

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
22/10/2020	7,75	21,62
23/10/2020	8,08	21,92
24/10/2020	7,09	11,62
25/10/2020	6,88	11,77
26/10/2020	6,99	15,81
27/10/2020	9,00	21,09
28/10/2020	8,80	19,67
29/10/2020	5,99	10,21
30/10/2020	5,53	9,23
31/10/2020	7,39	13,38
01/11/2020	6,56	12,67
02/11/2020	9,66	16,71
03/11/2020	6,43	13,56
04/11/2020	6,48	12,17
05/11/2020	3,93	7,97
06/11/2020	2,94	5,60
07/10/2020	3,87	8,64
08/11/2020	6,14	12,45
09/11/1010	7,76	14,39
10/11/2020	6,90	11,44
11/11/2020	7,39	19,212
12/11/2020	9,75	27,01
Promedio	7,73	17,60
Máximo	11,48	30,23

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 205. Comparación de resultados Estación CA3

Contaminante	Nivel Máximo Permisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición	Concentración a condiciones de Referencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Material Particulado <10 μm^*	75	24 horas	17,60
Material Particulado <2.5 μm^*	37	24 horas	7,73

*Promedio 24 horas de los días monitoreados

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

- Índice de calidad del aire

Tabla 206. Índice calidad aire SVCAI – Estación CA1

Fecha	PM _{2.5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VALor ICA	ICA
8/10/2020	4,80	18,5	Buena	7,78	7,1	Buena
9/10/2020	9,20	35,4	Buena	21,68	19,7	Buena
10/10/2020	6,39	24,6	Buena	16,84	15,3	Buena
11/10/2020	4,93	19,0	Buena	10,87	9,9	Buena
12/10/2020	8,32	32,0	Buena	19,17	17,4	Buena
13/10/2020	8,96	34,5	Buena	10,91	9,9	Buena
14/10/2020	12,45	47,90	Buena	12,75	11,6	Buena
15/10/2020	18,95	62,7	Aceptable	30,66	27,9	Buena
16/10/2020	13,44	51,9	Aceptable	39,07	35,5	Buena
17/10/2020	15,25	55,4	Aceptable	39,04	35,5	Buena
18/10/2020	5,97	23,0	Buena	13,32	12,1	Buena
19/10/2020	5,58	21,5	Buena	11,03	10,0	Buena
20/10/2020	8,06	31,0	Buena	18,60	16,9	Buena
21/10/2020	6,99	26,9	Buena	20,07	18,3	Buena
22/10/2020	6,22	23,9	Buena	9,81	8,9	Buena
23/10/2020	7,74	29,8	Buena	18,49	16,8	Buena
24/10/2020	9,31	35,8	Buena	17,90	16,3	Buena

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
25/10/2020	7,99	30,7	Buena	18,13	16,5	Buena
26/10/2020	6,05	23,3	Buena	15,40	14,0	Buena
27/10/2020	7,50	28,9	Buena	16,85	15,3	Buena
28/10/2020	7,49	28,8	Buena	12,32	11,2	Buena
29/10/2020	6,09	23,4	Buena	10,40	9,5	Buena
30/10/2020	6,96	26,8	Buena	14,89	13,5	Buena
31/10/2020	6,94	26,7	Buena	15,26	13,9	Buena
1/11/2020	6,01	23,1	Buena	13,56	12,3	Buena
2/11/2020	5,28	20,3	Buena	11,78	10,7	Buena
3/11/2020	5,39	20,7	Buena	11,01	10,0	Buena
4/11/2020	6,29	24,2	Buena	14,96	13,6	Buena
5/11/2020	6,65	25,6	Buena	14,10	12,8	Buena
6/11/2020	6,40	24,6	Buena	11,49	10,5	Buena
7/11/2020	5,19	20,0	Buena	11,86	10,8	Buena
8/11/2020	5,37	20,7	Buena	9,77	8,9	Buena
9/11/2020	3,93	15,1	Buena	8,05	7,3	Buena
10/11/2020	3,56	13,7	Buena	8,93	8,1	Buena
11/11/2020	10,43	40,2	Buena	18,87	17,2	Buena
12/11/2020	10,22	39,3	Buena	21,92	19,9	Buena
Promedios	8,92	34,33	Buena	16,04	14,6	Buena

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 207. Índice calidad aire SVCAI – Estación CA2

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
8/10/2020	7,64	29,4	Buena	26,49	24,1	Buena
9/10/2020	7,81	30,1	Buena	26,32	23,9	Buena
10/10/2020	9,04	34,8	Buena	33,90	30,8	Buena
11/10/2020	6,44	24,8	Buena	26,63	24,2	Buena
12/10/2020	6,05	23,3	Buena	22,59	20,5	Buena

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2,5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
13/10/2020	7,76	29,9	Buena	27,44	24,9	Buena
14/10/2020	7,21	27,7	Buena	24,77	22,5	Buena
15/10/2020	8,42	32,4	Buena	30,19	27,5	Buena
16/10/2020	7,75	29,8	Buena	30,91	28,1	Buena
17/10/2020	6,24	24,0	Buena	23,01	20,9	Buena
18/10/2020	6,00	23,1	Buena	23,11	21,0	Buena
19/10/2020	7,09	27,3	Buena	21,94	19,9	Buena
20/10/2020	6,61	25,5	Buena	24,07	21,9	Buena
21/10/2020	7,18	27,6	Buena	20,76	18,9	Buena
22/10/2020	5,91	22,7	Buena	22,30	20,3	Buena
23/10/2020	5,85	22,5	Buena	23,45	21,3	Buena
24/10/2020	6,72	25,9	Buena	18,85	17,1	Buena
25/10/2020	5,62	21,7	Buena	14,58	13,3	Buena
26/10/2020	5,05	19,5	Buena	12,28	11,2	Buena
27/10/2020	7,15	27,5	Buena	24,10	21,9	Buena
28/10/2020	7,09	27,3	Buena	22,34	20,3	Buena
29/10/2020	6,07	23,4	Buena	17,71	16,1	Buena
30/10/2020	5,55	21,3	Buena	15,77	14,3	Buena
31/10/2020	6,18	23,8	Buena	18,51	16,8	Buena
1/11/2020	6,43	24,7	Buena	20,04	18,2	Buena
2/11/2020	7,70	49,6	Buena	19,56	17,8	Buena
3/11/2020	5,83	22,4	Buena	18,23	16,6	Buena
4/11/2020	5,88	22,6	Buena	17,82	16,23	Buena
5/11/2020	5,14	19,8	Buena	15,26	13,9	Buena
6/11/2020	3,07	11,8	Buena	9,34	8,5	Buena
7/11/2020	4,49	17,3	Buena	15,97	14,5	Buena
8/11/2020	5,53	21,3	Buena	18,12	16,5	Buena

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2,5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
9/11/2020	6,65	25,6	Buena	19,04	17,3	Buena
10/11/2020	4,71	18,1	Buena	13,04	11,9	Buena
11/11/2020	6,02	23,2	Buena	15,99	14,5	Buena
12/11/2020	7,68	29,6	Buena	17,41	15,8	Buena
Promedios	6,58	25,32	Buena	20,89	18,99	Buena

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 208. Índice calidad aire SVCAI – Estación CA3

Fecha	PM _{2,5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
08/10/2020	10,74	41,4	Buena	25,80	23,5	Buena
9/10/2020	9,49	36,5	Buena	23,28	21,2	Buena
10/10/2020	11,46	44,1	Buena	30,23	27,5	Buena
11/10/2020	8,33	32,0	Buena	22,62	20,6	Buena
12/10/2020	7,35	28,3	Buena	19,45	17,7	Buena
13/10/2020	9,39	36,1	Buena	20,06	18,2	Buena
14/10/2020	8,78	33,8	Buena	22,56	20,5	Buena
15/10/2020	11,48	44,2	Buena	28,51	25,9	Buena
16/10/2020	9,64	37,1	Buena	26,20	23,8	Buena
17/10/2020	7,93	30,5	Buena	21,47	19,5	Buena
18/10/2020	7,06	27,2	Buena	17,21	15,6	Buena
19/10/2020	8,36	32,2	Buena	19,28	17,5	Buena
20/10/2020	7,72	29,7	Buena	18,80	17,1	Buena
21/10/2020	9,12	35,1	Buena	19,99	18,2	Buena
22/10/2020	7,75	29,8	Buena	21,62	19,7	Buena
23/10/2020	8,08	31,1	Buena	21,92	19,9	Buena
24/10/2020	7,09	27,3	Buena	11,62	10,6	Buena
25/10/2020	6,88	26,5	Buena	11,77	10,7	Buena

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
26/10/2020	6,99	26,9	Buena	15,81	14,4	Buena
27/10/2020	9,00	34,6	Buena	21,09	19,2	Buena
28/10/2020	8,80	33,9	Buena	19,67	17,9	Buena
29/10/2020	5,99	23,1	Buena	10,21	9,3	Buena
30/10/2020	5,53	21,3	Buena	9,23	8,4	Buena
31/10/2020	7,39	28,5	Buena	13,38	12,2	Buena
01/11/2020	6,56	25,3	Buena	12,67	11,5	Buena
02/11/2020	9,66	37,2	Buena	16,71	15,2	Buena
03/11/2020	6,43	24,7	Buena	13,56	12,3	Buena
04/11/2020	6,48	24,9	Buena	12,17	11,1	Buena
05/11/2020	3,93	15,1	Buena	7,97	7,2	Buena
06/11/2020	2,94	11,3	Buena	5,60	5,1	Buena
07/10/2020	3,87	14,9	Buena	8,64	7,9	Buena
08/11/2020	6,14	23,6	Buena	12,45	11,3	Buena
09/11/1010	7,76	29,9	Buena	14,39	13,1	Buena
10/11/2020	6,90	26,6	Buena	11,44	10,4	Buena
11/11/2020	7,39	28,4	Buena	19,212	17,5	Buena
12/11/2020	9,75	37,5	Buena	27,01	24,6	Buena
Promedio	7,73	29,74	Buena	17,60	19,32	Buena

Fuente: Elaboración Propia

A partir de las concentraciones de PM₁₀ obtenidas en las tres estaciones de monitoreo, el Indicador de Calidad del Aire (ICA) reporta clasificación Buena para el 100% de los datos.

Para las concentraciones de PM_{2.5} en las Estaciones CA2 y CA3, el Indicador de Calidad del Aire (ICA) reporta clasificación Buena para el 100% de los datos.

Para las concentraciones de PM_{2.5} en la Estación CA1, el Indicador de Calidad del Aire (ICA) reporta clasificación Aceptable en el 8.33% de los datos y clasificación Buena para el 91.67% restante.

5.1.9.4.4.6. Monitoreo año 2021

Tabla 209. Resultados a condiciones de referencia – CA1

FECHA	PM _{2.5}	PM ₁₀
	µg/m ³	µg/m ³
19/01/2021	14,09	30,45
20/01/2021	14,19	30,14
21/01/2021	13,99	31,86
22/01/2021	13,56	30,27
23/01/2021	9,96	22,55
24/01/2021	8,92	22,03
25/01/2021	11,23	25,29
26/01/2021	9,72	24,85
27/01/2021	10,25	25,19
28/01/2021	14,52	28,96
29/01/2021	16,83	32,96
30/01/2021	16,66	32,57
31/01/2021	11,31	28,50
1/02/2021	11,60	30,91
2/02/2021	14,50	27,63
3/02/2021	14,87	32,48
4/02/2021	14,61	31,30
5/02/2021	15,93	32,35
Promedio	13,15	28,90
Máximo	16,83	32,96

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 210. Comparación de resultados Estación CA1

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición	Concentración a condiciones de Referencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Material Particulado $<10 \mu\text{m}^*$	75	24 horas	28,90
Material Particulado $<2.5 \mu\text{m}^*$	37	24 horas	13,15

*Promedio 24 horas de los días monitoreados

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 211. Resultados a condiciones de referencia – CA2

Fecha	PM _{2.5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
19/01/2021	1,41	3,04
20/01/2021	1,42	3,01
21/01/2021	1,40	3,19
22/01/2021	1,36	3,03
23/01/2021	1,00	2,26
24/01/2021	0,89	2,20
25/01/2021	1,12	2,53
26/01/2021	0,97	2,48
27/01/2021	1,03	2,52
28/01/2021	1,45	2,90
29/01/2021	1,68	3,30
30/01/2021	1,67	3,26
31/01/2021	1,13	2,85
1/02/2021	1,16	3,09
2/02/2021	1,45	2,76
3/02/2021	1,49	3,25
4/02/2021	1,46	3,13
5/02/2021	1,59	3,23

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
Promedio	1,32	2,89
Máximo	1,68	3,30

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 212. Comparación de resultados Estación CA2

Contaminante	Nivel Máximo Permisible (µg/m ³)	Tiempo de Exposición	Concentración a condiciones de Referencia (µg/m ³)
Material Particulado <10 µm*	75	24 horas	2,89
Material Particulado <2.5 µm*	37	24 horas	1,32

*Promedio 24 horas de los días monitoreados

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 213. Resultados a condiciones de referencia – CA3

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
19/01/2021	4,79	6,64
20/01/2021	5,29	8,16
21/01/2021	5,18	7,59
22/01/2021	5,04	7,66
23/01/2021	3,29	4,71
24/01/2021	2,84	4,66
25/01/2021	3,92	6,23

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
26/01/2021	3,34	5,82
27/01/2021	4,05	6,74
28/01/2021	5,89	8,85
29/01/2021	6,63	9,64
30/01/2021	6,99	10,29
31/01/2021	4,89	8,18
1/02/2021	4,60	7,31
2/02/2021	5,22	7,39
3/02/2021	4,84	6,97
4/02/2021	4,37	6,17
5/02/2021	5,77	7,75
Promedio	4,83	7,26
Máximo	6,99	10,29

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 214. Comparación de resultados Estación CA3

Contaminante	Nivel Máximo Permissible (µg/m³)	Tiempo de Exposición	Concentración a condiciones de Referencia (µg/m³)
Material Particulado <10 µm*	75	24 horas	7,26
Material Particulado <2.5 µm*	37	24 horas	4,83

*Promedio 24 horas de los días monitoreados

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

- Índice de calidad del aire

Tabla 215. Índice calidad aire SVCAI – Estación CA1

Fecha	PM _{2.5} µg/m³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m³	VALor ICA	ICA
19/01/2021	30,45	27,7	Buena	14,09	53,1	Aceptable
20/01/2021	30,14	27,4	Buena	14,19	53,3	Aceptable
21/01/2021	31,86	29,0	Buena	13,99	52,9	Aceptable
22/01/2021	30,27	27,5	Buena	13,56	52,1	Aceptable
23/01/2021	22,55	20,5	Buena	9,96	38,4	Buena
24/01/2021	22,03	20,0	Buena	8,92	34,3	Buena
25/01/2021	25,29	23,0	Buena	11,23	43,2	Buena
26/01/2021	24,85	22,6	Buena	9,72	37,4	Buena
27/01/2021	25,19	22,9	Buena	10,25	39,5	Buena
28/01/2021	28,96	26,3	Buena	14,52	54,0	Aceptable
29/01/2021	32,96	30,0	Buena	16,83	58,5	Aceptable
30/01/2021	32,57	29,6	Buena	16,66	58,2	Aceptable
31/01/2021	28,50	25,9	Buena	11,31	43,5	Buena
1/02/2021	30,91	28,1	Buena	11,60	44,6	Buena
2/02/2021	27,63	25,1	Buena	14,50	53,9	Aceptable
3/02/2021	32,48	29,5	Buena	14,87	54,7	Aceptable
4/02/2021	31,30	28,5	Buena	14,61	54,2	Aceptable
5/02/2021	32,35	29,4	Buena	15,93	56,7	Aceptable
Promedios	28,90	26,3	Buena	13,15	51,3	Aceptable

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 216. Índice calidad aire SVCAI – Estación CA2

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
19/01/2021	3,04	2,8	Buena	1,41	5,4	Buena
20/01/2021	3,01	2,7	Buena	1,42	5,5	Buena
21/01/2021	3,19	2,9	Buena	1,40	5,4	Buena
22/01/2021	3,03	2,8	Buena	1,36	5,2	Buena
23/01/2021	2,26	2,1	Buena	1,00	3,8	Buena
24/01/2021	2,20	2,0	Buena	0,89	3,4	Buena
25/01/2021	2,53	2,3	Buena	1,12	4,3	Buena
26/01/2021	2,48	2,3	Buena	0,97	3,7	Buena
27/01/2021	2,52	2,3	Buena	1,03	3,9	Buena
28/01/2021	2,90	2,6	Buena	1,45	5,6	Buena
29/01/2021	3,30	3,0	Buena	1,68	6,5	Buena
30/01/2021	3,26	3,0	Buena	1,67	6,4	Buena
31/01/2021	2,85	2,6	Buena	1,13	4,4	Buena
1/02/2021	3,09	2,8	Buena	1,16	4,5	Buena
2/02/2021	2,76	2,5	Buena	1,45	5,6	Buena
3/02/2021	3,25	3,0	Buena	1,49	5,7	Buena
4/02/2021	3,13	2,8	Buena	1,46	5,6	Buena
5/02/2021	3,23	2,9	Buena	1,59	6,1	Buena
Promedios	2,89	2,63	Buena	1,32	5,06	Buena

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 217. Índice calidad aire SVCAI – Estación CA3

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
19/01/2021	6,64	6,0	Buena	4,79	18,4	Buena
20/01/2021	8,16	7,4	Buena	5,29	20,4	Buena
21/01/2021	7,59	6,9	Buena	5,18	19,9	Buena
22/01/2021	7,66	7,0	Buena	5,04	19,4	Buena
23/01/2021	4,71	4,3	Buena	3,29	12,7	Buena

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Fecha	PM _{2.5} µg/m ³	Valor ICA	ICA	PM ₁₀ µg/m ³	Valor ICA	ICA
24/01/2021	4,66	4,2	Buena	2,84	10,9	Buena
25/01/2021	6,23	5,7	Buena	3,92	15,1	Buena
26/01/2021	5,82	5,3	Buena	3,34	12,9	Buena
27/01/2021	6,74	6,1	Buena	4,05	15,6	Buena
28/01/2021	8,85	8,0	Buena	5,89	22,7	Buena
29/01/2021	9,64	8,8	Buena	6,63	25,5	Buena
30/01/2021	10,29	9,4	Buena	6,99	26,9	Buena
31/01/2021	8,18	7,4	Buena	4,89	18,8	Buena
1/02/2021	7,31	6,6	Buena	4,60	17,7	Buena
2/02/2021	7,39	6,7	Buena	5,22	20,1	Buena
3/02/2021	6,97	6,3	Buena	4,84	18,6	Buena
4/02/2021	6,17	5,6	Buena	4,37	16,8	Buena
5/02/2021	7,75	7,0	Buena	5,77	22,2	Buena
Promedio	7,26	6,60	Buena	4,83	18,59	Buena

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

A partir de las concentraciones de PM₁₀ obtenidas en las tres estaciones de monitoreo, el Indicador de Calidad del Aire (ICA) reporta clasificación Buena para el 100% de los datos.

Para las concentraciones de PM_{2.5} en las Estaciones CA2 y CA3, el Indicador de Calidad del Aire (ICA) reporta clasificación Buena para el 100% de los datos.

Para las concentraciones de PM_{2.5} en la Estación CA1, el Indicador de Calidad del Aire (ICA) reporta clasificación Aceptable en el 61,1% de los datos y clasificación Buena para el 38,9% restante.

5.1.9.4.5. Conclusiones calidad de aire

En cuanto al monitoreo de calidad del aire realizado en el año 2020 correspondiente a época húmeda se realizan las siguientes precisiones:

- Las concentraciones de material particulado menor a 10 µm (PM₁₀) son inferiores al nivel máximo permisible para tiempo de exposición 24 Horas, establecido en 75 µg/m³ por la Resolución 627 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La concentración promedio de PM₁₀ para la Estación CA1 fue de 16,04 µg/m³, para la Estación CA2 fue de 20,89 µg/m³ y para la Estación CA3 fue de 17,60 µg/m³.
- El índice de calidad de aire (ICA) para las concentraciones de PM₁₀ reporta clasificación Buena para el 100% de las muestras durante los 18 días de monitoreo en las tres estaciones de calidad de aire instaladas.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

- Las concentraciones de material particulado menor a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) son inferiores al nivel máximo permisible para tiempo de exposición 24 Horas, establecido en 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por la Resolución 627 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La concentración promedio de $\text{PM}_{2.5}$ para la Estación CA1 fue de 7,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para la Estación CA2 fue de 6.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la Estación CA3 fue de 7,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- El índice de Calidad del Aire (ICA) para las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ reporta clasificación Buena 100% de las muestras durante los 18 días de monitoreo en la CA2 y la CA3, mientras que para la Estación CA1, reporta clasificación Aceptable para el 8,33% de las muestras y clasificación Buena para el 91,67% restante.

En cuanto al monitoreo de calidad del aire realizado en el año 2021 correspondiente a época seca se realizan las siguientes precisiones:

- Las concentraciones de material particulado menor a 10 μm (PM_{10}) son inferiores al nivel máximo permisible para tiempo de exposición 24 Horas, establecido en 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por la Resolución 2254 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La concentración promedio de PM_{10} para la Estación CA1 fue de 28,90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para la Estación CA2 fue de 2,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la Estación CA3 fue de 7,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- El índice de calidad de aire (ICA) para las concentraciones de PM_{10} reporta clasificación Buena para el 100% de las muestras durante los 18 días de monitoreo en las tres estaciones de calidad de aire instaladas.
- Las concentraciones de Material Particulado menor a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) son inferiores al nivel máximo permisible para tiempo de exposición 24 Horas, establecido en 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por la Resolución 2254 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La concentración promedio de $\text{PM}_{2.5}$ para la Estación CA1 fue de 13,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para la Estación CA2 fue de 1,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y para la Estación CA3 fue de 4,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- El índice de Calidad del Aire (ICA) para las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ reporta clasificación Buena 100% de las muestras durante los 18 días de monitoreo en la CA2 y la CA3, mientras que para la Estación CA1, reporta clasificación Aceptable para el 61.1% de las muestras y clasificación Buena para el 38.9% restante.

5.1.9.5. Modelación de la Calidad del aire.

La modelación de calidad del aire es una herramienta que permite evaluar la contaminación atmosférica generada por la introducción del proyecto al territorio. En el Anexo CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.038 se desarrolla el informe del Modelo de Calidad del Aire del Proyecto, a la luz del contenido exigido en los TdR-13, la Metodología General para la Presentación y Elaboración de Estudios Ambientales del 2018 MADS. En este informe se incluye la estimación de emisiones atmosféricas para diferentes escenarios de análisis (sin proyecto y con proyecto) y se cuantifican las concentraciones de contaminantes atmosféricos a diferentes periodos de exposición en el territorio por cada escenario. Los resultados son insumos para el análisis del área de influencia del medio abiótico, zonificación ambiental, evaluación de impactos y propuesta de medidas de manejo ambiental.

5.1.9.6. Ruido y vibración.

5.1.9.6.1. Inventario de fuentes de generación de ruido.

Las fuentes de ruido en el área de operación minera son los equipos, maquinaria y vehículos asociados a la explotación, transporte y beneficio de material. Las fuentes externas son el tránsito de vehículos, y actividades del sector urbano del corregimiento de Payandé (tránsito de vehículos livianos, transporte público de pasajeros, camiones de carga, actividades sociales, equipos electrónicos, sirenas de alarmas y animales domésticos).

5.1.9.6.2. Monitoreos de ruido

Para entender la dinámica de los niveles de presión sonora en el área de influencia directa del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Mina La Esmeralda para el título 6823, se llevó a cabo dos campañas de monitoreo. La primera se realizó entre el 14 y 20 de noviembre de 2019 por la firma CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA. La segunda entre el 30 de octubre y el 1 de noviembre de 2020 la cual fue realizada por la firma AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S.

Estas mediciones se realizaron por un periodo de 24 horas continuas divididas en jornada diurna (7:01 a 21:00 horas) y jornada nocturna (21:00 horas a 7:00 horas) en conformidad con lo establecido en la Resolución 0627 de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible y teniendo en cuenta las consideraciones metodológicas de la norma UNE-ISO 1996:2009 (Acústica - Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte 2: Determinación de los niveles de Ruido Ambiental) que se encuentra aprobada en el inciso b del capítulo II de la resolución 0627 de 2006 "Las medidas de niveles de ruido ambiental con ponderación A, se efectúan teniendo en consideración la norma ISO 1996 o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya"

A continuación, se presentan los monitoreos discretizados según la campaña para el año 2019 y 2020.

5.1.9.6.2.1. Puntos de monitoreo campaña 2019

Esta campaña de monitoreo de ruido se llevó a cabo entre los días 14 y 20 de noviembre de 2019. Se ubicaron diez puntos de emisión de ruido y 17 puntos de ruido ambiental. Estos monitoreos se realizaron con y sin operación de la mina. Ambos tipos de puntos de monitoreo fueron ubicados de manera estratégica con el fin de conocer cómo la población estaba percibiendo el ruido ambiental de la zona y asimismo, saber los niveles de ruido emitidos por la operación de la planta.

Los puntos de evaluación de emisión de ruido se identifican con la respectiva numeración consecutiva y la letra "E"; por medio de la letra "A" se identifican los puntos de ruido ambiental acompañados de su respectiva numeración consecutiva.

- Con operación

Durante el monitoreo con operación de la mina se presentó el funcionamiento de la trituradora primaria y secundaria, adicionalmente había desplazamiento de dumpers desde los frentes de explotación hasta la trituradora primaria, por otra parte, para los puntos ubicados en el corregimiento de payandé y áreas circunvecinas se presentaba tránsito discontinuo en las vías primarias y secundarias, operación de planta caracolito, actividades desarrolladas por lo residentes de la zona como sonido de música, paso peatonal hablando y niños jugando, igualmente de manera continua hubo eventos naturales propios del área como canto discontinuo de aves, perros ladrando, sonido de movimiento de las hojas por el viento, sonido de grillos y chicharras

- Sin operación

Para las mediciones de Ruido Residual se evidenció que Cemex Colombia S.A., no tenía ninguna operación de las fuentes específicas de ruido como la trituradora primaria y secundaria, sin embargo había desplazamiento de maquinaria (dumpers) desde los frentes de explotación de caliza hasta el área de residuos de demolición, por otro lado para los puntos de monitoreo ubicados en el perímetro externo, es decir en áreas aledañas y en el corregimiento de payandé, se mantenían las condiciones normales, como tránsito discontinuo de vehículos, operación de caracolito, actividades desarrolladas por

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

los residentes de la zona, como jóvenes jugando fútbol, música, personas hablando y en ocasiones gritando, igualmente de manera continua se presentaron eventos naturales propios del área en estudio como canto de aves, perros ladrando, cacareo de gallo y finalmente sonido continuo emitido por grillos y chicharras.

Por otra parte, durante la inspección realizada por el personal de campo de CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA., se pudo evidenciar que la trituradora primaria y los rodillos de la banda transportadora cuenta con sistemas de insonorización.

A continuación, en la Tabla 218 se presentan las coordenadas de los puntos con su respectiva descripción y posteriormente se presenta en la Figura 237 la ubicación de cada punto.

Tabla 218. Descripción de los puntos de monitoreo de emisión de ruido

Nombre de la estación	Coordenadas		Coord. Sistema Origen Único		Descripción
	N	W	Este	Norte	
1E	04°17'58.7"	75°06'36.6"	4765888,731	2033430,912	Punto de monitoreo ubicado a 1.5 m de cerca de alambre, sobre la vía que conduce al cerro Aguirre.
2E	04°17'59.8"	75°06'13.3"	4766607,203	2033462,715	Punto de monitoreo ubicado junto a la portería a 1.5 m del torniquete de ingreso a la mina.
3E	04°17'44.5"	75°06'40.0"	4765782,698	2032995,078	Punto de monitoreo ubicado en el centro del mirador de la mina La Esmeralda, cerca de la vía sin pavimentar.
4E	04°17'39.5"	75°06'15.8"	4766528,407	2032839,456	Punto de monitoreo ubicado en el área de almacén de la mina la Esmeralda, junto a contenedor blanco.
5E	04°17'55.7"	75°06'08.3"	4766761,015	2033336,368	Punto de monitoreo ubicado en la carrera 7, con calle 11, frente a casa blanca con portón café.
6E	04°17'47.0"	75°06'7.73"	4766777,854	2033069,118	Punto de monitoreo ubicado sobre vía interna que conduce al vivero dentro de la mina La Esmeralda
7E	04°17'48.9"	75°06'0.73"	4766993,836	2033126,879	Punto de monitoreo ubicado a 1,5 m de la entrada externa del vivero de Cemex Colombia S.A., al finalizar la calle 9ª.
8E	04°17'30.8"	75°05'54.2"	4767193,642	2032570,426	Punto de monitoreo ubicado a 250 m de la vía San Luis-Guamo, sobre la vía que conduce a las cascadas de Payandé, aproximadamente 110 m del cruce.
9E	04°17'41.4"	75°05'54.5"	4767185,285	2032896,006	Punto de monitoreo ubicado a 260 m, de la calle 9ª, sobre la vía sin pavimentar.
10E	04°17'41.6"	75°06'16.7"	4766500,836	2032904,03	Punto de monitoreo ubicado frente a las oficinas de COP, cerca al área de

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Nombre de la estación	Coordenadas		Coord. Sistema Origen Único		Descripción
	N	W	Este	Norte	
					mantenimiento de maquinaria.

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

Tabla 219. Descripción de los puntos de monitoreo de ruido ambiental

Nombre de la estación	Coordenadas		Coord. Sistema Origen Único		Descripción
	N	W	Este	Norte	
1A	04°17'59.0"	75°06'52.4"	4765401,614	2033441,473	Punto de monitoreo ubicado en la "Y" frente al cerro Aguirre, sobre vía destapada
2A	04°17'58.7"	75°06'36.6"	4765888,731	2033430,912	Punto de monitoreo ubicado sobre la vía que conduce al cerro Aguirre, zona rodeada de árboles
3A	04°17'59.8"	75°06'13.2"	4766610,286	2033462,707	Punto de monitoreo ubicado junto a la portería a 4 m del torniquete de ingreso a la mina.
4A	04°17'45.9"	75°06'55.9"	4765292,588	2033039,431	Punto de monitoreo ubicado en sobre montaña aproximadamente a 400 m de la zona de escombros.
5A	04°17'44.6"	75°06'40.1"	4765779,624	2032998,157	Punto de monitoreo ubicado en el centro del mirador de la mina La Esmeralda, cerca de la vía sin pavimentar.
6A	04°17'38.2"	75°06'14.7"	4766562,213	2032799,436	Punto de monitoreo ubicado en la entrada al almacén de la mina, junto a bidones rojos.
7A	04°18'01.3"	75°06'08.5"	4766755,322	2033508,377	Punto de monitoreo ubicado frente a la antena de telecomunicaciones, sobre la vía que conduce a la mina la Esmeralda.
8A	04° 18'00.2"	75° 05' 57.2"	4776279,061	2002123,423	Punto de monitoreo ubicado en la entrada del corregimiento en el cruce de la vía que conduce a San Luis-Buenos Aires. Frente al montallantas.
9A	04°18'59.7"	75°05'51.7"	4767278,227	2035300,576	Punto de monitoreo ubicado en el cruce de la carrera 2, con calle 8, sobre la esquina.
10A	04°17'55.6"	75°05'08.0"	4768620,145	2033328,202	Punto de monitoreo ubicado en la carrera 7, con calle 11, sobre la esquina.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Nombre de la estación	Coordenadas		Coord. Sistema Origen Único		Descripción
	N	W	Este	Norte	
11A	04°17'54.3"	75°06'00.0"	4767016,799	2033292,666	Punto de monitoreo ubicado en la carrera 7, con calle 10, sobre la esquina, aproximadamente 400 m del hotel colonial.
12A	04°17'54.5"	75°05'51.6"	4767275,801	2033298,098	Punto de monitoreo ubicado en la esquina de la cancha Santa Bárbara, sobre vía sin pavimentar, al costado de la carrera 4.
13A	04°17'47.0"	75°06'07.7"	4766778,779	2033069,116	Punto de monitoreo ubicado sobre vía interna que conduce al vivero dentro de la mina La Esmeralda
14A	04°17'48.9"	75°06'00.7"	4766994,761	2033126,877	Punto de monitoreo ubicado en la entrada externa del vivero de Cemex Colombia S.A., al finalizar la calle 9ª.
15A	04°17'47.3"	75°05'53.5"	4767216,614	2033077,127	Punto de monitoreo ubicado en la calle 6, con carrera 6, frente a la casa de la cultura.
16A	04°17'42.9"	75°05'50.7"	4767302,572	2032941,754	Punto de monitoreo ubicado en el perímetro interno del hotel rancho la mina, sobre parqueadero de vehículos.
17A	04°17'43.8"	75°05'40.4"	4767620,214	2032968,525	Punto de monitoreo ubicado frente a reja anaranjada, sobre la carrera 4.

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

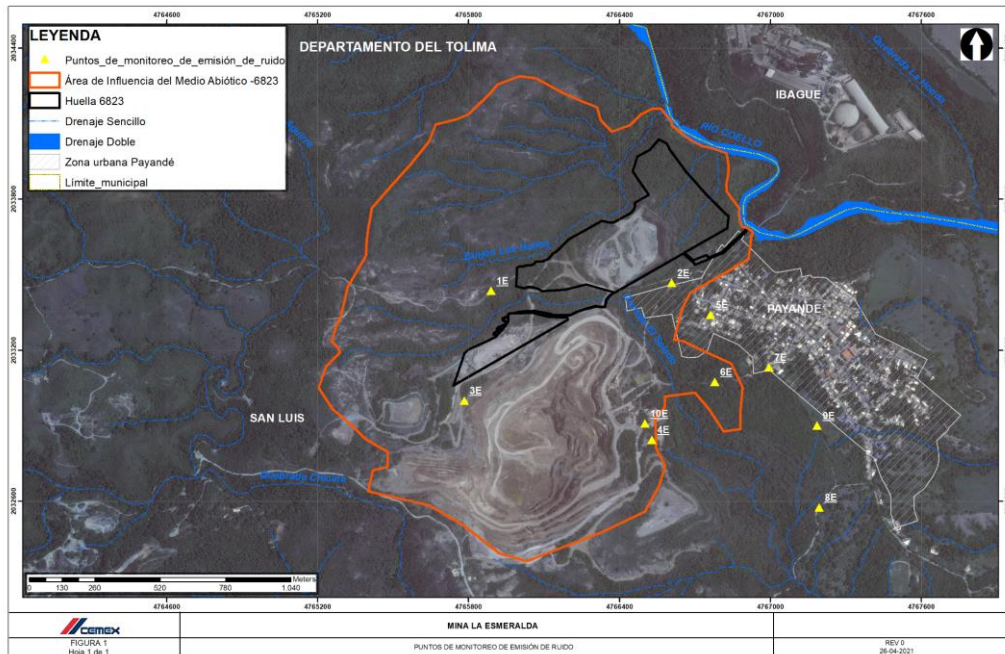


Figura 237. Ubicación de los puntos de monitoreo de emisión de ruido
Fuente: Elaboración Propia

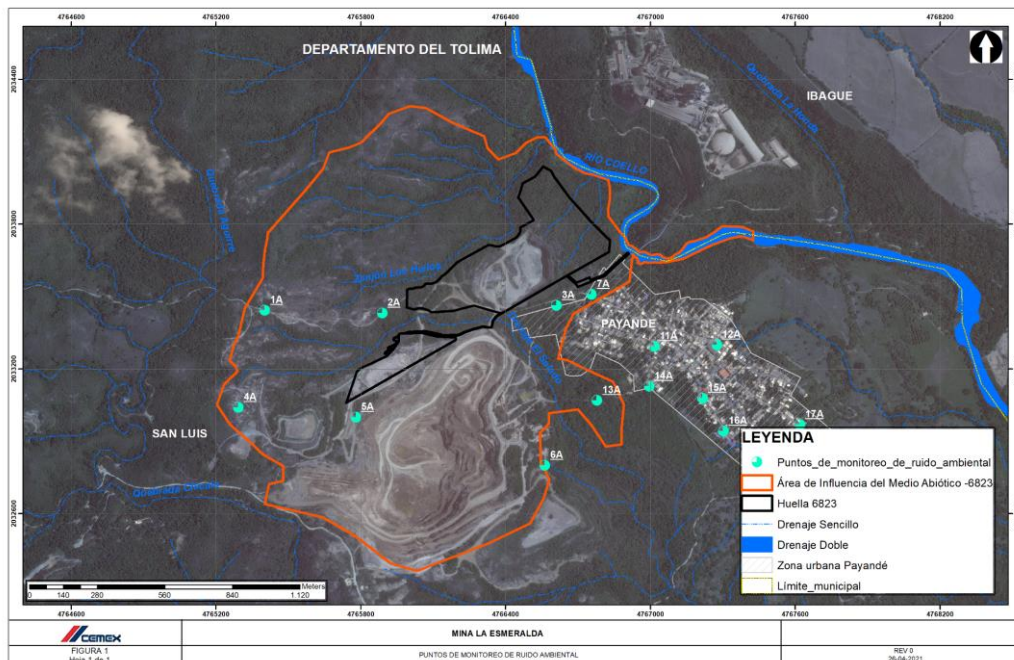


Figura 238. Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental
Fuente: Elaboración Propia

5.1.9.6.2.2. Normatividad

Para comparar los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido es importante tener presente que la normatividad la cual establece los límites máximos permisibles de ruido ambiental se enmarca dentro de la Resolución 0627 de 2006 del MADS.

Cabe resaltar que los límites máximos permisibles varían según la clasificación del suelo ya que para zonas sensibles los límites son más estrictos a diferencia de las zonas industriales donde los límites son más permisivos. Asimismo, la resolución establece niveles máximos permisibles acordes al tipo de ruido evaluado. Es decir, que para el ruido ambiental se establecen unos límites máximos permisibles diferentes a los límites máximos permisibles de emisión de ruido.

A continuación, se presentan los límites máximos permisibles de emisión de ruido y la clasificación del suelo según el punto monitoreado. Ver Tabla 220.

Tabla 220. Límites máximos permisibles de emisión de ruido según la clasificación del suelo para el periodo diurno y nocturno.

Punto de monitoreo	Sector según la clasificación del suelo	Subsector	Límite Máximo permisible horario Diurno (dB(A))	Límite Máximo permisible horario Nocturno (dB(A))
Del 1E hasta 10E	Sector C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas	75	75

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

A continuación, se presentan los límites máximos permisibles de ruido ambiental y la clasificación de suelo según el punto monitoreado. Ver Tabla 221.

Tabla 221. Límites máximos permisibles de ruido ambiental según la clasificación del suelo para el periodo diurno y nocturno.

Punto de monitoreo	Sector según la clasificación del suelo	Subsector	Límite Máximo permisible horario Diurno (dB(A))	Límite Máximo permisible horario Nocturno (dB(A))
Del 1A hasta 6A	Sector C, Ruido intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas	75	70
13 A	Sector C, Ruido intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas	75	70

Punto de monitoreo	Sector según la clasificación del suelo	Subsector	Límite Máximo permisible horario Diurno (dB(A))	Límite Máximo permisible horario Nocturno (dB(A))
		francas		
Del 7A hasta el 12A	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
Del 14A hasta el 17A	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

5.1.9.6.2.3. Procedimiento de medición de ruido

La metodología empleada para la medición de ruido ambiental optada por la Compañía de Consultoría Ambiental Ltda para Cemex, se desarrolló con base en los lineamientos establecidos en la Resolución 627 de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Con base a lo anterior, se tuvo en cuenta:

- Montaje de baterías con carga suficiente en los equipos para evitar interrupciones durante el periodo de monitoreo.
- Verificación de la calibración de los sonómetros antes y después de cada punto de medición, siguiendo el protocolo de los fabricantes.
- Selección de ponderación A, en respuesta lenta (slow) para los niveles totales.
- Los puntos de monitoreo se encuentran localizados de tal forma que establecen líneas de dispersión, que permitan la evaluación de la atenuación y dispersión de las ondas sonoras e igualmente permiten identificar las fuentes incidentes sobre el área de estudio.
- Debido a que el estudio pretende establecer de manera cuantitativa y cualitativa los niveles de ruido existentes y reinantes en el perímetro circunvecino y área de influencia inmediata de la mina La Esmeralda de Cemex Colombia S.A. y con el fin de poder determinar la posible incidencia y/o aporte de los niveles de ruido a causa de la operación de la misma, las mediciones en los puntos previamente establecidos se efectuaron en horario diurno y nocturno, en día hábil y día no hábil.
- Para el monitoreo de emisiones de ruido, los puntos se efectuaron a una distancia de 1,5 m del límite perimetral de la mina la mina La Esmeralda de Cemex Colombia S.A., a 1,2 m del nivel de piso mediante el uso de trípode, el tiempo de medición se realizó en intervalos de tiempos distribuidos uniformemente durante una hora, hasta obtener como mínimo 15 minutos de captura de información en cada uno de los puntos determinados previamente, esto de acuerdo con lo establecido en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

- Los niveles de ruido se evaluaron a una distancia de 4 m del nivel del piso mediante el uso de trípode; el tiempo de medición se realizó a intervalos de tiempo mínimo de tres minutos, en cada una de las posiciones de rotación del micrófono, hacia los 4 sentidos cardinales y verticalmente hacia arriba distribuidos uniformemente en el lapso de una hora, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT.
- Los niveles de ruido residual, son los monitoreos ejecutados entre el 14 y 15 de noviembre de 2019. en horario diurno y nocturno, donde no se obtuvo ninguna operación de las fuentes específicas (trituradora primaria y secundaria), adicionalmente a los puntos a los cuales no se logró realizar la medición de ruido residual, se tomará LN90 de la medición, aplicándose el respectivo ajuste.

5.1.9.6.2.4. Análisis de la estimación de la incertidumbre en los métodos de medición de ruido

Para determinar la incertidumbre de cada punto de medición de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental, realizado durante el presente monitoreo, se define utilizar como base el cálculo de la incertidumbre combinada, expuesto en la ISO 1996-2, del cual se obtiene la siguiente ecuación y factores a tener en cuenta:

$$\sigma = \sqrt{v^2 + x^2 + y^2 + w^2}$$

Ecuación 47.

Dónde:

- v = Es la incertidumbre debida al equipo de medición.
- x = Es la incertidumbre debida al rodamiento de vehículos.
- y = Es la incertidumbre debida al ruido residual.
- w = Es la incertidumbre debida a las condiciones ambientales.

El resultado de la incertidumbre combinada se multiplica por dos para obtener la incertidumbre expandida con un nivel de confianza del 95%.

Por otra parte, para un mayor detalle en el anexo del capítulo de Demandas - Monitoreos de ruido se presentan los resultados de los cálculos de cada incertidumbre.

- Incertidumbre del equipo de medición

Esta incertidumbre se obtiene de la medición de tres factores asociados al equipo el cual se realiza las mediciones. Estos son la calibración del sonómetro, del pistófono y diferencia entre la verificación de la calibración inicial y final para cada punto de medición.

Para su obtención se aplica la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

Ecuación 48.

- Incertidumbre por el rodamiento de vehículos

Esta incertidumbre se obtiene con base a la cantidad de vehículos que transitan cerca al punto de medición y los cuales son contados en campo por el técnico encargado de la realización de dicha medición. Para su obtención se aplica la siguiente ecuación:

$$x = 10/\sqrt{n}$$

Ecuación 49.

Donde n es la cantidad total de vehículos que transitaron cerca al punto de medición.

Cuando n sea del orden igual o inferior a 30, se asume que x=0 y cuando n se encuentra entre 31 y 100, se asume que x=1, para los demás casos se aplica la ecuación anterior.

- Incertidumbre del ruido residual

Esta incertidumbre se obtiene de la relación entre el ruido medido, el ruido residual y el ruido corregido por el ruido residual.

$$Y = Z * C$$

Ecuación 50.

Donde:

Z = Es el ruido residual

C= Es la sensibilidad residual.

Para calcular Z tenemos que aplicar la siguiente ecuación:

$$Z = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2}$$

Ecuación 51.

Donde:

σ_o = Es la incertidumbre de los resultados medidos por el sonómetro como Leq.

σ_s = Es la incertidumbre de los resultados obtenidos al aplicar la siguiente ecuación:

$$L_{cor} = 10 * \log (10^{L_{medido}/10} - 10^{L_{residual}/10})$$

Ecuación 52.

Para calcular C se realiza la siguiente ecuación:

$$C = \frac{10^{L_{medido}/10}}{10^{L_{total}/10} - 10^{L_{residual}/10}}$$

Ecuación 53.

5.1.9.6.2.5. Equipos utilizados para la medición

Para llevar a cabo los monitoreos de ruido se emplearon los siguientes equipos:

- Un Sonómetro integrador de precisión, marca LARSON DAVIS Clase 1, modelo 824 con número de serie A2611. En este se realizaron mediciones de emisión de Ruido y Ruido Ambiental.
- Calibrador LARSON DAVIS CAL200, con serial número 6549, con el cual se verifica calibración acústica del sonómetro (IN SITU).
- Un (1) Sonómetro integrador de precisión, marca LARSON DAVIS Clase 1, modelo 831 con número de serie 0002164. En este se realizaron las mediciones de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Calibrador LARSON DAVIS CAL200, con serial número 7556, con el cual se verifica calibración acústica del sonómetro (IN SITU).
- Un sonómetro, integrador de precisión, marca SVANTEK Clase 1, modelo 971 con número de serie 35759. En este se realizaron las mediciones de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental.
- Calibrador acústico marca 3M modelo AC300, con serial número AC300002115, con el cual se calibra acústicamente el sonómetro SVANTEK (IN SITU).
- Un sonómetro, integrador de precisión, marca SVANTEK Clase 1, modelo 971 con número de serie 35760. En este se realizaron las mediciones de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental. Calibrador acústico marca QUEST TECHNOLOGIES modelo QC-10, con serial número QIH120050, con el cual se calibra acústicamente el sonómetro SVANTEK (IN SITU).
- GPS marca GARMIN, que mide una precisión de ± 3 m según las condiciones atmosféricas y los satélites a conectarse.
- Estación meteorológica, Marca DAVIS, Vantage Vue (Determina velocidad y dirección del viento, Temperatura ambiente, humedad, precipitación y presión barométrica).

5.1.9.6.2.6. Resultados de las mediciones de los niveles de ruido

- Mediciones de Emisión de Ruido

A partir de los resultados en el monitoreo realizado en los diferentes puntos establecidos para la emisión de ruido, se calculan los niveles de emisión de presión sonora, los cuales son comparados con estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido (Capítulo II, Artículo 9), para:

- Sector C: Ruido intermedio restringido - Zonas de usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales y zonas francas, con valores de 75 dB en horario diurno y nocturno para los puntos identificados del 1E al 10E.

En la Tabla 222 y Tabla 223, se registran los niveles de emisión de ruido resultantes para horario diurno y nocturno, comparados frente a los Estándares Máximos Permisibles para el sector correspondiente.

Tabla 222. Niveles de emisión de ruido resultantes en los puntos de medición - Comparación con el estándar máximo permisible para emisión de ruido para horario diurno

PUNTO DE MONITOREO	NIVEL DE RUIDO CORREGIDO (LRAeq,1h) dB(A) (a)	NIVEL DE RUIDO RESIDUAL CORREGIDO (LRAeq, 1h,Residual) dB(A) (b)	DIFERENCIA LRAeq,1h - LRAeq, 1h,Residual	RESTA LOGARITMICA ENTRE LRAeq,1h y LRAeq, 1h,Residual Aporte que la fuente hace al medio ambiente (c)	ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE dB(A) Res. 627/06	¿CUMPLE CON EL ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE ?	DIFERENCIA Nivel de Emisión de Ruido resultante - Res. 627/06 dB(A) *	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN EN dB(A) **
1E	55.8	49.8	6.0	54.5	75.0	SI	-20.5	1.11
2E	64.6	60.1	4.5	62.7	75.0	SI	-12.3	2.20
3E	56.6	69.8	-13.2	69.8	75.0	SI	-5.2	3.56
4E	59.8	55.7	4.1	57.7	75.0	SI	-17.3	6.46
5E	61.3	57.4	3.9	59.0	75.0	SI	-16.0	1.54
6E	56.6	48.7	7.9	56.8	75.0	SI	-19.2	2.08
7E	48.7	43.0	5.7	47.3	75.0	SI	-27.7	1.19
8E	55.2	48.8	6.4	54.1	75.0	SI	-20.9	1.39
9E	50.0	46.7	3.3	47.3	75.0	SI	-27.7	3.52
10E	71.5	69.4	2.1	69.4	75.0	SI	-5.6	14.3

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

Tabla 223. Niveles de emisión de ruido resultantes en los puntos de medición - Comparación con el estándar máximo permisible para emisión de ruido para horario nocturno

PUNTO DE MONITOREO	NIVEL DE RUIDO CORREGIDO (LRAeq,1h) dB(A) (a)	NIVEL DE RUIDO RESIDUAL CORREGIDO (LRAeq, 1h,Residual) dB(A) (b)	DIFERENCIA LRAeq,1h - LRAeq, 1h,Residual	RESTA LOGARITMICA ENTRE LRAeq,1h y LRAeq, 1h,Residual Aporte que la fuente hace al medio ambiente (c)	ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE dB(A) Res. 627/06	¿CUMPLE CON EL ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE ?	DIFERENCIA Nivel de Emisión de Ruido resultante - Res. 627/06 dB(A) *	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN EN dB(A) **
1E	55.6	46.8	8.8	55.0	75.0	SI	-20.0	6.00
2E	54.3	38.2	16.1	54.2	75.0	SI	-20.8	2.11
3E	59.7	41.1	18.6	59.6	75.0	SI	-15.4	2.02
4E	56.1	41.7	14.4	56.9	75.0	SI	-19.1	4.60
5E	47.0	45.4	1.6	45.4	75.0	SI	-29.6	8.08
6E	48.7	47.7	1.0	47.7	75.0	SI	-27.3	4.71
7E	50.3	48.1	2.2	48.1	75.0	SI	-26.9	5.56
8E	46.2	39.5	6.7	45.2	75.0	SI	-29.8	1.19
9E	59.8	47.1	12.7	59.6	75.0	SI	-15.4	4.42
10E	73.7	59.9	13.8	73.6	75.0	SI	-1.5	1.29

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

Cabe resaltar que si el valor de la diferencia es negativo, indica que el nivel de Emisión de Ruido se encuentra por debajo del nivel máximo permitido y si el valor es positivo, indica que el nivel de Emisión de Ruido se encuentra en niveles superiores al nivel máximo permisible. Para determinar la incertidumbre, de cada punto de emisión de ruido y ruido ambiental, se utiliza como base el cálculo de la incertidumbre combinada, expuesto en la ISO 1996-2.

- Mediciones de Ruido Ambiental

Con los resultados obtenidos del monitoreo realizado en los puntos establecidos para la evaluación de Ruido Ambiental, se calculan los niveles de ruido ambiental resultantes, los cuales son comparados con los estándares máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT para ruido ambiental (Capítulo III. Artículo 17) en:

- Sector C: Ruido intermedio restringido - Zonas de usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales y zonas francas, con valores de 75 dB (A) en horario diurno y 70 dB (A) en horario nocturno, para los puntos identificados del 1A al 6A y 13A
- Sector B: Tranquilidad y ruido moderado - Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes; con valores de 65 dB (A) en horario diurno y 50 dB (A) en horario nocturno, para los puntos identificados del 7A al 12A y del 14A al 17A.

En la Tabla 224 y Tabla 225, se presentan los valores que corresponden al aporte de la fuente hacia el medio ambiente, en horario diurno y nocturno, comparados con la normatividad ambiental vigente.

Tabla 224. Niveles de ruido ambiental resultantes en los puntos de medición - Comparación con el estándar máximo permisible para emisión de ruido para horario diurno.

PUNTO DE MONITOREO	NIVEL DE RUIDO CORREGIDO (LRAeq,1h) dB(A) (a)	NIVEL DE RUIDO RESIDUAL CORREGIDO (LRAeq, 1h,Residual) dB(A) (b)	DIFERENCIA LRAeq,1h LRAeq, 1h,Residual	RESTA LOGARITMICA ENTRE LRAeq,1h y LRAeq, 1h,Residual Aporte que la fuente hace al medio ambiente (c)	ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE dB(A) Res. 627/06	¿CUMPLE CON EL ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE ?	DIFERENCIA Nivel de Ruido Ambiental resultante - Res. 627/06 dB(A) *	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN EN dB(A) **
1A	51.1	44.0	7.1	50.2	75.0	SI	-24.8	2.21
2A	60.1	47.2	2.9	47.2	75.0	SI	-27.8	2.22
3A	65.9	54.5	11.4	65.6	75.0	SI	-9.4	3.06
4A	42.4	48.2	-5.8	48.2	75.0	SI	-26.8	4.77
5A	54.0	68.6	-14.6	68.6	75.0	SI	-6.4	6.21
6A	65.1	65.9	-0.8	65.9	75.0	SI	-9.1	5.68
7A	51.6	60.9	-9.3	60.9	65.0	SI	-4.1	2.85
8A	63.9	51.6	12.3	63.6	65.0	SI	-1.4	5.98
9A	56.6	77.8	-21.2	77.8	65.0	SI	12.8	10.9
10A	52.4	57.9	-5.5	57.9	65.0	SI	-7.1	2.96
11A	50.3	58.1	-7.8	58.1	65.0	SI	-6.9	2.33
12A	48.4	50.4	-2.0	50.4	65.0	SI	-14.6	2.39
13A	54.5	46.4	8.1	53.8	75.0	SI	-21.2	7.92
14A	55.6	54.4	1.2	54.4	65.0	SI	-10.6	1.26
15A	49.8	49.5	-0.7	49.5	65.0	SI	-15.5	2.52
16A	56.4	49.7	6.7	55.4	65.0	SI	-9.6	5.11
17A	58.9	52.1	6.8	57.9	65.0	SI	-7.1	10.2

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

Tabla 225. Niveles de ruido ambiental resultantes en los puntos de medición - Comparación con el estándar máximo permisible para emisión de ruido para horario nocturno.

PUNTO DE MONITOREO	NIVEL DE RUIDO CORREGIDO (LRAeq,1h) dB(A) (a)	NIVEL DE RUIDO RESIDUAL CORREGIDO (LRAeq, 1h,Residual) dB(A) (b)	DIFERENCIA LRAeq,1h LRAeq, 1h,Residual	RESTA LOGARÍTMICA ENTRE LRAeq,1h y LRAeq, 1h,Residual Aporte que la fuente hace al medio ambiente (c)	ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE dB(A) Res. 627/06	¿CUMPLE CON EL ESTÁNDAR MÁXIMO PERMISIBLE ?	DIFERENCIA Nivel de Ruido Ambiental resultante - Res. 627/06 dB(A) *	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN EN dB(A) **
1A	47.9	47.1	0.8	47.1	70.0	SI	-22.9	1.15
2A	54.2	40.7	13.5	54.0	70.0	SI	-15.0	5.03
3A	52.7	41.0	11.7	52.4	70.0	SI	-17.6	3.05
4A	50.1	51.7	-1.6	51.7	70.0	SI	-18.3	10.20
5A	61.7	40.4	21.3	61.7	70.0	SI	-8.3	4.07
6A	56.5	39.7	16.8	56.4	70.0	SI	-13.6	5.74
7A	50.4	71.9	-21.5	71.9	70.0	NO	1.9	1.55
8A	53.2	59.1	-5.9	59.1	50.0	NO	9.1	8.98
9A	59.2	61.5	-2.3	61.5	50.0	SI	11.5	15.39
10A	48.5	45.0	3.5	45.9	50.0	SI	-4.1	5.08
11A	44.7	46.3	-1.6	46.3	50.0	SI	-3.7	4.97
12A	43.9	42.5	1.4	42.5	50.0	SI	-7.6	1.12
13A	54.6	41.0	13.6	54.4	70.0	SI	-15.6	3.22
14A	56.7	53.6	3.1	53.8	50.0	SI	3.8	3.05
15A	45.3	46.2	-0.9	46.2	50.0	SI	-3.8	1.11
16A	58.5	57.4	1.1	57.4	50.0	NO	7.4	3.32
17A	58.9	57.1	1.8	57.1	50.0	NO	7.1	3.82

Fuente: CCA COMPAÑÍA DE CONSULTORÍA AMBIENTAL LTDA.

Cabe resaltar que si el valor de la diferencia es negativo, indica que el nivel de Emisión de Ruido se encuentra por debajo del nivel máximo permitido y si el valor es positivo, indica que el nivel de Emisión de Ruido se encuentra en niveles superiores al nivel máximo permisible. Para determinar la incertidumbre, de cada punto de emisión de ruido y ruido ambiental, se utiliza como base el cálculo de la incertidumbre combinada, expuesto en la ISO 1996-2.

A partir de los resultados expuestos anteriormente se puede decir que los valores de ruido residual en los puntos de monitoreo, se tomaron de los valores registrados sin la fuente específica de operación (trituradora primaria y secundaria), por lo anterior el nivel de ruido residual corregido corresponde a los valores medios.

La evaluación de emisión de ruido, se efectuó a través del monitoreo realizado en los puntos de monitoreo 1E al 10E, mientras que la evaluación de Ruido Ambiental, se realizó en los puntos 1A al 17A.

La mina La Esmeralda, genera ruido "continuo" como el relacionado por el funcionamiento de la trituradora primaria y secundaria; de igual manera genera ruido de tipo "intermitente" proveniente de los dumpers.

Los resultados obtenidos en horario diurno para los puntos de emisión de ruido del 1E al 10E, presentan valores inferiores al estándar máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006 para el Sector C: Ruido intermedio restringido. Se evidenció una vez analizada la información tomada en campo que algunos puntos presentaron valores superiores al límite establecido la norma; sin embargo, estos niveles no corresponden a la emisión generada por la mina sino a la incidencia directa de terceros.

Para los puntos de ruido ambiental (1A al 17A) monitoreados en horario diurno, presentan valores inferiores en un rango de 1.4 dB(A) hasta 24.8 dB(A), evidenciando un cumplimiento de los límites establecidos en la norma ambiental de ruido, para cada uno de los sectores comparados, Sector B: Tranquilidad y Ruido Moderado y Sector C: Ruido intermedio restringido; sin embargo, estos cuentan con incidencia directa de terceros, por lo cual hay que destacar que los niveles de ruido hallados en estos puntos de medición, no son responsabilidad de la mina La Esmeralda, por lo tanto los resultados no son atribuibles a la industria.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Con base en los datos reportados para la emisión de ruido en el horario nocturno, se establece que los puntos de monitoreo del 1E al 10E presentan valores inferiores frente a los estándares máximos permisibles en la Resolución 627 de 2006 para el Sector C: Ruido intermedio restringido.

Los puntos de evaluación de Ruido Ambiental del 1A al 6A y del 9A al 15A se evidencian valores inferiores frente al estándar máximo permisible en la Resolución 627 de 2006, para cada sector correspondiente. exceptuando los puntos de monitoreo 7A, 8A, 16A y 17A los cuales presentan niveles de 91,9 dB(A), 59,1 dB(A), 57,4 dB(A) y 57,1 dB(A) respectivamente; dichos resultados obedecen a la incidencia directa de terceros como las actividades desarrolladas por parte de los habitantes del corregimiento de Payandé, así como un aporte importante por eventos naturales propios del área.

Los puntos de monitoreo de Ruido Ambiental 4A, 7A, 8A, 9A, 11A y 15A, evidencian un ruido residual más alto que nivel de ruido ambiental emitido, evidenciando que los niveles de ruido hallados en estos puntos, no obedecen a las operaciones que se desarrollan en la mina La Esmeralda, propiedad de Cemex, sino a la incidencia de terceros, como las actividades desarrolladas por los habitantes del corregimiento de Payandé, tránsito discontinuo de vehículos en vía primarias y secundarias.

5.1.9.6.2.7. Puntos de monitoreo campaña 2020

Esta campaña de monitoreo de ruido se llevó a cabo entre los días 30 de octubre y el 1 de noviembre de 2020. Se ubicaron tres puntos de monitoreo de ruido ambiental los cuales fueron instalados a lo largo de la población de Payandé con el fin de conocer la percepción del ruido ambiental que tienen los habitantes de la zona.

A continuación, en la Tabla 226 se presentan las especificaciones para cada punto de monitoreo. Posteriormente, en la Figura 239 se presenta la ubicación de cada punto.

Tabla 226. Descripción de los puntos de monitoreo

Nombre de la estación 1	Fechas de monitoreo día hábil	Fechas de monitoreo día No hábil	Coordenadas	
			N	W
RA1	Fecha inicial: 30/10/2020	Fecha inicial: 1/11/2020	4.29937	-75.10060
	Fecha final: 31/10/2020	Fecha inicial: 1/11/2020	X:967252.235 m Este 4766950,5	Y: 886422.257 m Norte 2033398,3
<p>De manera frecuente se identifica el paso de vehículos externos y motos por las vías cercanas del corregimiento, además de sonidos asociados a dinámicas poblacionales, dada la presencia de zonas habitacionales cercanas (interacciones sociales, desarrollo de actividades humanas) y eventuales sonidos asociados a la tenencia de animales domésticos; aunque cabe anotar que de manera tenue se alcanza a percibir el ruido procedente de la operación de la mina.</p> <p>Durante el horario nocturno el paso de vehículos por vías cercanas es mínimo, se registra muy ocasionalmente paso de motos, así mismo los aportes de ruido asociados a la actividad habitacional descienden considerablemente; por lo que para este periodo se alcanzan a identificar algunos sonidos procedentes de animales de ámbito nocturno e igualmente aportes de ruido relacionados con la operación de la mina.</p>				
Nombre de la estación 2	Fechas de monitoreo día hábil	Fechas de monitoreo día No hábil	Coordenadas	
			N	W
RA2	Fecha inicial: 30/10/2020	Fecha inicial: 1/11/2020	4.29583	-75.09756

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

Nombre de la estación 1	Fechas de monitoreo día hábil	Fechas de monitoreo día No hábil	Coordenadas	
			N	W
	Fecha final: 31/10/2020	Fecha inicial: 1/11/2020	X:966860.267 m Este 4767286,8	Y: 886759.253 m Norte 2033005,9
<p>Predomina el ruido asociado a la actividad habitacional de la zona, destacándose la incidencia de música, así como el paso de motocicletas por las vías del corregimiento cercanas; entre tanto que, en este punto el ruido procedente de la operación de la mina se percibe de manera muy tenue.</p> <p>Para esta medición el ruido asociado a actividades residenciales desciende significativamente, aunque de manera eventual se registra paso de motocicletas y ladridos de perros domésticos; así mismo se identifican aportes de ruido biogénicos procedentes de fauna silvestre. Para este periodo no se identifican con claridad los aportes sonoros de la mina.</p>				
Nombre de la estación 3	Fechas de monitoreo día hábil	Fechas de monitoreo día No hábil	Coordenadas	
RA3	Fecha inicial: 30/10/2020	Fecha inicial: 1/11/2020	4.29575	-75.09508
	Fecha final: 31/10/2020	Fecha inicial: 1/11/2020	X:966851.053 m Este 4767562,1	Y:887034.587 m Norte2032996,3
<p>Prevalecen los aportes sonoros determinados por factores poblacionales, se identifican de manera frecuente sonidos procedentes de interacciones sociales, así como la movilización de motos por vías cercanas; entre tanto que no se identifican con claridad los sonidos ocasionados por las actividades de producción en la mina.</p> <p>Dado el descenso de las dinámicas poblacionales y tránsito vehicular cercano durante este periodo, se perciben con mayor intensidad los ruidos de carácter biogénico, dados principalmente por animales nocturnos. No se identifica con claridad aportes sonoros relacionados con la mina.</p>				

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

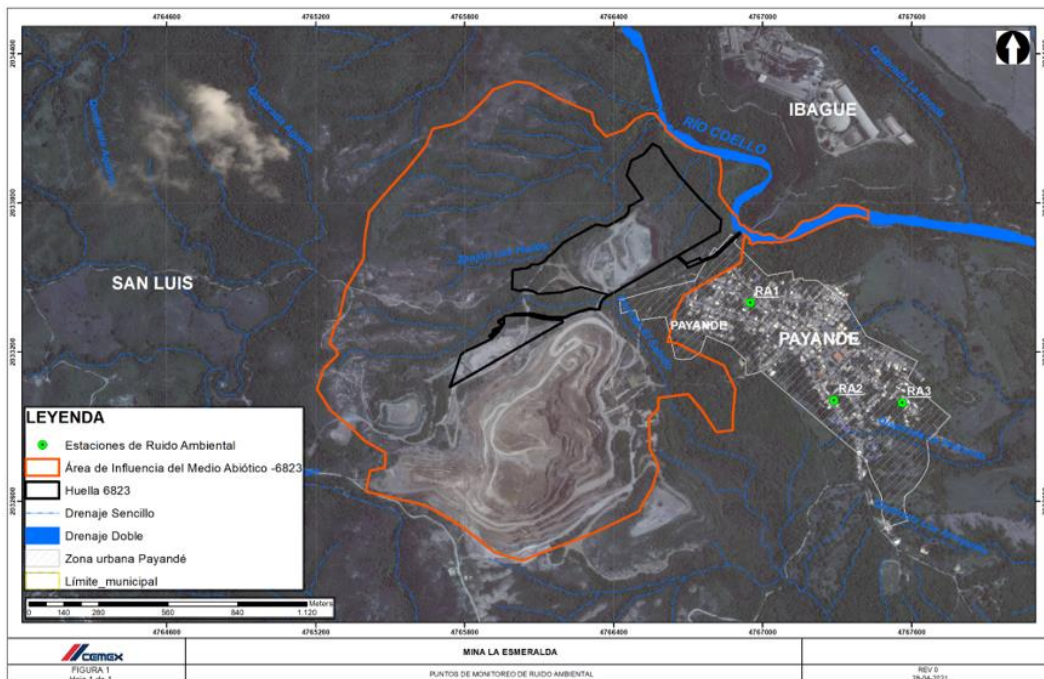


Figura 239. Ubicación de los puntos de monitoreo
Fuente: Elaboración propia

5.1.9.6.2.8. *Normatividad*

Para comparar los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido es importante tener presente que la normatividad la cual establece los límites máximos permisibles de ruido ambiental se enmarca dentro de la Resolución 0627 de 2006 del MADS.

Cabe resaltar que los límites máximos permisibles varían según la clasificación del suelo ya que para zonas sensibles los límites son más estrictos a diferencia de las zonas industriales donde los límites son más permisivos.

A continuación, se presentan los límites máximos permisibles de ruido ambiental y la clasificación de suelo según el punto monitoreado. Ver Tabla 227.

Tabla 227. Límites máximos permisibles según la clasificación del suelo para el periodo diurno y nocturno

Punto de monitoreo	Sector según la clasificación del suelo	Subsector	Límite Máximo permisible horario Diurno (dB(A))	Límite Máximo permisible horario Nocturno (dB(A))
RA1	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
RA2	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
RA3	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50

Fuente: AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S.

5.1.9.6.2.9. *Procedimientos de medición de ruido*

En el contexto de la valoración del ruido en el área de influencia de la Mina La Esmeralda Título 745, se siguió en forma estricta el procedimiento de medición para ruido ambiental, estipulado en el Anexo 3, Capítulos II de la Resolución 627 de 2006 del actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Los niveles de ruido se evaluaron durante los días 30 de octubre de 2020, 31 de octubre de 2020 y 1 de noviembre de 2020. Las mediciones se realizaron en los intervalos unitarios de tiempo de medida establecidos en la Resolución 0627 de 2006, estos intervalos fueron previamente definidos para cada punto de medida, considerando intervalos de tiempo de referencia diurnos (durante el periodo comprendido entre las 7:01 y las 21:00 horas) y nocturnos (durante el periodo comprendido entre las 21:01 y las 7:00 horas). Este procedimiento se realiza tanto en día hábil como en día no hábil, con

el fin de poder establecer un patrón de comportamiento de un día ordinario normal más o menos característico y en día no hábil, con la finalidad de detectar posibles incidencias externas.

El ruido ambiental, según lo establecido en la Resolución 627 de 2006, se midió instalando el micrófono a una altura de cuatro m medidos a partir del suelo terrestre y a una distancia equidistante entre los límites del espacio público correspondiente. Se obtuvieron quince minutos de captura de información distribuidos uniformemente para cada punto (tres mediciones de cinco minutos). Cada una de estas mediciones consta de quince mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales y tomadas en las siguientes orientaciones del micrófono: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba. Para cada orientación, en cada punto y horario, se aplica la siguiente fórmula:

$$LAeq = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{3} \right) * \left(10^{L_{primera\ medición}/10} + 10^{L_{segunda\ medición}/10} + 10^{L_{tercera\ medición}/10} \right) \right)$$

Ecuación 54.

El resultado de la medición es obtenido finalmente mediante la siguiente expresión:

$$LAeq = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) * \left(10^{LN/10} + 10^{LO/10} + 10^{LS/10} + 10^{LE/10} + 10^{LV/10} \right) \right)$$

Ecuación 55.

Donde:

- LAeq: Nivel equivalente resultante de la medición.
- LN: Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.
- LO: Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.
- LS: Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur.
- LE: Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.
- LV: Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

Los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderados A, (LAeq,T) para cada uno de los monitoreos de ruido fueron ajustados o corregido de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 8 de la Resolución 0627 de 2006, utilizando la metodología presentada en el Anexo II de la citada Resolución, de la siguiente manera.

$$L_{RA(X),T} = L_{RA(X),T} + (KI, KT, KS)$$

Ecuación 56.

Donde:

- LRA(X),T: Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido. (X) corresponde a cualquiera de los parámetros de medida
- KI: Ajuste por impulsos (dB(A))
- KT: Ajuste por tono y contenido de información (dB(A))
- KS: Ajuste (positivo o negativo) para ciertas fuentes y situaciones (ej. bajas frecuencias)

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$, solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dB(A). El cálculo de los Factores de K se describe a continuación.

Para el ajuste por impulsos, en cada horario y punto de monitoreo se realizó una lectura por impulsos (L_{AI}). Posteriormente se determinó la diferencia entre la lectura por impulsos (L_{AI}) y el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado del punto de monitoreo ($L_{Aeq,T}$).

$$L_I = (L_{AI} - L_{Aeq,Ti})$$

Ecuación 57.

Si la diferencia (L_f) es menor a 3 decibeles no hay componentes impulsivos, si se encuentra entre 3 y 6 decibeles hay percepción neta de componentes impulsivos y si es superior a 6 decibeles hay percepción fuerte de componentes impulsivos: Según lo anterior se realizan las siguientes correcciones. Para la ausencia de percepción no se adicionan decibeles, si la percepción es neta se adicionan 3 dB(A) y si es fuerte se adicionan 6 dB(A).

El siguiente ajuste corresponde a las tonalidades, para lo cual en campo se realizó una lectura por filtros de tercios de octava. Con los resultados obtenidos en el espectro de tercios de octava se calcula la diferencia:

$$L = L_t - L_s$$

Ecuación 58.

Donde:

Lt: Es el nivel de presión sonora de la banda f que contiene el tono puro.

Ls: Es la media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de f (L_{encima} y L_{debajo}).

Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 20 a 125 Hz:

- Si $L < 8$ dB(A), no hay componentes tonales.
- Si 8 dB(A) $< L < 12$ dB(A), hay componente tonal neto.
- Si $L > 12$ dB(A), hay componente tonal fuerte.

Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 160 a 400 Hz:

- Si $L < 5$ dB(A), no hay componentes tonales.
- Si 5 dB(A) $< L < 8$ dB(A), hay componente tonal neto.
- Si $L > 8$ dB(A), hay componente tonal fuerte.

Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales a partir de 500 Hz:

- Si $L < 3$ dB(A), no hay componentes tonales.
- Si 3 dB(A) $< L < 5$ dB(A), hay componente tonal neto.
- Si $L > 5$ dB(A), hay componente tonal fuerte.

Para la ausencia de componentes tonales no se adicionan decibeles, si hay componentes tonales netos se adicionan 3 dB(A) y si es fuerte se adicionan 6 dB(A).

Por último, la corrección de nivel KS se aplica de la siguiente manera. Si el ruido proviene de las instalaciones de ventilación y climatización, bajas frecuencias: 5 dB(A) en período diurno; 8 dB(A) en período nocturno.

5.1.9.6.2.10. Análisis de la estimación de la incertidumbre en los métodos de medición de ruido

Mientras se esté realizando una medición, algunas fuentes de incertidumbre requieren una atención específica para poder reducir su influencia de niveles de presión sonora todo lo posible. La incertidumbre puede estar causada tanto por la variación natural de la situación de trabajo expresada como las condiciones meteorológicas, como por errores en el momento de la medición que pueden influir en el resultado tales como:

- Las variaciones en el trabajo diario, las condiciones de funcionamiento, la incertidumbre en el muestreo.

- Los instrumentos, la calibración o desviación de esta.
- Las falsas contribuciones, como, por ejemplo: el viento, las corrientes de aire, o los impactos en el micrófono, roce del micrófono sobre la ropa.
- Las contribuciones de las fuentes de ruido atípicas (la palabra, las señales de alarma). El nivel de exposición al ruido medido y la incertidumbre asociada al resultado depende del método de medición utilizado.
- Un análisis del trabajo mal hecho o no realizado. El análisis de cada una de las variables que vienen intrínsecas para la formulación y obtención de datos debe ser puntual y no hacer omisión de alguna de estas, con el fin de lograr en total, resultados precisos y confiables para el posterior análisis del monitoreo de ruido ambiental ejecutado en la zona de influencia.

La Norma UNE-ISO 1996-2:2009, describe que la incertidumbre de medición depende de la fuente sonora y del intervalo de tiempo de medición, de las condiciones meteorológicas, de la distancia desde la fuente y del método de medición y la instrumentación. Dicha incertidumbre de medición se expresa como una incertidumbre expandida basada en una incertidumbre típica combinada multiplicada por un factor de cobertura igual a dos, proporcionando así una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

A continuación, en la Tabla 228 se presenta el resumen de la incertidumbre de medición.

Tabla 228. Resumen de la Incertidumbre de medición para LAeq

Incertidumbre típica					Incertidumbre
Debido a la Instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual	Combinada	De medición Expandida
1.0 dB	X dB	Y dB	Z dB	$\sigma t / \sqrt{1.0^2 + X^2 + Y^2} + Z^2 dB$	$\pm 2.0 \sigma t dB$

Fuente: Norma UNE-ISO 1996-2:2007.

- Incertidumbre debido a las condiciones de operación:

Representa la influencia que ejercen los distintos operadores y equipos en el mismo lugar bajo unas condiciones cortantes. Si la instrumentación es de clase 1, la incertidumbre será de 1 dB, pero si se usa otra instrumentación diferente ésta será todavía mucho mayor, a la cual se le realizará el proceso de cálculo de incertidumbre. Los equipos utilizados por AGQ Prodycon Colombia S.A.S., en la ejecución de sus monitoreos, son de clase 1 por lo tanto, la incertidumbre será de 1 dB. Lo anterior reglamentado en la Norma IEC 61672-1:2002.

- Incertidumbre debido a las condiciones de operación:

Cuanto más a largo plazo sean las medidas, más mediciones necesitaremos hacer para determinar la repetibilidad de la desviación estándar. Se realizan un mínimo de tres medidas, aunque es mejor si se realizan cinco, pero usando siempre

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

el mismo procedimiento de medida, mismos equipos e instrumental y midiendo siempre en el mismo lugar. Las medidas se realizan en una posición donde las variaciones meteorológicas influyan lo mínimo posible.

Tráfico rodado: Cuando se mide L_{eq} , se debe contar el número de vehículos que pasen durante el intervalo de medición. Si el resultado de la medición se para a otras condiciones de tráfico, se debe hacer la distinción entre, al menos, las dos categorías de vehículos, "pesados" y "ligeros".

Teniendo en cuenta que, durante el monitoreo, no se presentó flujo vehicular significativo, ya que los puntos de medición no se encuentran cercanos a vías de orden principal o primarias, este factor no se incluye en el cálculo final de la incertidumbre.

- Incertidumbre debido a las condiciones meteorológicas y del terreno

Depende de la distancia de medición y de las condiciones meteorológicas que prevalecen. Para mediciones a corto plazo, las variaciones en las condiciones del suelo son pequeñas. En caso de querer realizar medidas a largo plazo, se procede de forma diferente: habrá que tener en cuenta los diferentes climas por separado, para después combinarlos. Las variaciones en las condiciones del suelo, para el caso de medidas a largo plazo, pueden aumentar considerablemente la incertidumbre en la medida. Para superficies del terreno dura entre la fuente y la posición de medición sea dura $\sigma_m=0,5$ dB hasta 25 m en situación baja y hasta 50 m en situación alta.

- Incertidumbre debido al sonido residual

La incertidumbre varía dependiendo de la diferencia entre los valores totales medidos y el sonido residual, así como también del parámetro que se ha medido (incluyendo la autogeneración de ruido en la instrumentación). Inicialmente se comprueba si la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y nivel de presión sonora medido está 10 dB ó más por debajo y si, en caso de estarlo, también lo está por debajo de 3 dB (en esta situación no se efectúa corrección porque la incertidumbre resultante tendría un valor demasiado alto). Pero cuando la diferencia oscila entre 3 y 10 dB, se aplicará la siguiente corrección:

$$L_{corr} = 10 \log (10^{L_{medido}/10} - 10^{L_{residual}/10})dB$$

Ecuación 59.

Seguido a esto, se calcula la incertidumbre del nivel sonoro residual Z:

$$Z = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2}$$

Ecuación 60.

Donde:

σ_s = incertidumbre del nivel sonoro específico

σ_o = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual

Se define como el valor de incertidumbre del nivel sonoro residual como la combinación del nivel total y el sonido residual.

$$Z * C$$

Ecuación 61.

Donde Z es el sonido residual y C la sensibilidad residual que viene dada por

$$C_{Resid} = - 10^{L_{resi}/10} / (10^{L_{total}/10} - 10^{L_{resi}/10})$$

Ecuación 62.

Al realizar los procedimientos mencionados, se obtiene una incertidumbre de sensibilidad residual de 1.02 dB en la jornada diurna y 1.00 dB en jornada nocturna. Obtenidas todas las incertidumbres se calcula la combinada.

La cual obtiene un valor de 1.51 dB en jornada diurna y 1.50 dB en jornada nocturna. Una vez se tiene el valor de la incertidumbre combinada, se halla la incertidumbre expandida, que se obtiene multiplicando su valor por dos, cuyos resultados son valores de 3.03 dB para jornada diurna y 3.00 dB para jornada nocturna.

5.1.9.6.2.11. Equipos utilizados para la medición

Como instrumento de medición de niveles de presión sonora se empleó un sonómetro integrador marca Quest Technologies, Tipo 1, modelo SoundPro SE/DL1, con número de serie BLG110013. Este ha sido previamente calibrado en nivel de presión sonora y frecuencia, considerando la ponderación A, ponderación C y ponderación Z, además de ser calibrado (mediante prueba de atenuación) en cada uno de los filtros de octavas; esto en conformidad con el Capítulo IV: De los equipos de medida y las mediciones, Artículo 18, de la Resolución 627 de 2006. En el Anexo CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.039-Monitoreo de ruido, se presenta el respectivo certificado de calibración vigente.

El sonómetro tiene capacidad de medir el nivel equivalente de presión sonora con ponderación frecuencial A, -LAeq-, directa e indirectamente; cumple con las especificaciones de sonómetro Tipo 1 y es integrador de clase P.

Este sonómetro cumple con los requerimientos del American National Standards Institute (ANSI S1.4—1983-R2001, ANSI S1.11-2004 y ANSI S1.43-1997-R2002), Especificación Estándar de medidores de niveles de sonido para propósitos generales tipo 1; y la International Electro - Technical Commission (IEC 61672-1, IEC 61672-2, IEC 61260, IEC 61000). Además, cumple con los requerimientos de la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

A continuación, en la Tabla 229 se presenta la especificaciones técnicas de los sonómetros empleados.

Tabla 229. Especificaciones técnicas del sonómetro empleado

Clase	1
Parámetros de medida	SPL, MAX, MIN, Peak, Ln, Leq, Lavg, Sel, TWA, Taktm, DOSE, PDOSE, Ldn, CNEL, exposición en tiempo real.
Intervalo de registro	1, 10, 15, 30, 60 segundos 5, 10, 15, 30, 60 minutos
Rango de medida	0 – 140 dB
Rango de frecuencia	12,5 Hz a 20 KHz
Tiempo de respuesta	Rápida, lenta e impulsos
Filtro de frecuencia	1/1, 1/3 Bandas de octava
Ratas de intercambio	3, 4, 5, 6 dB(A)

Ponderación de frecuencias

A, C, Z

Fuente: AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S.

Este equipo dispone además de un dispositivo integrador de resultados o data logger que permite el almacenamiento y procesamiento de la información registrada, además de permitir su programación en los horarios de tiempo deseados.

Para el manejo y procesamiento de los datos se utilizó el programa especializado Detection Management Software – DMS, el cual permite descargar los datos desde el sonómetro, además de arrojar estadísticas, tablas y gráficas de los parámetros de interés.

Por otra parte, la velocidad del viento fue medida utilizando un anemómetro marca Kestrel® 4500 Pocket Air Flow® Tracker.

5.1.9.6.2.12. Verificación y calibración de equipos

El equipo se encuentra calibrado eléctrica y acústicamente. Ver Anexo CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.039 -Monitoreos de ruido. La comprobación del correcto funcionamiento del equipo y verificación de calibración se realizó antes y después del monitoreo, en cada punto, mediante un patrón de calibración estándar (calibrador acústico QC-20).

El calibrador acústico Quest Technologies, modelo QC-20, provee de una calibración rápida y precisa en campo. Los calibradores generan una señal acústica estable a una frecuencia y amplitud controladas para verificar la precisión de los instrumentos en campo. Este genera una presión de sonido constante a 114 dB a una frecuencia fija de 1,000 Hz. El modelo QC-20 es recomendado para los sonómetros tipo 1 con precisión ANSI e IEC, genera presiones de 94 ó 114 dB a frecuencias de 250 ó 1,000 Hz, brindando cuatro señales diferentes. En el Anexo CAP7.DEMANDAS-Monitoreos de ruido, se presenta el certificado de calibración del respectivo calibrador acústico.

Tabla 230. Verificación del equipo de medición antes y después del monitoreo

Fecha de verificación / calibración	Lectura Patrón	Lectura Equipo
30 de octubre de 2020	114.0 dB(A)	114.0 dB(A)
31 de octubre de 2020	114.0 dB(A)	114.0 dB(A)
1 de noviembre de 2020	114.0 dB(A)	114.0 dB(A)

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

5.1.9.6.2.13. Resultados de las mediciones de los niveles de ruido ambiental

Por medio de los monitoreos llevados a cabo entre los días 30 de octubre y 1 de noviembre de 2020, a continuación se presentan los resultados de los niveles de ruido reportados en cada punto. En las siguientes tablas, se presentan los resultados obtenidos en el periodo diurno y nocturno, para los niveles de presión sonora continuos equivalentes diurnos (LAREq,d) y niveles de presión sonora continuos equivalentes nocturnos (LAREq, n) e incertidumbres expandidas de las respectivas mediciones (U).

Adicionalmente, se incluyen los resultados específicos de las mediciones efectuadas en las direcciones cardinales norte (LN), este (LE), sur (LS), oeste (LO) y vertical hacia arriba (LV).

Tabla 231. Niveles de ruido periodo diurno día hábil

Puntos de monitoreo	Niveles en dB(A)						
	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_S dB(A)	L_O dB(A)	L_V dB(A)	$L_{A Req,d}$	$U \pm$
RA1	66,2	65,8	61,5	61,9	70,7	66,6	3,03
RA2	57,5	64,1	62,6	62,6	60,3	62	3,03
RA3	59,5	56,3	55,2	55,2	56,8	56,9	3,03

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 232. Niveles de ruido periodo diurno día No hábil

Puntos de monitoreo	Niveles en dB(A)						
	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_S dB(A)	L_O dB(A)	L_V dB(A)	$L_{A Req,d}$	$U \pm$
RA1	61,3	61,7	58,8	59,1	54,9	59,7	3,03
RA2	54,4	54,1	55,1	55,1	58,5	55,8	3,03
RA3	55,8	56,5	61,7	64,3	59,1	60,6	3,03

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 233. Niveles de ruido periodo nocturno día hábil

Puntos de monitoreo	Niveles en dB(A)						
	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_S dB(A)	L_O dB(A)	L_V dB(A)	$L_{A Req,d}$	$U \pm$
RA1	53,1	50,8	49,9	50,9	63,3	57,3	3
RA2	51,5	50,5	51,4	51,4	54,1	52	3
RA3	53	52,3	56,7	55,4	55,7	54,9	3

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Tabla 234. Niveles de ruido periodo nocturno día No hábil

Puntos de monitoreo	Niveles en dB(A)						
	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_S dB(A)	L_O dB(A)	L_V dB(A)	$L_{A Req,d}$	$U \pm$
RA1	52,5	51,6	51,6	51,4	50,1	51,5	3

Puntos de monitoreo	Niveles en dB(A)						
	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_S dB(A)	L_O dB(A)	L_V dB(A)	$L_{A Req,d}$	$U \pm$
RA2	55,1	53,4	52,7	52,7	57,8	54,8	3
RA3	50,7	53,3	55,8	56,4	59,3	56	3

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

A continuación, en la Tabla 235 se presentan los resultados de los monitoreos junto a los límites máximos permisibles establecido por la Resolución 0627 del 2006 del MADS con aras de poder establecer si hay o no cumplimiento de los puntos monitoreados.

Tabla 235. Comparación entre los resultados de los niveles de ruido y los límites establecidos por la norma

Punto de monitoreo		Tipo de medición	Sector	Límites máx. Permisibles Res. 0627 del 2006 (dB(A))		Nivel de ruido ambiental registrados (dB(A))	
				Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
RA1	Día hábil	Ambiental	B	65	50	66,6	57,3
RA1	Día no hábil	Ambiental	B	65	50	59,7	51,5
RA2	Día hábil	Ambiental	B	65	50	62	52
RA2	Día no hábil	Ambiental	B	65	50	55,8	54,8
RA3	Día hábil	Ambiental	B	65	50	56,9	54,9
RA3	Día no hábil	Ambiental	B	65	50	60,6	56

Fuente: AGQ Prodycon Colombia S.A.S.

Para comparar los resultados de ruido ambiental obtenidos en los puntos mencionados, se seleccionó el Sector B de Tranquilidad y Ruido Moderado, Subsector de Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes, que establece valores máximos permisibles de 65 dB(A) para horario diurno y 50 dB(A) para horario nocturno de acuerdo con los establecido en la resolución 627 de 2006 expedida por el MAVDT, actual MADS. Esta designación del sector se da teniendo en cuenta la ubicación de los puntos de medición y su uso de suelo, que hace referencia a zonas rurales

En primer lugar, se puede observar que los niveles de ruido ambiental obtenidos durante la mayoría de las mediciones diurnas (hábil y no hábil) resultan ser satisfactorios en términos normativos, con reportes que no exceden los 62 dB(A) para los puntos que están en cumplimiento.

Por el contrario, el único punto que presenta incumplimiento normativo es el punto RA1 donde se registra un nivel de presión sonora de 66.6 dB(A) que refleja un leve excedente normativo del 2%.

Por otra parte, el sobrepaso de la norma mencionado anteriormente podría estar determinado por la movilización frecuente de motocicletas por vías cercanas del corregimiento, por aportes de ruido asociados a dinámicas poblacionales, al desarrollo de la actividad habitacional humana y eventuales sonidos asociados a la tenencia de animales domésticos; aunque cabe anotar que, en este punto de manera tenue se alcanza a percibir el ruido procedente de la operación de la mina.

Para el periodo nocturno, se evidencia que los niveles de ruido ambiental tanto hábiles como no hábiles, exceden los límites máximos permisibles establecido por la norma, registrándose así niveles de presión sonora comprendidos entre 51.5 dB(A) y 57,3 dB(A) que señalan excedencias de la norma (50 dB(A)) del 3% al 15%.

Finalmente, es importante mencionar que durante el periodo de evaluación nocturno, desciende significativamente el ruido procedente de factores poblacionales, así como del tránsito vehicular y de motos, es decir que los aportes de ruido estarían determinados principalmente por sonidos procedentes de animales de ámbito nocturno y eventuales ladridos de perros domésticos. Para los puntos RA2 y RA3, no se identifican con claridad los aportes de ruido asociados a las actividades de producción de la mina, mientras que en el punto RA1, se alcanzan a percibir de manera muy tenue.

5.1.9.6.3. Vibraciones.

En la zona del proyecto, actualmente se desarrolla la operación minera correspondiente a las actividades del Título 4205, así que como línea base se tienen los niveles de vibraciones registrados hoy en día producto de dicha operación, a raíz de la maquinaria empleada y las cargas explosivas necesarias para la excavación del material.

Dicho lo anterior, con el fin de controlar los niveles de vibración generados por la operación minera es necesario la definición de un umbral a partir del cual las vibraciones pueden inducir efectos en personas (sensibilidad humana) o en la infraestructura cercana al punto de emisión. En Colombia no existen normas que establezca umbrales de vibración, razón por la cual se han utilizado normas o recomendaciones europeas (en particular DIN 4150) y de Estados Unidos (USBM R18507 y OSM 817.67) con el fin de limitar y proponer medidas de mitigación en proyectos que requieren el uso de explosivos, equipos que inducen altos niveles de vibración y vehículos pesados. Para el caso en estudio el umbral de vibración definido tiene en cuenta tanto los criterios de sensibilidad humana como de afectación a estructuras, además de considerar las fuentes características de las operaciones a llevar a cabo. Por lo anterior, a continuación se presenta una breve descripción de los estándares internacionales aplicados al proyecto en estudio usados para definir los umbrales máximos de nivel de vibración.

En referencia a los umbrales de niveles de vibración asociados con sensibilidad humana, la ISO 2631 define qué velocidades de partícula entre 2 a 3 mm/s, en el rango de frecuencias entre 8 y 80 Hz (ISO 2631) son perceptibles para el ser humano y el estudio desarrollado por Wiss (1974) concluye que velocidades de partícula de 6 mm/s, 23 mm/s y 51 mm/s son clasificadas como fácilmente perceptible para personas, intenso para personas y severo para personas respectivamente, en el caso de niveles de vibración generados por fuentes transientes. Teniendo en cuenta que el uso de explosivos y el tráfico de vehículos pesados son las principales fuentes de vibración en la zona de estudio y que estas fuentes corresponden a fuentes transientes, el umbral de nivel de vibración por sensibilidad humana sería 23 mm/s que corresponde al límite de intenso para personas.

En términos de afectación a infraestructura se diferencian umbrales asociados con dos niveles de daño, el primero se refiere a daños en elementos no estructurales y el segundo con niveles de vibración de una intensidad tal que los elementos estructurales principales pueden verse afectados. En la evaluación del impacto por aumento de los niveles de vibración la definición de los umbrales de niveles de vibración se adelanta para la condición de fisuramiento de elementos de estructuras delicadas y muy sensibles a la vibración, la cual es la condición más restrictiva y corresponde al menor grado de afectación a estructuras que típicamente genera quejas de la comunidad cercana a la fuente de emisión de vibraciones. Para el caso de edificaciones existen diferentes recomendaciones referentes a la velocidad de partícula límite para afectación de construcciones, en este sentido las recomendaciones de la Norma DIN 4150: 3 mm/s que equivalente a 0,12 pulg/s para frecuencias de 1 a 10 Hz, 3 a 8 mm/s o su equivalente de 0,12 a 0,31 pulg/s para frecuencias de 10 a 50 Hz y de 8 a 10 mm/s o su equivalente de 0,31 a 0,39 pulg/s para frecuencias de 50 a 100 Hz.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se espera que las máximas vibraciones se den como consecuencia del uso de explosivos planteado para el título minero 6823, por lo que, para las operaciones actuales y futuras CEMEX ha definido como criterio general que la velocidad pico de partícula no exceda los 3,0 mm/s, para zonas urbanas y de hasta 8,0 mm/s en las zonas donde no hay estructuras susceptibles a vibraciones. Estos valores son conservadores considerando que el umbral de velocidad pico de partícula establecido por la normativa de Estados Unidos (USBM R18507) es 8,0 mm/s para el abanico de posibles frecuencias.

Dicho lo anterior, se debe considerar que la cuantificación de los niveles de vibración se realiza con base en ecuaciones o modelos empíricos que relacionan la energía liberada en la fuente de vibraciones y la distancia desde la fuente al punto de análisis. En este sentido, utilizando la fórmula planteada por Oriard (1982):

$$V = K \left(\frac{R}{Q^{0.5}} \right)^{-1.6}$$

Ecuación 63.

Donde:

V: Es la velocidad de partícula (mm/s)

K: Es la constante que representa el tipo de roca. Que para este caso se adopta un valor 1000 que corresponde a un valor intermedio entre un macizo altamente fracturado y un macizo de resistencia promedio en cara libre.

R: Distancia desde la carga (m)

Q: Carga máxima instantánea (kg) en TNT equivalente. Para el caso de estudio esta carga máxima instantánea es de 180 kg de explosivo (mezcla INDUGEL AV y ANFO), la cual en TNT equivalente es ligeramente inferior a 144 kg.

A continuación se presentan las cargas máximas admisibles en función de las distancia a las zona urbana, basado en el criterio de velocidad pico de partícula admisibles. En general, se estima que las distancias de las cargas máximas instantáneas estarán entre 150 m y 600 m.

Tabla 236. Cargas máximas admisibles en función de las distancia a la zona urbana

Distancia (m)	Carga Máxima por barreno (Kg)
100	5
150	11
200	22
250	30
300	47
350	65
400	87
450	110
500	140
550	170
600	190

Nota: El valor de velocidad pico de partícula admisible es de 3 mm/s considerando la frecuencia de las estructuras identificadas en el casco urbano de Payandé (NORMA DIN 4150 fuentes de vibraciones de baja frecuencia <50 Hz.)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 237. Cargas máximas admisibles en función de las distancia a la zona sin infraestructura susceptible a afectaciones

Distancia (m)	Carga Máxima por barreno (Kg)
50	5
75	11
105	22
122	30
152	47

Distancia (m)	Carga Máxima por barreno (Kg)
182	65
207	87
233	110
263	140
290	170
306	190

Nota: El valor de velocidad pico de partícula admisible es de 8 mm/s para zonas donde no se dispone de estructuras susceptibles a vibraciones (NORMA DIN 4150 (2016) fuentes de vibraciones de alta frecuencia >50 Hz.)

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la línea base de los niveles de vibraciones obtenidos a partir de las actividades del Título Minero 4205.

5.1.9.6.3.1. Localización de los puntos de monitoreo de vibraciones

Teniendo en cuenta la operación minera del Título 4205, actualmente se dispone de tres puntos de monitoreo de vibraciones ubicados sobre el casco urbano de Payandé. Para cada voladura Cemex ha tomado registros con sismógrafos ubicados en la Institución Educativa San Miguel Sede Secundaria, el Puesto de Salud y la Casa Cural. Las mediciones se centran en la obtención de los valores de amplitud de onda (en términos de velocidad milímetros/segundos) contra el tiempo. La ubicación en planta de los puntos de monitoreo de vibraciones con respecto a la zona de extracción se presenta en la Figura 240.



Figura 240. Ubicación de los tres puntos de monitoreo de vibraciones disponibles en la zona de influencia del proyecto.
Fuente: Elaboración propia

Los equipos de medición de vibraciones se encuentran alineados con la dirección aproximada de la detonación. El equipo registra la voladura como la velocidad de onda que lo perturba en tres direcciones; una dirección longitudinal (la cual corresponde a la onda en la dirección de la voladura), una dirección transversal (dirección perpendicular a la dirección longitudinal) y una dirección vertical.

A continuación se presenta una breve descripción del comportamiento histórico de las vibraciones registradas en los últimos años producto de la explotación minera correspondiente al Título 4205.

5.1.9.6.3.2. Inventario de registro de voladuras

En la Tabla 238, la Tabla 239 y la Tabla 240 se presentan las 138 de voladuras efectuadas como parte del proceso de explotación minera correspondiente al Título 4205 entre enero de 2018 y septiembre de 2020. Durante este periodo se ha evaluado el efecto de las voladuras sobre el casco urbano de Payandé a partir de los registros de las aceleraciones y velocidades pico de partícula identificadas en los tres puntos de monitoreo presentados en la Figura 240.

La mayor carga utilizada durante este periodo, corresponde a 261 kg, utilizada el día 27 de junio de 2019. Esta carga fue utilizada principalmente para actividades del descapote de la zona de extracción y permitió la extracción de 5425 Ton de caliza.

Tabla 238. Registros de voladuras realizados como parte del proceso de explotación minera correspondiente al Título 4205, durante el año 2018

VOLADURAS AÑO 2018							
Fecha	Voladura	Carga por barreno (Kg)	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
07/02/2018	C813	153	4 765 601	2 032 738	885 073	966 591	740
07/02/2018	C815	154	4 765 943	2 032 671	885 415	966 524	650
07/02/2018	C816	148	4 76 6176	2 032 823	885 648	966 676	640
07/02/2018	C817	127	4 766 029	2 032 861	885 501	966 714	640
15/03/2018	C819	111	4 766 096	2 032 957	885 568	966 810	630
15/03/2018	C820	144	4 766 223	2 032 839	885 695	966 692	640
16/03/2018	C818	66	4 766 329	2 033 085	885 801	966 938	718
13/04/2018	C823	112	4 766 179	2 032 785	885 651	966 638	630
13/04/2018	C821	183	4 765 778	2 032 739	885 250	966 592	720
04/05/2018	C822	129	4 765 992	2 032 750	885 464	966 603	650
04/05/2018	C826	107	4 766 070	2 032 804	885 542	966 657	640
04/05/2018	C824	74	4 765 878	2 032 804	885 350	966 657	720
08/06/2018	C827	106	4 765 713	2 032 712	885 185	966 565	714
08/06/2018	C828	114	4 765 895	2 032 455	885 367	966 308	760
28/06/2018	C825	115	4 766 107	2 032 743	885 579	966 596	640
28/06/2018	C830	68	4 766 292	2 032 857	885 764	966 710	690
28/06/2018	C829	88	4 765 959	2 032 507	885 431	966 360	720
27/07/2018	C831	135	4 766 050	2 032 707	885 522	966 560	640
27/07/2018	C832	145	4 765 838	2 032 703	885 310	966 556	714
24/08/2018	C834	152	4 765 684	2 032 698	885 156	966 551	640
24/08/2018	C833	137	4 766 025	2 032 677	885 497	966 530	714
24/08/2018	C835	51	4 766 295	2 033 041	885767	966894	718
20/09/2018	C836	132	4 766 009	2 032 650	885 481	966 503	640
20/09/2018	C837	125	4 766 122	2 032 663	885 594	966 516	640
20/09/2018	C835B	78	4 766 291	2 033 031	885 763	966 884	718
05/10/2018	C838 y B	120	4 766 163	2 032 694	885 635	966 547	640
05/10/2018	C839	140	4 766 163	2 032 694	885 635	966 547	640
05/10/2018	D388	132	4 765 920	2 032 981	885 392	966 834	675
26/10/2018	C840	122	4 765 845	2 032 569	885 317	966 422	710
26/10/2018	C840 AyB	124	4 765 845	2 032 569	885 317	966 422	710

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

VOLADURAS AÑO 2018							
Fecha	Voladura	Carga por barreno (Kg)	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
26/10/2018	D388A	33	4 765 936	2 032 990	885 408	966 843	720
26/10/2018	D389	33	4 765 895	2 032 364	885 367	966 217	780
29/11/2018	C841	147	4 766 039	2 032594	885 511	966 447	640
29/11/2018	C841 A	161	4 766 039	2 032 594	885 511	966 447	640
29/11/2018	C841 B	179	4 766 039	2 032 594	885 511	966 447	640
13/12/2018	C842	136	4 766 181	2 032 669	885 653	966 522	640
13/12/2018	C841	121	4 766 014	2 032 481	885 486	966 334	700
13/12/2018	C844	76	4 766 087	2 033 035	885 559	966 888	670
13/12/2018	D390	131	4 765 852	2 032 365	885 324	966 218	790
13/12/2018	D391	126	4 766 052	2 032 749	885 524	966 602	640

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 239. Registros de voladuras realizados como parte del proceso de explotación minera correspondiente al Título 4205, durante el año 2019

VOLADURAS AÑO 2019							
Fecha	Voladura	Carga por barreno Kg	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
24/01/2019	C843	143	4 766 310	2 033 096	885 782	966 949	704
25/01/2019	C846	153	4 766 093	2 033 039	885 565	966 892	652
26/01/2019	C848	93	4 766 318	2 033 230	885 790	967 083	690
27/01/2019	C849	97	4 765 941	2 032 983	885 413	966 836	676
21/02/2019	C845	141	4 765 658	2 032 681	885 130	966 534	704
21/02/2019	C850	160	4 766 257	2 033 035	885 729	966 888	704
21/02/2019	C851	70	4 765 863	2 032 703	885 335	966 556	694
21/02/2019	C852	127	4 765 876	2 032 577	885 348	966 430	700
20/03/2019	C846A	139	4 766 169	2 033 063	885 641	966 916	650
20/03/2019	C853	132	4 765 742	2 032 667	885 214	966 520	704
20/03/2019	C854	133	4 765 968	2 032 527	885 440	966 380	700

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

VOLADURAS AÑO 2019							
Fecha	Voladura	Carga por barreno Kg	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
20/03/2019	C855	191	4 766 289	2 033 000	885 761	966 853	704
20/03/2019	D393	128	4 765 998	2 032 766	885 470	966 619	640
11/04/2019	Sumidero	110	4 766 313	2 033 028	885 785	966 881	680
11/04/2019	C856	163	4 766 300	2 032 885	885 772	966 738	704
11/04/2019	C857	125	4 765 779	2 032 653	885 251	966 506	700
11/04/2019	C858	147	4 765 995	2 032 477	885 467	966 330	700
09/05/2019	C860	142	4 765 902	2 032 521	885 374	966 374	700
09/05/2019	C861	182	4 766 208	2 033 112	885 680	966 965	650
09/05/2019	C859	142	4 766 258	2 033 042	885 730	966 895	704
09/05/2019	C862	137	4 765 963	2 032 402	885 435	966 255	740
09/05/2019	D394	142	4 765 847	2 032 418	885 319	966 271	790
06/06/2019	C863	70	4 766 293	2 033 037	885 765	966 890	700
06/06/2019	C863A	70	4 766 327	2 033 086	885 799	966 939	700
06/06/2019	C864	178	4 765 808	2 032 683	885 280	966 536	690
27/06/2019	C865	160	4 766 083	2 033 042	885 555	966 895	656
27/06/2019	C865A	121	4 766 083	2 033 042	885 555	966 895	656
27/06/2019	C865B	124	4 766 083	2 033 042	885 555	966 895	656
27/06/2019	D395	261	4 765 795	2 032 476	885 267	966 329	780
11/07/2019	C867	60	4 766 314	2 033 115	885 786	966 968	696
11/07/2019	C869	160	4 765 786	2 032 622	885 258	966 475	700
11/07/2019	C870	163	4 765 948	2 032 572	885 420	966 425	690
01/08/2019	C866	165	4 765 694	2 032 691	885 166	966 544	700
01/08/2019	C872	159	4 766 211	2 032 811	885 683	966 664	630
01/08/2019	C874	225	4 765 926	2 032 551	885 398	966 404	690
01/08/2019	C876	35	4 766 346	2 033 123	885 818	966 976	704

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

VOLADURAS AÑO 2019							
Fecha	Voladura	Carga por barreno Kg	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
01/08/2019	C878	72	4 766 246	2 032 999	885 718	966 852	690
29/08/2019	C873	163	4 765 633	2 032 694	885 105	966 547	700
29/08/2019	C875	129	4 765 828	2 032 650	885 300	966 503	690
29/08/2019	C877	84	4 766 124	2 032 934	885 596	966 787	630
29/08/2019	C879	67	4 766 273	2 032 972	885 745	966 825	680
29/08/2019	C880	222	4 765 978	2 032 523	885 450	966 376	690
19/09/2019	C881	78	4 766 089	2 032 911	885 561	966 764	630
19/09/2019	C882	161	4 766 213	2 032 841	885 685	966 694	630
19/09/2019	C883	50	4 766 269	2 033 083	885 741	966 936	680
19/09/2019	C884	30	4 766 379	2 033 163	885 851	967 016	704
19/09/2019	D396	108	4 766 077	2 032 772	885 549	966 625	640
10/10/2019	C885	148	4 766086	2 032 886	885 558	966 739	630
10/10/2019	C886	171	4 765 882	2 032 640	885 354	966 493	690
10/10/2019	C887	133	4 766 194	2 032 847	885 666	966 700	630
15/11/2019	C888	147	4 766 090	2 032 861	885 562	966 714	630
15/11/2019	C889	163	4 765 849	2 032 661	885 321	966 514	690
15/11/2019	D397	121	4 766 067	2 032 369	885 539	966 222	775
05/12/2019	C890	54	4 766 387	2 033 176	885 859	967 029	680
05/12/2019	C891	143	4 766 165	2 032 925	885 637	966 778	630
05/12/2019	C892	135	4 766 115	2 032 824	885 587	966 677	630
05/12/2019	C893	152	4 765 807	2 032 667	885 279	966 520	680
05/12/2019	D399	88	4 766 062	2 032 391	885 534	966 244	768
20/12/2019	C894	39	4 766 360	2 033 131	885 832	966 984	680
20/12/2019	C895	38	4 766 311	2 033 129	885 783	966 982	670
20/12/2019	C896	144	4 766 190	2 032 825	88 5662	966 678	630

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

VOLADURAS AÑO 2019							
Fecha	Voladura	Carga por barreno Kg	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
20/12/2019	C897	160	4 765 774	2 032 688	885 246	966 541	690
20/12/2019	D398	100	4 766 028	2 032 802	885 500	966 655	630

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 240. Registros de voladuras realizados como parte del proceso de explotación minera correspondiente al Título 4205, durante el año 2020

VOLADURAS AÑO 2020							
Fecha	Voladura	Carga por barreno Kg	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
23/01/2020	C898	168	4 765 680	2 032 690	885152	966 543	680
23/01/2020	C899	124	4 766 163	2 032 838	885 635	966 691	630
23/01/2020	C900	105	4 766 100	2 032 945	885 572	966 798	620
23/01/2020	C901	152	4 765 897	2 032 600	885 369	966 453	675
28/02/2020	C902	58	4 766 274	2 033 050	885 746	966 903	690
28/02/2020	C903	67	4 766 295	2 033 004	885 767	966 857	690
28/02/2020	C904	101	4 766 132	2 032 936	885 604	966 789	620
28/02/2020	C905	152	4 765 631	2 032 691	885 103	966 544	690
28/02/2020	C906	124	4 765 725	2 032 669	885 197	966 522	690
28/02/2020	C907	103	4 765 890	2 032 687	885 362	966 540	675
28/02/2020	C908	193	4 765 975	2 032 555	885 447	966 408	675
19/03/2020	C911	132	4 766 124	2 032 917	885 596	966 770	620
19/03/2020	D400	123	4 766 157	2 032 771	885 629	966 624	630
19/03/2020	C912	141	4 765 850	2 032 666	885 322	966 519	675
19/03/2020	C909	59	4 766 299	2 033 076	885 771	966 929	690
19/03/2020	C910	25	4 766 367	2 033 154	885 839	967 007	700
04/06/2020	C913	141	4 766 128	2 032 886	885 600	966 739	620

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

VOLADURAS AÑO 2020							
Fecha	Voladura	Carga por barreno Kg	Coord. Origen Único		Coord. Sistema Magna Sirgas Origen Bogotá		Elevación (msnm)
			Este	Norte	Este	Norte	
04/06/2020	C914	145	4 766 098	2 032 727	885 570	966 580	630
04/06/2020	Pateros	5	4 765 838	2 032 580	885 310	966 433	650
04/06/2020	C915	240	4 766 026	2 033 012	885 498	966 865	675
04/06/2020	D401	111	4 766 095	2 032 771	885 567	966 624	770
09/07/2020	C916	132	4 766 109	2 032 781	885 581	966 634	630
09/07/2020	C917	135	4 765 793	2 032 660	885 265	966 513	675
09/07/2020	C918	38	4 766 335	2 033 142	885 807	966 995	680
09/07/2020	D402	85	4 765 900	2 032 398	885 372	966 251	775
06/08/2020	C919	133	4 766 066	2 032 863	885 538	966 716	620
06/08/2020	C920	147	4 766 131	2 032 652	885 603	966 505	630
06/08/2020	C921	161	4 765 755	2 032 679	885 227	966 532	675
06/08/2020	D403	131	4 766 366	2 033 191	885 838	967 044	680
06/08/2020	C922	20	4 766 071	2 032 384	885 543	966 237	775
10/09/2020	C923	140	4 766 066	2 032 804	885 538	966 657	630
10/09/2020	C923A	128	4 766 066	2 032 804	885 538	966 657	630
10/09/2020	C924	142	4 765 868	2 032 602	885 340	966 455	675
10/09/2020	Pateros	26	4 766 311	2 033 276	885 783	967 129	675
10/09/2020	Pateros A	16	4 766 311	2 033 276	885 783	967 129	675

Fuente: Elaboración Propia

Si bien en las tablas anteriores únicamente presentan las labores de voladura desde inicios del año 2018, estas actividades de seguimiento preceden a este año y presentan características similares a las aquí presentadas. A continuación se presenta el análisis de los registros de los sismógrafos instalados en el caso urbano de Payandé y su comportamiento en función de los umbrales definidos previamente.

5.1.9.6.3.3. Análisis de vibraciones área de estudio

La Figura 241 presenta los valores de velocidad pico de partícula para los tres puntos de monitoreo de vibraciones ubicados en el casco urbano de Payandé para las 138 voladuras realizadas desde enero de 2018 a septiembre de 2020, registradas en la sección anterior.

Al evaluar los registros de los últimos años, se identifica que ningún dato supera el valor de velocidad pico de partícula máximo establecido en la Norma 4150: 3 mm/s que equivale a 0,12 pulg/s para frecuencias de 1 a 10 Hz. Cada uno de los registros están asociados a voladuras realizadas para el proceso de extracción del Título Minero 4205, corroborando el efecto prácticamente nulo de la maquinaria sobre los puntos de control de vibraciones en el casco urbano de Payandé.

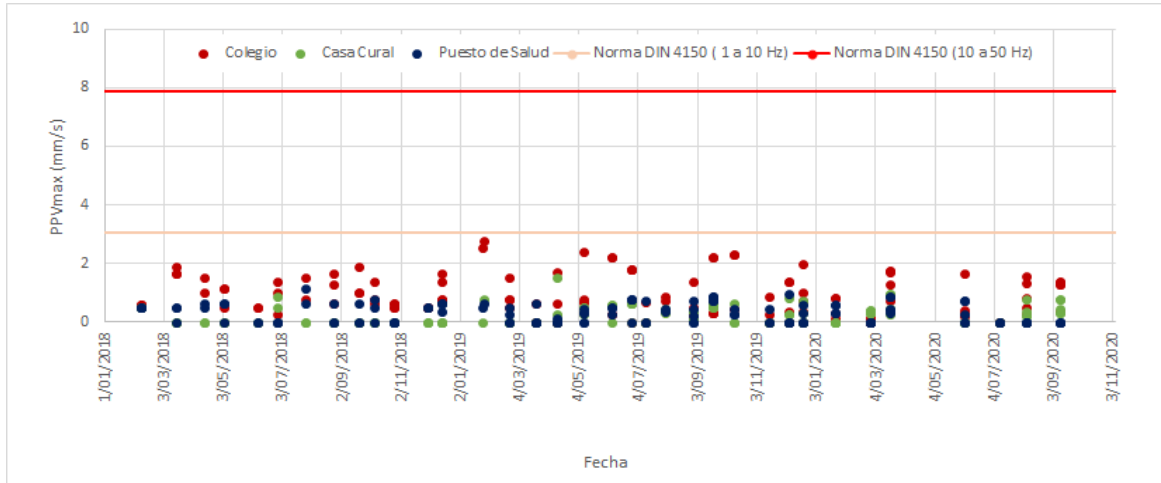


Figura 241. Velocidad pico de partícula para cada una de las voladuras realizadas desde enero de 2018 a septiembre de 2020.

Fuente: Elaboración propia (Datos suministrados por CEMEX)

Con base en el análisis de registros de vibraciones se puede concluir que los niveles de vibración generados por la operación minera en las zonas de interés son inferiores a los umbrales de vibración establecidos (3 mm/s que equivalente a 0,12 pulg/s para frecuencias de 1 a 10 Hz).

La Figura 242 presenta el PGA (Aceleración Pico del Terreno) registrado para cada una de las voladuras realizadas desde enero de 2018 a septiembre de 2020 para los tres puntos de monitoreo ubicados en el casco urbano de Payandé. Las aceleraciones pico superiores se registran en el colegio, lo cual concuerda con lo presentado previamente al corresponder con el punto que registra mayores valores de velocidades pico de partículas.

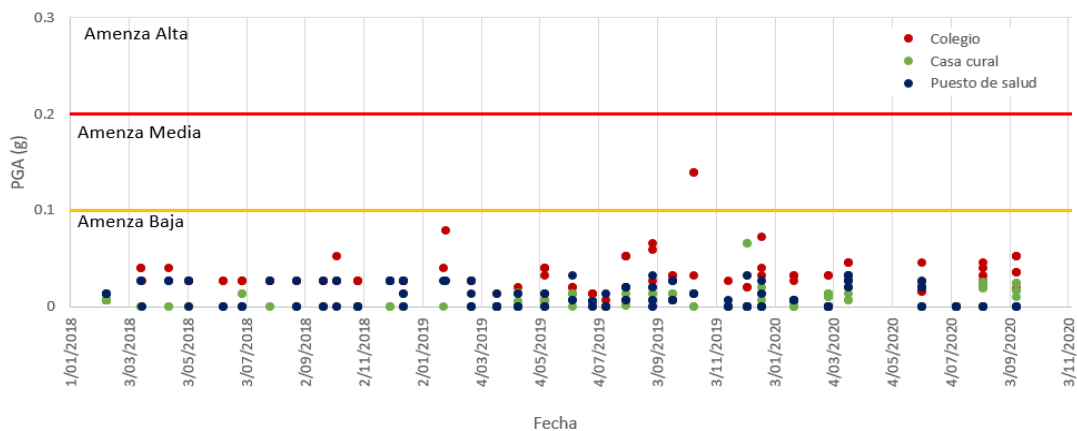


Figura 242. Valores de PGA (Aceleración Pico del Terreno) registradas para cada una de las voladuras realizadas desde enero de 2018 a septiembre de 2020.

Nota: Rangos ilustrativos, no existe límite en los mismos.

Fuente: Elaboración propia (Datos suministrados por CEMEX)

Adicionalmente, se presenta el rango de aceleraciones utilizado comúnmente en la norma NSR-10 para la clasificación de los niveles de amenaza sísmica, los cuales son indicativos y se relacionan con la aceleración pico efectiva de diseño de edificaciones. Los rangos de amenaza que se presentan son solo indicativos y están referidos a aceleraciones sísmicas de origen tectónico. Allí se observa que no hay aceleraciones, por efecto de las voladuras, que superen el rango de 0,1 g salvo por una medición puntual y que en general los valores corresponden a zona de amenaza sísmica baja.