



**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO**



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA
AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE HIERRO DE LA MINA
PERICOS, UBICADA EN LA VEREDA LA TRINIDAD MUNICIPIO DE GUASCA,
CUNDINAMARCA**

Contrato de Concesión GJ4-081

**CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE
RECURSOS NATURALES**



Bogotá D.C., enero de 2019

7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

CONTENIDO

	Pág.
7.1 AGUAS SUPERFICIALES	6
7.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS	7
7.3. VERTIMIENTOS	7
7.3.1. Caracterización del vertimiento	8
7.3.2. Diseño del tanque sedimentador	9
7.3.3. Proceso de tratamiento y disposición de lodos	17
7.3.4. Pozo séptico	17
7.3.5. Plan de gestión del riesgo para vertimientos	18
7.4 OCUPACIÓN DE CAUCES	20
7.5. APROVECHAMIENTO FORESTAL.....	20
7.6. EMISIONES ATMOSFERICAS (AIRE Y RUIDO)	21
7.6.1. Fuentes de emisiones atmosféricas Información meteorológica ...	21
7.6.2. Inventario de fuentes de emisiones del proyecto.....	23
7.6.3. Estimación de la emisión atmosférica.....	25
7.6.4. Monitoreo de calidad del aire	28
7.6.5. Modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos	32
7.6.6. Fuente de emisión de ruido	32

7.6.6.1. Inventario de fuentes de ruido del proyecto	32
7.6.6.2. Modelación de ruido	33
7.6.7. Identificación de receptores de interés	34
7.7. PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD	35
7.8. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	36
7.8.1. Relleno de cámaras de explotación y reconformación de taludes .	36
7.8.2. Obras de concreto	36
7.9. BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXO 7-1	37

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 7.1 Valores totales diarios, anuales de precipitación y en un máximo de 24 horas de los años 1974 - 2013.....	10
Tabla 7.2 Parámetros del área de explotación	12
Tabla 7.3 Clasificación de las partículas del suelo.....	12
Tabla 7.4 Valores teóricos de densidades de diferentes partículas	13
Tabla 7.5 Rendimiento de sedimentación con base en el diámetro.....	15
Tabla 7.7 Inventario de fuentes de emisión	24
Tabla 7.8 Factores de emisión para los procesos generadores de emisiones en minería de metales	26
Tabla 7.9 Estimación de emisiones anuales por medio de factores de emisión y producción proyectada.....	27
Tabla 7.10 Inventario de fuentes de generación de ruido	33
Tabla 7.11 Áreas naturales conservadas limítrofes cercanas a la Mina Pericos ...	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 7.1 Planta sedimentador	9
Figura 7.2 Corte lateral sedimentador.....	10
Figura 7.3 Total lluvia anual (mm/m ²)	11
Figura 7.4 Precipitación máxima en 24 horas (mm/m ²)	11
Figura 7.6 Rosas de vientos multianuales del municipio de Guasca	21
Figura 7.7 Climograma del área de influencia del proyecto (2013-2017).....	22
Figura 7.8 Tendencias multianuales de humedad relativa en el área de influencia del proyecto (2013-2017)	23
Figura 7.9 Ubicación de las fuentes generadoras de emisiones atmosféricas	25
Figura 7.10 Gráfica de mediciones multianuales de concentraciones de PM10	29
Figura 7.11 Gráfica de mediciones multianuales de concentraciones de PM2.5 ...	30

7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En este capítulo se presenta la justificación técnica para el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales requeridos durante las fases del desarrollo del proyecto. La información consignada en este capítulo busca abarcar los escenarios y alternativas posibles de intervención de tal manera que puedan ser otorgados los permisos ambientales correspondientes al uso de los recursos naturales.

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

Es de resaltar que de acuerdo con la caracterización hidrológica del área de influencia del proyecto, los cuerpos de agua lóticos que se encuentran dentro de esta o en sus inmediaciones hacen parte de la red de abastecimiento tanto de la red de acueducto veredal como de los distritos de riego. Es por esto que se determinó que los cuerpos de agua que potencialmente pudieran ser usados para los requerimientos hídricos de la mina actualmente poseen una alta demanda hídrica por parte de la comunidad de la vereda por lo que se suplirán las necesidades hídricas por medio de fuentes externas.

El proceso de extracción del mineral no requiere captación ni aprovechamiento de agua pues este proceso es netamente mecánico, ya que el arranque del mineral es mecánico con martillo neumático y uso de explosivos, de manera que no se requiere agua. Sin embargo, se requiere agua de uso industrial para actividades como el lavado de maquinaria, construcción de obras civiles, reconformación de taludes y la mitigación de emisiones de material particulado por el cargue/descargue de material, transporte de minerales y uso de vías. Para esto, se suministrará agua a través de carro tanques que contienen 10 m^3 ; los carros tanques son contratados con una compañía administradora de servicios públicos que opera en Bogotá y transportará el recurso hasta la mina.

Para realizar el mantenimiento de los taludes que presentan mayor susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad y erosión, se extenderá la cobertura vegetal con el uso de individuos arbóreos y arbustivos, para los cuales será necesario actividades como riego, suministrando una cantidad de 10 litros de agua por árbol, todos los días en la primera semana, luego como mínimo dos veces por semana hasta completar el mes. Con el fin de que sea posible el establecimiento de poblaciones vegetales el agua de riego provendrá también de los carros tanques contratados. Por otro lado, el agua de uso doméstico para cubrir las necesidades del uso de

servicios sanitarios y del aseo general del campamento y talleres se contará con el servicio prestado por la red de acueducto veredal debido a que la demanda del recurso es bajo debido a que la cantidad de personas que requieren de este es inferior a 50 personas de manera permanente. El abastecimiento de agua potable para consumo humano se utilizará mediante botellones de 5 galones (18.9 L), que abastecerá a los trabajadores del proyecto minero.

7.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

De acuerdo con la línea base abiótica, el sector no es una cuenca hidrogeológica y por lo tanto no existen almacenamientos de agua. Tanto en el área de intervención del proyecto minero, como el área de influencia restante no existe agua subterránea del cual puedan tomar para uso industrial o doméstico, por lo tanto no se presenta concesión de aguas subterráneas.

7.3. VERTIMIENTOS

Uno de los aspectos ambientales que contempla el proyecto dentro del área de influencia abiótico es la generación de aguas pluviales cuyo origen no es la mina, sino las condiciones meteorológicas que presenta la zona como es el caso de la precipitación. De acuerdo a los documentos suministrados por CORPOGUAVIO es necesario resaltar que las aguas generadas en el área de explotación minera son producto de la precipitación presente en la zona y de la escorrentía superficial, y no un vertimiento directo generado por la explotación minera, por lo cual el manejo que se va a realizar es solamente de los sedimentos que van directamente al suelo por medio de infiltración. Fue la misma Corporación quién indicó que se debería realizar un manejo del agua mediante la implementación de sedimentadores.

De acuerdo con el Decreto 50 del 16 de enero de 2018, "por el cual se modifica el Decreto 1076 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones" en el artículo 5 no se admite vertimientos al suelo que contengan contaminantes orgánicos persistentes y en una zona extrema de alta vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos o en zonas de recarga alta de acuíferos que hayan sido identificadas por la autoridad ambiental competente, dicho esto para este proyecto no se requiere permiso de vertimiento, debido a que en el área de influencia no se identificaron acuíferos y dado a las actividades del proyecto

de minería subterráneo no se evidencian contaminantes orgánicos persistentes.

7.3.1. Caracterización del vertimiento

El agua de la mina es conducida a través de zanjas de coronación y drenajes, que posteriormente llega a un desarenador (construido desde el inicio del proyecto), que tiene salida al suelo y cuya funcionalidad es evitar procesos erosivos, pues la falta de control del agua de escorrentía afecta la estabilidad de los frentes de explotación. El vertimiento no es originado por los procesos productivos de la mina Pericos, el tipo de agua se clasifica como aguas lluvias o pluviales, ya que está sujeto al régimen de precipitaciones que se presenta en la zona, que además presenta carga de sedimentos por las excavaciones que genera la explotación en el área, y que de acuerdo a la definición de la Resolución 631 de 2015 no se considera como agua residual no doméstica, ya que el vertimiento no es proviene de actividades industriales, comerciales o de servicios.

Teniendo en cuenta que los suelos del área de explotación y restauración de la explotación minera, quedan expuestos al arrastre de los mismos por acción de las lluvias, se realizó la conformación de taludes mediante el terraceo del mismo, dicha actividad requiere de un manejo de las aguas provenientes de la mina y de los botaderos de estériles, por lo cual la Corporación planteó un manejo de las aguas mediante la construcción y diseño de cuatro drenajes principales y secundarios que recolectan el agua lluvia en el área de explotación de la mina y que las conducen a cuatro sedimentadores construidos en tierra al costado oriental de la explotación.

Estos sedimentadores permiten retener los sólidos suspendidos de diferentes tamaños que traen consigo las aguas de escorrentía para que estas finalmente puedan ser dispuestas sobre el terreno con menor pendiente en el área del proyecto. Debido a que éstos son básicos y por su material de construcción pueden estar dispuestos a modificaciones, por tanto la única forma de saber su efectividad es mediante análisis fisicoquímico del afluente y efluente del sistema propuesto, debido a que el agua de escorrentía generada por la pluviosidad estaría realizando un lavado del suelo descubierto que posiblemente arrastra minerales, además es necesario determinar la carga de sólidos después del sedimentador, con el fin de establecer la eficiencia de remoción.

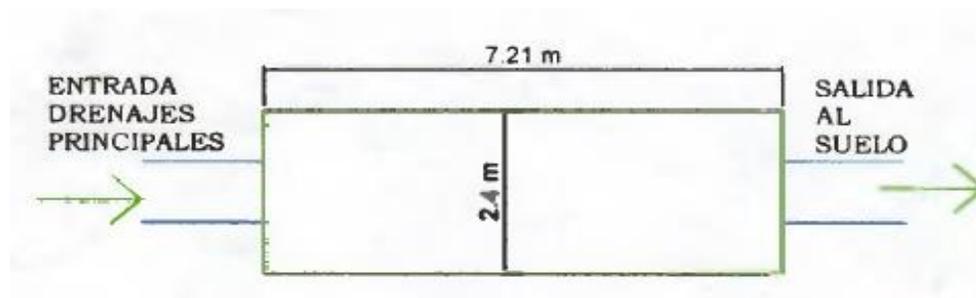
Por lo anterior se realizó una caracterización fisicoquímica del cuerpo hídrico (desarenador), en el cual se analizó con base a los resultados obtenidos de acuerdo a la línea base abiótica del presente estudio, donde se obtuvo un pH ácido de 6,2, un oxígeno disuelto de 6,12 mg/L y una temperatura de 13,6 ° C, indicando que el

pH del agua de acuerdo al Decreto 1594 de 1984 se encuentra fuera del rango establecido para consumo humano y doméstico, sin embargo es óptimo para uso agrícola.

7.3.2. Diseño del tanque sedimentador

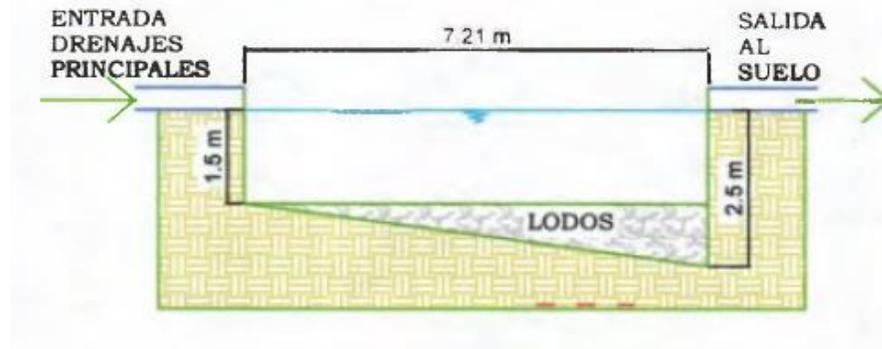
Con el fin de obtener los parámetros de diseño de los tanques sedimentadores los titulares de la mina solicitaron información al IDEAM de la estación identificada con el código 21205700 Guasca de los Valores Totales Diarios De Precipitación (Mms), desde el año 1974 hasta el 2013 con el fin de poder calcular el promedio de la precipitación máxima en 24 horas (Ver Tabla 7.1), que permitieran obtener el caudal de diseño para cada uno de los cuatro sedimentadores. Posteriormente se muestran las gráficas correspondientes al total de lluvia anual y la precipitación máxima en 24 horas por metro cuadrado (Ver Figura 7.3 y Figura 7.4). En la siguiente Figura 7.1 y Figura 7.2 se muestran en detalle las dimensiones del sedimentador.

Figura 7.1 Planta sedimentador



Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

Figura 7.2 Corte lateral sedimentador



Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

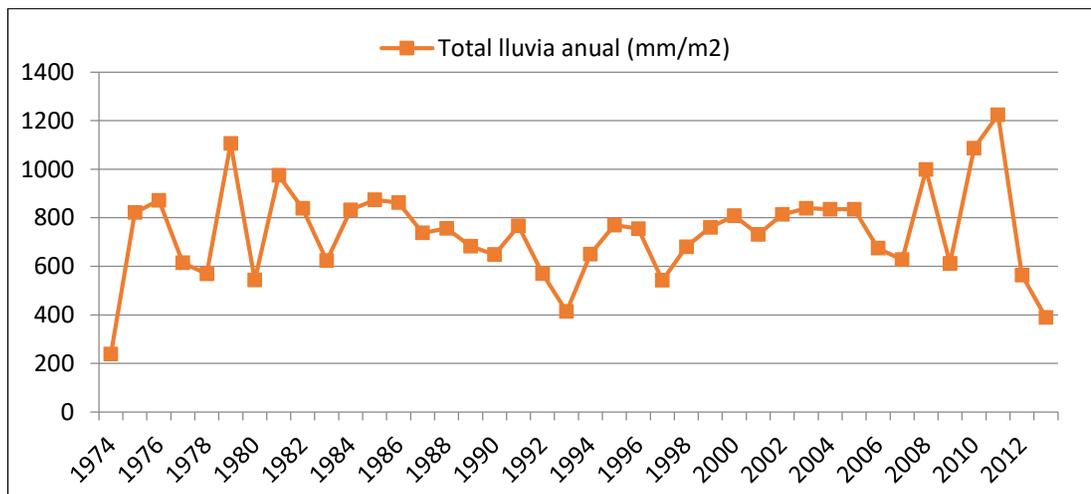
Tabla 7.1 Valores totales diarios, anuales de precipitación y en un máximo de 24 horas de los años 1974 - 2013

Estación 21205700 Guasca							
Año	Total anual (mm/m ²)	No. días de lluvia	Max. 24 h (mm/m ²)	Año	Total anual (mm/m ²)	No. días de lluvia	Max. 24 h (mm/m ²)
1974	238	69	23,8	1994	650,4	181	28,5
1975	821	208	35,2	1995	769,3	164	29,3
1976	871,9	209	42,1	1996	755,3	164	30,3
1977	613,9	178	40,2	1997	542	132	26,6
1978	568,6	158	22,8	1998	680,5	179	42,8
1979	1105,9	201	53,1	1999	760,5	154	42,1
1980	543	135	45,6	2000	808,4	173	28,6
1981	974,4	200	43,6	2001	731,3	193	27,1
1982	838,2	189	36	2002	813,1	178	54,7
1983	623,5	199	23,5	2003	839,2	188	54
1984	832,4	191	49,9	2004	834,9	192	39,3
1985	874	183	47,1	2005	834,9	196	50,8
1986	862,8	175	26	2006	674,6	103	38,4
1987	737,5	163	35	2007	627,1	137	37,5
1988	756,1	170	32	2008	998	202	37,6
1989	683,2	179	26,1	2009	611,9	156	33,2
1990	648	155	51	2010	1087	230	47
1991	766	176	38,5	2011	1224,4	238	48
1992	570,3	163	55	2012	563,4	121	37,9
1993	413,3	100	27	2013	389,4	68	41,5

Estación 21205700 Guasca							
Año	Total anual (mm/m ²)	No. días de lluvia	Max. 24 h (mm/m ²)	Año	Total anual (mm/m ²)	No. días de lluvia	Max. 24 h (mm/m ²)
Promedio	738,440	168,750	38,218				

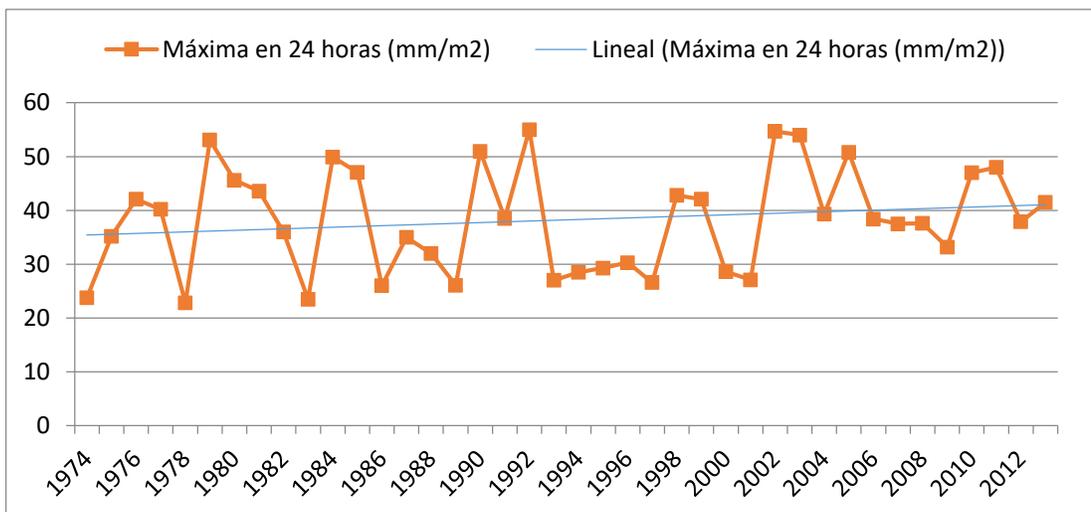
Fuente: IDEAM

Figura 7.1 Total lluvia anual (mm/m²)



Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

Figura 7.2 Precipitación máxima en 24 horas (mm/m²)



Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

Para el diseño de los sedimentadores se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros, con relación al área de explotación:

Tabla 7.1 Parámetros del área de explotación

Área total de la explotación (m²)	55900
Área por drenaje principal (m ²)	13975
Promedio lluvia máxima 24 horas en área de explotación (Litros)	534089,56
Caudal (L/s)	6,18
Diámetro mínimo de partículas (mm)	0,05

Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

Para el dimensionamiento del tanque sedimentador se tuvieron en cuenta los siguientes principios y supuestos y la clasificación de las partículas del suelo (Ver Tabla 7.3):

- La velocidad del agua es constante a lo largo del sedimentador.
- Se entiende por removida toda partícula que llegue al fondo del sistema de sedimentación.
- Temperatura del agua 15°C
- Aceleración de la gravedad $9,81 \text{ m/s}^2 = 981 \text{ cm/s}^2$
- Densidad del agua $1 \text{ Ton/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$
- Velocidad cinemática del agua $0,0117 \text{ cm}^2/\text{s}$
- Caudal del diseño (Q) = 6,18 L/s

Tabla 7.2 Clasificación de las partículas del suelo

Tipo de material	Clasificación	Diámetro (mm)
Rocas	Gravas	2,0
	Arena muy gruesa	1-2
	Arena gruesa	0,5-1
	Arena Media	0,25-0,5
Arenas	Arena fina	0,1-0,25
	Arena muy fina	0,05-0,1
Limos	Fracción Limo	0,002-0,05
Arcillas	Fracción Arcilla	0,002

Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

En la siguiente Tabla 7.4 se muestran los valores teóricos de densidades de los diferentes tipos de partículas.

Tabla 7.3 Valores teóricos de densidades de diferentes partículas

Tipo de terreno	Porosidad n (%)	Índice huecos e	Humedad natural (%)	Densidad seca (T/m ³)	Densidad húmeda (T/m ³)
Arena suelta	43	0,76	29	1,51	1,94
Arena densa	32	0,47	17	1,80	2,12
Arcilla muy blanda	60	1,67	62	1,08	1,34
Arcilla blanda	55	1,55	55	1,22	1,76
Arcilla semi-compacta	45	0,90	35	1,47	1,92
Arcilla compacta	43	0,87	32	1,45	1,89
Arcilla muy compactada	40	0,74	27	1,61	2,01
Arcilla dura	33	0,61	22	1,80	2,13

Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

Es importante aclarar que el tipo de sedimentador diseñado fue SIMPLE. Caracterizándose porque las partículas que se asientan se denominan discretas, es decir partículas que no cambian de forma, tamaño o densidad durante el descenso en el fluido. A continuación se establece el diseño conforme a la Ley de Stokes (Pérez, 1981).

Se tomó el valor de arcilla semi-compacta el cual tiene una densidad de 1.92 Ton/m³. Teniendo en cuenta lo especificado en la teoría de la sedimentación de partículas discretas en la que se considera que en la caída de una partícula sumergida, llegará un momento en el que la fuerza gravitatoria se neutralizará con la fuerza de rozamiento, anulando la aceleración y generando un movimiento de velocidad constante, denominada *velocidad de caída de partícula*, la cual se calcula con la siguiente expresión:

$$v = \left(2 \left(\frac{v}{A_p} \right) \left(\frac{g}{C_d} \right) \left(\rho_d - \rho \right) \right)^{1/2}$$

Dónde.

F = Fuerza gravitatoria = $(\rho_d - \rho) g V$

$$R = \text{Fuerza de rozamiento partícula} = 1/2 C_d A_p \rho v^2$$

ρ_d : Densidad de la partícula

ρ : Densidad del líquido

g: Aceleración de la gravedad

C_d : Coeficiente de rozamiento (*)

A_p : Superficie de partícula en plano perpendicular a la dirección de desplazamiento partícula

v: Velocidad de caída de partícula

(*) C_d depende del régimen de corriente del líquido en el que se desplaza la partícula (laminar, transición y turbulento), definido por el número de REYNOLDS:

$$Re = \left(\frac{v R}{\nu} \right)$$

R: Radio hidráulico

ν : Viscosidad cinemática del líquido

Para la sedimentación de partículas discretas (régimen laminar) se adopta el valor $C_d = 24/Re$, y donde d es diámetro mínimo de la partícula, luego se sustituye en la expresión de velocidad de caída de la siguiente forma:

$$v = \left(\frac{1}{18} \right) \left(\frac{g}{\nu} \right) \left(\rho_d - \frac{\rho}{\rho} \right) d^2 \quad , \text{ para } Re < 1$$

Reemplazando los valores se obtiene lo siguiente:

$$v = \left(\frac{1}{18} \right) * \left(\frac{981 \text{ cm/s}^2}{0,0117 \text{ cm/s}^2} \right) * \left(\frac{1,92 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} - 1 \text{gr/cm}^3}{1 \text{ gr/cm}^3} \right) * (0,005 \text{ cm})^2$$

$$v = 0,1071 \text{ cm/s}$$

Una vez calculada la velocidad de caída de la partícula de arena se procede con el cálculo del parámetro de control de eficacia así:

En la siguiente Tabla 7.5 se muestran las velocidades ascensionales aceptables (m/h), según IMHOFF.

Tabla 7.4 Rendimiento de sedimentación con base en el diámetro

Diámetro d (mm)	Rendimiento sedimentación (%)		
	100	90	85
0,16	12	16	20
0,20	17	28	36
0,25	27	45	58

Fuente: Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015

Con la siguiente expresión se calcula la velocidad crítica (V_c):

$$V_c = (230 * (s - 1) * d)^{1/2}$$

V_c ,: Velocidad crítica en m/s

s: Peso específico de la partícula en Kg/dm³

d: Diámetro de la partícula en m

$$V_c = (230 * (1,92 - 1) * 0,00005)^{1/2}$$

$$V_c = 0,103 \text{ m/sg}$$

Dimensionamiento

Teniendo como altura útil del sedimentador 1,5m (H) se procede a calcular el tiempo (t) en el cual la partícula cae el fondo del sedimentador, así:

$$t = H/v$$

$$t = 150 \text{ cm} / 0,1071 \text{ cm/s} = 1400,56 \text{ s}$$

Tomando un factor de seguridad de 3, se obtiene que el tiempo de retención hidráulica (θ), así:

$$\theta = 3t$$

$$\theta = 3 * 1400,08 \text{ s} = 4201,68 \text{ s}$$

$$\theta = 1,17 \text{ Horas}$$

Con el dato anterior se calcula el volumen mínimo del tanque (VOL) así:

$$VOL = Q * \theta$$

$$VOL = 6.18(L/s) * 4201.56 \text{ s} = 25965,64 \text{ L} = 26 \text{ m}^3$$

En función del volumen calculado (VOL) y la altura (H) se calcula el área en planta (AP) del sedimentador así:

$$AP = VOL/H$$

$$AP = 26 \text{ m}^3 / 1,5\text{m}$$

$$AP = 17,33 \text{ m}^2$$

Con el fin de calcular las medidas del sedimentador se debe tener en cuenta que la relación largo (L)-ancho(A) sea por lo menos 1:3 = A: L, así las expresiones para el cálculo de las dimensiones son las siguientes:

$$AP = L * A \quad (1)$$

$$L = 3 * A \quad (2)$$

Reemplazando 2 en 1 se obtiene que:

$$AP = 3A * A$$

$$AP = 3 * 2A$$

$$A = (AP/3)^{1/2}$$

$$A = (17,33\text{m}^2/3)^{1/2}$$

$$A = 2,4 \text{ m}$$

$$L = 2,4 \text{ m} * 3$$

$$L = 7,21 \text{ m}$$

Para calcular la velocidad horizontal del flujo de agua en el tanque sedimentador en relación con el caudal de diseño se utiliza la siguiente expresión:

$$Q = AL * Vh$$

Dónde:

Q: Caudal de diseño = 6.18L/s = 0,00618m³/s

AL: Área longitudinal

Vh: Velocidad Horizontal

Entonces al reemplazar los datos se obtiene lo siguiente:

$$AL = 1,5 \text{ m} * 2,4 \text{ m} = 3,61 \text{ m}^2$$

$$Vh = Q/AL = \frac{0,00618 \text{ m}^3/\text{s}}{3,61 \text{ m}^2} = 0,0017\text{m}/\text{s}$$

$$V_h < V_c = 0,0017m/s < 0,103 m/s$$

La velocidad horizontal en un sedimentador tiene una principal condición y es que ésta sea menor a 0,5 cm/s, considerando una velocidad baja de flujo que permita la sedimentación de sólidos en suspensión, evitando así que se produzca arrastre de partículas (Pérez, 1981), para lo cual en este caso se cumple. Por ende la velocidad horizontal debe ser menor a la velocidad crítica.

7.3.3. Proceso de tratamiento y disposición de lodos

El manejo que se le da a los lodos producto del sistema de sedimentación utilizado, es a través de procesos de estabilización, deshidratación y de secado del mismo (Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental, 2015). El lodo es producto del manejo de las aguas generadas por la construcción de cuatro drenajes principales y secundarios que recolectan el agua lluvia en el área de explotación y que conducen hacia el sedimentador.

Es de aclarar que estos lodos solamente presentan un alto contenido de sólidos, ya que son lodos de tipo primario que provienen solamente de un sistema de sedimentación; y que la materia orgánica, que se pueda presentar en estos no es producto de la actividad minera, sino de los sedimentos que contiene el agua, y que proviene desde la parte más alta de ladera. El proceso a seguir para el tratamiento de lodos es el siguiente:

- Extraer los lodos del sedimentador
- Extenderlos en los lechos de secado
- Estabilizar mediante el uso de cal
- Secar mediante radiación solar
- Disponerlos en la zona apropiada para su posterior uso como abono para las actividades de restauración de vegetación y paisajística.

7.3.4. Pozo séptico

Los baños que se encuentran en el campamento cuentan con tratamiento primario de aguas residuales como pozos sépticos, cuya utilidad es tratar las aguas residuales domésticas utilizándolas de una forma sostenible y responsable, este tratamiento permite mejorar la calidad del agua del efluente protegiendo así las fuentes hídricas y minimizando los riesgos en la salud de la comunidad. Con el uso

de este tipo de sistemas convencionales no se requiere permiso de vertimiento.

7.3.5. Plan de gestión del riesgo para vertimientos

El plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos según el Resolución 1514 del 2012, tendrá como objetivo la ejecución de medidas de intervención orientadas a evitar, reducir, y/o manejar la descarga de vertimientos a cuerpos de agua o suelos asociados a acuíferos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. Los diseños deben contemplar los riesgos que conllevan las amenazas más frecuentes de fenómenos naturales y otros predominantes en la zona: lluvias, sequías, sismos, etc., principalmente en cuanto a su ubicación.

Para el sistema de tratamiento de aguas pluviales que por infiltración se vierten en el suelo, se puede estimar situaciones que como bien se mencionaron anteriormente hay variables que afectan la sedimentación, a pesar de que el diseño estructural de los sedimentadores sea el adecuado. Una de las variables que afectan la sedimentación son las corrientes cinéticas, debido a altas velocidades de flujo, zonas muertas y turbulencias o por obstrucciones en la zona de sedimentación. También las épocas de lluvias conllevan a que se produzca colmatación en los tanques de sedimentación, no obstante la condición principal que deben tener los sedimentadores es una baja velocidad de flujo que permita la sedimentación de los sólidos en suspensión. La colmatación es también producto de la falta de mantenimiento; no obstante, genera que la capacidad que tenga el sedimentador se vea afectada por la cantidad de sedimentos almacenados en el interior del tanque. Por ende es importante realizar periódicamente un adecuado mantenimiento, principalmente en épocas de lluvia.

Otra variable que afecta la sedimentación son las corrientes del viento, debido a que la intensidad del viento puede generar cambios en la dirección del flujo. Como se evidenció en la línea base abiótica del componente atmosférico cuyas rosas de los vientos demostraron que el área de influencia que se encuentra al costado sur de la mina recibe la mayor cantidad de viento en el año, teniendo en cuenta que los últimos años evaluados (2016 y 2017), la velocidad del viento aumentó al rango 3,6 a 5,1 m/s, con baja frecuencia de calmas.

Dicho lo anterior, es importante contar con la disponibilidad de cuatro sedimentadores, y mantenimiento frecuente para el buen funcionamiento de los mismos, para así efectuar un buen porcentaje de remoción de sólidos suspendidos y sedimentables. Asimismo, se deben realizar los monitoreos de las aguas lluvias

en todo el sistema hidráulico, de tal manera que permita que el agua circule de forma óptima a través de las zanjas y drenajes que se encuentran ya construidas, evitando así que se produzca colmatación antes de la llegada al sedimentador o que algún obstáculo interfiera en el flujo de agua de escorrentía.

7.3.5.1. Para vertimientos en cuerpos de agua: De acuerdo a lo mencionado en el ítem 7.3 no hay presencia de vertimientos puntuales en ninguna fuente hídrica, por lo cual no se abarcará este ítem.

7.3.5.2. Para vertimientos en suelos: En la línea base no se realizó la caracterización fisicoquímica del área de disposición donde son vertidas las aguas de escorrentía, sin embargo el área del proyecto presenta unas principales características según los resultados del laboratorio de Microbiología Agrícola y Ambiental del Centro de Biosistemas de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, dando como resultado suelos ácidos entre 4,4 a 5,1 para los suelos con pendientes pronunciadas, puesto que se encuentran en zonas de sub-páramo. Así mismo presentan una alta capacidad de intercambio catiónico, con bajo nivel de calcio, fósforo, magnesio, azufre, manganeso, cobre, zinc, boro y potasio. En cuanto a elementos como el nitrógeno y hierro, estos se presentan con un nivel alto. De igual forma los suelos presentan una alta acumulación de materia orgánica de color negro, con una baja descomposición de ésta y con predominancia de texturas de francos y franco-arcilloso, lo que determina que posee una alta porosidad y una rápida percolación. Debido al tiempo y por ser un estudio académico, no se realizaron pruebas de percolación en el suelo.

En cuanto a los elementos meteorológicos que pudieran afectar la disposición de aguas residuales y de acuerdo a la información suministrada en la línea base se puede ver afectado la capacidad de almacenamiento de los desarenadores debido a que en los últimos años 2014, 2016 y 2017 se ha registrado un aumento en las precipitaciones, con precipitaciones acumuladas que sobrepasan los 1000 mm anuales. Lo anterior podría generar rebose del agua lluvia en los canales o drenajes que conducen el agua, lo cual contribuiría a que el pretratamiento no sea el adecuado, principalmente en los meses de mayo a noviembre. Con base a la hidrogeología del área de influencia no hay presencia de acuíferos que se vean afectados por los vertimientos al suelo.

7.4 OCUPACIÓN DE CAUCES

Teniendo en cuenta las características del proyecto, y demás documentos proporcionados por CORPOGUAVIO para este tipo de proyecto se considera que no se intervendrán cauces naturales, debido a que no hay ningún tipo de obra o actividad que requieran la ocupación del cauce de la fuente hídrica presente en el área de influencia, por tal razón no se tienen en cuenta los aspectos que solicita según los términos de referencia.

7.5. APROVECHAMIENTO FORESTAL

El proyecto no realizará aprovechamiento forestal pues solamente dos de las actividades del proyecto implican remoción de vegetación: mantenimiento de vías internas y adecuación de centro de acopio temporal de materiales estériles. Estas actividades se llevarán a cabo en sectores del área del proyecto en los que las antiguas actividades de minería a cielo abierto realizaron aprovechamiento forestal de especies arbóreas típicas de los orobiomas andino altoandino y de páramo; por lo tanto, actualmente estos sectores presentan coberturas de la tierra correspondientes a zonas de extracción minera y escombreras y a pastos enmalezados.

De acuerdo con el muestreo realizado en las franjas de borde del bosque sucesional temprano que rodean las vías internas del proyecto y el área de explotación y beneficio de mineral de hierro que estarán sujetas a actividades de remoción de vegetación, las especies predominantes pertenecen a los géneros: *Hypochaeris* (Asteraceae), *Trifolium* (Fabaceae), *Penisetum*, *Chusquea*, *Physalis* y *Solanum* (Solanaceae), *Pteridium* (Polypoidal), *Acaena* y *Lachemilla* (Rosaceae), *Monochaetum* (Melastomataceae) y *Ulex europeans* o rétamo espinoso. Estas plantas son de hábito herbáceo de porte medio y alto con estrategias reproductivas sumamente exitosas que permiten su expansión y que sean consideradas como pioneras.

Teniendo en cuenta la definición de aprovechamiento forestal del Decreto 1791 de 1996 expedido por el gobierno nacional “Es el uso, por parte del hombre, de los recursos maderables y no maderables provenientes de la flora silvestre y de las plantaciones forestales” y que los tipos de aprovechamiento forestal hacen

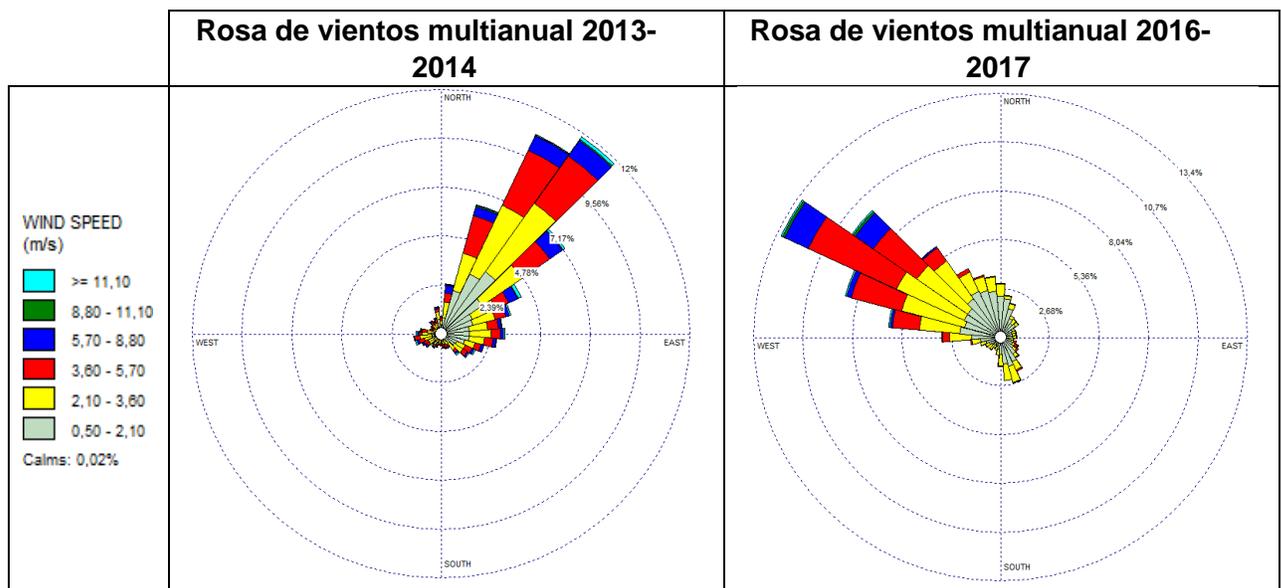
referencia a la extracción de especies leñosas con diferentes fines, se considera que las áreas sujetas a remoción de vegetación se caracterizan por presentar una matriz de suelo desnudo y parches de vegetación de estrato herbáceo no se encuentran incluidas dentro de los requisitos para solicitar permiso de aprovechamiento forestal.

7.6. EMISIONES ATMOSFERICAS (AIRE Y RUIDO)

7.6.1. Fuentes de emisiones atmosféricas Información meteorológica

Se presentan las variables meteorológicas más representativas que pueden intervenir en la dispersión de las emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas y móviles del proyecto. Las rosas de vientos presentadas a continuación se obtuvieron del procesamiento de los datos tomados por la estación meteorológica de Guasca correspondientes a los cinco años inmediatamente anteriores a la presentación de este estudio.

Figura 7.6 Rosas de vientos multianuales del municipio de Guasca

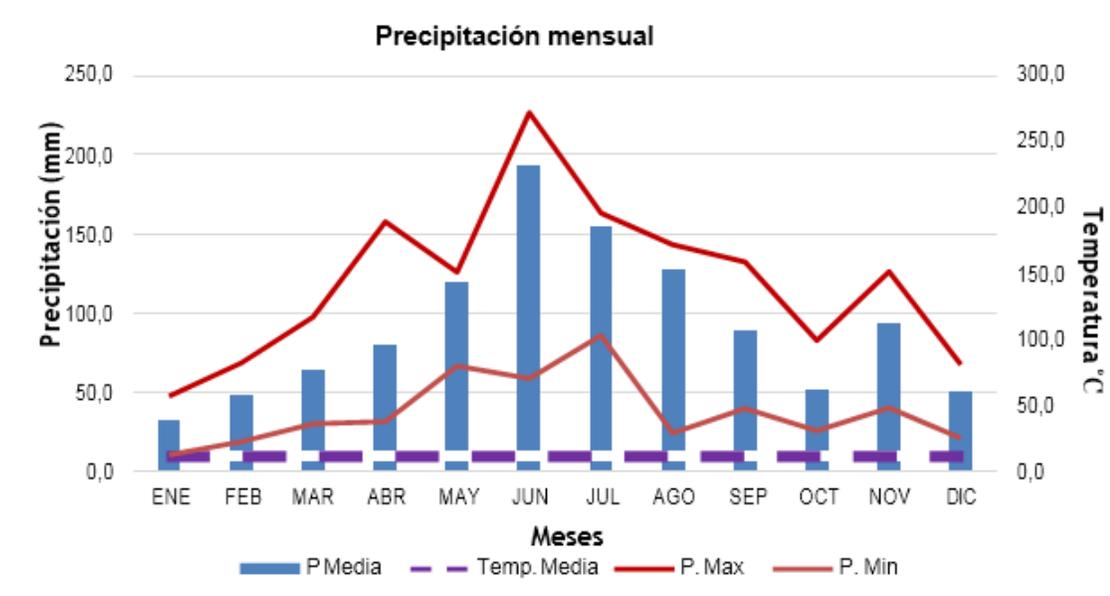


Fuente: Autores

En general, durante el periodo evaluado, los vientos en la región en la que se encuentra localizada la mina Los Pericos soplan predominantemente desde el norte con cambios considerables del 2014 al 2016 desde el este al oeste lo que permite demostrar que el área de influencia que se encuentra al costado sur de la mina recibe la mayor cantidad de viento en el año. Por otro lado, durante los dos primeros años se obtuvo que la velocidad del viento más frecuente se encontró entre 2,1 – 3,6 m/s mientras que en los dos últimos años evaluados esta variable aumentó al rango de 3,6 – 5,1 m/s.

Se analizaron los datos de mediciones de precipitación medida por la estación de monitoreo Santa Cruz de Siecha debido a su representatividad y a la cercanía al área del proyecto. Dado que la región presenta un régimen bimodal de precipitaciones, según la Figura 7.7, se identificaron dos períodos húmedos de los cuales el comprendido entre mayo y agosto presenta mayor precipitación acumulada mientras que el período húmedo de octubre y noviembre presenta menores valores. Los meses más secos se registran entre enero, febrero, octubre y diciembre con precipitaciones que no sobrepasan los 50 mm, marzo presenta una precipitación promedio de 63,2 mm, coincidiendo con la temperatura promedio más alta 11,3°C. No obstante, los promedios de temperatura máxima superan los 13°C, presentándose los datos más altos en los meses de enero, abril, mayo, septiembre y noviembre.

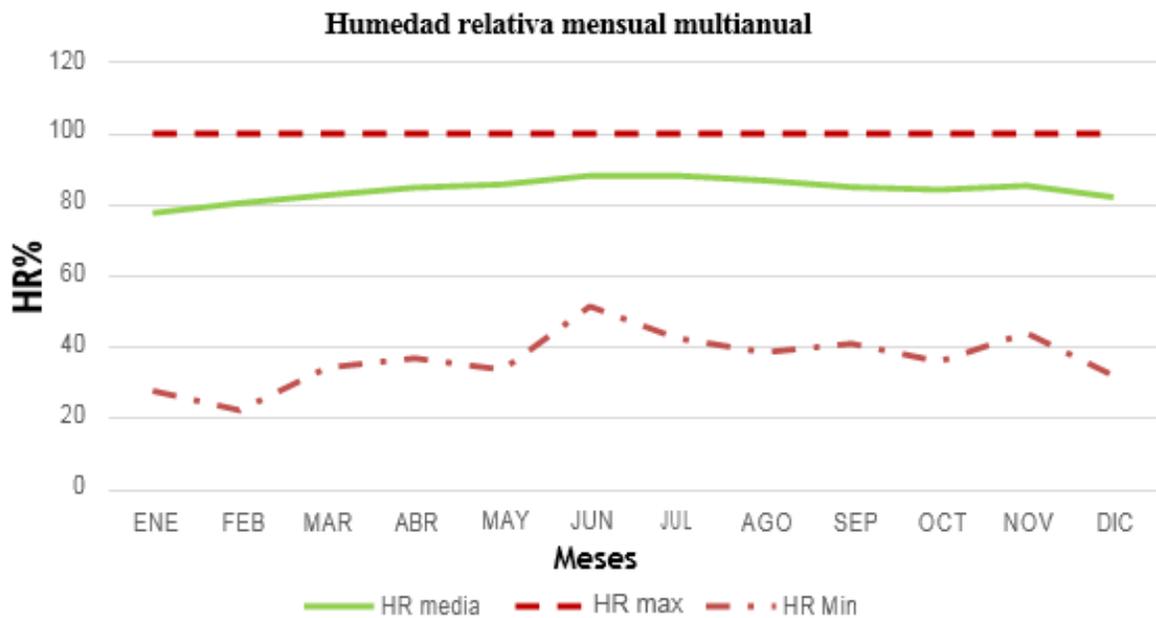
Figura 7.7 Climograma del área de influencia del proyecto (2013-2017)



Fuente: Autores

Se analizaron también los datos de mediciones de humedad relativa medida por la estación de monitoreo Santa Cruz de Siecha debido a su representatividad y a la cercanía al área del proyecto. De acuerdo con la Figura 7.8, el promedio multianual de humedad relativa (HR) para los años 2013-2017 es de 84%. Los promedios mensuales de humedad relativa altos se registran para los meses de febrero a diciembre sobrepasando 80%.

Figura 7.8 Tendencias multianuales de humedad relativa en el área de influencia del proyecto (2013-2017)



Fuente: Autores

7.6.2. Inventario de fuentes de emisiones del proyecto

De acuerdo con la descripción de las actividades del proyecto, en la Tabla 7.7 se identifican las fuentes de emisiones atmosféricas móviles y dispersas.

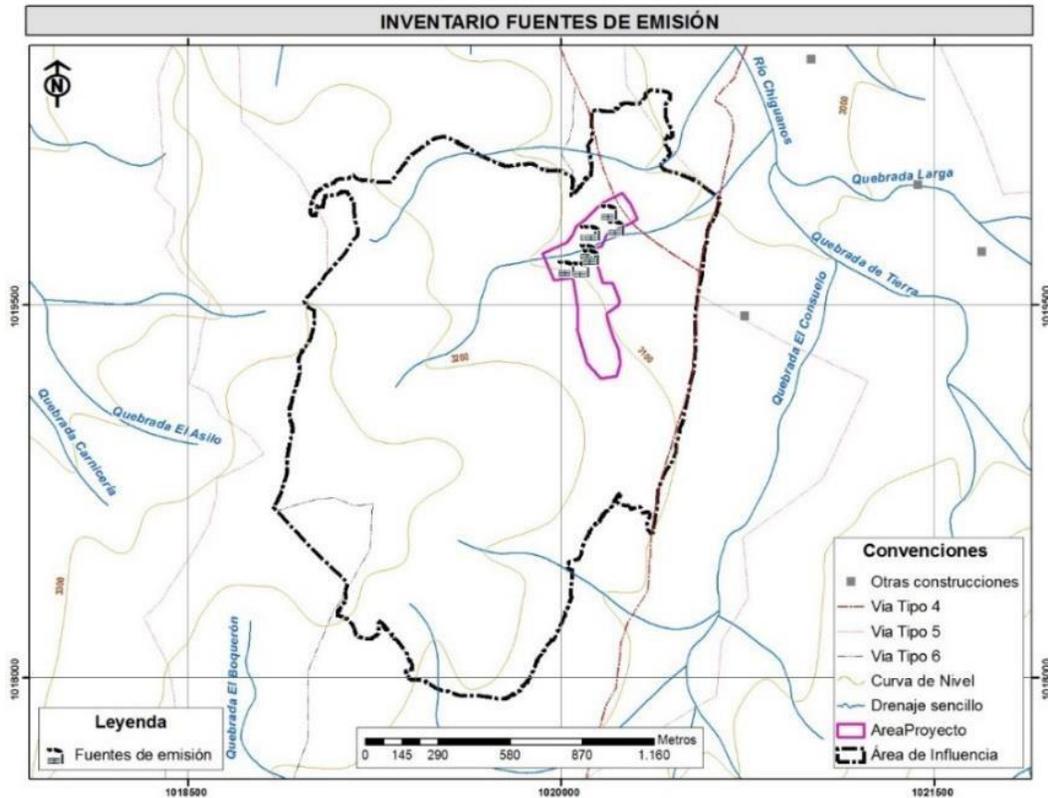
Tabla 7.7 Inventario de fuentes de emisión

No.	Fuente de emisión	Tipo de fuente de emisión	Descripción de la fuente de emisión
1	Extracción en mina	Fuente fija dispersa	Área actual en la que se encuentran los taludes en recuperación de la extracción a cielo abierto. Área que rodea la actual entrada a la mina con exposición de material rocoso extracción por voladura y cargue subterráneo de material.
2	Centro de acopio de materiales y herramientas	Fuente fija dispersa	Ubicado a 50 m de la entrada de la mina sobre el extremo suroeste de la vía de acceso a la mina. Almacenamiento cotidiano de herramientas de extracción de minerales. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
3	Trituradora	Fuente fija dispersa	La estructura misma de la trituradora se considera como fuente dispersa pues no presenta ningún ducto o chimenea de emisión de material particulado. Genera emisiones puntuales y ocasionalmente emisiones gaseosas.
4	Cargue de material procesado	Fuente fija dispersa	Manejo de material mineral a trituradora y de material procesado desde la trituradora. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
5	Parqueadero de vehículos de carga pesada	Fuente móvil	Área con presencia de partículas suspendidas por arrastre en maquinaria. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
6	Centro de acopio material sobrante	Fuente fija dispersa	Pila de almacenamiento de material sobrante de la trituración. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
7	Área de mantenimiento de vehículos de carga pesada	Fuente fija dispersa	Área con presencia de partículas suspendidas por arrastre en maquinaria y actividades de mantenimiento. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
8	Tránsito de vehículos de carga pesada sobre vías sin asfalto	Fuente móvil	Transporte de maquinaria de extracción subterránea y de cargue de material sobre una vía interna de 0,5 Km. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
9	Tránsito en vía veredal hacia la cabecera municipal	Fuente móvil	Transporte de pasajeros y carga pesada desde la mina y cultivos aledaños. La vía se encuentra destapada. Genera emisiones fugitivas o dispersas.

Fuente: Autores

En la Figura 7.9 se localizan las fuentes de emisiones de área, fijas y móviles que se encuentran en la mina.

Figura 7.9 Ubicación de las fuentes generadoras de emisiones atmosféricas



Fuente: Autores

7.6.3. Estimación de la emisión atmosférica

La minería metálica típicamente involucra la trituración de mineral y la separación de minerales valiosos de la roca matriz a través de diversos procesos de concentración. Estos procesos implican la emisión de material particulado al aire proveniente del molido de los minerales resultando en concentraciones considerables aun cuando las metodologías estandarizadas de extracción se ejecutan en medios acuosos que tienden a reducir sus concentraciones. El material

particulado puede presentarse en tamaños que varían entre 1 -1000 μm y su composición química cambia de acuerdo a las características del material del cual se desprende.

En general, el procesamiento de minerales de hierro se realiza partiendo de que la roca matriz posee alta humedad por lo que los minerales deben ser secados para ser triturados, sin embargo, de manera posterior se realiza separación magnética en fase acuosa o húmeda, por lo que la estimación de las emisiones deben tener en cuenta que tanto el mineral con óxidos de hierro como las etapas productivas generadoras de emisiones poseen alta humedad. Se aclara que la emisión eventual de gases durante el proceso de secado debe ser determinada a partir de mediciones directas de los contaminantes atmosféricos criterio según la caracterización fisicoquímica de la roca extraída.

Debido a que el presente estudio ambiental hace parte de un ejercicio académico no fue posible determinar analíticamente las concentraciones de material particulado emitidas por las fuentes fijas, fugitivas y móviles presentes en la Mina Los Pericos, se reportan en la Tabla 7.8 los factores de emisión determinados por la US-EPA AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Estos valores son de uso válido por el IDEAM y el ministerio de Ambiente para realizar estimaciones de emisiones para industrias cuya operación o sistema de control de emisiones se encuentran proyectados.

Tabla 7.8 Factores de emisión para los procesos generadores de emisiones en minería de metales

Fuente de emisión	Factor de emisión (Kg/ton material)	
	Material Particulado	PM10
Triturador primario	0,01	0,004
Triturador secundario	0,03	0,012
Triturador terciario	0,03	0,01
Molienda húmeda	Negativo	Negativo
Molienda seca con clasificación por presión de aire	14,4	13
Manejo y transferencia de material	0,005	0,002

Fuente: US-EPA AP-42 Chapter 11:24 Metallic Minerals Processing

Los valores referenciados del AP-42 mencionado anteriormente se obtuvieron a partir del análisis estadístico de mediciones de campo tomadas en industrias

mineras en Estados Unidos por un representativo periodo de tiempo que resultaron significativas para la estandarización de concentraciones de emisiones para estos procesos. De acuerdo con la Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas de 2017 del Ministerio de Ambiente, la estimación de emisiones atmosférica por medio de factores de emisión requiere usar la siguiente ecuación cuando la fuente de emisión no cuenta con sistema de control:

$$E = FE_{ij} \times FA_{jt}$$

Donde:

FE: Factor de emisión de la sustancia para la actividad FA: Factor de actividad de la actividad durante el tiempo

No obstante, la actividad de trituración de material mineral no requiere del uso de una caldera de combustión, por lo que el factor de actividad corresponde para este caso a las toneladas de material producido en un período de tiempo (1 año). A partir de los datos previamente mencionados, en la Tabla 7.9 se encuentran las estimaciones de las emisiones de material particulado, y específicamente de partículas menores a 10 micras, generadas por cada proceso generador de emisiones según los datos de producción proyectada de la mina durante el tiempo de extracción otorgado por la autoridad ambiental.

Tabla 7.9 Estimación de emisiones anuales por medio de factores de emisión y producción proyectada

Producción proyectada	Año 1 (5000 Ton)		Año 2 (60000 Ton)		Año 3 (120000 Ton)		Año 4 – 20 (170000 Ton/año)	
	MP	PM10	MP	PM10	MP	PM10	MP	PM10
Concentración (Kg)								
Fuente de emisión								
Triturador primario	50	20	600	240	1200	480	1700	680
Triturador secundario	150	60	1800	720	3600	1440	5100	2040
Triturador terciario	150	50	1800	600	3600	1200	5100	1700
Molienda húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Molienda seca con clasificación por presión de aire	72000	65000	864000	780000	1728000	1560000	2448000	2210000
Manejo y transferencia de material	25	10	300	120	600	240	850	340

Fuente: Autores

En el futuro se recomienda realizar mediciones directas de las emisiones generadas por la fuente fija a través de monitoreos realizados por un laboratorio acreditado por el IDEAM que cumplan con los requerimientos establecidos en la Resolución 909 de 2008 previamente mencionada y con métodos EPA 1 – 7. Por otro lado, las emisiones generadas por fuentes móviles se deben monitorear por medio de muestreos activos de calidad del aire específicos para estos parámetros que cumplan con los requerimientos de la Resolución 2254 de 2017.

Si bien actualmente las emisiones generadas por la trituradora no están siendo controladas para mitigar los efectos negativos que puedan causar al ambiente se propone implementar posteriormente un sistema de extracción de polvo tipo Filtro de mangas como sistema de control de emisiones para la mitigación de Material Particulado, tal y como se describe a continuación.

7.6.4. Monitoreo de calidad del aire

La mina Los Pericos no cuenta con datos de concentración de contaminantes criterio resultantes de monitoreos de calidad del aire de inmisión realizados en los últimos dos años o anteriormente. En tal caso, los términos de referencia establecen que se debe realizar la línea base bajo los lineamientos del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire del 2008 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial; sin embargo, al constituir este estudio ambiental un este ejercicio académico no es posible obtener datos de mediciones realizadas por un laboratorio acreditado por el IDEAM con los criterios de calidad y técnicos exigidos en el protocolo.

Con el propósito de evaluar desde un enfoque técnico la calidad del aire de la mina y su área de influencia se requiere analizar datos de mediciones de PST, PM10 y PM2.5 de al menos dos estaciones de calidad del aire: estación de fondo y estación indicativa con propósito de monitoreo industrial. Actualmente, la norma para el monitoreo de calidad del aire vigente, Resolución 2254 de 2017, exige que dentro los contaminantes criterio de medición se excluye el PST y se hace obligatorio la medición de PM10 Y PM2.5; por lo que son estos últimos los objetivos de la presente evaluación. Para esto se obtuvieron datos históricos de las mediciones de PM10 y PM2.5 de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire más cercanas a la mina; en ausencia de reportes en la plataforma SISAIRE de estaciones de monitoreo en la jurisdicción de CORPOGUAVIO, las mediciones presentadas en las figuras a continuación corresponden a las realizadas en las inmediaciones del

municipio de Guasca en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR ubicada en el sector de Briceño en el municipio de Sopó

Figura 7.10 Gráfica de mediciones multianuales de concentraciones de PM10

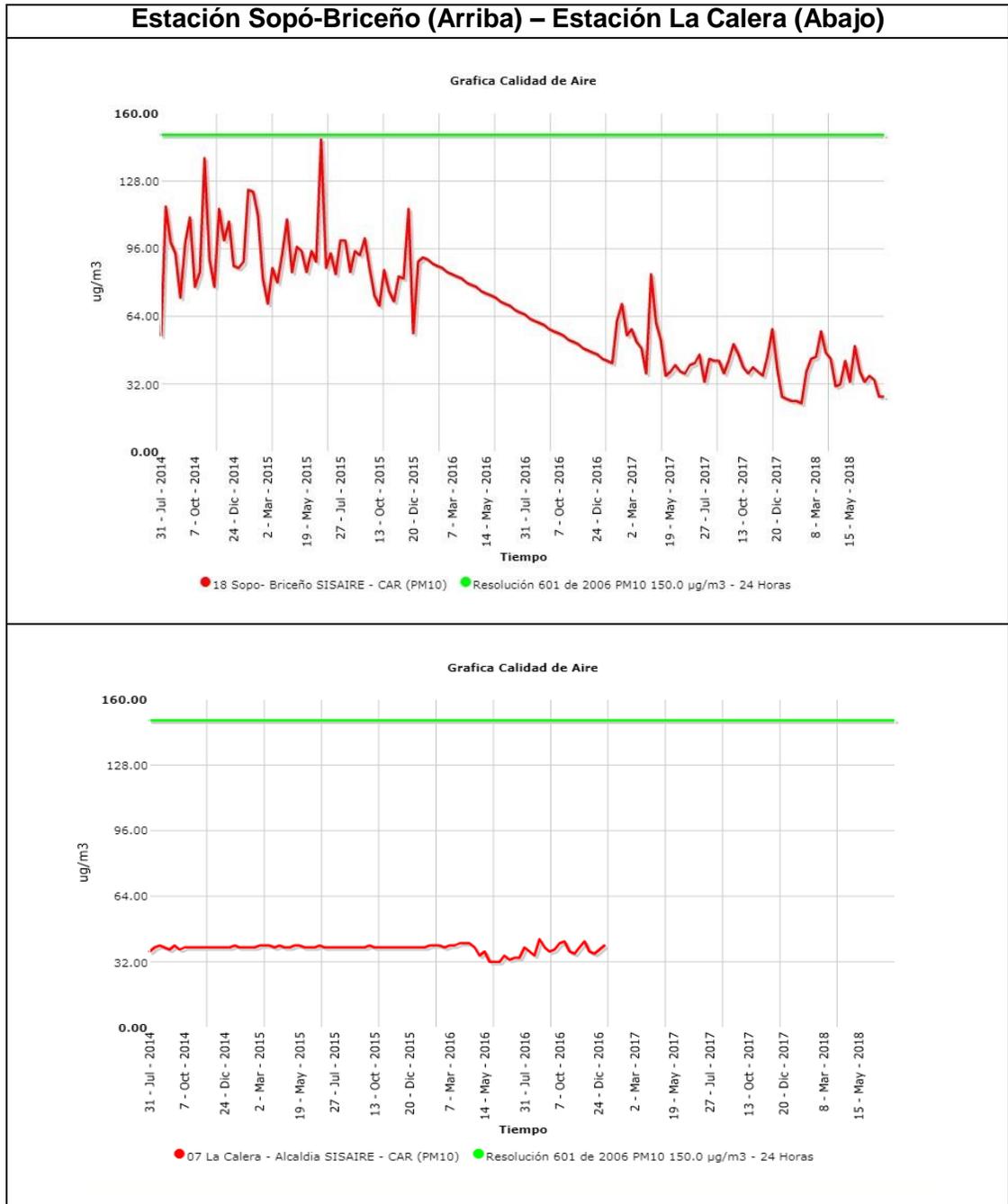
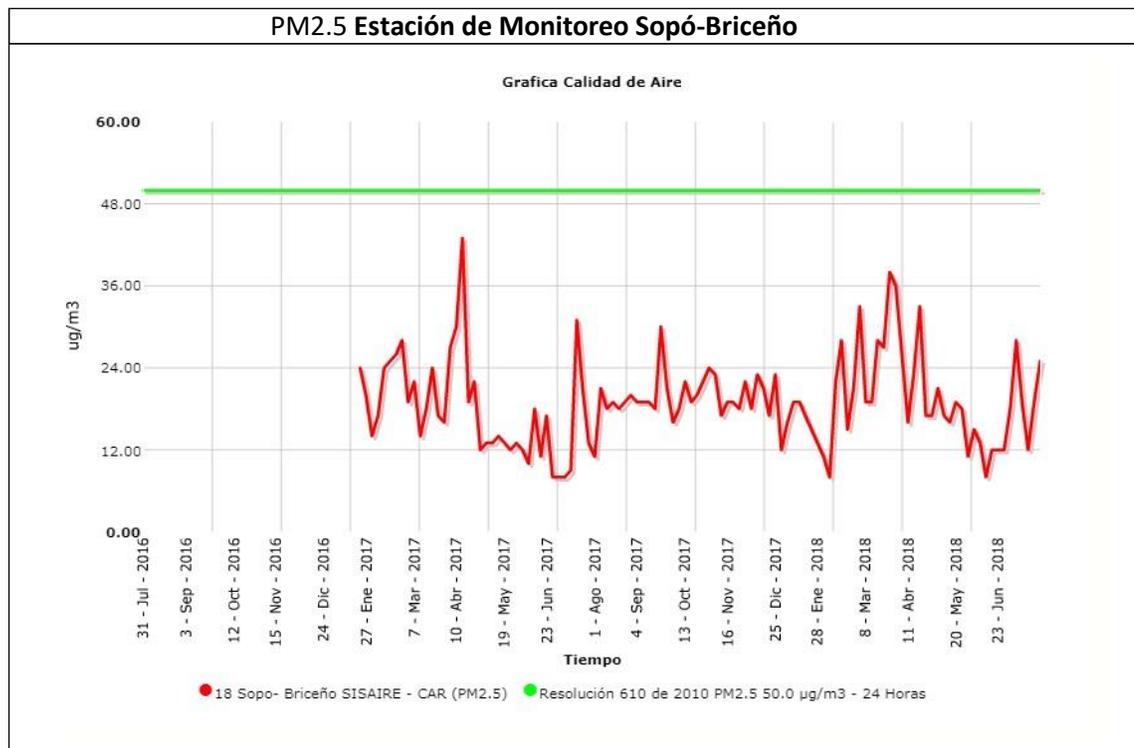


Figura 7.11 Gráfica de mediciones multianuales de concentraciones de PM2.5



Fuente: SISAIRE

Las gráficas muestran una comparación entre los datos que corresponden a las medias mensuales de las concentraciones de 24 horas de los dos contaminantes durante el período de tiempo en el que las mediciones fueron confiables y validadas por la CAR con el límite normativo permisible por la Rsln. 610/2010 de calidad del aire, norma no vigente. No obstante, la regulación vigente, Rsln. 2254/2017, presenta el mismo valor máximo permisible de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5 para las mediciones diarias mientras que el valor límite permisible de PM10 se redujo de 150 a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el mismo método de medición.

En consecuencia, se encontró que para el área circundante de la estación de monitoreo Sopó-Briceño, de julio a noviembre de 2014, cerca del 80% de las concentraciones de PM10 excedieron el límite actual permisible, lo que sugiere que la calidad del aire fue inadecuada para grupos sensibles de la población pero se encontró en niveles inferiores a la declaratoria de prevención. A pesar que la estación no cuantificó este tipo de contaminante durante el 2016, a partir de 2017 las concentraciones de este contaminante disminuyeron notablemente, siendo en todos los casos inferiores a $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cumpliendo con la normatividad vigente.

Solamente a partir de enero de 2017 esta estación de monitoreo dispone de reportes de mediciones de PM_{2.5}, evidenciando que las concentraciones se han mantenido notablemente inferiores al límite normativo y sugiriendo que la calidad del aire es aceptable.

Por otro lado, en el área circundante de la estación de monitoreo La Calera – Alcaldía la calidad del aire en cuanto a concentración de PM₁₀ fue notablemente mejor respecto al mismo período de tiempo medido por la estación Sopó-Briceño pues las concentraciones no sobrepasaron los 50 µg/m³. Debido a que la estación de monitoreo no ha registrado mediciones de este parámetro a partir de enero de 2017 y que no posee el quipo para la medición validada de PM_{2.5}, no es posible evaluar la calidad del aire del área de influencia durante los últimos dos años.

El amplio contraste entre la presencia de PM₁₀ en el área evaluada por la estación de monitoreo de La Calera respecto a la evaluada por la estación de monitoreo de Sopó- Briceño evidencia que la ocurrencia de una vía interdepartamental contribuye representativamente a la concentración de material particulado y a su dispersión al ser las vías canales de viento respecto a las bajas mediciones en la cabecera municipal de La Calera. La baja concentración de PM_{2.5} en la estación localizada en Briceño demostró que aun cuando las fuentes principales de emisión de estas partículas son los vehículos de combustión de diésel que transitan constantemente por el área, la calidad del aire no se ha dañado debido probablemente a fenómenos meteorológicos y la gran extensión de parches de bosque nativo remanente y cultivos agroforestales de la zona que retienen estas partículas. Sin embargo, la elevada variación de los resultados medios mensuales indica que la concentración de fuentes de emisión de PM_{2.5} presenta una temporalidad que puede verse sesgada a la expansión de la zona industrial y a los fenómenos meteorológicos anuales.

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire más cercanas al área de influencia de la mina demostraron que las mediciones tomadas durante los últimos cuatro años han sido buenas pues de acuerdo con la normatividad colombiana, al ser inferiores a los límites normativos representan calidad del aire adecuada para la exposición constante de la población. Los resultados globales de las mediciones de estas dos estaciones sugieren que la concentración de PM₁₀ es significativa de una amplia variedad de fuentes de emisión que incluyen actividades mineras, de tránsito y otras de tipo industrial que causan un detrimento en la calidad del aire pero que según los valores límites máximos normativos no generan efectos adversos sobre la salud humana pero sí pueden implicar daños en la salud de la fauna nativa y doméstica que se moviliza por estos corredores de bosque altoandino y reservas naturales así como intervención en la actividad fotosintética de la flora nativa por deposición de partículas en la superficie foliar.

7.6.5. Modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos

La modelación de la dispersión de los contaminantes atmosféricos generados por la mina debe ser representativa y significativa de los escenarios actuales y proyectados de la operación de la mina, para lo que requiere según la regulación nacional de:

- Resultados de mediciones directas de las emisiones por fuentes fijas y móviles dentro del título minero.
- Resultados de mediciones directas de la calidad del aire por medio del establecimiento de un sistema de vigilancia temporal de tipo indicativo industrial con estaciones de monitoreo industrial y de fondo que permitan tener valores de referencia de los contaminantes criterio para la actividad minera.
- Topografía detallada de la mina y área de influencia para establecer los parámetros de la simulación de la dispersión de los contaminantes.
- Datos meteorológicos multianuales que brinden información representativa y confiable de las direcciones y velocidades predominantes del viento.
- Conocimiento de la ejecución de los programas especializados para la modelación de calidad del aire. Esto incluye la calibración del modelo con concentraciones de fondo de inmisión y datos históricos de emisiones.

Es por lo anterior que en este ejercicio académico no es posible realizar la modelación en la mina.

7.6.6. Fuente de emisión de ruido

7.6.6.1. Inventario de fuentes de ruido del proyecto

En la Tabla 7.10 se describen las fuentes de generación de ruido encontradas en la mina los pericos, en general se identificó que las fuentes generadoras de emisiones atmosféricas también generan ruido.

Tabla 7.10 Inventario de fuentes de generación de ruido

No.	Fuente de generación de ruido y vibración	Descripción de la fuente
A	Trituradora	El funcionamiento de la trituradora por rompimiento de material sólido duro causa vibraciones en el área de suelo ocupada y ruido durante el quebrantamiento de rocas.
B	Planta eléctrica de la trituradora	La operación de la planta eléctrica como fuente de poder de la trituradora causa ruido durante su tiempo de funcionamiento.
C	Área de mantenimiento de vehículos de carga pesada	El movimiento de los vehículo y partes de los mismos, así como pruebas de operación generan ruido en la zona más baja del predio de la mina.
D	Tránsito de vehículos de carga pesada sobre vía interna y veredal sin asfalto	El tránsito de los vehículos de carga pesada sobre vías sin asfalto causa vibraciones en las áreas que limitan con las vías y ruido por la fricción del vehículo cargado y el material pétreo de las vías.
E	Cargue de material procesado y Centros de acopio de material	Manejo de material mineral a trituradora y de material procesado desde la trituradora. Genera emisiones fugitivas o dispersas.
F	Extracción en mina	La voladura y extracción manual y por arrastre del mineral con óxido de hierro genera vibraciones en la tierra y ruido. Estos efectos alteran las capas superficiales del suelo y los taludes en recuperación rodeados por vegetación sucesional temprana.

Fuente: Autores

7.6.6.2. Modelación de ruido

La modelación de ruido o niveles de presión sonora generados por la mina debe ser representativa y significativa de los escenarios actuales y proyectados de la operación de la mina, para lo que requiere según la regulación nacional de:

- Resultados de mediciones directas de ruido ambiental y de las fuentes de emisión en el área del proyecto y en su área de influencia
- Topografía detallada de la mina y área de influencia para establecer los parámetros de la simulación de la dispersión de los contaminantes.

- Datos meteorológicos multianuales que brinden información representativa y confiable de las direcciones y velocidades predominantes del viento.
- Conocimiento de la ejecución de los programas especializados para la modelación de calidad del aire. Esto incluye la calibración del modelo con concentraciones de fondo de inmisión y datos históricos de emisiones.

Es por lo anterior que en este ejercicio académico no es posible realizar la modelación del ruido generado por la mina.

7.6.7. Identificación de receptores de interés

La identificación de receptores sensibles se realizó a partir del conteo e identificación de los sitios de interés humano y natural cercanos a la mina en ausencia de modelación de dispersión de contaminantes emitidos para determinar el área de influencia de los mismos.

Asentamientos humanos: La vereda La Trinidad tiene la tercera menor densidad poblacional de municipio de Guasca según el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres con 13 hb/Km² con 150 habitantes. Dado que el título minero constituye el 11% del área comprendida por la vereda según el plan de ordenamiento territorial (A= 11,40 Km²) se determina que la población de La Trinidad – sector Pericos se encuentra expuesta a las emisiones dispersas de material particulado.

Infraestructura social: En la vereda no se localizan instituciones educativas municipales o departamentales pues las más cercanas se encuentran en la vereda El Carmen y El salitre, por lo que se considera que no se encuentran expuestas a las emisiones aun con la dispersión que el material particulado pueda tener. El municipio cuenta con un centro de salud en la cabecera urbana dependiente del Hospital de Guatavita que debido a su distancia con la mina no se encuentra expuesto a las emisiones.

Infraestructura recreativa: En la Vereda La Trinidad – sector Paso Hondo se encuentra el centro recreacional Lagos de Siecha (4° 46' 07.98" N 73° 51' 59.9" O) en el que se realizan actividades de pesca deportiva y caminatas ecológicas. Al tratarse de actividades al aire libre, se considera que la población ocasional de este centro se encuentra expuesta al material particulado emitido por la mina disperso.

Ecosistemas estratégicos: En la vereda La Trinidad y sus áreas limítrofes se encuentran áreas naturales protegidas declaradas por el Ministerio de Agricultura y CORPOGUAVIO que conservan remanentes del ecosistema estratégico páramo y constituyen corredores ecológicos entre los parches de páramo y pasos de fauna; es por esto, que no deben encontrarse expuestos a concentraciones elevadas de contaminantes del aire. En la Tabla 7.11 se mencionan las áreas naturales en estado de conservación y su ubicación.

Tabla 7.11 Áreas naturales conservadas limítrofes cercanas a la Mina Pericos

Tipo de área natural	Nombre del área natural	Ubicación	Área (Ha)
Parque Nacional Natural	Chingaza	Vereda La Trinidad Complejo regional	2940
Reserva Forestal Protectora Regional	Santa María de las Lagunas	Vereda La Trinidad	82
Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Encenillo	Vereda La Trinidad	185
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Jikuri	Vereda La Trinidad	123

Fuente: Autores

7.7. PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

Durante el levantamiento de la línea base no se realizó colecta de flora ni de fauna sino que se realizó captura de dos individuos de avifauna y un herpeto que se identificaron in situ o a través de fotografías. Por otra parte, se realizó colecta de macroinvertebrados bentónicos y plancton para identificación en el laboratorio. Al tratarse este estudio de un ejercicio académico, la captura de fauna con propósito de identificación e inmediata liberación al medio se encontró amparado por el permiso marco de colecta a nivel nacional con propósitos educativos y de investigación de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, razón por la que no se solicitó permiso de recolección de especímenes con el propósito de realizar los estudios bióticos durante el proceso de licenciamiento ambiental de la mina.

No obstante, con el propósito de realizar bajo los requerimientos legales de la autoridad ambiental las actividades de monitoreo y seguimiento del medio biótico descritas en los planes de manejo ambiental y monitoreo del medio biótico – Capítulo 10 – en el área de influencia del proyecto, esto debido a que estos planes de monitoreo involucran la captura temporal del medio natural de especímenes de la diversidad biológica para la realización de inventarios y caracterizaciones que permitan el cumplimiento de las metas de los planes de manejo y monitoreo del medio biótico.

Para esto, se presenta en el Anexo 7-1 la información pertinente exigida por la ANLA para tramitar el permiso de estudio para la recolección de especímenes silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales. Esta información es una copia fiel del formato emitido por la ANLA para tramitar este permiso y especifica los datos de esfuerzo de muestreo y metodología de captura de los grupos biológicos para un tiempo de muestreo total de 10 días para toda el área de influencia del proyecto en cada campaña.

7.8. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

7.8.1. Relleno de cámaras de explotación y reconfiguración de taludes

Dado que la relación descapote-mineral en la primera etapa del proyecto (explotación de los primeros 30 m) es de 35% mineral – 65% estéril, en la segunda etapa (explotación de los siguientes 30 m) la relación es 67% mineral – 33% descapote y en la última etapa (explotación de los siguientes 30 m) la relación es de 80% mineral – 20% estéril; se espera que el material estéril anteriormente mencionado se reutilizará en su totalidad dentro del proyecto. De esa manera se proyecta utilizar aproximadamente 200.000 m³ de material con el objetivo de realizar el relleno de las cámaras de los frentes ya explotados y de la reconfiguración de taludes dentro del programa de cierre progresivo.

7.8.2. Obras de concreto

Para la construcción del polvorín, las cuentas de manejo de aguas de escorrentía del centro de acopio de materiales estériles y las adecuaciones estructurales de los centro de acopio para residuos peligrosos se subcontratará el suministro del concreto debido a que las obras requeridas se consideran como de pequeña escala pues requerirá de un volumen inferior a 100 m³ de concreto. De esta manera el

contratista se encargará de suministrar el cemento, la gravilla y el agua, suministrada por medio de un carro tanque, para la obtención y vertido de concreto en las obras.

7.9. BIBLIOGRAFÍA

Resolución 761 de 2015. "POR LA CUAL SE ESTABLECE UNA MEDIDA PREVENTIVA, UNAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL, SE DECLARAN CUMPLIDAS, SE DEJAN SIN EFECTO, SE NOVAN UNAS OBLIGACIONES DENTRO DE UNA LICENCIA AMBIENTAL, Y SE TOMAN OTRAS".

Complemento al Plan de Recuperación y Restauración Ambiental. Contrato de concesión GJ4-081 Mina Pericos.2015.

Pérez P. Manual de tratamiento de aguas. Capítulo 3. Universidad Nacional. Facultad de Minas. Medellín, 1981.

Resolución 631 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Resolución 1514 de 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.