



**Propuesta de actualización de medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas
lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la
Mina El limón en Palermo, Huila**

Valeria Lara Castro

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C., Colombia
2020

Propuesta de actualización de medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la Mina El limón en Palermo, Huila

Valeria Lara Castro

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director (a): Ing. Diana Rocío Hernández R.
Línea de Investigación:
Gestión ambiental

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C., Colombia
2020

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad El Bosque, no se responsabiliza de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Agradecimientos

Agradezco especialmente a la gerencia de la Mina El Limón (Palermo, Huila) que amablemente me permitió el acceso para realizar las visitas institucionales pertinentes para desarrollar el trabajo de campo correspondiente y me proporcionó información valiosa para la construcción del documento.

A la ingeniera Diana Hernández por haberme acompañado durante el proceso del proyecto de grado y por sus valiosos aportes y profesionalismo para dirigir asertivamente este estudio.

Al grupo de docentes del Programa de Ingeniería Ambiental por haber sido parte de este proceso académico.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios y a mis padres quienes me brindaron su apoyo incondicional y que me motivaron día a día para culminar este proceso exitosamente, creo que sin ellos nada hubiese sido posible, ellos fueron mi inspiración para el desarrollo de este trabajo. También se lo quiero dedicar a mis hermanos quienes siempre estuvieron apoyándome desde el inicio de este grandioso camino dejándome valiosos aprendizajes.

Aspectos Éticos

Por petición de la empresa Mina El Limón la información que se expone dentro del presente trabajo de grado es de carácter privado e intransferible, por esta razón no se profundiza en algunos aspectos de esta y no se muestra información tan detallada del tipo de contrato y licencia ambiental. Es importante tener en cuenta esta petición debido a que la empresa maneja información confidencial que no puede ser expuesta a todo el público, al tratarse de temáticas ambientales.

Tabla de Contenido

	Pág.
Agradecimientos	iv
Dedicatoria	v
Aspectos éticos	vi
Resumen	xii
Abstract	xiii
1. Introducción	14
2. Planteamiento del problema (descripción, formulación y delimitación)	15
3. Pregunta de investigación	17
4. Justificación	17
5. Objetivos	18
5.1 General:	18
5.2 Específicos:	18
6. Marco de Referencia	18
6.1 Marco geográfico	18
6.1.1 Descripción del territorio	18
6.1.1.1 Localización y límites	18
6.1.1.2 Generalidades del municipio	19
6.1.1.3 Generalidades de la Mina El Limón	20
6.2 Estado del arte	21
6.2.1 Manejo de aguas lluvias	21
6.2.2 Estériles y escombros	22
6.2.3 Residuos sólidos	23
6.2.4 Cobertura vegetal	24
6.3 Marco conceptual	25
6.4 Marco teórico	27
6.5 Marco legal	30
7. Metodología	32
7.1 Metodología de investigación	32
7.1.1 Metodología por objetivos	33
7.2 Plan de trabajo	41
8. Resultados y análisis de resultados	44
8.1 Objetivo 1: Diagnóstico ambiental del estado actual del proyecto minero El Limón	44
8.1.1 Actividad 1: Construcción de lista de chequeo	44

8.1.2 Actividad 2. Construcción de matrices de evaluación ambiental.....	53
8.2 Objetivo 2: Análisis comparativo entre la normatividad y la evaluación ambiental.....	60
8.3 Objetivo 3: Formular los subprogramas de manejo de los componentes de agua y suelo bajo estudio.	72
9. Conclusiones.....	91
10. Recomendaciones.....	92
11. Referencias bibliográficas.....	93

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1. Delimitación del territorio</i>	19
<i>Figura 2. Localización de la Mina El Limón</i>	20
<i>Figura 3. Metodología del trabajo</i>	41
<i>Figura 4. Frentes de explotación</i>	44
<i>Figura 8. Mantenimiento canales perimetrales</i>	46
<i>Figura 9. Pozo séptico</i>	46
<i>Figura 10. Terrazas de disposición</i>	46
<i>Figura 11. Acopio del material estéril</i>	46
<i>Figura 12. Almacenamiento de residuos sólidos</i>	47
<i>Figura 13. Punto ecológico</i>	47
<i>Figura 14. Reforestación</i>	48
<i>Figura 16. Señalización</i>	48
<i>Figura 17. Charlas a los trabajadores</i>	48
<i>Figura 18. Cartelera ambiental de la mina</i>	49
<i>Figura 19. Socialización con la comunidad</i>	49
<i>Figura 20. Diseño de cuneta trapezoidal del contorno de las bocaminas de los frentes de explotación.</i>	73
<i>Figura 21. Diseño de Cuneta trapezoidal de los frentes de explotación y del canal principal.</i>	74
<i>Figura 22. Mapa de la Mina El Limón editado para el manejo de aguas lluvias</i>	76
<i>Figura 23. Clasificación de residuos sólidos mediante canecas de colores con el fin de realizar la gestión integral de residuos sólidos</i>	79
<i>Figura 24. Almacenamiento de los residuos peligrosos de la mina El Limón.</i>	80
<i>Figura 25. Diseño de la fosa para el enterramiento de los residuos no aprovechables.</i>	81
<i>Figura 26. Mapa con ubicación del área de enterramiento de los residuos y punto ecológico</i>	81
<i>Figura 27. Diseño de Canal perimetral del botadero de la mina El Limón.</i>	84
<i>Figura 28. Mapa de la mina el Limón editado para la disposición de estériles.</i>	86
<i>Figura 29. Zona de reforestación.</i>	89

Lista de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1. Normatividad vigente de la actividad minera.</i>	30
<i>Tabla 2. Aspectos a evaluar matriz Gómez – Orea.</i>	34
<i>Tabla 3. Rangos de valoración de la clasificación del impacto.</i>	35
<i>Tabla 4. Definición de variables para el Objetivo 1.....</i>	35
<i>Tabla 5. Definición de variables para el Objetivo 2.....</i>	37
<i>Tabla 6. Definición de variables para Objetivo 3</i>	40
<i>Tabla 7. Matriz resumen del diseño metodológico</i>	42
<i>Tabla 8. Lista de chequeo de los subprogramas ambientales del PMA vs observaciones de campo.</i>	44
<i>Tabla 9. Resumen de matriz Gómez Orea.....</i>	54
<i>Tabla 10. Resumen de matriz Avellaneda</i>	56
<i>Tabla 11. Matriz comparativa entre la normatividad y la evaluación ambiental de la Mina El Limón</i>	65
<i>Tabla 12. Ficha de manejo ambiental - subprograma de aguas lluvias.....</i>	72
<i>Tabla 13. Ficha de manejo ambiental - subprograma de residuos sólidos.....</i>	78
<i>Tabla 14. Ficha de manejo ambiental- subprograma de estériles.</i>	84
<i>Tabla 15. Ficha de manejo ambiental- subprograma de repoblación y mejoramiento del paisaje.</i>	88

Lista de anexos

Pág.

Anexo 1. Matriz de identificación de impactos de Leopold.	98
Anexo 2. Matriz de evaluación de impactos ambientales de Gómez -Orea	98
Anexo 3. Matriz de evaluación de impactos ambientales de Avellaneda	98

Resumen

Actualmente la minería es uno de los principales motores para la economía del país; dentro de esta se destaca las mineras de calizas y dolomitas las cuales son desarrolladas en diferentes regiones, como en el departamento del Huila, específicamente en el municipio de Palermo, siendo una de las fuentes primarias económicas de este. En este municipio se encuentra La Mina El Limón, la cual fue seleccionada para el desarrollo de este proyecto, ya que en la actualidad presenta ciertos requerimientos ambientales por parte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM, los cuales llevan más de un año sin implementarse presentando una desactualización de las medidas de manejo ambiental y por ende posibles impactos sobre los recursos naturales los cuales deben ser contrarrestados. Por esta razón, este trabajo tiene como objetivo actualizar las medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de dicha mina, para lo cual se realizó un diagnóstico ambiental, un análisis entre la normatividad y la evaluación ambiental y una propuesta de lineamientos, integrando el método descriptivo y correlacional. Los resultados obtenidos muestran vacíos en la implementación de algunas medidas en campo y en su Estudio de Impacto Ambiental, y a partir de esto junto con los requerimientos de la CAM se pudieron ajustar los subprogramas objeto de estudio. Se recomienda que la mina El Limón priorice nuevamente los impactos ambientales y considere las medidas propuestas para el ajuste del Plan de Manejo Ambiental.

Palabras clave: Minería a cielo abierto, Requerimientos, impactos negativos, diagnóstico ambiental, Actualización, Evaluación Ambiental, Estudio de impacto ambiental, Plan de Manejo Ambiental

Abstract

Mining activity in Colombia is today one of the main economic sources, among it limestone and dolomite mining stands out, which is developed in different regions of the country; one of them is the Department of Huila, specifically the Municipality of Palermo, where the El Limón Mine is located and which was selected for the development of this project. As for environmental requirements, whose surveillance entity is the Corporación Autónoma del Magdalena (CAM), this mine had delays related to updating environmental management measures, and therefore risks to natural resources, since mining activity brings negative impacts which must be counteracted by management measures. For this reason, this work aims to update the environmental management measures focused on rainwater, solid, sterile waste, repopulation and improvement of the landscape of this mine, for which an environmental diagnosis was done, as well as an analysis between the regulations and the environmental assessment, and a proposal for guidelines, integrating the descriptive and correlational method. The results obtained show gaps in the implementation of some measures in the field and in its Environmental Impact Study, and from this, together with the CAM requirements, the subprograms under study should be adjusted. It is recommended that the El Limón mine prioritize environmental impacts again and consider the proposed measures for adjusting the Environmental Management Plan.

Key words: Opencast mining, Requirements, environmental managment measures, negatives impacts, enviromental diagnosis, update, enviromental impact study.

1.Introducción

La minería es una actividad productiva regulada en Colombia por la Ley 685 del 2001 o Código de Minas que a través de los años ha sido considerada como uno de los principales motores del desarrollo económico del país. Se trata de una actividad en la que se "extraen, procesan y transforman minerales o materiales del subsuelo para usos industriales, energéticos, domésticos, comerciales, entre otros" (Congreso de Colombia, 2001, p.1).

Dado que este proyecto se realiza en la Mina El Limón (Palermo, Huila) la cual labora en la modalidad de cielo abierto para la explotación de calizas y dolomitas, en este caso se analizan aspectos relacionados con el manejo que se está haciendo de los componentes agua y suelo, siendo importante indicar, que en algunos casos de este estudio se abarcan aspectos relacionados con el manejo de aire y el componente socioeconómico. Teniendo en cuenta esto, estas particularidades son manejadas desde el punto de vista ambiental según el tamaño y la forma del método de explotación minera que sea aplicado.

De esta forma, se encuentra que es pertinente desarrollar este tipo de trabajos de grado que aportan conocimiento en el área de la Ingeniería Ambiental, especialmente si se tiene en cuenta que la industria minera además de ser uno de los motores económicos del país por su aporte per cápita, actualmente tiene una participación en el territorio nacional con más de 8.564 títulos, de los cuales 7996 son vigentes y 870 son autorizaciones temporales requeridos para las obras viales del país (Instituto Humboldt Colombia, 2016).

Teniendo en cuenta este contexto general de la actividad minera en Colombia, se quiere resaltar la explotación de minerales como la piedra caliza y la dolomita que ha tenido una gran importancia en el desarrollo minero e industrial del país, debido a que estos minerales son requeridos en diferentes industrias como la cementera, siderúrgica, ornamental, agrícola, entre otras. A su vez, se considera que los depósitos de estos minerales se encuentran distribuidos principalmente en la Costa atlántica, en las cordilleras Oriental y Central y en menor proporción, en la Cordillera Occidental (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

Es por esto, que en el departamento del Huila hay un gran interés por la explotación de estos dos minerales lo cual reporta una marcada tendencia a aumentar sus niveles de extracción, debido a que para el año 2016 se evidenció una explotación de 2417 toneladas de calcita y 7943 de dolomita (Agencia Nacional de Minería, 2016), y desde el año 2011 se reportan aproximadamente 39 explotaciones de cuerpos calcáreos en los municipios de Neiva, Palermo, Nátaga, Teruel y Santa María con 48 licencias de exploración (Servicio Geológico Colombiano, 2012), lo cual ha ido aumentando con el tiempo ya que según un informe de la Agencia Nacional de Minería (2018) actualmente en el Huila hay 228 títulos mineros en explotación en lo que refiere a la producción de rocas ornamentales con una participación nacional del 58.8%, un 38.4% de roca fosfórica y un 6.61% de materiales de construcción donde el 65% es explotado en la zona norte del departamento (Castillo, 2011) área donde se encuentra ubicada la mina objeto de estudio.

Lo anterior, demuestra que en esta región se encuentran diversos actores que implementan la actividad minera como fuente de desarrollo productivo permitiendo que este sector se posicione como el inicio de nuevas alternativas económicas (Castillo, 2011) para su progreso social y económico, ya que al haber una mayor productividad se generan mayores ingresos para la región y así mismo hay una generación de

empleo en la zona. Sin embargo, esta riqueza en minerales en el departamento del Huila se presta para que se presenten informalidades en este sector y por ende una mayor afectación sobre el ambiente, al no haber un control por parte de la autoridad ambiental (Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, 2013).

En el municipio de Palermo principalmente se lleva a cabo la exploración, explotación y comercialización de estos minerales donde esta actividad es considerada como fuente primaria de la economía del municipio (Ordoñez & Bahamón, 2011). Por estas razones, se quiso tomar como caso de estudio la Mina El Limón ubicada en dicho municipio, la cual presenta varios requerimientos ambientales por parte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM, los cuales no se han atendido hasta el día de hoy y representan una desactualización de sus medidas de manejo ambiental, por lo cual si no se realiza el respectivo ajuste de esas medidas se pueden generar ciertos impactos ambientales, económicos y sociales. Para esto, en esta investigación se realiza un diagnóstico ambiental del proyecto minero, un análisis comparativo entre la normatividad y la evaluación ambiental, y una formulación de los subprogramas de manejo de los componentes agua y suelo bajo estudio, para dar cumplimiento a la actualización de las medidas de manejo ambiental de aguas lluvias, residuos sólidos, estériles y repoblación y mejoramiento del paisaje de la mina El Limón, a razón de garantizar un óptimo cumplimiento normativo vigente en Colombia.

Consecuente a lo anterior, este documento está dividido por varias secciones, dentro de las cuales se encuentran el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, la justificación del proyecto, el objetivo general y los objetivos específicos, el marco de referencia el cual se divide por marco geográfico, dentro del cual se hace una descripción del territorio incluyendo dentro de esta a la Corporación Autónoma del Magdalena al ser una institución importante dentro del proyecto y donde también se hace una descripción de la mina El Limón, así mismo, está dividido por el estado del arte el cual se articuló con diferentes artículos y tesis de grado, por el marco conceptual, el marco teórico y el marco legal. Posterior a esto, se encuentra la metodología de investigación la cual está dividida por metodología por objetivos, plan de trabajo y un resumen del diseño metodológico, consecuente a esta se encuentran los resultados por objetivos junto con su análisis y discusión, luego las conclusiones y por último las recomendaciones.

2. Planteamiento del problema (descripción, formulación y delimitación)

En los últimos años el sector minero en Colombia ha demostrado tener gran impulso económico y de allí su importancia en el progreso social, en el desarrollo y crecimiento económico dado que cuenta con una gran cantidad de recursos naturales en el territorio nacional (Castillo, 2011), este aspecto cobra relevancia si se tiene en cuenta que según el DANE la explotación de minas y canteras reportó una variación con tendencia al aumento de 1.6 en el 2019 respecto al año anterior (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2020). Sin embargo, a partir de esto, se han evidenciado diversas problemáticas ambientales que se traducen igualmente en problemas socioeconómicos (Garzón, 2013), debido a las inadecuadas técnicas de explotación y también a que en muchas ocasiones las empresas encargadas de la actividad no cuentan con las medidas necesarias o estas no resultan ser suficientes para que dentro de su plan de manejo ambiental se pueda prevenir, mitigar, corregir y compensar los daños ambientales que se producen en la fase de exploración, explotación y de cierre de la mina.

Adicionalmente a ello, se debe tener en cuenta que una vez la autoridad ambiental otorga la licencia

de explotación minera, los concesionarios se dedican a la explotación a lo largo de los años durante los cuales el territorio sufre cambios y transformaciones, por lo que es necesario replantear las medidas de manejo para atender los impactos, las cuales se deben ir ajustando en la medida en que las entidades ambientales expidan normatividad, y según los requerimientos que estas hagan por las visitas realizadas para hacer el respectivo seguimiento y monitoreo. Sin embargo, muchas empresas no hacen una actualización de su Plan de Manejo Ambiental-PMA excluyendo las recomendaciones de la autoridad ambiental.

De allí se evidencia la necesidad de evaluar si la Mina El Limón está cumpliendo con las exigencias registradas en la visita realizada por los funcionarios de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM del 28 de marzo del 2018. Para lo cual, se ha notificado que no se han considerado hasta el día de hoy dichos requerimientos, lo que ha dado paso a que se presente una desactualización de algunos subprogramas del PMA convirtiéndose en una problemática, debido a que esto puede conllevar a que se presenten posibles impactos negativos y alteraciones sobre los recursos naturales, y así mismo sanciones por parte de la autoridad ambiental en futuras visitas institucionales, afectando directamente la generación de empleo de la zona y su economía. Esto se debe principalmente a la falta de seguimiento y monitoreo por parte de la empresa acerca de la implementación de las acciones correspondientes para tener una buena gestión ambiental, teniendo en cuenta también que esto requiere de estudios en campo, de un personal especializado y de recursos monetarios lo cual genera altos costos a la empresa, pero así mismo, se debe a la falta de integración entre la autoridad ambiental (CAM) y la gerencia de la mina, para trabajar en conjunto y llevar un monitoreo constante.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante mencionar que los principales impactos de la minería sobre el ambiente son el vertimiento de aguas sin tratamiento, contaminación del suelo con estériles y colas, afectación al paisaje, aumento de procesos erosivos, desestabilización del suelo por la remoción de la cobertura de vegetal, y la contaminación del aire por emisiones de material particulado, gases y ruido (Hernández, Ulloa, Almaguer & Ferrer, 2014).

Por esta razón y para el caso específico de la Mina El Limón (Palermo, Huila) las actividades de explotación de calizas y dolomitas, al igual que muchas minas de esta índole genera diversos impactos negativos sobre el ambiente generando presión sobre los recursos naturales; pues se han evidenciado problemáticas en cuanto al manejo de estériles y escombros (material de descapote), manejo y disposición de residuos sólidos, manejo de aguas lluvias, además de presentar falencias en el manejo de la recuperación de la cobertura vegetal y de las emisiones de material particulado y gases debido al transporte del material (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2018).

Por lo tanto, al no haber una adecuada gestión de dichas medidas de manejo y una falta de tecnificación de las labores mineras (Molina & Ortiz, 2018), desatendiendo a la par los requerimientos ambientales, se pueden presentar los impactos anteriormente nombrados, además de resaltar que la Mina El Limón en sus inmediaciones se ubica una serie de fuentes hídricas como el Río Bache, Río Bachecito, Río Canichi, Quebrada La Rosalía, Quebrada El Vergel y Quebrada El Fraile, las cuales representan alta sensibilidad ante la situación.

Teniendo en cuenta la problemática, el objetivo de este trabajo de grado está enfocado hacia la actualización de las medidas de manejo ambiental bajo estudio dentro de este proyecto, lo cual representa una alta importancia tanto para la mina El limón como para el municipio y departamento, debido a que la explotación de las calizas y dolomitas ha permitido que las comunidades se beneficien de tal actividad,

y así mismo que el departamento del Huila se posicione como uno de los principales productores de estas materias primas(Ordoñez & Bahamón, 2011).

3.Pregunta de investigación

¿Qué subprogramas de los componentes de agua y suelo según la normatividad, debe ajustar el plan de manejo ambiental de la mina El Limón para su actualización?

4.Justificación

En la actualidad la autoridad ambiental ha realizado seguimientos periódicos donde ha recomendado la mina El Limón, la necesidad de contemplar y replantear ajustes a algunas de las medidas que están descritas en su Plan de Manejo Ambiental-PMA, con el fin de proponer una actualización a nivel del manejo de aguas lluvias, de residuos sólidos, estériles, y repoblación y mejoramiento del paisaje, debido a que hay unos incumplimientos de estas medidas. Dicho incumplimiento puede traer repercusiones en el aspecto ambiental de la zona y también del área aledaña al sitio en donde se ejecuta la actividad.

Se conoce que la fase de explotación puede afectar los componentes agua, suelo y aire, por la generación de diversos impactos ambientales. A partir de las situaciones anómalas encontradas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena- CAM, que incluyen un inadecuado manejo de aguas lluvias, deficiencias en el manejo y disposición de estériles y de residuos sólidos, y la falta de cumplimiento del plan para manejar temas relacionados con la cobertura vegetal, es evidente la necesidad de desarrollar el presente trabajo a fin de aportar directrices que permitan disminuir el impacto de dichas situaciones ambientalmente. Teniendo en cuenta que el sector minero del departamento del Huila hace un significativo aporte a la economía nacional y que para éste representa amplios beneficios en regalías y compensaciones causadas y transferidas al Sistema General de Regalías - SGR (Molina & Ortiz, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante hacer la actualización de las medidas ambientales de los temas descritos para la Mina El Limón (Palermo, Huila), debido a que resulta esencial contar con una adecuada gestión ambiental en el tema para que no se generen afecciones sobre los recursos naturales y así mismo sobre las comunidades que habitan a los alrededores de esta área, y medidas sancionatorias por parte de la autoridad ambiental por su incumplimiento en los requerimientos impuestos que en el peor de los casos puede provocar el cierre de su actividad. De ocurrir este evento, la economía regional se vería perjudicada dado que este tipo de actividades económicas son la principal fuente de desarrollo socio productivo y cualquier eventualidad negativa se proyectará como un descenso en el crecimiento económico esperado tanto local como regional, y así mismo muchas personas que se benefician por la generación de empleo por parte de esta empresa y que se sustentan de esta actividad en su diario vivir, se verían seriamente afectadas. Por lo tanto, este proyecto es importante para aportar soluciones encaminadas al mejoramiento de la gestión ambiental de la mina, esto con el fin de crear una armonía ecológica, social y económica, y mantener el desarrollo productivo tanto a nivel local como regional.

5. Objetivos

5.1 General:

Actualizar las medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la Mina El limón en Palermo, Huila.

5.2 Específicos:

- Realizar un diagnóstico ambiental del estado actual del proyecto minero El Limón.
- Elaborar un análisis comparativo del cumplimiento normativo con respecto a la evaluación ambiental de la mina.
- Formular los subprogramas de manejo de los componentes de agua y suelo bajo estudio.

6.Marco de Referencia

6.1 Marco geográfico

6.1.1 Descripción del territorio

6.1.1.1 Localización y límites

El municipio de Palermo está ubicado en el noroccidente del departamento del Huila, encontrándose a 320 Km de la ciudad de Bogotá D.C. y a 17,5 km de la ciudad de Neiva. Palermo hace parte de la región Andina, localizado en el alto del valle del Magdalena al oriente de la cordillera Central. Este limita al norte con el municipio de Neiva y Planadas, al sur con los municipios de Yaguará y Teruel, al oriente con los municipios de Rivera, Campoalegre y Neiva y al occidente con los municipios de Santa María y Neiva. El municipio cuenta con una extensión de 92,2 km² de la cual 13,8 km² le corresponde al área urbana y 78,4 km² le corresponde al área rural, el clima está comprendido como cálido seco, clima medio y seco, y clima medio húmedo, frío pluvial y medio frío pluvial, también presenta temperaturas que oscilan entre los 15°C en las zonas de las cordilleras y los 27°C para la zona baja. Este municipio se caracteriza a su vez por presentar precipitaciones medias anuales de 1490 mm y está compuesto por 33.253 habitantes, de los cuales 16069 pertenecen a la población urbana y 17184 pertenecen a la rural (Consejo municipal de Palermo, 2016).

Figura 1. Delimitación del territorio



Fuente: Mina El Limón (2017).

6.1.1.2 Generalidades del municipio

La economía del municipio en el sector primario está comprendida por la extracción de hidrocarburos, calizas, oro, receptoras, materiales para construcción, pero así mismo por la producción agrícola y pecuaria. En cuanto al sector pecuario los principales sistemas productivos son la ganadería bovina de doble propósito, la agricultura, la porcicultura y otros de menor importancia económica. Con respecto al sector agrícola, este está representado principalmente por el cultivo de arroz y café. Por último, en cuanto a la geología económica, el municipio extrae mármol, calizas y dolomitas utilizándose como materia prima en la obtención de cal, cemento y para otros fines industriales (Alcaldía Municipal de Palermo, 2019a).

En cuanto a su ecología, Palermo cuenta con ecosistemas estratégicos, de los cuales se encuentra la zona amortiguadora del Parque Natural del Nevado del Huila, que se constituye en el ecosistema de mayor importancia para el municipio representado por su biodiversidad y magnitud en zona boscosa y su alto potencial hídrico, también se encuentra San Isidro que es un terreno baldío conformado por bosque secundario, el Cerro de Ojo Blanco que corresponde a una zona de interés especial en lo ambiental por encontrarse humedales que sirven de reservorio de drenajes que nacen en esta área como las quebradas la esperanza, la cruzada entre otras, la Cuchilla Alta Gracia que es lugar de nacimiento de las quebradas que surten acueductos veredales, entre otros(Alcaldía Municipal de Palermo, 2019b).

Es importante mencionar que este territorio constituye el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM, institución la cual se encarga de administrar el medio ambiente y propender por el desarrollo sostenible del Magdalena, mediante el ejercicio de su función como máxima autoridad ambiental en el área de la jurisdicción, con respecto a las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazados por el Ministerio del Medio Ambiente. Esta institución está conformada por una asamblea corporativa, un consejo directivo, una dirección general, una secretaría general, una subdirección de regulación de calidad y de gestión ambiental, y por

direcciones divididas entre los límites de su jurisdicción (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena,2017).

A partir de esto, esta entidad pública tiene que hacer un monitoreo de cada una de las actividades económicas que se presenten dentro del límite de su jurisdicción y garantizar el óptimo cumplimiento de la normatividad correspondiente a cada una de estas (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena,2017). Esta entidad debe ser integrada como una institución dentro de este trabajo de grado, debido a que regula la actual actividad de explotación en la mina El Limón siendo una de las entidades con mayor importancia ambiental dentro de la empresa, y también debido a que aporta las principales bases para el desarrollo del mismo, los cuales son los requerimientos realizados a la mina El Limón.

6.1.1.3 Generalidades de la Mina El Limón

La Mina El Limón se encuentra ubicada en el municipio de Palermo en el departamento del Huila, específicamente en la Vereda El Vergel. La misión de la empresa es extraer a cielo abierto y comercializar sosteniblemente minerales dolomíticos y calcínicos con un oportuno cumplimiento legal minero ambiente y de seguridad y salud en el trabajo contando con personal competente y comprometido con el desarrollo del sector minero en el departamento. La visión se proyecta para que la empresa se consolide como líder en la extracción y transformación sostenible de minerales dolomíticos y calcínicos para el año 2025 (Mina El Limón, 2019).

Figura 2. Localización de la Mina El Limón



Fuente: Google Maps, editado por la autora (2020).

6.2 Estado del arte

En primera instancia para documentar el estado del arte se buscó una serie de artículos científicos, trabajos de grado y proyectos publicados en portales, bases de datos y repositorios de universidades sobre: Actualización de planes de manejo ambiental en minería a cielo abierto en Colombia, pero se encontró que esta información es muy escasa y limitada, circunstancia la cual probablemente se debe a que se trata de documentos privados que conciernen exclusivamente a políticas de cada empresa y por tanto la información es intransferible. Por esta razón, se hizo una revisión bibliográfica de artículos, trabajos de grado y guías ambientales para cada uno de los componentes que se van a evaluar, como herramientas de consulta y orientación conceptual y metodológica que permiten diferenciar directrices encaminadas a mejorar la gestión y desempeño minero-ambiental, dado que establece una serie de parámetros básicos para la implementación de medidas de manejo ambiental para cada uno de los aspectos que integran la actividad minera. A continuación, se mencionan los artículos y trabajos de grado por cada una de las temáticas que se tratan dentro de este proyecto:

6.2.1 Manejo de aguas lluvias

A nivel internacional se encontró el artículo publicado por Sánchez (2000) titulado *Drenaje de minas a cielo abierto*, el cual tuvo como objetivo describir las alternativas para drenar las aguas de minería y también las aguas lluvias para que no se mezclen exponiendo una serie de criterios para el diseño de los mecanismos de drenaje. Como resultados se obtuvo que para el manejo de aguas lluvias se tienen que diseñar una o más canaletas perimetrales implantadas en torno de la cava, de las pilas de estéril, eventualmente de las cuencas de desecho y de áreas de apoyo operativo, con el objetivo de reducir la cantidad de agua de escurrimiento superficial. Así mismo, se pueden diseñar canaletas longitudinales instaladas en las áreas más susceptibles a la erosión tales como taludes de corte en el suelo de las cavas, relleno de camino, y en las pilas del estéril. Estas son canaletas implantadas al pie de los taludes y que recogen el agua que se escurre por ellos y por las cunetas; junto a estas se instalan canaletas transversales las cuales conducen las aguas recogidas en las cunetas hacia las cotas inferiores; también se deben diseñar cajas de pérdida de energía las cuales se instalan en la base de las canaletas transversales con el fin disminuir la energía cinética de las aguas que escurren por el sistema y por último es importante el diseño de las cuencas de decantación, las cuales tienen que estar instaladas en los puntos aguas abajo de la mina, con el objetivo de promover la sedimentación de las partículas sólidas antes del lanzamiento de las aguas a los cuerpos receptores. A partir de esto, establece los criterios para el diseño de cada uno de los sistemas, con lo cual parte de que es importante saber la precipitación del lugar para calcular el caudal y la velocidad del drenaje. Este artículo aporta al presente proyecto, debido a que una las recomendaciones de la CAM para la Mina El Limón es modernizar el sistema de recolección de aguas lluvias en cada frente de trabajo, y la información brindada por este artículo facilita la propuesta que la autora espera entregar a dicha empresa.

Por otro lado, y a nivel nacional se encontró el trabajo de grado titulado *Actualización de Plan De Manejo Ambiental para el Proyecto Minero Carbodiamante Concesión 7241 de Castiblanco* (2017) que fue desarrollado con el objetivo de actualizar dicho plan de manejo ambiental en función de la evaluación cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales identificados por Castiblanco del proyecto minero. Para esto, se realizó una caracterización de los componentes agua, aire, suelo, flora, fauna y socioeconómico con el fin de identificar los principales impactos ambientales sobre estos. A partir de los

resultados se llevó a cabo la respectiva actualización del plan de manejo ambiental, pero específicamente en cuanto a los resultados de manejo de aguas lluvias, la autora propone la construcción y adecuación de zanjas y cunetas perimetrales en las áreas del proyecto minero, la construcción de una alcantarilla y la implementación de dos cajas desarenadoras. Para los canales perimetrales propone que estos se realicen con una pendiente de 0,5%, con forma trapezoidal de 0,80 m libres en la parte superior, 0,30 de base y con profundidad variable, con espesor muros de 0.07. Este estudio aporta información que puede ser tomada en cuenta por la investigadora al momento de diseñar las directrices de la propuesta buscando satisfacer los requerimientos que la CAM le solicitó a la Mina El Limón, y también para el diseño de la metodología del presente proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que el artículo de Sánchez (2000) y la tesis de grado de Castiblanco (2017), pese a que uno es una guía para el diseño de los sistemas de drenaje de aguas lluvias y el otro es una propuesta de actualización de un plan de manejo ambiental, coinciden en que es necesario llevar a cabo esos sistemas para drenar y hacer un manejo adecuado de las aguas lluvias, por esta razón en el documento de Castiblanco (2017) se hace el diseño de canales perimetrales con todos los sistemas para que el agua se pueda drenar en perfectas condiciones al cuerpo de agua superficial.

6.2.2 Estériles y escombros

En este sentido y a nivel nacional, se encontró el trabajo de grado titulado *Plan de manejo ambiental del contrato del contrato de concesión GB9-101, para la explotación de carbón en las minas de la Sabaneta, Vereda Reginaldo, Municipio de Monguí- Boyacá* desarrollado por Cervantes y Mendoza (2015) el cual tuvo como objetivo elaborar el plan de manejo ambiental de la mina La Sabaneta Luis Alejandro Fernández. Para esto se llevó a cabo una zonificación ambiental con el fin de observar los recursos degradados y a partir de eso hacer realizar el respectivo plan de manejo ambiental. En cuanto a los resultados obtenidos para el manejo de estériles y escombros se obtuvo como acciones la necesidad de implementar la cuantificación del volumen de estériles a producir, el inicio de conformación de escombrera de estériles de acuerdo a la topografía por el método de capas o extremo, la construcción de canales de recolección y conducción de aguas de escorrentía en coronas y patas de escombreras; el mantenimiento continuo de escombreras de estériles, y como tecnologías propone la construcción de sistemas perimetrales de tipo corona, para las aguas escorrentías, evitando que se contaminen con sedimentos o estériles y vegetación de las escombreras. El aporte de este trabajo de grado está relacionado con el diseño de los canales de recolección y construcción de aguas lluvias y también a la forma en la que se dispone el material estéril.

Se encontró sobre este tema que en el estudio de Castiblanco (2017) se propone un subprograma para el manejo de estériles y escombros cuyas acciones a implementar coinciden con las propuestas de Cervantes y Mendoza (2015), pero adicionalmente se propone la conformación de terrazas, el proceso de compactación, empradización y la siembra de material vegetal en botaderos que han finalizado su disposición. Con respecto a la tecnología a usar propone la recuperación morfológica del área del botadero y la adecuación del botadero con técnicas silviculturales en el patio propio del proyecto minero, así mismo la adecuación y preparación del terreno, la arada y rastrillada manual o mecánica, la siembra de semillas de gramíneas nativas de la región y la protección de semillas, con residuos vegetales, fertilización y riego continuo, durante los primeros tres meses de crecimiento (Castiblanco, 2016). En el tema de tecnologías este artículo y el de Cervantes y Mendoza (2015) divergen ya que los tres proponen acciones en cuanto al almacenamiento y disposición del material estéril, pero Castiblanco (2016) enfatiza también en que es necesario empradizar los botaderos para darles mayor estabilidad.

En este sentido se tienen también los hallazgos del trabajo de grado titulado *Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Formalización de Minería Tradicional OE9-16511 en el Sector del Alto de Jiménez, Vereda Morca, Municipio de Sogamoso* presentado por Bello (2017), en donde se realizó el diagnóstico ambiental de la Solicitud de Formalización de Minería Tradicional OE9-16511 buscando formular el respectivo plan de manejo ambiental para lo cual se hizo un diagnóstico del proyecto mediante observación directa, una identificación de los impactos ambientales, una zonificación ambiental, para así luego realizar la y elaboración del plan de manejo ambiental. Como resultados se obtuvo un subprograma para el manejo de estériles y escombros mediante el cual se plantean las acciones de establecer un sistema de recolección de agua de escorrentía, determinar criterios técnicos para la estabilización de los taludes y establecer la forma para depositar el material estéril. Para tales efectos la autora propone un diseño para el sistema de recolección y evacuación de agua de escorrentía por medio de cunetas, los cuales deben instalarse en el pie de cada talud y rodear la terraza, así mismo se menciona que el desagüe se efectúa mediante una cuneta con pendiente. Comparando este trabajo de grado con los dos anteriores, se puede decir que este se centra más en el diseño de la recolección de aguas de escorrentía que en el diseño de las pilas para la disposición de estériles como si lo hace Castiblanco (2017) en su trabajo.

6.2.3 Residuos sólidos

En el trabajo de grado ya mencionado de Bello (2017) se lleva a cabo un subprograma de manejo y disposición de residuos sólidos en donde se incluye la selección de coordenadas para instalar los puntos ecológicos, la construcción de puntos ecológicos, la instalación de CanecGas (Verde, Azul y Roja), la rotulación de canecas, la recolección de residuos, su almacenamiento y su disposición final.

Por otro lado se tienen también los resultados del estudio de Castiblanco (2016) donde se propone un subprograma para el manejo de residuos sólidos por medio de capacitaciones a todos los trabajadores sobre la clasificación, manejo y disposición final de cada uno de los residuos que se generan en la mina, la adquisición de un contenedor adecuado para el almacenamiento de residuos que se generan, así mismo se propone contar con un gestor externo que se encargue de la recolección de residuos tanto especiales como ordinarios y una adecuación de la caseta del malacate evitando en él, los excesos de aceite quemado en la lubricación de la guaya y en los rodamientos.

Teniendo en cuenta el Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente (2002) en la *Guía Minero Ambiental*, muestra los requisitos para hacer una adecuada disposición de residuos sólidos, en donde menciona que los residuos peligrosos se deben disponer de forma segura, ya sea bajo incineración o en relleno de seguridad, las áreas designadas para el almacenamiento de los residuos sólidos, ordinarios y especiales, deben quedar ubicadas en lugares visibles y de fácil identificación por cada una de las personas vinculadas al proyecto, así mismo se debe recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos posibles con el fin de alargar la vida de los rellenos sanitarios, para lo cual deberá desecharse únicamente lo que no es reutilizable. Para la disposición final, se debe delimitar el relleno sanitario de materiales residuales y construir canales y diques contenedores, con el fin de impedir que las aguas de escorrentía sean afectadas por aguas contaminadas provenientes de estas disposiciones. (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Recopilando lo anterior, tanto el trabajo de Bello (2017) como el de Castiblanco (2016) concuerdan en que este tipo de actividades se debe contar con contenedores para la disposición demarcados y en una

zona especial, pero les falta completar el subprograma y enfatizar más con lo dispuesto a lo establecido en la Guía Minero Ambiental.

Lo anterior aporta información valiosa en lo que respecta a la infraestructura para la disposición de residuos sólidos de la Mina El Limón y en lo referente al desagüe en el lugar donde se almacenan los residuos sólidos a fin de evitar que vayan al subsuelo y puedan llegar a contaminar fuentes hídricas.

6.2.4 Cobertura vegetal

El trabajo de grado titulado *Plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechí en el bajo Cauca- región de la Mojana* llevado a cabo por Figueredo y Pinto (2016) tuvo como objetivo generar un plan de mitigación de los impactos ambientales de la minería en el Municipio de Nechí ubicado en el bajo Cauca (Antioquia), para lo cual se hizo una identificación de los impactos más significativos en el ecosistema, en cuanto al recurso hídrico, al aire, al suelo y a la salud pública, luego un análisis cuantitativo de los impactos bióticos, abióticos, de calidad de vida y económicos y por último un diseño de Plan de Manejo Ambiental. Como resultados se tiene la propuesta de un subprograma para el manejo y conservación de suelo y cobertura vegetal en donde se tiene como meta adecuar el terreno modificado por la explotación de recursos y generar su revegetalización, disminuir la deforestación de áreas de bosques, excavación desordenada y desviación del cauce natural de los ríos, disponer adecuadamente el suelo removido y lograr su correcta conservación para su uso en la restauración durante la etapa de cierre y aprovechar el suelo para el aprovechamiento de diferentes actividades de restauración y recuperación de ecosistemas.

En el trabajo de grado ya mencionado de Cervantes y Mendoza (2015), se propone un programa de manejo de ecosistemas y paisajes dentro del cual se contiene el subprograma de manejo ambiental de Flora y Fauna en donde se proponen acciones como identificar las áreas de manejo ambiental especial para que las labores mineras no lleguen, ni intervengan en las mismas, así mismo dar a conocer a la comunidad cercana al proyecto la importancia del cuidado a la flora y fauna, rescatar la mayor cantidad de individuos vegetales y animales de importancia para la zona de influencia, y hacer la construcción de un vivero con flora propia de la zona (Cervantes & Mendoza, 2015). Con respecto al trabajo de grado de Figueredo y Pinto, estos divergen en la forma de abarcar el manejo del paisaje, pues Figueredo y Pinto plantean la propuesta desde la revegetalización del terreno y Cervantes y Mendoza (2015) lo abarcan desde el cuidado de la flora y fauna del lugar.

Además, y teniendo en cuenta la *Guía Minero Ambiental* en esta se propone un subprograma de manejo paisajístico en donde se establecen criterios para el manejo de este componente que en general busca una armonía del el área de trabajo con el medio circundante, de tal forma que el observador ajeno a los proyectos mineros no tenga un impacto visual negativo, o que por el contrario su impresión sea mínima, y también tiene un subprograma de Fauna y Flora, donde destaca la importancia de la reforestación como medida de compensación y recuperación de la cubierta vegetal integrando diferentes especies florísticas y aplicando algún patrón como el de plantación al tres bolillo (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002). Comparando lo dispuesto por la Guía Minero Ambiental y los trabajos de grado de Cervantes y Mendoza (2015) y Figueredo y Pinto (2016), en estos no se explican detalladamente las acciones a implementar con respecto a cada punto de la Guía Minero Ambiental en el aspecto de la cobertura vegetal.

Lo antes citado permite que la autora recomiende aspectos relacionados con la reforestación del lugar

donde se desarrolla la actividad minera con especies nativas a fin de que la Mina El Limón se ajuste a las exigencias de la normatividad ambiental en lo que respecta al manejo paisajístico.

6.3 Marco conceptual

En este apartado se fortalecen los conceptos necesarios para tener una mejor comprensión del tema relacionado con esta investigación, los cuales están integrados dentro del marco conceptual.

La **minería a cielo abierto** según la Agencia Nacional de Minería (2003), son aquellas actividades y operaciones mineras desarrolladas en superficie, más específicamente es toda excavación realizada por encima del terreno con el objeto de extraer cualquier mineral de un depósito natural, comprendiendo otras denominaciones tales como pozos, socavones o minería de superficie.

Teniendo en cuenta esto, este sistema se emplea cuando la relación entre el volumen del estéril y mineral permite una explotación económicamente rentable (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002), con **estéril** se refiere a la "roca o material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil" (Agencia Nacional de Minería, 2003, p.62).

Dentro de la minería a cielo abierto se encuentra la **fase de explotación** la cual es considerada como el proceso de extracción y procesamiento de los minerales, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el **depósito mineral** que es definido como "la concentración natural de sustancias minerales útiles, la cual bajo circunstancias favorables puede ser extraído con beneficio económico" (Agencia Nacional de Minería, 2003, p.46).

A partir de esto, se tiene que durante esta etapa se ejecutan una serie de actividades llamadas **operaciones unitarias** dentro de las cuales está el **arranque** que consiste en la fragmentación del "macizo rocoso a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de cargue y transporte planeado, en este se hace la remoción del estéril y la extracción del mineral de interés" (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002, p.45).

Después del arranque sigue el **cargue** que es una operación que "consiste en colocar el material en un medio de transporte, ya sea manual o mecánico" (Agencia Nacional de Minería, 2003, p.18); luego en el **transporte** el material o el mineral arrancado es trasladado desde el frente de extracción hasta el sitio de **acopio**, es decir, el sitio donde se almacenan los minerales que se extraen, y el estéril es trasladado hasta las **escombreras** que es el lugar en donde se "disponen de manera ordenada los materiales o residuos no aprovechables procedentes de la extracción minera" (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002, p.59).

Asimismo, en la fase de explotación se debe tener en cuenta diferentes aspectos como lo es el **descapote** que es "la etapa en la que se remueve la capa vegetal, el suelo o el estéril que cubre un yacimiento, para dejar descubierto el mineral de interés económico" (p.59). La **estabilidad de taludes** es la "resistencia de cualquier superficie inclinada, como las paredes de una mina a cielo abierto o los cortes de taludes a fallar, la altura y ángulo de bancos, la longitud de bancos, trazados de vías y bermas, el patio de almacenamiento del mineral y la disposición del estéril" (p.60).

A partir de lo anterior, se considera que uno de los principales métodos de explotación es el de **tajo abierto** el cual se caracteriza por: "mover grandes volúmenes de material estéril; en este el diseño comprende una serie de bancos de extracción ubicados en el macizo rocoso o mineralizado, que por su buzamiento obligan a una profundización de la excavación" (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002, p.40).

Especificando en la minería de **minerales industriales no metálicos**, la extracción a cielo abierto la cual generalmente se realiza en laderas y se utilizan para tales efectos retroexcavadoras y buldóceres que hacen la función de arranque del material y facilitan la conformación de "bancos para el manejo de la estabilidad donde el material es cargado directamente en volquetas, o dispuesto en los patios por gravedad desde las partes altas" (Instituto Humboldt Colombia, 2016, p.25).

En este proyecto se hace un mayor enfoque a minería de **caliza** que es una roca:

Sedimentaria carbonatada que contiene al menos un 50% de calcita (CaCO_3), y que puede estar acompañada de dolomita, aragonito y siderita; es de color blanco, gris, amarilla, rojiza, negra; y textura granular fina a gruesa, bandeada o compacta, a veces contiene fósiles, esta se usa en las industrias siderúrgica, cementera, ornamental y agrícola (Ministerio de Minas y Energía, 2015, p.15).

Con respecto a todo lo anterior, se considera que la minería genera ciertos **impactos ambientales** al componente agua, suelo, aire, paisaje, y así mismo al social y económico. Por ende se considera que en el caso del componente **agua** los impactos están relacionados con la alteración de la calidad físico química de las aguas, incremento de la turbidez por aportes de sólidos suspendidos o disueltos, modificación del drenaje natural, colmatación de cuerpos de agua, variación de los niveles freáticos y vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales y mineras, así mismo se observan fuertes impactos (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002) cuando **el agua de drenaje**, es decir, el agua que se bombea de los frentes de trabajo de minería se mezcla con las aguas lluvias.

Con respecto al **aire** hay un aumento de material particulado y gases y del ruido por la construcción de vías, cargue, transporte del mineral, operación de maquinaria y equipos de explotación, por la manipulación del mineral o por la acción del viento sobre las pilas del mineral en los patios de acopio (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002). En cuanto al **suelo** en este se da una remoción en masa y pérdida del suelo, y contaminación del suelo por la preparación y adecuación del terreno para el inicio de la construcción, montaje y explotación minera, especialmente asociados a la disposición de escombros y residuos sólidos y líquidos (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002). En este caso el proceso contiene dos tipos de residuos:

- **Residuo sólido** se refiere a los materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, que pueden ser objeto de tratamiento o reciclaje,
- **Residuo líquido** al residuo que se encuentra en estado líquido o fluido bajo condiciones normales, que puede ser bombeado y debe estar contenido en un recipiente adecuado (Agencia Nacional de Minería, 2003, p.139).

Por último, en cuanto a la alteración del **paisaje** esta se refiere a la alteración en la armonía y la dinámica del paisaje tanto natural como cultural ocasionada por la infraestructura y proyecto y por su operación (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Teniendo en cuenta lo anterior, en las minas para cada etapa se llevan a cabo un **estudio de impacto ambiental** que es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto del cual se efectuará la declaración de impacto ambiental, que es recopilado antes de iniciar un proyecto; este estudio examina los efectos que tendrán las actividades del proyecto sobre las áreas circundantes naturales de un terreno, para luego presentar un **Plan de Manejo Ambiental** el cual es un instrumento de gestión eminentemente práctico, en el que de manera detallada se establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, una obra o una actividad (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

6.4 Marco teórico

En este trabajo se tienen en cuenta tres teorías y un modelo, a partir de los cuales se fundamenta este proyecto, partiendo de lo general a lo específico y permitiendo dar soporte al objetivo general del trabajo y por ende a la solución del problema de estudio; estas teorías son: Política pública de la pequeña minería, gestión ambiental, Plan de Manejo Ambiental y el Modelo de Responsabilidad Social Ambiental Empresarial.

En Colombia la actividad minera se ha desarrollado de acuerdo a la política pública minera nacional que está fundamentada con base en el documento CONPES 2898 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1997) en donde se establecieron las estrategias para el fortalecimiento del sector minero colombiano y según lo indica Duarte (2012), a través de la Ley 2655 de 1988 que corresponde al primer código de minas, se trató de organizar la gobernabilidad minera y es así como se designó al Estado como propietario del subsuelo y se estableció la tipología de pequeña, mediana y gran minería teniendo en cuenta una serie de requisitos diferenciadores además de que se segregaron las fases de la actividad.

Este Código fue la base para estipular la Ley 685 la cual dispone las normas que permiten desarrollar proyectos mineros en armonía con el medio ambiente y en correspondencia con los demás derechos constitucionales, administrativos y civiles para todo tipo de minería (Congreso de Colombia, 2001).

Teniendo en cuenta lo anterior, la política ambiental de la actividad minera se basa en la constitución política la cual protege la iniciativa privada y destaca las obligaciones a las cuales debe someterse cualquier actividad económica en relación a aspectos sociales, ambientales y culturales, a partir de esto se debe tener a consideración que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Martínez, 2014).

Por lo tanto, el desarrollo de la actividad minera debe cumplir con cierta normatividad ambiental teniendo en cuenta el componente social, ecológico y económico. Es importante aclarar que la legislación minera vigente en Colombia no hace ningún tipo de discriminación o estratificación entre las diferentes escalas de explotación minera, es decir entre pequeña, mediana y gran minería, con lo cual todas

empresas de explotación minera deben cumplir con los mismos requisitos y autorizaciones mineras y ambientales (Güiza, 2013).

Sabiendo esto, la empresa de estudio para este proyecto está sujeta bajo los lineamientos de política ambiental formulada por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo sostenible con el fin de proteger el patrimonio natural de territorio, lo cual es supervisado y ejecutado en este territorio por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM (Moreno & Chaparro, 2009).

A partir de la teoría de política pública, se establece que las empresas deben implementar la gestión ambiental la cual se debe enfocar en las dimensiones: social, económica, ecológica y de gobernanza, con el fin de cumplir con la normatividad ambiental respectiva (Martínez, 2014). En la dimensión social las empresas mineras tienen que garantizar y promover una distribución justa de los costos y beneficios, así mismo deben velar por las generaciones futuras asegurando un manejo sostenible de los recursos naturales, por otro lado, la dimensión económica debe buscar un manejo eficiente de los recursos y la priorización del bienestar humano, por su lado, la dimensión ecológica se basa en el principio de precaución teniendo en cuenta que hay ciertos impactos los cuales son desconocidos y deben ser prevenidos, así mismo promueve la óptima gestión de los residuos durante el ciclo de vida de los minerales y por ende un manejo responsable de los recursos naturales. Por último, en la dimensión de gobernanza se espera una significativa contribución por parte de las empresas mineras con el fin de garantizar transparencia en sus actividades (Martínez, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la práctica del sector minero se deben implementar métodos y procesos que promuevan la conservación y que, de acuerdo con las herramientas y tecnologías disponibles, permitan prevenir y mitigar los impactos de su operación sobre el entorno ambiental, adoptando medidas que reduzcan el daño a los recursos naturales como es el suelo y el recurso hídrico durante la etapa de exploración y explotación, haciendo uso de tecnologías de minería limpias e integrando medidas de restauración para la etapa de cierre de la mina. (Martínez, 2014, p.12).

Para llevar a cabo la gestión ambiental en la actividad minera, primero se debe tener en cuenta que esta cuenta con diferentes herramientas dentro de las cuales están los Sistemas de Gestión Ambiental, la evaluación de Impactos Ambientales, la producción más limpia, el análisis de Ciclo de vida, entre otros. Teniendo en cuenta esto, en este proyecto se hace mayor énfasis en la herramienta de la Evaluación de Impactos Ambientales la cual es la que conduce a esta investigación a la teoría principal (Carmona.U, Cardona.H, Restrepo.I, 2017).

De esta manera, en la gestión ambiental es importante en primera instancia realizar la Evaluación Impacto Ambiental - EIA que es en donde se estudia el nivel de afectación presente en las diferentes actividades mineras y la sensibilidad del medio ambiente con el fin de conocer la importancia del impacto ambiental, para esto, se debe partir de la caracterización del área de influencia, que expresa las condiciones generales de la zona sin la influencia de la actividad minera y que además es la base para analizar cómo la modificará (Mignova y Alonso.J, 2016).

Por consiguiente, es importante llevar a cabo un Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA el cual aporta información para evaluar las condiciones bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, con el objetivo de proponer elementos que sirvan como herramientas para seleccionar las alternativas las cuales demuestren evitar o minimizar los impactos ambientales, y por consiguiente que garanticen la optimización del uso de los recursos naturales (Martínez, 2014). A partir de esto se desarrollan estudios

de impacto ambiental rigurosos, que sirven como “instrumentos básicos para la toma de decisiones sobre el proyecto que requiere licencia ambiental, mediante la ayuda de matrices de evaluación de impactos” (p. 61).

En efecto, a partir de lo anterior se plantea la teoría específica de este proyecto la cual hace referencia al Plan de Manejo Ambiental para las empresas mineras que es la base de esta actividad económica para medidas para cada uno de los impactos que se han determinado a partir de la evaluación ambiental. Este documento se exige por parte de la autoridad ambiental competente a los proyectos, obras o actividades en este caso por parte de la Corporación Autónoma de Magdalena - CAM, que con anterioridad a la vigencia de la Ley 99 de 1993, iniciaron sus actividades y para los proyectos de legalización de la minería de que trata el artículo 165 de la Ley 685 de 2001 o Guía Minero Ambiental.

Para llevar a cabo el plan de manejo ambiental en la empresa de caso estudio se deben diseñar programas de manejo ambiental, los cuales hacen referencia a las acciones y/o medidas y actividades que tras la evaluación ambiental, que están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales debidamente identificados, los programas contienen subprogramas los cuales corresponden a las medidas de manejo ambiental que deben plantearse de acuerdo a los impactos ambientales identificados, para lo cual es recomendable que como primera instancia se planteen acciones para prevenir y evitar la ocurrencia de los impactos; si no es el caso, plantear acciones para mitigarlos y/o minimizarlos, o acciones para corregir y compensar las condiciones del medio ambiente, pero como última opción se consideran las acciones de compensación. El planteamiento de los programas debe enfocarse al control integral de los impactos ambientales; para ello se debe tener en cuenta que puede haber impactos que se manifiesten en diferentes medios y/o componentes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, es muy importante hacer un seguimiento y monitoreo de las acciones implementadas en el plan de manejo ambiental de la mina para verificar si hay un cumplimiento de las actividades propuestas, y a partir de esto identificar si es necesario hacer una actualización de las medidas que no se estén cumpliendo completamente. Por lo tanto, el cumplimiento de la totalidad del Plan de manejo ambiental de la empresa genera una mejor gestión ambiental dentro de la empresa, cumpliendo todos los lineamientos expuestos por la normatividad.

Finalmente, la propuesta del presente proyecto se fundamenta en los principios definidos por el modelo de responsabilidad social ambiental empresarial en concordancia con las últimas tendencias de sostenimiento medio ambiental y según el estudio de Barrero (2011) aquellas actividades económicas que adoptan el modelo son más competitivas, porque los estándares que exige este tipo de prácticas se basan en el respecto con el medio ambiente buscando crear políticas que le permitan avanzar en la manera de afrontar los problemas que pueden surgir en la actividad minera hacia el respecto de las prácticas ambientales, y según Martínez & Romero (2018) toda gerencia debe realizar prácticas de responsabilidad enmarcadas en el compromiso de cumplir a cabalidad las leyes colombianas en este sentido.

6.5 Marco legal

A continuación, se describe la normatividad vigente en la que se enmarca el presente proyecto:

Tabla 1. Normatividad vigente de la actividad minera.

Norma	Descripción de la norma
<p>Constitución Política de Colombia (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).</p>	<p>Artículo 79: Derecho de todos los ciudadanos a gozar de un ambiente sano.</p> <p>Artículo 80: Competencia y obligación del Estado para el manejo de los recursos naturales.</p> <p>Artículo 95: Deber de proteger los recursos naturales y velar por la conservación del medio ambiente.</p> <p>Artículo 84: no se podrán expedir permisos, licencias y ejercicio del título minero, sin perjuicio de la competencia de la autoridad ambiental.</p>
<p>Ley 685 (Congreso de Colombia, 2001)</p>	<p>En esta se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones, asimismo se fomenta la exploración y explotación de los recursos mineros de la propiedad estatal y privada, promoviendo el desarrollo de las labores extractivas y requerimientos de la demanda del mercado externa e interna donde se establece los principios y normas de explotación controlada de los recursos no renovables y del ambiente teniendo en cuenta el concepto de desarrollo sostenible y fortalecimiento económico y social.</p>
<p>Ley 23 (Congreso de Colombia, 1973)</p>	<p>Expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional.</p>
<p>Ley 99 (Congreso de Colombia, 1993)</p>	<p>Ley General Ambiental de Colombia por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.</p> <p>Artículo 42 “La utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias</p>

	nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o producidas por el hombre, o actividades o de servicio sean o no lucrativas, se sujetan al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas”
Ley 1382 (Congreso de Colombia, 2010)	Esta modifica la Ley 685 del 2001 del código de minas.
Decreto 2820 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a)	En esta se reglamenta en el Título VIII de la Ley 99 de 1993 Sobre licencias ambientales: Artículo 4°. Licencia Ambiental Global. Para el desarrollo de obras y actividades relacionadas con los proyectos de explotación minera y de hidrocarburos, la autoridad ambiental competente otorgará una licencia ambiental de carácter global, que abarque toda el área de explotación que se solicite. Artículo 38. De la modificación, concesión, integración, pérdida de vigencia o la cesación del trámite del Plan de Manejo Ambiental. Para los proyectos, obras o actividades que cuenten con un Plan de Manejo Ambiental como instrumento de manejo y control ambiental establecido por la autoridad ambiental,
Decreto Ley 2811 (Presidencia de la República, 1974)	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Establece regulaciones para la protección, uso y manejo de los recursos naturales renovables y el ambiente.
Decreto 1715 (Ministerio de Agricultura, 1978)	Establece las regulaciones y toma medidas para impedir la alteración o deformación de elementos constitutivos del paisaje.
Decreto 838 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 631 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)	Establece los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a los cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Artículo 10. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas- ARnd a cuerpos superficiales de actividades mineras.
Resolución 541 (Ministerio del Medio Ambiente. 1994)	Regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Resolución 2254 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2017b)	Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010.
Resolución 40391 (Ministerio de Minas y Energía, 2016)	Política minera nacional
Resolución 2210 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)	Sello Minero Ambiental Colombiano

Fuente: Adaptado por la autora (2019).

7. Metodología

Para el logro del objetivo general y buscando el cumplimiento de los objetivos específicos, este aspecto se estructuró en subtemas como parte de apoyo de la presente metodología de investigación, por ende, este capítulo consta de un subtema de metodología por objetivos específicos; otro subtema, dedicado al plan de trabajo y finalmente un cuadro resumen que integra los aspectos metodológicos. A continuación, se desarrollan los subtemas.

7.1 Metodología de investigación

En este proyecto se aplica el **método deductivo** porque se parte de teorías generales como el diagnóstico y la evaluación ambiental las cuales permiten identificar y analizar los subprogramas del PMA de la mina El Limón que no están siendo cumplidos y los impactos ambientales más significativos por esta circunstancia. Esto con el fin de establecer los lineamientos de los subprogramas ambientales que se buscan mejorar, teniendo en cuenta los requerimientos que la CAM le realizó a la Mina.

Asimismo, se aplica el **método analítico** el cual también permite realizar la evaluación ambiental, el análisis comparativo de esta con la normatividad.

Por otra parte, el **enfoque** de este proyecto es **mixto**, porque incluye un **diseño cualitativo** que parte de la teoría fundamentada, a través del uso de una serie de técnicas como son la observación directa, la evaluación ambiental y el análisis documental, para realizar el diagnóstico del aspecto ambiental de la empresa, el análisis comparativo y el diseño de las fichas de los subprogramas.

Por otro lado, este proyecto tiene en cuenta un **diseño cuantitativo no experimental transeccional** el cual se ve evidenciado en la evaluación de los impactos ambientales que se definen mediante una la matriz de causa y efecto, en conjunto con otras matrices de valoración de impactos, en la cual a cada componente se le asigna una valoración de acuerdo a su grado de importancia, y por último se ve evidenciado en los diseños que se van a llevar a cabo para el subprograma de aguas lluvias junto con el apoyo de un análisis documental.

Por tanto, el **alcance** de este proyecto es **descriptivo** el cual se ve reflejado principalmente el

diagnóstico del proyecto minero, pero a su vez es **correlacional** debido a que relaciona diversas variables como en la evaluación ambiental para priorizar los impactos más significativos de acuerdo a cada actividad, y en el análisis comparativo de la evaluación ambiental con la normatividad, en donde se analizan diferentes variables a la vez.

Por tanto, la **unidad de análisis** son las medidas de manejo ambiental que están contenidas dentro del PMA de la empresa, para analizar cuales necesitan ajustes y así proponer nuevas fichas de manejo para los subprogramas bajo estudio.

7.1.1 Metodología por objetivos

- **Objetivo 1:** Realizar un diagnóstico ambiental del estado actual del proyecto minero El limón.

Con el fin de hacer un cumplimiento óptimo de este objetivo se hizo una visita técnica *in situ* a la Mina El Limón, para hacer una observación directa la cual fue una de las técnicas usadas con apoyo de instrumentos como una cámara digital y así organizar el respectivo diario de campo, buscando registrar lo visto *in situ* en la fase de campo. Con base en los hallazgos, se procedió a hacer una lista de chequeo acerca de lo que la empresa cumple dentro de las actividades mineras en contraste con lo estipulado en algunos de los subprogramas del Plan de Manejo Ambiental de la misma, haciendo un análisis documental de este.

Por otro lado, se usó como técnica la evaluación ambiental a fin de otorgar una valoración cuantitativa a los impactos ambientales que se pudieran presentar en las fases de explotación, operación y desarrollo social, las cuales son el principal objetivo de este proyecto; esto con el fin de priorizar los impactos más importantes y a partir de esto dar luz a la solución del problema de investigación.

Para la identificación cualitativa de los impactos ambientales, se utilizó la Matriz Interactiva de Leopold en la que se realiza una relación causa – efecto entre las actividades del proyecto durante las fases de explotación, operación, y desarrollo social, y los impactos que pueden generar tanto para dimensión física, biótica y socioeconómica, ya que cada casilla de interacción debe relacionar si la acción en cuestión reporta algún tipo de impacto ambiental teniendo en cuenta las dimensiones ya mencionadas, junto con los subsistemas correspondientes de geosfera, agua, aire, biodiversidad y socioeconómico (López, 2013).

Además, y para la valoración de los impactos se utilizó el método cuantitativo de evaluación ambiental a partir de lo definido en la matriz Gómez - Orea (Avellaneda, 2002), la cual es apropiada para evaluar pequeños y medianos proyectos dado que permite una visualización clara y rápida de las interacciones proyecto - ambiente y sobre los impactos de mayor importancia. Para la calcular la importancia ambiental de cada uno de los impactos se valoraron los siguientes aspectos (ver la Tabla 2):

Tabla 2. Aspectos a evaluar matriz Gómez – Orea.

Signo (NAT)	Calificación
- Benéfico	+
- Perjudicial	-
- Previsible pero difícil de calificar	x
Intensidad (IN)	Calificación
- Bajo	1
- Medio	2
- Alto	3
Extensión (EX)	Calificación
- Puntual	1
- Parcial	2
- Extenso	3
Momento (MO)	Calificación
- Inmediato	3
- Medio	2
- Largo plazo	1
Persistencia (PE)	Calificación
- Temporal	1
- Permanente	3
Reversibilidad del efecto (RV)	Calificación
- Imposible	4
- Largo plazo	3
- Mediano plazo	2
- Corto plazo	1

Fuente: Adaptado por la autora apartar de Avellaneda (2002).

Luego de realizar la valoración de cada uno de los aspectos sobre cada impacto en cada una de las actividades en estudio se cuantifica el valor de la intensidad del impacto:

$$V.I.I. = 3 [IN] + 2 [EX] + MO + PE + RV$$

A partir de esto se llevó a cabo la construcción de la matriz de Avellaneda (2002), la cual es una combinación entre las matrices de Leopold y Gómez – Orea y donde se tuvo en cuenta la integración de todos los aspectos dentro de un sistema cuya calificación es 1. A partir de esto, la matriz de Avellaneda se divide en las dimensiones física, biótica y socioeconómica cuyos valores entre si deben sumar 1; luego estas dimensiones se subdividen en subsistemas los cuales a su vez también deben sumar 1. Además, los subsistemas se dividen en componentes los cuales en forma globalizada también deben sumar 1. Por cada componente se identifican los factores y los impactos que se pueden generar y en los que se deben intervenir, a estos se les asigna una valoración en conjunto la cual su sumatoria debe ser igual a 1 por componente, para luego calcular la ponderada:

Valor del ambiente * valor del subsistema * valor del componente + valor del impacto

Luego por cada actividad que se identificó en la Matriz de Leopold, se le asigna el valor de intensidad por cada impacto según la matriz de Gómez – Orea, para luego hacer una sumatoria de cada uno de los impactos, dependiendo de esta calificación se divide por la máxima importancia total la cual es de 200 para luego obtenerse un factor de cada impacto multiplicándose el valor obtenido anteriormente por la ponderada. Posteriormente, se realiza la sumatoria de los factores por componente calculándose su porcentaje para luego realizar la sumatoria de factores por subsistema, luego por sistema y al final totalizar el porcentaje del sistema para clasificar el impacto de la siguiente manera:

Tabla 3. Rangos de valoración de la clasificación del impacto.

Rango	Valoración
0 a 5	Leve
5.1 a 10.0	Moderado
10.1 a 15.0	Severo
> 15.1	Crítico

Fuente: Adaptado por la autora aporte de Avellaneda (2002).

Igualmente se calculó el porcentaje de cada actividad teniendo en cuenta la sumatoria del valor de intensidad de todos los impactos por acción para así clasificarlas según los rangos antes descritos.

A continuación, en la Tabla 4 se aprecia la definición de las variables a tener en cuenta en el desarrollo del Objetivo 1.

Tabla 4. Definición de variables para el Objetivo 1.

Dimensión	Variable	Aspecto	Indicador/descriptor	Técnica	Instrumento
Abiótica	Suelo	Manejo de actividades que involucren el suelo	Cumplimiento de subprogramas de manejo ambiental de estabilización de taludes: Terraceo, Manejo de estériles, Manejo de combustibles, sustancias y residuos sólidos, Recuperación y manejo de biodiversidad, y subprograma de perforación y voladura.	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	-Cámara digital. -Diario de campo. -PMA de la mina El limón. -Matrices de evaluación ambiental.
	Agua	Manejo de aguas en las actividades mineras	Cumplimiento de subprogramas de construcción y mantenimiento de cunetas perimetrales y pozos sedimentadores, Manejo de aguas residuales de la mina, beneficio y transformación y Manejo de cuerpos agua, aguas lluvias y escorrentía.	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	-Cámara digital. -Diario de campo. -PMA de la mina El limón. -Matrices de evaluación ambiental.

	Aire	Manejo de la calidad del aire en las actividades minera.	Cumplimiento de subprogramas de perforación y voladura, manejo de material particulado y gases, manejo de ruido y establecimiento de barreras vivas.	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	-Cámara digital. -Diario de campo. -PMA de la mina El limón. -Matrices de evaluación ambiental.
Biótica	Biodiversidad	Manejo de la biodiversidad y florística y faunística.	Cumplimiento de subprogramas de repoblación vegetal y mejoramiento del paisaje, establecimiento de barreras vivas, señalización de presencia de fauna y recuperación de manejo de biodiversidad	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	-Cámara digital. -Diario de campo. -PMA de la mina El limón. -Matrices de evaluación ambiental.
Socioeconómica	Educación ambiental	Capacitación de trabajadores	Cumplimiento del subprograma de recuperación de manejo de biodiversidad	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	-Cámara digital. -Diario de campo. -PMA de la mina El limón. -Matrices de evaluación ambiental.
		Socialización a comunidades	Cumplimiento del subprograma de socialización y educación ambiental a las comunidades	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	-Cámara digital. -Diario de campo. -PMA de la mina El limón. -Matrices de evaluación ambiental.
	Desarrollo social alrededor del proyecto	Oportunidades en la región	Generación de empleo e ingresos a la región	Observación directa, evaluación ambiental y análisis documental.	Reportes a partir de bibliografía, documentos internos de la empresa y diario de campo.

Fuente: Elaboración propia (2020).

- **Objetivo 2:** Elaborar un análisis comparativo del cumplimiento normativo con respecto a la evaluación ambiental de la mina.

Para el óptimo cumplimiento de este objetivo se recurrió a la técnica de un análisis documental teniendo en cuenta instrumentos como la *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales* en su Título III denominado Especificaciones Técnicas del Estudio de Impacto Ambiental y del Plan de Manejo Ambiental en donde se incluye la descripción del proyecto; participación y socialización con las comunidades; caracterización del área de influencia; zonificación ambiental; demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, evaluación ambiental, zonificación de manejo ambiental del proyecto; y los planes y subprogramas, y el Estudio de Impacto Ambiental-EIA de la empresa (Mina El Limón, 2017), con el fin de establecer si este cumple, no cumple o cumple parcialmente con los ítems descritos en la Metodología y evaluar su cumplimiento.

Así mismo, se usaron otros instrumentos como el diario de campo *in situ* realizado por la autora, el

Código Minero y los requerimientos realizados a la empresa en la visita de la CAM, para así, a partir de esto instrumentos hacer un análisis acerca del cumplimiento de la mina teniendo en cuenta las directrices señaladas en la *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*, ya que sus resultados se relacionaron con lo observado en campo y las especificaciones de la ley con cual se visualizaron al final los subprogramas de manejo ambiental que debían ser intervenidos para su mejoramiento.

Por lo tanto, aplicando un análisis comparativo a partir del enfoque cualitativo y con ayuda de los métodos deductivo y analítico se pudo determinar los subprogramas ambientales que requieren su debido ajuste para que la Mina El Limón logre alcanzar el cumplimiento de los aspectos determinados por la normatividad ambiental. Esto se plasma en una tabla de análisis comparativo donde se tiene en cuenta: los ítems y subítems definidos en el Título III de la *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*, el cumplimiento, no cumplimiento y cumplimiento parcial con respecto al Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón, las observaciones respecto al cumplimiento del estudio de impacto ambiental, los hallazgos según la visita *in situ*, los requerimientos de la CAM y las especificaciones del Código de Minas que se aprecian más adelante en la Tabla 12.

Teniendo en cuenta esto, a continuación, en la Tabla 5 se definen las variables ambientales que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de este objetivo:

Tabla 5. Definición de variables para el Objetivo 2.

Dimensión	Variable	Aspecto	Indicador/descriptor	Técnica	Instrumento
Abiótica	Descripción del proyecto.	Generalidades del proyecto, descripción de procesos, infraestructura, costos de proyecto.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo. - Código de minas. -Requerimientos de la CAM.
	Área de influencia	Lineamientos para la delimitación del área de influencia	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a la delimitación del área de influencia.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo - Código de minas. -Requerimientos de la CAM.

	Participación y socialización con las comunidades.	Socialización de la empresa a las comunidades del área influencia acerca del proyecto.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a la participación y socialización del proyecto con las comunidades.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo - Código de minas. -Requerimientos de la CAM.
Biótica	Caracterización del área de influencia	Caracterización del medio abiótico, del medio biótico y medio socioeconómico.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a la caracterización del área de influencia integrando todos los componentes de cada medio.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo - Código de minas. -Requerimientos de la CAM.
Socioeconómica	Zonificación ambiental	Zonificación ambiental dentro del EIA de la Mina	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a la zonificación ambiental de los proyectos mineros.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo - Código de minas. -Requerimientos de la CAM..
	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	Concesión de agua superficial, Concesión de agua subterránea, permiso de vertimiento, ocupación de cauces, aprovechamiento forestal permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad y permiso de emisión atmosférica.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a concesiones y permisos de agua, de uso de biodiversidad y de emisiones atmosféricas.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo - Código de minas -Requerimientos de la CAM.
	Evaluación ambiental	Identificación y valoración de impactos para el escenario sin proyecto y con proyecto.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a la identificación y valoración de impactos	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo

			ambientales con y sin proyecto.		- Código de minas. -Requerimientos de la CAM.
	Zonificación de manejo ambiental del proyecto	Mapa de zonificación del proyecto para establecer medidas de manejo ambiental.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto a la zonificación de manejo ambiental del proyecto.	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo. - Código de minas. -Requerimientos de la CAM.
	Planes y subprogramas	Plan de manejo ambiental y otros planes y subprogramas.	Cumplimiento de lo estipulado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuanto al desarrollo de planes de manejo ambiental integrando subprogramas de manejo ambiental, plan de seguimiento plan de gestión del riesgo, y de otros planes y subprogramas integrando el plan de inversión de no menos del 1%, plan de compensaciones del medio biótico en el marco de proceso de licenciamiento ambiental	Análisis documental y análisis comparativo	- <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios de impactos ambientales.</i> - Estudio de impacto ambiental de la mina el Limón. - Diario de campo. - Código de minas. - Requerimientos de la CAM.

Fuente: Elaboración propia (2020).

- **Objetivo 3.** Formular los subprogramas de manejo de los componentes de agua y suelo bajo estudio.

Para este objetivo se usó como técnica un análisis documental de instrumentos como la Guía Minero Ambiental para la fase de explotación del Ministerio de Minas y Energía y del Ministerio de Medio Ambiente (2002), bibliografía terciaria especialmente planes de manejo ambiental de minería a cielo abierto y los requerimientos de la CAM, con el objetivo de definir los lineamientos para el diseño de cada uno de las fichas ambientales que se ajustaron de acuerdo a los resultados obtenidos en los anteriores objetivos, las cuales son las de los subprogramas de manejo de aguas lluvias, manejo y disposición de estériles, manejo y disposición de residuos sólidos, y repoblación y mejoramiento del paisaje, y corresponden a los componentes de agua y suelo.

Por lo tanto, estas fichas constan de diferentes campos para describir, los cuales son el nombre del subprograma, el objetivo, la meta, las actividades que ocasion el impacto, los impactos ambientales, el tipo de medida ambiental, las acciones a desarrollar, la tecnología a utilizar, el diseño, el lugar de aplicación, indicadores para el monitoreo y seguimiento por actividad, el personal requerido, el cronograma de ejecución y por último los costos los cuales en este proyecto se basaron en información terciaria de otros Planes de manejo ambiental de minería a cielo abierto.

Por consiguiente, se considera que este objetivo tiene un enfoque cualitativo ya que a partir de este se llevó a cabo la construcción de cada una de las fichas dispuestas a ajustar, pero también tiene un enfoque cuantitativo el cual se ve evidenciado en los diseños realizados para el subprograma de aguas lluvias.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo anterior, se definieron ciertas variables para este objetivo con el fin de establecer los lineamientos para el ajuste de las medidas de manejo ambiental, A continuación, se hace la definición de estas variables:

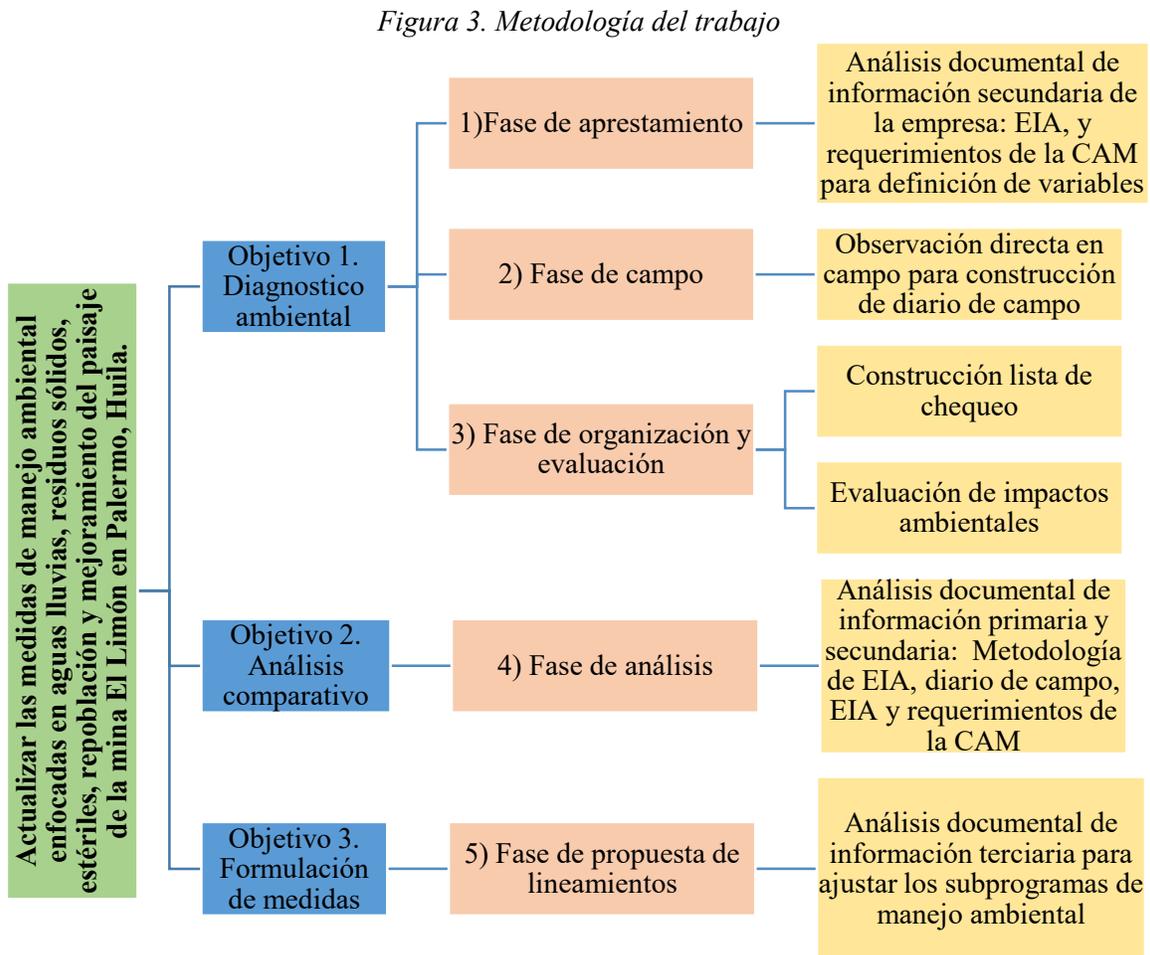
Tabla 6. Definición de variables para Objetivo 3

Dimensión	Variable	Aspecto	Indicador	Técnica	Instrumento
Ecológica	Aguas lluvias	Área de cunetas trapezoidales	cm ²	Análisis documental	-Guía Minero Ambiental Requerimientos de la CAM PMA de la mina El Limón. -Tesis de grado -PMA de minería a cielo abierto. -Información terciaria.
		Longitud de canales: metros	Metros		
		Dimensiones alcantarillas	Metros		
		Volumen tanque de almacenamiento de aguas lluvias	litros		
		Precipitación mínima	mm		
		Mantenimiento mensual	Nº total de mantenimientos programados		
	Residuos sólidos	Cantidad de residuos sólidos generados	kg	Análisis documental	-Guía Minero Ambiental Requerimientos de la CAM PMA de la mina El Limón. -Tesis de grado -PMA de minería a cielo abierto. -Información terciaria.
		Dimensiones fosa de enterramiento	metros		
		Canecas para punto ecológico	Nº de canecas para punto ecológico		
		Mantenimiento de punto ecológico.	Nº de mantenimientos programados.		
		Capacitaciones a trabajadores	Nº de capacitaciones programadas a trabajadores.		
	Estériles	Área provista para disposición de estériles	m ²	Análisis documental	-Guía Minero Ambiental Requerimientos de la CAM PMA de la mina El Limón. -Tesis de grado -PMA de minería a cielo abierto. -Información terciaria.
		Área de cuentas trapezoidales	m ²		
		Longitud de canal perimetral m ²	Metros		
		Mantenimientos de escombreras	Nº de mantenimientos programados.		
		Empadrización de escombreras	Tipo de vegetación		
	Vegetación y paisaje	Repoblación y mejoramiento del paisaje	-Número de especies para reforestar. -Hectáreas a reforestar -Tipo de especies para reforestar.	Análisis documental	-Guía Minero Ambiental Requerimientos de la CAM PMA de la mina El Limón. -Tesis de grado -Información terciaria.

Fuente: Elaboración propia (2020).

7.2 Plan de trabajo

El proyecto de investigación se dividió en cuatro fases: Aprestamiento, campo, organización y análisis, y propuesta de lineamientos. En la Figura 3 se describen cada una de las actividades las cuales hacen alusión a los objetivos específicos planteados y también a las actividades realizadas en cada una de las fases.



Fuente: Elaboración propia (2020).

A continuación, se presenta un resumen del diseño metodológico de esta investigación por cada uno de los objetivos:

Tabla 7. Matriz resumen del diseño metodológico

Objetivo General	Objetivos específicos	Actividades	Técnicas	Instrumentos
Actualizar las medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles y escombros, recuperación de zonas degradadas de la mina “El limón” en Palermo, Huila.	Realizar un diagnóstico ambiental del estado actual del proyecto minero El limón.	-Recolección información primaria de la empresa. -Visita técnica. -Elaboración de lista de chequeo de los subprogramas ambientales vs las observaciones de campo. -Elaboración de matrices de evaluación de impactos ambientales. -Determinación de impactos más significativos.	-Análisis documental -Observación directa. -Evaluación de impactos ambientales.	-Plan de manejo ambiental de la mina El Limón. -Cámara digital -Diario de campo. -Matrices de identificación y evaluación de impactos ambientales (Matriz de Leopold, Gómez-Orea y Avellaneda).
	Elaborar un análisis comparativo del cumplimiento normativo con respecto a la evaluación ambiental de la mina.	-Revisión de la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. -Revisión del EIA de la mina. -Revisión de requerimientos impuestos por la CAM. -Revisión del código minero y política minera -Revisión de evaluación ambiental. -Elaboración matriz de comparación. -Definir los ajustes a las medidas de manejo ambiental.	-Análisis documental -Análisis comparativo	-Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. -Requerimientos de la CAM. -EIA de la empresa. -Fotografías de campo. -Diario de campo.
	Formular los subprogramas de manejo de los componentes de agua y suelo bajo estudio.	-Hacer revisión bibliográfica del Guía Minero Ambiental. -Revisar lineamientos del Guía Minero Ambiental para el diseño de los subprogramas que se quieren ajustar. -Diseñar fichas de manejo ambiental para el ajuste de	-Análisis documental.	-Guía Minero Ambiental fase explotación -Bases de datos para la búsqueda de artículos y tesis de grado. -Plantilla para fichas de subprogramas de manejo ambiental.

Propuesta de actualización de medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la Mina El Limón en Palermo, Huila

		las medidas de manejo ambiental.		
--	--	----------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia (2020).

8. Resultados y análisis de resultados

Para la presentación de los resultados, estos se van a describir teniendo en cuenta cada uno de los objetivos específicos incluyendo las actividades dispuestas en la metodología antes descrita para cada uno de los objetivos.

8.1 Objetivo 1: Diagnóstico ambiental del estado actual del proyecto minero El Limón

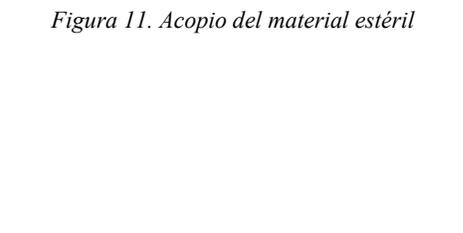
8.1.1 Actividad 1: Construcción de lista de chequeo

La lista de chequeo describe la observación en campo realizada con el fin de hacer un diagnóstico del cumplimiento de las medidas planteadas dentro del Plan de Manejo Ambiental- PMA en campo y conocer el estado de los recursos naturales, en la etapa de explotación y operación de la mina.

Tabla 8. Lista de chequeo de los subprogramas ambientales del PMA vs observaciones de campo.

Subprogramas del PMA	Acciones contenidas dentro del PMA	Observaciones	Registro fotográfico
Estabilización de taludes: Terraceo	-Bancos con una altura de 8 metros. -Estabilidad de terrenos: bermas de 5 a 10% hacia dentro del talud. -Longitud de la berma superior al 3%	Cumplimiento en campo de las acciones del PMA.	<i>Figura 4. Frentes de explotación</i> 
Construcción y mantenimiento de cunetas perimetrales y pozos sedimentadores	-Construcción de cunetas de sección trapezoidal alrededor del área de explotación y las vías de acceso a la mina. -Pozos de sedimentación interconectados con los canales.	-No hay cumplimiento total de este subprograma, ya que pese a que hay un canal principal que se interconecta con las demás cunetas, todos los frentes no cuentan con canales independientes. -No hay un sedimentador	<i>Figura 5. Canal perimetral principal</i> 

<p>Manejo de material particulado y de gases</p>	<p>-Medidas de mitigación de emisión de partículas: barreras rompe vientos, cubrimiento de pilas de material, aplicación de agentes químicos. -Instalar barreras mecánicas/físicas en zona de manipulación de material. -Instalación de pantallas rompe vientos e implantación de vegetación en zona de disposición de estériles. -Riego regulado para minimizar el levantamiento de material particulado. -Realizar mantenimiento preventivo de motores. -Carpado de los vehículos. -Certificado de análisis de gases vigente para vehículos.</p>	<p>-No cuentan con la totalidad de barreras rompe vientos (Incumplimiento con la revegetalización). -No hay barreras mecánicas/físicas en zona de manipulación del material. - Cuando el botadero cumple su ciclo este se revegetaliza. -Hay un riego regulado diario para minimizar levantamiento del material particulado. -Se hace un mantenimiento preventivo de motores. -Los vehículos están carpados. -No cuentan con análisis de gases vigente para vehículos.</p>	<p><i>Figura 6. Carpado de vehiculos</i></p> 
<p>Manejo de ruido</p>	<p>-Adecuar los horarios de trabajo. -Manejar responsablemente el tráfico vehicular. -Barreras naturales (arborización).</p>	<p>-Al hablar con el gerente se confirmó que la mina hizo un estudio para determinar el riesgo al que está expuesto cada trabajador por la generación de ruido. -Se hace uso de elementos de protección personal. -Como hay deficiencias en la reforestación no se cuentan casi con barreras naturales dentro de la mina, pero si a los alrededores.</p>	
<p>Perforación y voladura</p>	<p>Los diseños de voladura individuales deberán desarrollarse y registrarse en el área de la mina y ser aprobadas por un supervisor de voladuras.</p>	<p>-Tienen certificado de trabajo en alturas. -Capacitaciones de manejo de explosivos por INDUMIL. -Elementos de protección personal.</p>	<p><i>Figura 7. Uso de elementos de protección personal</i></p> 

<p>Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Construir o adecuar las instalaciones alejadas de ríos y quebradas. -Construcción y/o adecuación de sistemas de sedimentación previa a descargar en cuerpos superficiales. -Construcción de canales perimetrales. -No disponer estériles, escombros en cuerpos superficiales. -Las aguas lluvias deben tener un sistema de manejo independiente, por lo tanto, construir cunetas en los frentes de extracción de materiales. -Revegetalización de zonas expuestas a la erosión. -Construcción y mantenimiento de sistemas de drenaje independientes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Las instalaciones están alejadas de ríos y quebradas. -No hay sistemas de sedimentación. -No se disponen estériles en cuerpos superficiales. -No todos los frentes de trabajo cuentan con un sistema de recolección de aguas lluvias. -Se hace mantenimiento de los sistemas de drenaje. 	<p><i>Figura 8. Mantenimiento canales perimetrales.</i></p> 
<p>Manejo de aguas residuales de mina. Beneficio y transformación</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar caracterización de vertimientos. -Se deben retirar los sedimentos de las pocetas de neutralización y sedimentadores. -Las aguas ácidas de minería tienen que recibir un tratamiento de neutralización de acidez. -Uso de sedimentadores por gravedad, mediante el almacenamiento temporal del agua en pozos, tanques o lagunas de sedimentación 	<ul style="list-style-type: none"> -La mina cuenta con drenaje y alcantarilla para recolectar el agua residual. -Se lleva a cabo un tratamiento muy sencillo de las aguas (no hay sedimentador). -Se cuenta con un pozo séptico para aguas domésticas. 	<p><i>Figura 9. Pozo séptico</i></p> 
<p>Manejo de estériles</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Acopio del material por medio de apilamiento por capas. -Disposición del material en terrazas. -Retro llenado de zonas explotadas. -Construcción de drenajes internos. -Construcción de canales de recolección y conducción de aguas de escorrentía en coronas en zona de disposición de estériles. -Protección externa estableciendo barreras vivas. -Establecimiento de cobertura vegetal en zona de disposición de estériles. -Ubicación lejos de núcleos poblacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> -El acopio del material se hace formando una pila en el exterior del área de la licencia. -El material estéril es dispuesto por laderas. -El material se usa como retro llenado en zonas explotadas. -Cuenta con drenajes internos. -No cuenta con canales de recolección y conducción de aguas de escorrentía. -No cuenta con protección externa con barrera vivas. -Cuando el botadero cumple su ciclo se revegetaliza el área. -Los botaderos están ubicados lejos de los núcleos poblacionales. 	<p><i>Figura 10. Terrazas de disposición</i></p>  <p><i>Figura 11. Acopio del material estéril</i></p> 

			
<p>Manejo de combustibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Limitar la aplicación y el uso de sustancias químicas derivadas del petróleo en áreas cercanas a cursos de agua y campamentos. -Asegurar el almacenamiento, transporte y adecuada disposición de los combustibles. -Realizar prevención y control de derrames durante el transporte y llenado de los tanques de combustibles. -Contar con canaletas en caso de derrame. -Hacer cambios de aceite de los motores en el campamento. -Devolver el aceite usado a proveedores. -Disponer los aceites en tambores, con su respectiva rotulación. 	<ul style="list-style-type: none"> -El aceite usado se entrega a la empresa Serviambiental para que esta se encargue del tratamiento de este. -Se realiza la prevención y control de los derrames durante el transporte. -No se cuentan con canaletas en caso de derrame. -Los cambios de aceites se hacen en zonas especiales. -Los aceites se disponen en tambores pero estos no cuentan con su respectiva rotulación. 	<p><i>Figura 12. Almacenamiento de residuos sólidos</i></p> 
<p>Manejo de sustancias y residuos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Reciclar y transportar los residuos hasta sitios de acopio más cercanos. -Disponer de recipientes señalados para la separación en la fuente. -Disponer residuos orgánicos en el relleno sanitario. -Disponer los residuos sólidos ordinarios en canecas de plástico. -Los residuos sólidos peligrosos deben ser entregados a un gestor externo para hacer su debido tratamiento. -Para la disposición de residuos peligrosos se debe: -Proyectar espacios amplios. -Construir instalación con materiales no combustibles, piso impermeable con base sintética. -Techos que no admitan el ingreso de aguas lluvias, pero permitan la salida del humo y calor. -Señalización equipo contraincendios, salidas y zonas de evacuación. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se cuentan con canecas clasificadas para cada tipo de residuo. -No hay aprovechamiento de los residuos orgánicos. -Los residuos peligrosos como filtros, estopas y uniformes son entregados a la empresa serviambiental. -Los residuos peligrosos no son dispuestos en espacios amplios, estos no cuentan con su debida rotulación. -Se cuenta con un dique de contención para equipos y herramientas que se usan para hacer los cambios de aceite. -Los sitios de disposición de residuos cuentan con techos. 	<p><i>Figura 13. Punto ecológico</i></p> 

	<p>-Embalar y rotular los residuos.</p> <p>-Realizar manejo técnico de gases.</p>		
<p>Repoblación vegetal y mejoramiento del paisaje</p>	<p>-Se establece dos hectáreas de reforestación protectora con especies nativas.</p>	<p>No se cuenta con estas hectáreas de reforestación.</p>	<p><i>Figura 14. Reforestación</i></p> 
<p>Establecimiento de barreras vivas</p>	<p>Proyecto de reforestación en barreras vivas en un tramo de 300 metros lineales al lado y lado de la vía de acceso de la mina con especies nativas.</p>	<p>No hay cumplimiento total de la reforestación.</p>	<p><i>Figura 15. Zona de reforestación</i></p> 
<p>Señalización de presencia de fauna silvestre en la zona.</p>	<p>Implementar señalización alusiva</p>	<p>No se cuenta con esta señalización, solo hay señalización de prohibición e informativas de ecosistemas.</p>	<p><i>Figura 16. Señalización</i></p> 
<p>Recuperación y manejo de la biodiversidad</p>	<p>-Sensibilización del personal minero vinculado.</p> <p>-Realizar el rescate de la fauna presente en la zona de explotación.</p> <p>-Reubicar en zonas aptas a las especies rescatadas.</p> <p>-Llevar un registro de las especies reubicadas.</p>	<p>-Charlas de sensibilización a los trabajadores acerca de la conservación de la biodiversidad.</p> <p>-No se pudo evidenciar ningún registro de las especies reubicadas.</p>	<p><i>Figura 17. Charlas a los trabajadores</i></p>  <p>Fuente: Aporte de la mina.</p>

<p>Educación ambiental</p>	<p>-Capacitar y concientizar a todo el personal de la mina sobre la necesidad de conservar y proteger el entorno natural. -Educación ambiental a la comunidad a partir del diálogo para la concientización ambiental y para conseguir una convivencia armónica.</p>	<p>Se cumple a cabalidad este subprograma.</p>	<p><i>Figura 18. Cartelera ambiental de la mina</i></p>  <p><i>Figura 19. Socialización con la comunidad</i></p>  <p>Fuente: Aporte de la mina.</p>
-----------------------------------	---	--	---

Fuente: Elaboración propia (2019).

A partir de los hallazgos de la anterior tabla se pudieron identificar los subprogramas que están integrados dentro del Plan de Manejo Ambiental - PMA de la empresa que no están siendo cumplidos según las reglamentaciones ambientales y con lo observado en campo, en donde se resalta principalmente los subprogramas de Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía y de Construcción y mantenimiento de cunetas perimetrales y pozos sedimentadores, debido a que en la mina se hace un cumplimiento parcial de este aspecto, puesto que no hay un drenaje independiente de las aguas lluvias mediante canales perimetrales en cada frente de trabajo los cuales se interconecten a la cuneta de coronación principal para la conducción de estas aguas a su debida alcantarilla.

La falta de cumplimiento de lo establecido por la autoridad ambiental en este sentido, puede presentar un riesgo ya que las aguas lluvias de los frentes de explotación se pueden mezclar con las aguas de minería aumentando el volumen de estas y así contaminarse con sólidos suspendidos por el material de arraste y con aceites producto del uso de la maquinaria sobre el campo de explotación, y así mismo puede generar que se inunden los tajos y por escorrentía se sedimenten los cuerpos superficiales. Esta falta de cumplimiento de la norma se debe a que al momento de implementar este sistema de aguas lluvias la mina no contó con el personal experto para su diseño y construcción dado que, pese a tener en cuenta la normatividad, el criterio de construcción fue en parte artesanal y no se tuvo en cuenta el tipo de canal respecto a la pendiente del terreno y tampoco las medidas estipuladas en la Guía Minero Ambiental del Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente (2002), por ende los sistemas no son eficientes además de no estar construidos en la totalidad de los frentes de trabajo.

Así mismo, se pudo determinar que las aguas lluvias no pasan por un tratamiento antes ser drenadas al cuerpo superficial correspondiente, pues se identificó que debido a la ineficiencia de los canales perimetrales hay un posible arraste de materiales lo que genera que estas se contaminen y por ende

causen la contaminación de los cuerpos superficiales, por lo tanto, es de suma importante cumplir con lo estipulado en la Guía Minero Ambiental respecto a que "Las aguas lluvias que caen sobre el campamento tendrán un sistema de manejo independiente que evite su contaminación, y serán dispuestas directamente al ambiente" (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio ambiente, 2002, p.76) y para fines de evitar arraste de sedimentos, revestir los canales con materiales que prevenga esta acción.

Con respecto al manejo de aguas, los subprogramas relacionados con esta acción no se encuentran tan claramente definidos dentro del PMA, ya que dentro del subprograma de Manejos de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía, se integran las acciones planteadas para el sistema de drenaje de aguas lluvias como ya se mencionó pero también para el tratamiento de aguas residuales domésticas, cuando el Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente (2002), destaca que debe haber un subprograma especial para el manejo de este tipo de aguas. En la mina se cuenta solo con un pozo séptico teniendo en cuenta que al no haber tantas personas dentro del campamento el volumen a tratar de agua es mínimo y que los costos de su tratamiento no son altos, pero para dar cumplimiento óptimo la Guía Minero Ambiental sería importante que la mina para hacer el tratamiento de estas previo al pozo séptico implemente una trampa de grasas y posterior a este un campo de infiltración.

Del mismo modo, no se cuenta con un subprograma especial para las aguas industriales como también lo propone el Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente (2002), ya que, aunque no se producen en altos volúmenes debido a que el lavado de carros dentro de la mina no se hace muy seguido, es importante contar un tratamiento a pequeña escala cuando esta acción se realice, para lo que la Guía Minero Ambiental propone un tratamiento primario por desarenado, retención de aceites y grasas antes de que estas sean vertidas.

Es importante resaltar que la mina cuenta con un subprograma de manejo de aguas residuales de minería, pero las acciones no se ven implementadas en campo, los cual posiblemente puede generar altos impactos debido a que "el drenaje minero subterráneo generalmente contiene componentes orgánicos como grasas, aceites y solventes, que provienen en su mayoría de máquinas y equipos utilizados en la actividad minera, y otros componentes" (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio ambiente, 2002, p.82). Para esto, la Guía Minero Ambiental propone un tratamiento para aguas ácidas que para este caso no aplica, pero también propone la implementación de un sedimentador.

Por otra parte, en cuanto al subprograma de disposición de estériles en este se hace un acopio del material estéril el cual se hace formando pilas en el exterior de la licencia como lo estipula la norma, para luego verterlo sobre laderas con apoyo de trinchos de madera, pero se pudo denotar que estas pilas no están rodeadas por una cerca con el fin de evitar riesgo de derrumbe o remoción en masa ya que no cuenta con un soporte para que mantenga firme el material en las laderas, lo cual puede generar grandes afecciones, al haber deficiencias también en el sistema de recolección de aguas lluvias en esta área, debido a que se observó que el botadero no cuenta con un canal perimetral el cual pueda conducir estas aguas hacia una alcantarilla, por ende, esto puede causar inestabilidad del terreno, así mismo arrastre de sedimentos por las aguas lluvias, erosión del suelo y una colmatación del recurso hídrico superficial (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002). Por otro lado, como lo menciona el Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente (2002) este material es aprovechado para el relleno parcial de los frentes de explotación después de su cierre con el fin de revegetalizar el área.

Con relación a los subprogramas que tienen que ver con la repoblación vegetal y recuperación y manejo vegetal, en la mina se han hecho proyectos de siembra de especies nativas, pero no se cumple totalmente con lo exigido por la autoridad ambiental ni con lo estipulado en el subprograma de cobertura vegetal y la Vegetalización se hace en su mayoría en las zonas que han sido explotadas, pero no se cumple con que la reforestación que también debe ser en un tramo de 300 metros lineales al lado de las vías de acceso e internas de la empresa cumpliendo así mismo con un área de 2 ha. Por lo tanto, esto representa un vacío en el PMA ya que resulta importante mantener el entorno paisajístico y poder compensar la fragmentación del hábitat con la revegetalización con especies nativas de la zona como lo estipula la normatividad.

Adicionalmente, dentro de la mina se cuenta con la señalización adecuada con el fin de alertar y concientizar acerca de las zonas que deben ser protegidas, y así mismo se brindan capacitaciones a los trabajadores con el fin de comunicarles la importancia de la preservación de la biodiversidad. En este sentido la Guía Minero Ambiental especifica lo siguiente:

La reforestación, es una medida de recuperación de la cubierta vegetal que debe realizarse bajo la asesoría de expertos en restauración de bosques, ya que existen muchos tipos de zonas de vida, con formaciones vegetales y comunidades de fauna y flora diferentes por lo tanto no se trata de establecer bosques, sino de potencializar su función ecológica (p.108).

Las medidas de manejo paisajístico en la labor minera, deben tratar de reducir la degradación del paisaje y planear los diseños de trabajos para que se entremezclen con el paisaje natural. Las obras de formas geométricas y formas muy extendidas crean contrastes antiestéticos con las formas y líneas naturales del paisaje. Debe pensarse el paisaje como recurso visual durante y después de las labores (p.118).

Tanto la reforestación como las medidas de manejo paisajístico buscan mitigar y corregir los impactos negativos generados por cada una de las actividades de explotación mitigando así las consecuencias sobre el ambiente de la actividad minera y que según el Código de Minas se entienden como una serie de acciones encaminadas a la prevención, mitigación, corrección, compensación, manejo y sustitución ambiental. Con respecto al manejo de la biodiversidad es importante que la mina implemente la señalización de presencia de fauna silvestre.

De otra parte y teniendo en cuenta el subprograma de manejo de combustibles, la mina hace una buena gestión para el manejo de este residuo peligroso cumpliendo con los parámetros establecidos dentro de la Guía Minero Ambiental del Ministerio de Minas y de Energía y el Ministerio de Medio ambiente (2002), ya que se hace un mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria usada en zonas especiales dentro de la mina, se realiza la prevención y control de los derrames durante el transporte, hay una debida disposición de los aceites dentro de tambores sellados para que no hayan derrames y por ende contaminación de suelos y de cursos de aguas, y hay entrega de este residuo líquido a la empresa Serviambiental para que esta se encargue de su disposición, pero se encuentra una falencia y esta es la deficiente rotulación del residuos a disponer y la falta de señalización en el área de disposición, lo cual debe hacerse según la Guía Minero Ambiental como medida de prevención de accidentes.

Con lo que respecta al Subprograma de manejo de sustancias y de residuos sólidos, estos cumplen con lo estipulado por la Guía Minero Ambiental en cuanto a la segregación y clasificación de los residuos sólidos por ordinario, plástico, papel-Cartón y residuos peligrosos que en este caso son filtros, uniformes

y estopas contaminados con aceite, y así mismo se sigue con las recomendaciones que dan el Ministerio de Minas y de Energía y el Ministerio de Medio ambiente (2002) para la adecuación de los sitios de almacenamiento de residuos sólidos peligrosos, pese a que no hay una debida rotulación de esto; pero no se evidencia dentro de la mina como tal una gestión integral de los residuos sólidos, ya que por un lado, no se evidencia un aprovechamiento de los residuos orgánicos debido a que estos son dispuestos directamente en el relleno sanitario de la ciudad de Neiva, y por otro lado, dentro de la mina no hay un reciclaje y reutilización de papel y del plástico lo que demuestra una debilidad en cuanto a la educación ambiental que se le da a los trabajadores.

En lo que concierne, a los subprogramas relacionados con la calidad del aire este aspecto en la mina no cumple en su mayoría con lo establecido dentro del plan de manejo ambiental, debido a que no se disponen en su totalidad barreras vivas con el fin de dispersar el material particulado y los gases emitidos en la zona de explotación y por el transporte del material de explotación. Estas circunstancias están directamente relacionadas con el hecho de que la empresa no ha llevado a cabo la revegetalización de especies nativas pese a que en el PMA en el aspecto del manejo paisajístico está contemplado.

Tampoco se cuenta con filtros en cada uno de los procesos para capturar el material particulado los gases; sin embargo los camiones y volquetas si cuentan con el sistema de carpado y a las vías se les hace un riego diario lo cual está acorde con lo definido en la Guía de Manejo Ambiental la cual define que esta circunstancia "puede ocasionar molestias a las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia de la operación, pues la calidad del aire respirable" (p.89), sin embargo los camiones no tienen un certificado de análisis de emisiones atmosféricas.

Además, hay un cumplimiento de todas las acciones en los subprogramas de estabilización de taludes y en lo que respecta a la educación ambiental, ya que en campo se evidenció que estos taludes se presentan bancos ascendentes cada 8 metros con el fin de que haya estabilidad del terreno y se cuenta con una cuneta interna para el control y manejo de las aguas superficiales, cumpliendo con la pendiente en la berma para garantizar la salida eficiente del agua recolectada.

Por otro lado, por medio de las carteleras que están expuestas dentro de la mina y mediante registro fotográfico proporcionado por el gerente de esta se pudo evidenciar que hay una activa comunicación entre los directivos de la mina y los trabajadores y las comunidades con el fin de concientizar y comunicar acerca de las actividades del proyecto. Es importante resaltar que en este proyecto sólo se contrata mano de obra de la región, lo cual representa un impacto positivo para la región, puesto que se generan mayores expectativas por parte de la población y hay un beneficio económico tanto local como regional.

Reuniendo los anteriores resultados, es importante mencionar que muchos de los vacíos que se encuentran en campo se deben a que no hay constante monitoreo y seguimiento por parte de la gerencia y de la mina para que cada una de las acciones se cumplan al 100%, debido a que eso requiere también de altas inversiones monetarias y de contratación de personal especializado, lo cual dificulta la ejecución y desarrollo de las acciones, al priorizarse otros gastos. Esto representa un riesgo, debido a que cada empresa minera debe garantizar una óptima gestión ambiental dentro de sus labores mineras para cumplir con la normatividad ambiental competente y también porque al solicitar la licencia ambiental se comprometen a cumplir totalmente con sus actividades con el fin de prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales que se puedan generar, y así mismo mantener un equilibrio social, ecológico y económico (Martínez,2014).

8.1.2 Actividad 2. Construcción de matrices de evaluación ambiental

Se construyó en primera instancia la Matriz de Leopold a fin de identificar los impactos ambientales derivados de las actividades de explotación y operación junto con las actividades relacionadas del proyecto (ver el Anexo 1) encontrándose que al analizar dichos factores se encuentra una relación directa de afectación en la mayoría de los componentes.

Se encontró que la actividad de uso de sistema de arranque por explosivos (perforación y voladura) pese a que dentro de la mina se realiza una buena gestión de esta, representa un alto riesgo para el entorno, teniendo en cuenta que la liberación de energía de las voladuras genera una serie de ondas de esfuerzo que viajan por la corteza terrestre, generando inestabilidad del terreno y otros impactos sobre los cuerpos de agua y el aire (Instituto Humboldt, 2016), y así mismo junto con las actividades de descapote de la cobertura vegetal, remoción del material estéril y disposición de estériles son las que reportan una alta afectación sobre casi todos los subsistemas, destacándose en el subsistema suelo los impactos de erosión del suelo, pérdida de suelo, cobertura vegetal y contaminación del suelo por posibles derrames de aceites usados para la maquinaria. Por otro lado, en el subsistema agua se evidencia la alteración de las propiedades físico químicas y la sedimentación de cuerpos superficiales, impactos que se encuentran priorizados dentro del EIA de la mina y a partir de la visita de campo que se realizó.

En el subsistema aire se destacan la contaminación del aire por material particulado debido a las actividades de explotación, disposición de estériles y transporte del material extraído, impactos los cuales se pueden presentar si no se hace una buena gestión de este subsistema. En el medio biótico se destaca principalmente la pérdida de cobertura vegetal y la disminución de especies de flora, por la acción de casi todas las actividades de explotación y operación, pues estas requieren de preparación y remoción de cobertura vegetal, adecuación de vías y demás acciones que requieren intervención directa del suelo para su desarrollo.

Otras actividades como la disposición de residuos sólidos, bombeo y desagüe del agua también generan grandes impactos al medio ambiente, pero en determinados subsistemas. Por ejemplo, la disposición de residuos sólidos principalmente sobre agua y suelo debido a que puede traer consigo contaminación de estos cuando no se lleva a cabo el óptimo almacenamiento y manejo de estos, adicionalmente el bombeo y desagüe del agua afectan notablemente el recurso hídrico ya que, al no contar con una adecuada recolección de aguas lluvias, conducción de aguas mineras y un tratamiento para las aguas residuales o domésticas antes de su vertimiento, se puede afectar en un alto porcentaje este recurso.

En cuanto al subsistema socioeconómico se determinó que los impactos negativos principales se dan sobre los cambios de categorías culturales de uso del suelo, degradación de sistemas productivos ancestrales, alteración paisajística y cambios físicoquímicos de los subsistemas de agua, suelo, aire y biodiversidad. Sin embargo, en este punto se evidencian aspectos positivos en cuanto al desarrollo social del proyecto como la generación de empleo, mejoramiento de la calidad de vida, cumplimiento de las obligaciones fiscales y parafiscales de la actividad minera, mejoramiento de la infraestructura vial, como se ha mencionado la empresa aporta significativamente a la economía de la región por ser una de las actividades primarias que generan grandes recursos al Estado y por ende recibe regalías por dicha actividad.

A continuación, y como se citó en la metodología del Objetivo 1, en la Tabla 9 se encuentra el resumen de la matriz Gómez - Orea (ver el Anexo 2) y en al Tabla 10 se observa el resumen de la matriz de Avellaneda las cuales se realizaron una vez se identificación los impactos ambientales con la Matriz de Leopold (ver el Anexo 3).

Tabla 9. Resumen de matriz Gómez Orea.

Actividades de explotación			Descapote de la cobertura vegetal	Remoción de la capa de estéril que recubre las capas de mármol	Uso de sistema de arranque por explosivos (Perforación y voladura)	Almacenamiento y disposición de estériles	Disposición de residuos sólidos	Desagüe y bombeo de agua	Transporte del material	Impulso de la economía familia y jornadas múltiples de trabajo	Ponderado por componente
Sistema	Subsistema	Impacto									
Medio abiótico	Geosfera	Introducción de inadecuados usos del suelo	-20	-20	-20	-12	-15		-14		-16,1
		Contaminación del suelo	-17	-17	-16	-16	-18	-17	-11		
		Alteración propiedades fisicoquímicas del suelo	-14	-14	-16	-16	-17	-17			
		Erosión del suelo	-18	-18	-18	-16	-14	-19	-14		
		Remoción en masa	-17	-16	-17	-17			-12		
		Inestabilidad del terreno	-16	-13	-19	-17					
		Pérdida de cobertura vegetal y de suelo	-18	-14	-15	-17	-12	-8	-20		
		Compactación del suelo							-19		
		Lixiviados	-13	-12	-13	-16	-18	-19			
	Agua	Contaminación de acuíferos	-13	-12	-16	-12	-19	-19			-16,9
		Alteración parámetros fisicoquímicos del aguas superficiales	-15	-15	-17	-18	-19	-19			
		Contaminación de aguas superficiales	-15	-15	-14	-20	-19	-19			
		Sedimentación de aguas superficiales	-17	-18	-14	-19		-19			
		Alteración de patrones naturales de drenaje	-17	-18	-15	-18		-19			

Propuesta de actualización de medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la Mina El Limón en Palermo, Huila

Actividades de explotación		Descapote de la cobertura vegetal	Remoción de la capa de estéril que recubre las capas de mármol	Uso de sistema de arranque por explosivos (Perforación y voladura)	Almacenamiento y disposición de estériles	Disposición de residuos sólidos	Desagüe y bombeo de agua	Transporte del material	Impulso de la economía familia y jornadas múltiples de trabajo	Ponderado por componente	
	Agotamiento del recurso hídrico			-15			-19				
	Aire	Contaminación del aire por gases							-14	-14,6	
		Contaminación del aire por PM		-15	-18	-12			-14		
		Afectación por generación de ruido	-11	-12	-18						
		Generación de Olores ofensivos						-17			
Medio Biótico	Biodiversidad	Afectación de comunidades hidrobiológicas				-12	-12	-19		-15,5	
		Disminución de especies de flora	-20	-17	-13	-13	-12				
		Pérdida de cobertura vegetal	-20	-19	-13	-17	-15	-8	-18		
		Alteración del ecosistema	-19	-18	-17	-15			-18		
		Degradación de hábitats silvestres	-14	-14	-15	-12					
		Migración de especies endémicas	-15	-12	-18	-14					
Medio antrópico	Socioeconómico	Generación de empleo							22	-6,1	
		Construcción y mejoramiento de la infraestructura vial básica y de servicios.							12		
		Aumento de ingresos en la economía de la región									20
		Alteración de rutas y caminos tradicionales							-9		
		Alteración paisajística	-19	-12	-16	-18	-12	-8	-12		

Actividades de explotación		Descapote de la cobertura vegetal	Remoción de la capa de estéril que recubre las capas de mármol	Uso de sistema de arranque por explosivos (Perforación y voladura)	Almacenamiento y disposición de estériles	Disposición de residuos sólidos	Desagüe y bombeo de agua	Transporte del material	Impulso de la economía familia y jornadas múltiples de trabajo	Ponderado por componente
	Cambio de estilo de vida								14	
	Cambio de categorías culturales de uso del suelo	-9	-8	-15	-8	-8				
	Degradación de sistemas productivos ancestrales.	-8	-8	-14	-8	-8	-8			
Ponderado		-15,7	-14,7	-15,9	-14,9	-14,8	-15,8	-12,5	18,7	

Fuente: Elaboración propia (2019).

En la tabla 9 se puede observar que los componentes más afectados son el suelo, agua y biodiversidad, viéndose principalmente intervenidos por las acciones del uso de sistema de arranque por explosivos (perforación y voladura), descapote de la cobertura vegetal, desagüe y bombeo, sin embargo, al ser estos valores un ponderado de la intensidad de cada uno de los impactos por actividad, no muestra realmente las actividades más impactantes, ya que hay algunas como la desagüe y bombeo que generan un alto impacto sobre el recurso agua, pero hay otras como el almacenamiento y disposición de estériles que tienen impacto en casi todos los subsistemas, haciendo que los valores de intensidad de cada uno de estos sean altos o bajos según se ponderen. Por esta razón se recurrió a hacer la matriz de Avellaneda la cual facilita realizar un análisis que involucra un número mayor de variables, las cuales permiten tener una mejor interpretación del área de estudio

Tabla 10. Resumen de matriz Avellaneda

Sistema	% dimensión	Subsistema	Componente	% componente	Actividades	% Actividad
Dimensión física	-11,3 Severo	Geosfera	Suelo	-4,8	Descapote de la cobertura vegetal	-17,3 Crítico
				-1,47		-17,1

Sistema	% dimensión	Subsistema	Componente	% componente	Actividades	% Actividad
		Atmosférica	Geología y geomorfología		Remoción de la capa de estéril que recubre las capas de mármol	Crítico
			Calidad del aire	-1,16		
		Agua	Dinámica fluvial	-2,00	Uso de sistema de arranque por explosivos (Perforación y voladura)	-18,5 Crítico
			Calidad del agua	-2,33		
			Oferta hídrica	-0,20		-17,3 Crítico
Dimensión biótica	-10,1 Severo	Biodiversidad	Hidrobiología	-0,80	Transporte del material	-8,2 Moderado
			Fauna silvestre	-3,85		
			Flora	-5,20		
Dimensión socioeconómica	-1,9 Leve	Territorio	Categorías culturales del uso del suelo	-1,98	Desagüe y bombeo de agua	-12,5 Severo
			Calidad de vida	0,64		-11,9 Severo
		Organización económica	Sistemas productivos ancestrales locales y regionales	-0,50	Impulso de la economía familiar y jornadas múltiples de trabajo	2,8 Leve

Fuente: Elaboración propia (2019).

En esta tabla se pudo observar que las dimensiones física y biótica obtuvieron una calificación de **Severo** indicado que se trata de las dimensiones que requieren de especial atención. La calificación **Leve** correspondió a la dimensión socioeconómica.

Los subsistemas que tuvieron mayor importancia ambiental fueron agua y suelo aportando mayor relevancia a la dimensión física con un porcentaje de 11,3 de importancia ecológica; y en cuanto a la dimensión biótica se presenta impacto debido a las alteraciones en la biodiversidad dadas las propias actividades del proyecto siendo las de descapote de cobertura vegetal, remoción del estéril, uso de sistema perforación y voladura, y almacenamiento y disposición del estéril las que reportan los mayores puntajes considerándolas como críticas, aportando así mismo en conjunto con las otras actividades un porcentaje de 10,1 de importancia ambiental a la dimensión biótica. Dentro de la tabla 10 se puede observar que los porcentajes de estos sistemas están expresados negativamente, y esto se debe a que sobre este se generan solo impactos negativos por la presión de las actividades que también están contenidas de esta tabla.

A partir de los datos anteriores, se puede observar claramente que es importante mantener el foco de atención sobre los subsistemas que hacen parte de las dimensiones física y biótica, debido a que estas presentan un nivel de severidad en cuanto a importancia ambiental. Esto se pudo establecer con lo observado en la visita técnica *in situ* y también con lo estipulado en el EIA de la empresa, en donde se priorizan las intervenciones en los mismos subsistemas.

En cuanto al subsistema geosfera se destaca el componente de suelo en donde se observa que este tiene uno de los porcentajes más altos en cuanto a importancia ambiental (4,8%) debido a que se pueden producir impactos principales como es la erosión, la pérdida de suelo y por ende la introducción de nuevos suelos, y la contaminación de este por uso de maquinaria; esto se debe a que cuando hay grandes extensiones de tierras perturbadas por operaciones mineras, estos efectos se pueden agravar. En respuesta, estos impactos deben tratarse y considerarse desde el inicio de las operaciones con el cumplimiento de las medidas de compensación inmediatas y controlando otros factores como lo es el manejo de aguas, como lo señala Environmental Law Alliance Worldwide (2015).

De acuerdo al Instituto Humboldt Colombia (2016) es de saber que una de las causas de la erosión es la intervención del agua sobre el recurso suelo, y así mismo es necesario recordar que al afectarse el suelo se pueden afectar otros recursos como es el agua por los sedimentos que se pueden presentar por la erosión, y así mismo estas circunstancias pueden afectar la biodiversidad debido a que todo es una sinergia porque cuando hay degradación del suelo necesariamente hay pérdida de diversidad vegetal y por ende animal.

Teniendo en cuenta esto y con lo observado en campo, se puede decir que este recurso natural puede verse afectado principalmente por el manejo de aguas lluvias, tanto en los frentes de explotación como en los sitios de almacenamiento y disposición de estériles, además de la incidencia del parcial cumplimiento en la revegetalización del área afectada por la explotación y operación minera, pues se considera que para manejar los impactos relacionados al suelo es importante hacer obras de contención, como trinchos permanentes, gaviones, terráceos, cunetas, drenajes y alcantarillas, y también acciones que recuperen la cobertura vegetal y su función ecológica como lo define el Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente (2002).

Por lo tanto, es importante destacar que en cuanto al subsistema agua, este también juega un papel

importante dentro de la evaluación ambiental debido a que se pudo identificar que el componente de dinámica fluvial y el de calidad del agua tiene uno de los mayores porcentajes de importancia ambiental dentro de la matriz de Avellaneda (2 % y 2,3%), y esto se debe principalmente a que los impactos de sedimentación sobre aguas superficiales y cambios del patrón del cauce del agua se pueden presentar con facilidad por las actividades de la Mina El Limón, con lo que tiene que ver con el desagüe de aguas en cada frente de trabajo y en las terrazas de disposición de estériles, y el tratamiento de aguas residuales mineras, pues como se mencionó en la Mina no se cuentan con todas las cunetas de recolección de aguas lluvias en cada frente de trabajo y en las escombreras lo cual genera que esta se filtren en el suelo y se puedan presentar procesos de erosión y por consiguiente contaminación de aguas subterráneas y superficiales por el arrastre de sedimentos, tal y como lo menciona Environmental Law Alliance Worldwide (2015).

Además, los efectos adversos potenciales causados por el diseño y manejo inadecuado de aguas en una mina pueden generar niveles inaceptables de sólidos suspendidos y sólidos disueltos en la escorrentía superficial y la erosión del lecho, generando así modificaciones en las secciones hidráulicas del agua según los parámetros descritos por el Instituto Humboldt Colombia (2016).

Es necesario resaltar que el subsistema agua puede presentar gran afección, debido a que se pudo identificar en la visita técnica *in situ* y dialogando con el gerente de la Mina que para el diseño de manejo de aguas no se tuvo cuenta la opinión de un profesional en el tema; por ende, todo se realiza de manera artesanal y se llevan a cabo tratamientos muy básicos lo cual genera una ineficiencia en los procesos de manejo del agua especialmente como se pudo observar en el manejo de aguas residuales y de aguas lluvias. Por lo tanto, ésta situación a mediano y largo plazo podría tener repercusiones sobre los cuerpos de aguas tanto subterráneos como superficiales que se encuentra dentro de la zona de influencia de la Mina como lo son la Quebrada El Vergel, La Rosalía y el Fraile (Geoportal Sistema de Información de Ambiente de Colombia, 2020), pues estos al tener un bajo caudal y por ser los únicos drenajes de la zona, se pueden ver altamente afectados por la actividad minera.

Resulta de gran importancia mencionar que la inexistencia de cunetas de recolección de aguas lluvias en las terrazas de disposición de estériles pueden generar inestabilidad del terreno dentro de éstas, generando así impactos sobre el suelo y sobre las aguas superficiales por la sedimentación; de esta forma también se pueden presentar impactos por la disposición de residuos sólidos al no llevar a cabo una buena gestión y disposición de los residuos sólidos, pues en este sentido pueden encontrar también deficiencias en el sistema de drenaje, presentándose posiblemente lixiviados.

La dimensión biótica la cual tiene un porcentaje de 10,1% de importancia ambiental según la matriz de Avellaneda, se presenta con una calificación de Severa por los impactos ambientales que se pueden presentar; como se mencionó anteriormente, también mantiene una estrecha relación con el recurso suelo por lo cual, si este recurso no presenta óptimas condiciones, el subsistema de biodiversidad se puede ver altamente afectado, y así mismo por las actividades de explotación puede contribuir a disminuir la biomasa vegetal, alterar el paisaje el cual es otro impacto destacado dentro de la dimensión socioeconómica; igualmente puede modificar el hábitat para la fauna generando posiblemente pérdida total y/o parcial de las especies nativas, dando paso al arribo a otras especies (Instituto de Humboldt Colombia, 2016), puede inducir también a procesos erosivos y alterar la calidad y cantidad de aguas (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente, 2002), es por esto que el componente de flora tiene un porcentaje de 5,2, pues las actividades tienden a disminuir principalmente las especies de flora y conducen a procesos de pérdida de cobertura vegetal, principalmente la actividad de descapote

de cobertura vegetal del terreno.

Por esta razón, se observa la importancia de generar medidas de compensación y prevención con el fin de preservar el hábitat y conservar el entorno paisajístico como las acciones que están contenidas dentro del Plan de Manejo de la Mina pero que no se pudieron evidenciar en su totalidad en la visita técnica *in situ* en el área de explotación y de influencia, debido a que no se está cumpliendo con el número de hectáreas y con los metros lineales de revegetalización en las carreteras (Mina El Limón, 2017). Para cumplir con lo anterior, es importante destinar un área en específica de hectáreas que cumplan con la meta de reforestación con especies nativas de la zona, que en este caso predominan las especies de Palmicho, Palma corozo, Gualanday, Zurrumbo, Chagualo, Caucho, Guamo entre otras (Mina El Limón, 2017).

Por otro lado, se puede observar en la matriz resumen y completa de Avellaneda (Anexo 3 y Tabla 10) que la actividad de transporte tiene una importancia ambiental Severa, pero comparándola con las demás actividades resulta ser menor aunque esta tiene mayores repercusiones sobre el subsistema aire, el cual reporta un porcentaje no tan alto de importancia dentro de la Mina con respecto a los anteriormente nombrados, pero se evidencia que si no hay un buen manejo este subsistema, puede afectar notablemente la calidad del aire del lugar con material particulado y gases en todas las actividades, principalmente en la explotación, en los sitios de almacenamiento y disposición de estériles y en el transporte del material, puesto que al no cumplirse con el total de hectáreas de revegetalización esta circunstancia hace que no se cuente con las barreras vivas para controlar las emisiones; por otro lado, en lo referente al transporte, los camiones no cuentan con el respectivo certificado de emisión de gases lo cual también afecta directamente la calidad del aire ya que no se tiene un control de emisión de los mismos, como lo indica Environmental Law Alliance Worldwide (2015).

Por último, en cuanto a la dimensión socioeconómica sobre esta se destaca un bajo porcentaje de importancia ambiental con respecto a las otras dimensiones (1,6%), pero esta circunstancia es debida a que en este punto se tienen en cuenta tanto impactos positivos como negativos, dentro de los cuales se destaca el subsistema Categorías Culturales del Uso del Suelo el cual juega un papel importante debido a que este se ve afectado por diferentes actividades generándose así cambios dentro de este subsistema; esto en razón a la alteración de recursos como el suelo del cual muchos habitantes de la región dependen ya que la mayoría de estos suelos son agro ecosistemas, espacios naturales y mosaicos (Geoportal Sistema de Información de Ambiente de Colombia, 2020). Por otro lado, también se presentan impactos positivos por el desarrollo social que genera la Mina al convertirse en un medio que impulsa la economía familiar por la oportunidad de trabajo, contrarrestando así en parte los impactos negativos y aportando a los ingresos económicos de la región lo cual supone un mejoramiento de la calidad de vida de las personas involucradas dentro del proyecto, e incluso por el trabajo tercerizado que la empresa debe contratar.

8.2 Objetivo 2: Análisis comparativo entre la normatividad y la evaluación ambiental

Para llevar a cabo este análisis se partió de una matriz comparativa (ver tabla 11) la cual incluyó los nueve aspectos definidos en el Capítulo 3 sobre las especificaciones técnicas del Estudio de Impacto Ambiental - EIA y el Plan de Manejo Ambiental - PMA de la *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales* (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018), debido a que es la metodología más actualizada que se tiene y difiere en diversos aspectos con respecto a los *Términos de referencia para la elaboración del EIA de la fase de explotación* (Ministerio de ambiente, 2016). Los hallazgos se califican en tres puntos respecto al estado de la información que se

compara, y se encontró que para la calificación SI se definió un total de 42.86% de información contenida dentro del EIA de la Mina El Limón, otro 38,1% se definió como Información Parcialmente contenida y el 14.30% fue para la calificación NO.

Es importante indicar que el EIA de la Mina fue actualizado en el año 2017 y por ende su estructuración no se ajusta del todo a lo estipulado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018) ya que este se hizo teniendo en cuenta los *Términos de referencia para la elaboración del EIA de la fase de explotación* del 2016. Partiendo de ello en la tabla 11, se puede observar que existe una descripción general del proyecto en donde se detallan los procesos de la empresa, los recursos, la infraestructura, una proyección de las ventas lo cual es muy importante a la hora de pedir la licencia ambiental, pero se destaca que no se definen los costos de inversión del proyecto debido a que este se limita a hacer una descripción de los costos por cada subprograma del PMA, pero no hace un análisis de costos integrándolos todos. Por otro lado, no se define la evaluación económica en el proceso de licenciamiento ambiental pese a que la Mina cuenta con todos los permisos para desarrollar su actividad económica y cumple a cabalidad con lo estipulado en el Código de Minas, desde el enfoque definido en el artículo 204 sobre el EIA.

Por otro lado, se encuentran vacíos al momento de delimitar el área de influencia dado que no se encuentra adecuadamente definido en un mapa, por lo que este aspecto desconoce lo establecido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018); dicha delimitación resulta esencial al momento de desarrollar la actividades propias de la minería en su fase de explotación y operación ya que permite evaluar la severidad de los impactos teniendo en cuenta a cual área en específico está afectando, como lo señala el Código de Minas en su artículo 82 en donde menciona que es importante que se haga una delimitación del proyecto minero y sus zonas de influencia.

Igualmente se encuentra en el EIA de la Mina que se define el tipo de población del área de influencia del proyecto, pero no se hace una especial mención a la participación y socialización con la comunidad. Este aspecto solo se menciona en el PMA en el subprograma de educación ambiental buscando sensibilizar a la comunidad en temas ambientales, pero no expone cómo y de qué forma la población de la región y del área de influencia está involucrada y participa dentro del proyecto, lo cual, si se pudo preguntar en la visita técnica y revisar mediante bibliografía, llegando a la conclusión de que la mayoría de los trabajadores son pertenecientes de la región. Por otro lado, es importante mencionar que en campo hay un registro fotográfico de las visitas que realiza la gerencia de la mina a las comunidades con el fin de brindarles actividades interactivas. Todo este tema de inclusión de comunidades es muy importante dado que el Código de Minas enfatiza en la importancia de desarrollar actividades mineras en donde se realice una verdadera integridad sociocultural de la comunidad y así mismo en su artículo 252 hace alusión a la participación de la mano de obra de la región dentro del proyecto minero.

Se resalta que la mina sí realiza una caracterización del área de influencia con respecto al medio abiótico, biótico y socioeconómico, haciendo la respectiva descripción de cada una de las especies florísticas y faunísticas que hacen parte de la zona de influencia, las condiciones físicas de la zona como la geología y climatología como lo indica la Autoridad Nacional de Licencia Ambiental (2018). En el aspecto socioeconómico se observa una valoración superficial respecto al área de influencia de la Mina ya que se menciona como tal a la población del municipio, pero no se hace una delimitación de la población que podría estar más involucrada dentro de las actividades o que podrían verse más afectadas por los impactos negativos de estas. Teniendo en cuenta esto, esta caracterización es muy importante realizarla en su totalidad ya que a partir de esta se puede destacar que es necesario hacer un manejo

adecuado de los recursos naturales como lo estipula el artículo 194 de código de minas, y así mismo se podría hacer una evaluación acerca si las actividades mineras, en este caso las de explotación comprometen los recursos naturales y así mismo especies importantes de esa zona de influencia.

Igualmente se encontró que no existe una clara definición en el mapa de zonificación ambiental de la Mina por lo que no se encuentran delimitados ecosistemas, coberturas vegetales, zonas de importancia ambiental ente otras, como especifica la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018) y así como se menciona en el código de minas en el Artículo 34, pues en este se destaca que hay algunas zonas que son consideradas como protegidas dentro de las cuales no puede haber ningún tipo de intervención, por esta razón, es muy importante que la mina el Limón dentro de su EIA integre un mapa de zonificación ambiental. El EIA se limita a describir algunas coberturas vegetales como lo son las zonas de agriculturas como mosaicos, pastos limpios, cafetales, entre otros, y coberturas boscosas como bosques fragmentados, pero no se muestra explícitamente como están distribuidos en el espacio lo que dificulta el análisis del impacto de la actividad minera sobre estas coberturas. Comparando esto con información secundaria, el bosque galería y ripario que es uno de las principales coberturas boscosas de la zona de influencia directa del proyecto, presenta estado de degradación preocupante, ya que por el avance de la frontera agropecuaria las rondas hídricas están desprovistas de vegetación, razón por la cual algunos cuerpos de agua se encuentran recibiendo sedimentación constante debido a la erosión continua de las riveras.

En lo referente a las concesiones y permisos del agua y de vertimientos en el EIA de la empresa no se encuentran adecuadamente definidos y fue en la visita de campo realizada por la estudiante que se pudo corroborar que la mina contaba con los debidos permisos y en cumplimiento del artículo 64 del Código de Minas que hace referencia a las áreas en corrientes de agua. Estos permisos de agua y de vertimientos son de suma importancia ya que como se ha mencionado en la actividad minera se generan diferentes tipos de agua como son las aguas lluvias, las aguas residuales mienras y las domésticas, y estos para poder ser vertidos requieren de un tratamiento previo según la Resolución 631 del 2015, por lo tanto, la empresa al contar con este permiso está sometida a cumplir con los criterios de vertimientos, los cuales teniendo en cuenta los resultados del objetivo 1 deben ajustarse con mayor precisión a los subprogramas de manejo ambiental de este componente.

En el EIA se realiza una breve descripción de algunas especies forestales de bosque nativo pero el documento carece de una especificación de la forma como se van a utilizar según lo estipulado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018) en el sentido de los recursos naturales renovables, con el fin de compensar ciertos daños ambientales, destinando un área en específico aprovechando las especies nativas de la zona. Iguales circunstancias se observaron con respecto a los permisos de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad del área de influencia de la mina y dentro del EIA no se menciona la existencia de un permiso para tales efectos. En cuanto al permiso de emisión atmosférica, en el documento no se evidencia su existencia.

De otra parte y en lo que respecta a la evaluación ambiental sobre la identificación y valoración de los impactos para los escenarios con proyecto y sin proyecto, se pudo evidenciar que no existe dicha evaluación en el contexto sin proyecto; pero en el escenario con proyecto el documento incluye una matriz de causa - efecto así como también una valoración del grado de importancia de cada uno de los impactos lo cual está definido en el artículo 78 del Código de Minas el cual define los impactos que pueden causar los trabajos mineros sobre el medio ambiente y entorno social de dicha actividad económica, y así mismo en el artículo 204 en donde se especifica que dentro del EIA debe haber una valoración de los impactos ambientales.

En lo que respecta al plan de manejo ambiental del EIA de la mina El Limón, se encuentran definidos los subprogramas para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y se cuenta con un plan de seguimiento y monitoreo, un plan de contingencia incompleto y un plan de cierre minero como lo define Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018) y según lo especifican los artículos 198 y 204 en donde se definen los instrumentos para el manejo ambiental y se estipula que es necesario crear medidas para prevenir, mitigar, compensar y corregir dicho impacto, pero se observa que algunos de los subprogramas como es el de manejo de aguas lluvias presentan vacíos ya que hablan de manera global acerca del manejo de este recurso, pero no entran en detalle teniendo en cuenta el escenario real de la mina lo que posiblemente puede hacer que dentro de la mina no se haga un óptimo manejo de algunas medidas. De igual forma, algunos subprogramas presentan confusión ya que estos no presentan una delimitación de las medidas como lo señala la Guía Minero Ambiental del Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio ambiente (2002), como lo es el subprograma de Manejo de estériles ya que muchas secciones no se especifican dentro del subprograma, y este lo explica de forma global.

A partir de estos hallazgos y teniendo en cuenta lo observado en el trabajo de campo, así como también lo sugerido por la CAM para la mina, en el PMA se denotan algunos vacíos que no se ajustan a los requerimientos tanto de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018) como del Código Minero. Esto implica necesariamente que la Mina El Limón pueda estar faltando a la estricta aplicación de la normatividad, lo cual hace que la actividad económica se pueda ver afectada por sanciones al impactar negativamente sobre el medio, e igualmente puede llegar a convertirse en una actividad poco competitiva respecto a la competencia, recordando que el departamento del Huila es líder en la explotación minera y esta circunstancia en específico de la Mina incide en la disminución de las regalías que recibe el departamento y ello igualmente afecta la inversión que el departamento debe hacer para minimizar el impacto ambiental de la actividad minera.

Desde esta perspectiva, resulta importante realizar el presente análisis buscando definir aquellos aspectos que reportan vacíos al comparar el PMA de la empresa con respecto a los requerimientos de la autoridad ambiental (CAM) y definiendo aquellos que se especifican en el documento pero que en la práctica no se cumple con todos los requerimientos como se pudo comprobar en la visita técnica realizada por la autora (ver comentarios en la tabla de observación de campo). Con base en ello, se quiere aportar ideas para mejorar las medidas de manejo ambiental de la empresa, específicamente de la actividad de explotación mediante el ajuste de algunos subprogramas del PMA desde la visión de la Ingeniería Ambiental.

Dentro de los aspectos que la CAM considera, deben realizarse cambios a nivel del manejo de residuos sólidos en cuanto al reciclaje de los residuos, tratamiento de residuos orgánicos y la disposición general de los residuos sólidos. Además, esta autoridad ambiental sugiere que por el poco volumen manejado por la mina se realice proceso de enterramiento, lo cual puede ser llevado a la práctica debido a que la mina cuenta con suficiente espacio para ello. Por otro lado, la CAM insiste en que los tres vehículos con los que cuenta la mina deben certificarse cada año en emisión de gases ya que no cuentan con este aspecto. Acorde con lo sugerido por la CAM, en este proyecto se recomienda la construcción inmediata de las obras necesarias para el manejo de aguas lluvias contando con canales perimetrales y dispersores de energía en todos los frentes de trabajo y en el área de disposición de material estéril, aspectos que la empresa cumple parcialmente. Por ende, resulta esencial atender a este requerimiento dado que por normatividad cada frente de trabajo necesita su canal de desagüe de aguas lluvias para evitar contaminación, así como se destacó en el análisis del Objetivo 1, dado que se requiere no solo cumplir

con la normatividad, sino que también los procesos sean más eficientes.

Por último, a nivel del aspecto de cobertura vegetal la autoridad ambiental sugiere a la empresa que el desarrollo de la actividad minera no intervenga la franja protectora de 30 metros de la ronda del drenaje natural, lo cual comprándolo con las observaciones de campo se está cumpliendo ya que el área de explotación y de disposición del material estéril no se encuentra próxima al drenaje natural principal que es la quebrada El Fraile. Por otro lado, pese a que el aspecto de reforestación está siendo atendido por la empresa, no se cumple con la totalidad del área requerida para la reforestación (como se evidenció en el análisis del Objetivo 1) con especies nativas como estolones de gramíneas rastreras para cumplir con la normatividad, en cuanto a realizar siembra de 500 árboles para cumplir la totalidad de siembra.

Los anteriores hallazgos de parte la autoridad ambiental denotan que posiblemente la desactualización del EIA de la mina pudieron incidir en los vacíos de estos subprograma; adicionalmente la CAM dio un tiempo máximo entre 30 y 90 días para atender los requerimientos, pero aún la empresa no ha llevado a la práctica el 100% de los cambios para ajustarse la normatividad ambiental, y por ello en la matriz se evidencia una serie de limitaciones que impiden el cabal cumplimiento de la normatividad ambiental.

A partir de todo lo anteriormente descrito resulta evidente que el ajuste al PMA de la Mina El Limón respecto a lo requerido por la autoridad ambiental, es una cuestión inminente e inaplazable y donde el presente proyecto puede realizar aportes que le permitan a la empresa en próximas visitas de la CAM cumplir a cabalidad la normatividad ambiental. Por esto, es necesario hacer un ajuste al subprograma de manejo de aguas lluvias, disposición de estériles, disposición residuos sólidos y por último al de repoblación y mejoramiento del paisaje, teniendo en cuenta que estos subprogramas reúnen aspectos a tratar para minimizar los impactos generados tanto para el componente agua y suelo, como se pudo observar en la matriz de evaluación de impactos de avellaneda, para este caso, el manejo de la biodiversidad se toma como parte del componente suelo.

Tabla 11. Matriz comparativa entre la normatividad y la evaluación ambiental de la Mina El Limón

Ítem	Sub ítem	Estado de la información			Observaciones	Hallazgos	Normatividad (Código minero)	Requerimientos CAM
		Cumple	No cumple	Parcialmente				
1. Descripción del proyecto				X	Pese a cumplir con este ítem, el orden no es el establecido por la <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales</i> . Esta circunstancia podría generar confusión y una menor claridad al momento de entender el estudio del impacto ambiental de la Mina El Limón. Por otro lado, cuenta con un cronograma para el cumplimiento de las actividades de los subprogramas estipulados, describe cada una de las fases del proyecto, los insumos, la infraestructura para el desarrollo de la actividad económica, cuenta con cálculos para diseños de los frentes de explotación y botaderos. Se menciona acerca del material de descapote que va ser removido anualmente. Así mismo en el PMA hay un subprograma enfocado hacia lo que es el manejo y disposición de los residuos sólidos de la mina, pero no específica en el volumen que se podría generar. En cuanto a los costos, el EIA se limita a describir los costos ambientales y costos de producción, pero no se enfatiza de la mejor manera en los costos del proyecto, ya que estos se explican en cada subprograma del PMA pero no hay un análisis de costos general.		Ley 685 de 2001: Se debe hacer la descripción del área objeto del contrato, y de su extensión.	No aplica
2. Área de influencia	2.1 Delimitación del área de influencia			X	El documento solamente se limita a describir la metodología utilizada pero no definen detalladamente el área de influencia según el medio y el componente. Además de la		Artículo 82. <i>Delimitación</i> . Este artículo menciona que al finalizar el período de exploración se deberá presentar la delimitación definitiva de la zona del área	No aplica

					descripción del medio biótico, abiótico y socioeconómico.		contratada que va a quedar vinculada a los trabajos y obras de explotación, más las obras estrictamente necesarias para el beneficio, transporte interno, servicios de apoyo y obras de carácter ambiental, destacándose la delimitación del área de influencia del proyecto.	
3. Participación y socialización con las comunidades				X	El tema se describe en el punto de caracterización ambiental del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, pero no está definido en un apartado independiente. Además, no se encuentra enfocado en cuanto a la socialización y participación de las comunidades; en el PMA se incluye en un subprograma específico dirigido a la comunidad dentro del subprograma de educación ambiental con acciones específicas a sensibilizar la comunidad en temas ambientales además de capacitaciones dirigidas al personal de la mina. Por otro lado, en el EIA no se resalta la participación de los trabajadores de la región en el proyecto minero.	En la visita institucional se encontró cartelera informativa de visita a comunidades con sus respectivos registros fotográficos, y así mismo se pudo cuestionar al gerente acerca del personal de la mina en donde resaltó que la mayoría de los trabajadores son de la región y del área de influencia.	Artículo 121. <i>Integridad cultural</i> . En este artículo se destacan los valores culturales, sociales y económicos de las comunidades que están siendo influenciadas por el proyecto minero. Artículo 254. <i>Mano de obra regional</i> . Se destaca que en los trabajos mineros y ambientales del concesionario de minas la autoridad minera se debe señalar los porcentajes mínimos de trabajadores oriundos de la respectiva región y domiciliados en el área de influencia de los proyectos que deberán ser contratados.	No aplica
4. Caracterización del área de influencia	4.1 Medio abiótico	X			En general estos temas son incluidos en forma generalizada dentro del EIA de la Mina El Limón, pero no se definen en forma específica como lo indica la <i>Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales</i> , se hacen algunas referencias en la identificación y evaluación de impactos ambientales principalmente en los temas de calidad del agua y emisiones atmosféricas. En cuanto al medio biótico se cuenta con una		Artículo 194. <i>Sostenibilidad</i> . Destaca que el deber de manejar adecuadamente los recursos naturales renovables y la integridad y disfrute del ambiente tiene que ser compatible con la necesidad de fomentar y desarrollar racionalmente el aprovechamiento de los recursos mineros como componentes básicos de la economía. Artículo 203. <i>Uso de</i>	
	4.2 Medio biótico	X						
	4.3 Medio socioeconómico			X				

					caracterización de la flora y fauna del lugar, pero no se definen en forma específica las áreas de especial interés ambiental. Sobre los aspectos del medio socioeconómico se limita a generalizar la caracterización poblacional y socioeconómica del municipio, pero no como tal de la zona de la influencia de la Mina El Limón, Vereda El Vergel. No cuenta con un análisis de los Servicios Ecosistémicos - SSE.		<p><i>recursos.</i> Se destaca que si las actividades mineras comprometen el uso de recursos naturales es importante pedir autorización a la autoridad ambiental.</p> <p>Artículo 204. <i>Estudio de impacto ambiental.</i> Se destaca que es importante hacer una caracterización del medio físico, social y económico del lugar o región de las obras y trabajos de explotación.</p>	
5. Zonificación ambiental			X	<p>Pese a que la Metodología exige que se describan en forma independiente, en el EIA de la Mina El Limón no se especifica la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, pues no cuenta con una mapa de zonificación ambiental en donde se describan todos los aspectos ya que solo muestra un mapa de ecosistemas sensibles pero no permite en su totalidad realizar un verdadero análisis porque no se diferencia la delimitación de la mina, puesto que se identifican coberturas vegetales dentro de las cuales se destacan los territorios agrícolas y bosques y áreas semi naturales pero de forma textual, por ende no se puede observar cuáles hacen parte de la zona de influencia directa.</p>		<p>Artículo 34. <i>Zonas excluibles de la minería.</i> Destaca que no pueden ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas conforme a la normatividad vigente como d protección y desarrollo de recursos naturales renovables o del ambiente. Por esta razón es importante realizar una zonificación ambiental para identificar las zonas protegidas y los ecosistemas sensibles.</p> <p>Artículo 203. <i>Uso de recursos.</i> Es importante realizar la zonificación ambiental para ver y priorizar los recursos que se van a intervenir y así conseguir los permisos correspondientes.</p> <p>Artículo 204. <i>Estudio de impacto ambiental.</i> Es importante llevar a cabo la zonificación ambiental la cual está contenida dentro del EIA que debe realizar cada mina.</p>		

6. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	6.1 Concesión de agua superficial	X			El EIA no especifica claramente este tipo de concesión del agua para la Mina El Limón.	En visita institucional se pudo corroborar la existencia de los permisos exigidos a la Mina para tales efectos.	Artículo 64. <i>Area en corrientes de agua.</i> En este artículo se destaca que el área de la concesión cuyo objeto sea exploración y explotación de minerales en el cauce debe cumplir con ciertos requisitos.			
	6.2 Concesión de agua subterránea	X								
	6.3 Permiso de vertimiento	X								
	6.4 Ocupación de cauces	X			El documento solo hace referencia a que el bosque de galería circunda algunos cauces pero no se especifica el índice de ocupación de los mismos.			Sugiere realizar las obras necesarias para el manejo de aguas lluvias contando con canales perimetrales y dispersores de energía en todos los frentes de trabajo y en el área de almacenamiento de material estéril.		
	6.5 Aprovechamiento forestal	X			Solo se describen brevemente algunas especies forestales de bosque nativo pero no se especifica cuál es su aprovechamiento forestal	En la visita de campo no se pudo evidenciar el aprovechamiento forestal por la actividad de descapote de la cobertura vegetal, pero si se observó que se encuentran varios parches de suelo por la deforestación.	Artículo 173. <i>Utilización de Recursos Naturales Renovables.</i> Este artículo hace referencia a que el uso de recursos naturales renovables existentes en terrenos de cualquier clase requiere autorización de la autoridad ambiental competente. Artículo 198. <i>Medios e instrumentos ambientales.</i> En este artículo se especifica acerca de los permisos para el uso de los recursos naturales renovables.	Sugiere que no se intervenga la franja protectora de 30 metros de la ronda del drenaje natural. Recomienda la reforestación con especies nativas con estolones de gramíneas rastreras para cumplir con la normatividad. Realizar siembra de la totalidad de los árboles.		
	6.6 Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad			X	Se realiza la caracterización de las especies nativas silvestres de la zona de la Mina pero esta circunstancia no está especificada en el EIA	No se pudo verificar su existencia				
	6.7 Permiso de emisión atmosférica (aire y ruido)			X	La Mina cuenta con el permiso de emisiones, pero no se encuentra especificado en el EIA. Por otro lado, para los camiones que transportan el materiales no cuentan con certificado vigente de emisión de gases.	No se pudo verificar su existencia		Sugiere atender normatividad ambiental para los vehículos con la debida certificación		
	6.8 Aprovechamiento		X		No aplica					

	de materiales de construcción							
7. Evaluación ambiental	7.1 Identificación y valoración de impactos para el escenario sin proyecto		X		No hay una identificación y valoración de impactos ambientales para el escenario sin proyecto.		Artículo 78. <i>Trabajos de exploración</i> . El impacto que sobre el medio ambiente y el entorno social puedan causar estos trabajos y obras.	
	7.2 Identificación y valoración de impactos para el escenario con proyecto	X			El EIA incluye una matriz de causa - efecto donde se determinan los impactos ambientales de cada una de las actividades que se ejecutan en la Mina en cuanto al medio abiótico, biótico y socioeconómico.	En la visita de campo se pudo evidenciar los impactos relacionados con la biodiversidad debidos principalmente a las actividades de descapote de la cobertura y la perforación y voladura, observándose una gran extensión de suelos sin revegetalizarse. Así mismo se pudo identificar que por la deficiente recolección de aguas lluvias esto puede estar intensificando los impactos sobre el suelo y la dinámica fluvial y calidad del agua. En cuanto a la identificación de impactos sociales, con la visita se pudo corroborar que hay un impacto positivo sobre la parte social ya que hay una integración activa de las comunidades en el proyecto minero.	Artículo 78. <i>Trabajos de exploración</i> . Artículo 204. <i>Estudio de impacto ambiental</i> . Este estudio es importante para la identificación de impactos tanto para el escenario con proyecto como el de sin proyecto.	
	7.3 Evaluación económica en el proceso de licenciamiento		X		El EIA no cuenta con esta evaluación, pues solo se lleva a cabo una evaluación económica pero del producto obtenido por la		Artículo 205. <i>Licencia ambiental</i> . Artículo 206. <i>Requisito ambiental</i> .	

	ambiental			X	extracción del material.			
8. Zonificación de manejo ambiental del proyecto				X	No cuenta con una zonificación de manejo ambiental del proyecto mediante un mapa, pero se establece que las áreas que deben ser priorizadas para su manejo corresponden a los corredores ecológicos estratégicos donde los bosques naturales deben ser preservados y conservados para el proporcionamiento de servicios ecosistémicos destacándose la vegetación del bosque seco tropical.			
9. Planes y subprogramas	9.1 Plan de manejo ambiental	X			En el EIA se encuentran adecuadamente definidos los subprogramas para cada uno de los medios. Incluyen un subprograma de seguimiento y monitoreo con sus respectivos objetivos y el alcance de los mismos según cada uno de los componentes de los subprogramas ambientales. Cuenta con un Plan de contingencia, pero está incompleto porque no reporta un panorama de riesgos y por tanto es solamente descriptivo, así como con un Plan de Cierre Minero.	Con lo observado en campo y a partir del objetivo 1, se presentan varios vacíos en subprogramas relacionados con el manejo de aguas lluvias en frentes de explotación y zonas y aguas mineras, manejo de biodiversidad, manejo de estériles y de residuos sólidos. Por esta razón, no hay un óptimo cumplimiento de este ítem dentro de la práctica del proyecto minero pese a que todas las acciones están estipuladas dentro del PMA de la mina.	Artículo 195. <i>Inclusión de la Gestión Ambiental.</i> Este artículo hace referencia a que los trabajos de minería adelantados por contrato de concesión o por título de propiedad privada del subsuelo, deben incluir su estudio, diseño, preparación y ejecución, la ejecución de la gestión ambiental y sus costos para ser aprobados. Artículo 198. <i>Medios e instrumentos ambientales.</i> Este artículo hace referencia a los Planes de Manejo Ambiental, al estudio de Impacto Ambiental, a la Licencia Ambiental, a los permisos o concesiones para la utilización de recursos naturales renovables, Guías Ambientales y autorizaciones en los casos en que tales instrumentos sean exigibles. Artículo 204. <i>Estudio de impacto ambiental.</i> Dentro de este estudio se tienen en cuenta las medidas para los impactos que se presentan por las actividades mineras:	Manejo de residuos sólidos: almacenamiento, tratamiento de residuos orgánicos. Sugiere que por el poco volumen manejado por la mina se realice proceso de enterramiento. Recomienda atender normatividad ambiental para los vehículos con la debida certificación. Sugiere realizar las obras necesarias para el manejo de aguas lluvias contando con canales perimetrales y dispersores de energía en todos los frentes de trabajo y en el área de almacenamiento de material estéril. Sugiere que no se intervenga la franja protectora de 30 metros de la ronda

Propuesta de actualización de medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la Mina El Limón en Palermo, Huila

						medidas de prevención, mitigación, compensación y corrección.	del drenaje natural. Recomienda la reforestación con especies nativas con estolones de gramíneas rastreras para cumplir con la normatividad. Realizar siembra de la totalidad de árboles programados para la reforestación.
	9.2 Otros planes y subprogramas	X			- Plan Uno Por Ciento para Proyecto Ambiental (aspectos de marketing) Sin embargo en otros planes no se incluye el Plan de Compensaciones del Medio Biótico en el Marco del proceso de licenciamiento ambiental		

Fuente: Elaboración propia (2020).

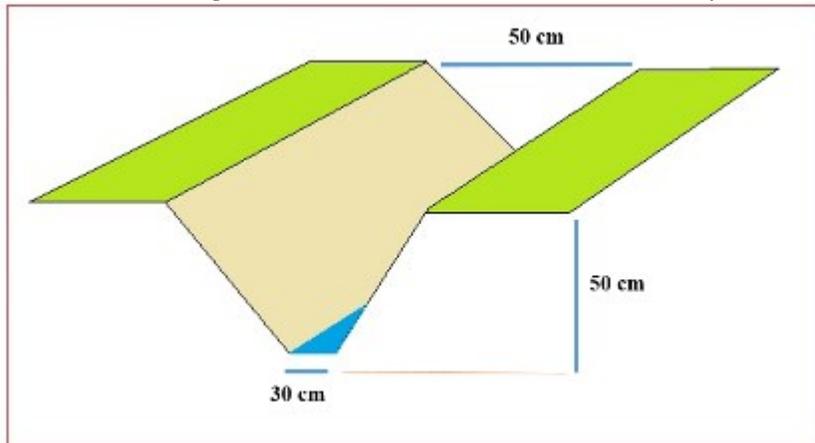
8.3 Objetivo 3: Formular los subprogramas de manejo de los componentes de agua y suelo bajo estudio.

A continuación, se van a formular las fichas de manejo ambiental de las medidas correspondientes a los subprogramas de aguas lluvias, manejo y disposición de residuos sólidos, disposición de estériles, y repoblación vegetal y mejoramiento del paisaje, los cuales presentan vacíos y algunos requerimientos de la autoridad ambiental:

Tabla 12. Ficha de manejo ambiental - subprograma de aguas lluvias.

Ficha 1. Manejo de aguas lluvias								
Objetivo: Adecuar el sistema de recolección y tratamiento de las aguas lluvias generadas en los frentes de trabajo del proyecto minero.								
Meta: Evitar la sedimentación de ríos y quebradas y minimizar la erosión por aguas lluvias.								
Actividades que ocasionan el impacto:	<ul style="list-style-type: none"> -Perforación y voladura. -Remoción de estériles. -Disposición de estériles. -Transporte. -Acopio. 							
Impactos ambientales:	<ul style="list-style-type: none"> -Erosión. -Inestabilidad del terreno. -Remoción en masa. -Contaminación de aguas superficiales. -Alteración de los drenajes naturales. -Sedimentación de cuerpos. -Afectación comunidades hidrobiológicas. 							
Tipos de medidas	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	
Acciones a desarrollar:	<ul style="list-style-type: none"> -Construir o adecuar las instalaciones adicionales alejadas de ríos y quebradas, con el fin de evitar la alteración de los drenajes naturales, y si hay alteraciones, construir los desvíos y obras de control minimizando su impacto. -Construir canales perimetrales de sección trapezoidal en los 3 frentes de trabajo y una principal al lado de la vía interna principal. -Construcción de 4 alcantarillas para el recibimiento de las aguas lluvias conducidas por los canales perimetrales. -Mantenimiento mensual de los cunetas y canales. -Diseñar un sistema de almacenamiento de aguas lluvias para su posterior recirculación para riego de vías. 							
Tecnologías a usar:	Canales perimetrales, alcantarillas y tanques para almacenar aguas lluvias.							
Diseño	<p>Canales perimetrales:</p> <p>Los canales perimetrales tienen que estar ubicados alrededor del área de explotación y al lado de las vías de acceso de la mina, pero para este caso se propone también el diseño de canales para las bocaminas de los frentes de explotación. Por lo tanto, se proponen los siguientes diseños para los canales perimetrales:</p>							

Figura 20. Diseño de cuneta trapezoidal del contorno de las bocaminas de los frentes de explotación.



Fuente: Elaboración propia (2020).

- Base mayor: 50 cm
- Base menor: 30 cm
- Profundidad: 50cm
- Ángulo de las paredes: 45°

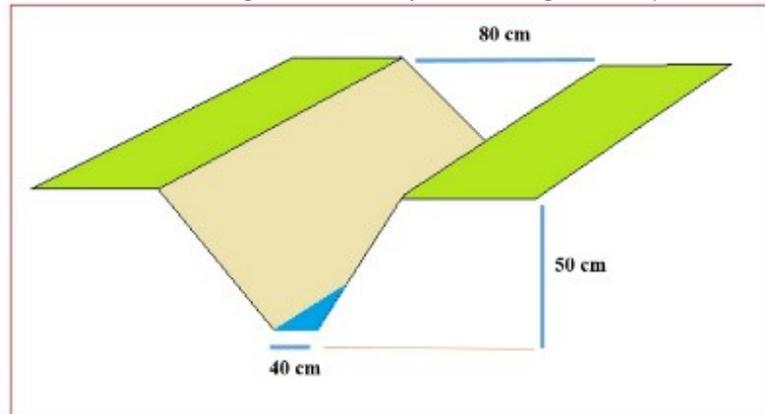
- Área de los canales:

A partir de la anterior figura y teniendo en cuenta las dimensiones de la cuneta trapezoidal propuesta para el contorno de las bocaminas se procede a calcular el área de estas:

$$At = \frac{B + b}{2} * h$$

$$At = \frac{30cm + 50cm}{2} * 50cm$$
$$At = 2000cm^2$$

Figura 21. Diseño de Cuneta trapezoidal de los frentes de explotación y del canal principal.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Base mayor: 100 cm
Base menor: 40 cm
Profundidad: 50 cm
Ángulo de las paredes: 45°

A partir de la anterior figura y teniendo en cuenta las dimensiones de la cuneta trapezoidal propuesta para los frentes de trabajo y para el canal principal, se procede a calcular el área de estas:

$$At = \frac{40cm + 80cm}{2} * 50cm$$
$$At = 3000 cm^2$$

-Longitud de los canales:

La longitud de los canales se calculó teniendo en cuenta las medidas de cada uno de los frentes y de la vía principal:

Sector 1 de explotación:

-Contorno de Bocaminas: 9 m y 18 m
- Frente de explotación: 70,2 m

Sector 2 de explotación:

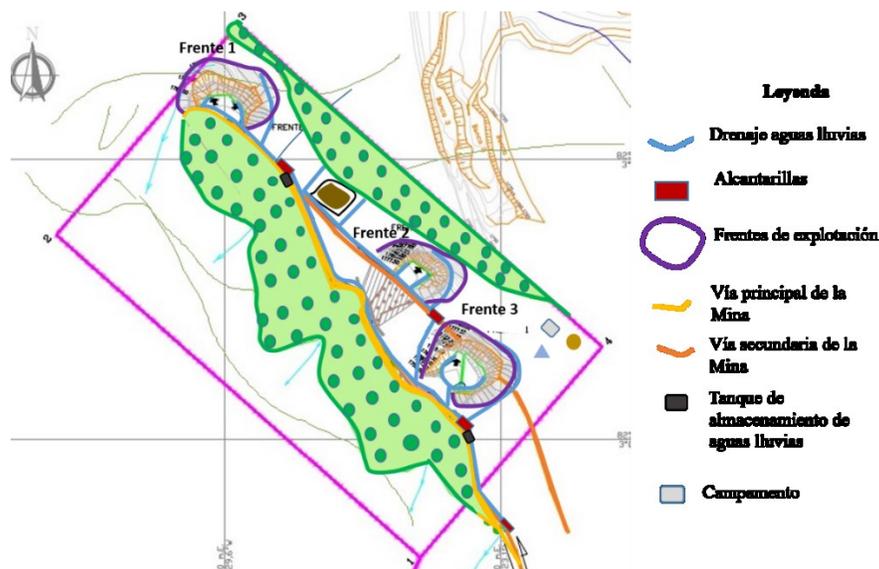
-Contorno de Bocaminas: 18 m y 18 m
-Frente de explotación: 70,2 m

Sector 3 de explotación:

-Contorno de Bocaminas: 26 m y 52 m
-Frente de explotación: 105 m

	<p>Canal de vía principal:</p> <p>-Longitud: 470 m</p> <p>Canal de vía secundaria:</p> <p>-Longitud: 191 m</p> <p>-Material de revestimiento:</p> <p>Se propone que las cuentas se construyan aprovechando el material del suelo el cual sirve como superficie para la circulación del agua, y para contrarrestar la velocidad con la que pueda circular el agua se propone el uso de elementos rugosos como piedras calizas salientes o enterradas en los canales perimetrales para que el caudal de desagüe no sea tan grande. Se propone que 50 m antes de llegar a la alcantarilla, la cuneta se revista con un volumen de 0.11 m³ /ml de un material granular para que no haya arrastre de sedimento y el agua llegue a la alcantarilla con una buena calidad.</p> <p>-Alcantarillas:</p> <p>Se propone el siguiente dimensionamiento para las alcantarillas según lo estipulado por la Guía Minera Ambiental y según las dimensiones que tienen las alcantarillas de la mina:</p> <p>1.5m largo x 1.5 m ancho x 0.5 m alto</p> <p>- Almacenamiento de aguas lluvias:</p> <p>El almacenamiento de las aguas lluvias se va a llevar a cabo con el objetivo de recircularla y usarla en el riego de las vías, el cual se tiene que hacer diariamente. Por esta razón, teniendo en cuenta que actualmente en la mina se usan 2000 litros diarios de agua para el riego de las vías de la mina, se van a disponer dos tanques enterrados de 1000 litros cada uno, para una recolección diaria de 2000 litros de agua; estos se van a enterrar próximos a las alcantarillas como se observa en la figura 22, con una acometida para que cuando se llene el tanque este se cierre y el agua siga fluyendo. Esto teniendo en cuenta que el mes más seco en el municipio de Palermo es el de Enero con 10 días de sequía (Meteoblue, 2010), por ende, se presentan precipitaciones los otros 21 días del mes, recolectándose aproximadamente 42000 litros de aguas, por tanto, quedarían 22000 litros de reserva por si hay días en los que no se presentan precipitaciones o si éstas son de menos de 2 mm.</p>
--	---

Figura 22. Mapa de la Mina El Limón editado para el manejo de aguas lluvias



Fuente: Elaboración propia (2020).

Lugar de Aplicación	Esto se va a aplicar en el área de explotación en cada uno de los frentes de trabajo en las vías internas de la mina.	
Monitoreo y seguimiento	Actividad	Indicador
	Adecuación de canales perimetrales	Metros adecuados/Total de metros a adecuar
	Mantenimiento mensual de cunetas y de alcantarillas	Nº de mantenimientos efectuados/Total de mantenimientos programados
	Construcción de 4 alcantarillas	Alcantarilla construidas
Cronograma de ejecución	Se propone que la construcción de la totalidad de las cunetas y de las alcantarillas se lleve a cabo en el término de 3 meses del calendario mientras se hace la cotización exacta para la ejecución de esto. A partir de la construcción de estas se propone hace un mantenimiento mensual de los canales.	
Personal requerido	-Ingeniero de minas, ingeniero geólogo, ingeniero ambiental e ingeniero civil. -Auxiliares para la construcción de los canales.	
Costos	Actividad	Costo Total
	Adecuación de canales perimetrales	\$ 4.500.000
	Mantenimiento mensual de cunetas	\$ 200.000
	Construcción de alcantarillas	\$ 2.000.000
	2 Tanques de almacenamiento de agua de 1000 litros.	\$ 1.780.000
	Total	\$8'480.000

A partir de esta ficha de manejo ambiental para el subprograma de aguas lluvias, se pueden destacar varios aspectos que son relevantes para la construcción de la misma y para que la mina El Limón lleve a cabo una adecuada gestión de estas variables, dentro de estos, está el diseño de las cunetas trapezoidales para la recolección de aguas lluvias, las cuales son una de las variables de diseño que están contenidas dentro de la Guía Minero Ambiental del Ministerio de Minas y Energía y de Medio Ambiente (2002), la cual propone dimensiones estándares de estas para que las empresas mineras se puedan guiar para la construcción de los canales perimetrales o cunetas de coronación dentro del área de explotación para cada uno de los frentes de trabajo, que para este caso se diseñaron canales perimetrales debido a que la

mina cuenta con la adecuada pendiente para que el agua vaya circulando hacia las alcantarillas. Por tal razón, se decidieron las dimensiones descritas en la ficha tanto para los canales de las bocaminas de cada frente y para el canal que rodee todo el frente hasta interconectarse con el canal perimetral como lo menciona la Guía Minero Ambiental, debido a que al lado de la vía principal también debe contar con un sistema de desagüe hacia las alcantarillas dispuestas.

Por consiguiente, se revisaron otros planes de manejo ambiental que trataran temas similares a los de este proyecto y se encontró el de Castiblanco (2017) dentro del cual la autora hace un ajuste al subprograma de manejo de aguas lluvias y hace un diseño de las cunetas de sección trapezoidal con sus respectivas dimensiones y ángulo de las paredes, así mismo se tuvo en cuenta el documento de Cortolima (2008) del *Estudio de Impacto Ambiental de la Mina El Pedregal*, en donde también se hace un dimensionamiento de las mismas, y el cual sirvió como modelo para el diseño del sistema de drenaje de aguas lluvias de este proyecto, ya que debido al área y al tipo de minería que es de explotación de rocas sedimentarias, se asemeja a la actividad de la mina El Limón manteniendo estructuras similares. Por otro lado, la longitud de los canales perimetrales se pudo llevar a cabo haciendo una estimación en campo al observar los frentes de explotación y la vía principal, y así mismo con el mapa proporcionado por la empresa (Figura 22) el cual está a una escala 1:1000, con el fin de que estos diseños se asemejen lo mejor posible al escenario real de la mina el Limón, teniendo en cuenta que un 1cm en el plano equivale a 1000 cm en el terreno real, por ende, esto sirvió como herramienta para hacer un aproximado de las longitudes, sabiendo también que el área de la mina es de 7 hectáreas.

Así mismo, dentro de esta ficha se propone que las cunetas se construyan aprovechando el material de extracción el cual sirve como una buena superficie para la circulación del agua según la Unidad de Planeación Minero energética (1998), ya que este material presenta una velocidad de conducción de aguas la cual se encuentra dentro de los rangos establecidos, sin embargo, se propone que a lo largo de los canales se dispongan piedras sedimentarias con el fin de minimizar la velocidad del flujo y evitar el rebosamiento de los canales, y además que 50 m antes de las alcantarillas, los canales se revistan con material granular para minimizar el arraste de sedimento como lo propone la Guía Minero Ambiental. Para esto, es muy importante que se haga un mantenimiento mensual de los canales para remover sedimentos.

Por otro lado, se propone dentro de la ficha de manejo ambiental, almacenar las aguas lluvias dentro dos tanques los cuales se entierren próximos a las alcantarillas con una acometida con el fin de que cuando el tanque se llene, este se pueda cerrar y el agua siga fluyendo. Esto se propone con el objetivo de que el agua lluvia se pueda recircular y usar en el sistema de riego de las vías de la mina principalmente en épocas de sequía, actividad la cual se tiene que hacer diariamente, y minimizar el uso del agua captada directamente de la fuente hídrica y por ende el agotamiento de este importante recurso, teniendo en cuenta que diariamente se usan aproximadamente 2000 litros para el riego de las vías, además de que esto representa una propuesta innovadora dentro de la actividad minera ya que se podría aprovechar un recurso el cual actualmente no lo valorizan actualmente.

Por lo tanto, a partir de lo anterior se considera que dentro de esta ficha se plantean medidas de prevención ya que es muy importante implementar las acciones propuestas con el fin de evitar que se presenten impactos ambientales como la erosión del suelo por la ausencia de un sistema de recolección de aguas lluvias, así mismo, se plantean medidas de mitigación con el fin de que se reduzca la vulnerabilidad que tienen los recursos al presentarse la actividad de explotación, minimizando la atenuación de los daños potenciales, y por último estas medidas son consideradas también como

correctivas ya que a partir de lo que se observó en campo y de acuerdo a la normatividad, se quiere realizar un ajuste a este subprograma sobre las medidas que ya están establecidas dentro de la mina, mejorándolas y adaptándolas más al escenario real de la mina.

A continuación, se presenta la ficha para el subprograma de residuos sólidos:

Tabla 13. Ficha de manejo ambiental - subprograma de residuos sólidos.

Ficha 1. Manejo y disposición de residuos sólidos							
Objetivo: Implementar las medidas necesarias para el manejo integral de los residuos sólidos que se generen dentro del proyecto minero.							
Meta: Cumplir al 100% las acciones dispuestas para el manejo y disposición de residuos sólidos y minimizar los residuos sólidos generados para disposición final.							
Actividades que ocasionan el impacto:	Zonas en donde se generan los residuos sólidos: -Campamentos. -Zona de mantenimiento de equipos y vehículos.						
Impactos ambientales:	-Alteración de la calidad del suelo. -Alteración de calidad del agua subterránea y superficial. -Alteración de biodiversidad. -Alteración de la calidad del aire.						
Tipos de medidas	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
Acciones a desarrollar:	<ul style="list-style-type: none"> -Capacitaciones a los trabajadores de la mina sobre la clasificación, manejo y disposición final de los residuos generados para su óptima gestión. -Segregación en la fuente de los residuos sólidos generados. - Recolección de residuos sólidos en los campamentos y en la zona de mantenimiento de equipos y vehículos. - Contar con canecas rotuladas para el acopio de cada uno de los residuos (Punto ecológico). - Clasificar los residuos orgánicos, orgánicos aprovechables, plásticos, papel-cartón, vidrio y peligrosos. -Almacenar residuos sólidos peligrosos en recipientes especiales, con alta resistencia a la corrosión e impermeables. -Recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos posibles y disponer solamente lo que no es reutilizable. -Usar los residuos orgánicos como es el maíz proveniente de los casinos de los campamentos como alimento para los animales que se encuentran en las granjas a los alrededores de la Mina, por lo tanto, estos se deben separar en la cocina del casino. -Reciclar el papel-cartón y el plástico obtenido dentro de los campamentos y la oficina para reutilizarlos. - Para los residuos sólidos peligrosos las disposiciones finales deben ser realizada por un gestor autorizado, para lo cual se va a entregar a la empresa Serviambiental S.A E.S. P los residuos peligrosos, como lo son las estopas, guantes, uniformes y filtros usados de los vehículos para que estos hagan el debido tratamiento a estos residuos (Incineración). - Debido a que el volumen generado de residuos orgánicos es menor a 10 kg diario, teniendo en cuenta que el 60% de estos residuos son orgánicos aprovechables los cuales se pueden regalar a las granjas próximas a la Mina El Limón para la alimentación de animales, se propone hacer enterramiento cubierto del 40% de residuos restantes para reducir gastos en transporte hasta el relleno sanitario, cumpliendo con ciertos parámetros de la normatividad. 						
Metodología a usar	Plan de gestión integral de residuos sólidos: Se debe realizar el subprograma que incluye las etapas de generación, separación, entrega al gestor autorizado de residuos, aprovechamiento y disposición final según el Decreto 4741 de 2005.						

Plan de reciclaje “Las 3R Ecológicas: Este plan hace alusión a las acciones de Reducir, Reutilizar y Reciclar, con el fin de disminuir el volumen de residuos generados por alguna actividad, por ende, este plan tiene como objetivo concientizar a los trabajadores y cambiar sus acciones con respecto al manejo de los residuos sólidos haciéndolas más responsables y sostenibles.

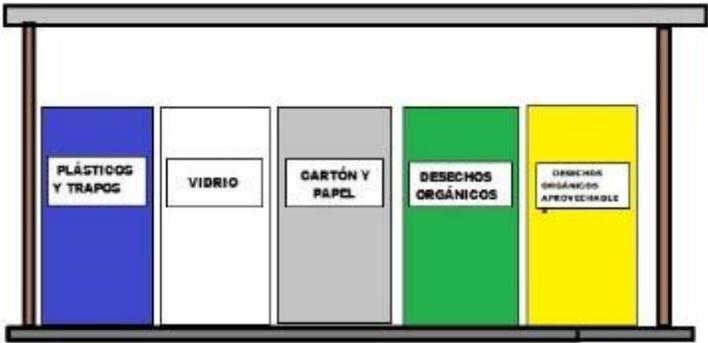
Para esto, se propone el reciclaje del papel que se genera en la oficina de la mina para que este se reúse y pueda ser aprovechado, también disminuir el uso del plástico y reciclarlo para usarlo en temas de jardinería, así como las llantas usadas de los vehículos de la mina. También se propone la entrega del vidrio a recicladores de las zonas. Es importante que para el aprovechamiento de algunos residuos orgánicos como de los restos de comida para la alimentación de los animales de las granjas cercanas a la mina El Limón.

Enterramiento cubierto: Método para la disposición final de residuos ordinarios que no se puedan aprovechar.

Diseño

Separación en la fuente:

Figura 23. Clasificación de residuos sólidos mediante canecas de colores con el fin de realizar la gestión integral de residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Caneca azul: Plásticos.
Caneca blanca: Vidrio.
Caneca gris: cartón y papel.
Caneca verde: Desechos orgánicos como restos de alimentos, servilletas y papel sucio.
Caneca Amarilla: Residuos vegetales aprovechables.

-Almacenamiento y disposición de residuos sólidos de residuos peligrosos:

1. Contar con un dique de contención para almacenar los filtros en los sitios en donde se hace el cambio de estos.
2. Disponer los residuos que en este caso son filtros, uniformes y estopas contaminadas de aceites en tambores con su debida rotulación y ficha de seguridad.
3. Como los residuos peligrosos son compatibles, disponerlos en el mismo lugar.
- 4 Cumplir con las siguientes condiciones para el área de almacenamiento de los residuos peligrosos:

- Construir con materiales no combustibles, piso impermeable (base sintética)
 - Contar con techos que no permitan el ingreso de las aguas lluvias, pero que permita la salida del humo y calor en caso de emergencia por incendio.
 - Contar con la adecuada ventilación.
 - Rotular los tambores de almacenamiento de los residuos con su respectiva ficha de seguridad.
 - Contar con señalización especial de los equipos contraincendios y ubicación del botiquín de primeros auxilios.
5. Entregar mensualmente los residuos peligrosos a la empresa Serviambiental S.A E.S. P para que estos se encarguen del tratamiento o disposición final de estos residuos.
6. Debe mantenerse registros de recepción, despacho e inspección de los residuos peligrosos ubicados en el área de almacenamiento.

Figura 24. Almacenamiento de los residuos peligrosos de la mina El Limón.



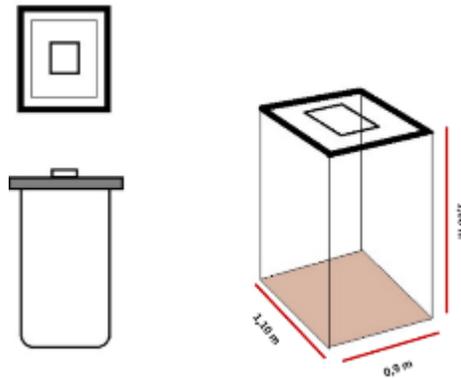
Fuente: Elaboración propia (2020).

-Enterramiento cubierto:

Se propone hacer enterramiento cubierto para los residuos que no son aprovechados con el fin de no incurrir en gastos para el transporte de estos hacia el relleno sanitario de Neiva, por lo tanto, se propone lo siguiente:

Excavar un foso de 0,90 x 1,10 x 1,80m, revestirlo en su interior con un material sintético de polietileno o neopreno, en la parte superior instalar una losa de concreto dotada de una tapa móvil en la parte central. Cuando los residuos lleguen a una altura de 0.5 m de la superficie del suelo cubrir con tierra los residuos (UPME, 1998).

Figura 25. Diseño de la fosa para el enterramiento de los residuos no aprovechables.



Fuente: Elaborado por la autora (2020), tomado de UPME (1998). De: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/creditos.htm

Como el enterramiento de los residuos no se puede hacer en áreas de conservación o protegidas y en zonas que no sean inundables se propone la siguiente ubicación:

Figura 26. Mapa con ubicación del área de enterramiento de los residuos y punto ecológico



Fuente: Mapa proporcionado por la empresa (2018), editado por la autora.

Lugar de Aplicación	Campamentos, zonas de mantenimiento de carros y área para establecimiento de punto ecológico.	
Monitoreo y seguimiento	Actividad	Indicador
	Capacitación a trabajadores sobre manejo y disposición de residuos sólidos.	Nº de trabajadores capacitados/ Total de Nº de trabajadores

	Aprovechamiento de residuos	Kg de residuos aprovechados/ kg total de residuos aprovechables
	Segregación de residuos en la fuente	% cumplimiento de la actividad
	Adecuación de zona de almacenamiento de residuos peligrosos.	% cumplimiento de condiciones para la zona de almacenamiento de residuos
	Establecimiento de un punto ecológico	Nº de puntos ecológicos dentro de la mina
	Enterramiento de residuos ordinarios	Nº de fosas construidas.
	Plan Las 3 R	% de cumplimiento del Plan de las 3 R.
	Entrega de residuos peligrosos a Serviambiental	Registro de entrega mensual de residuos
Cronograma de ejecución	Las acciones estipuladas dentro este subprograma se tienen que hacer desde el inicio de las obras hasta su cierre, y la adecuación del punto ecológico y de la fosa de enterramiento se tienen que hacer en el término de 3 meses del calendario, mientras se hacen las cotizaciones correspondientes para su ejecución.	
Personal requerido	Ingeniero ambiental	
Costos	Actividad	Costo total
	Capacitación a trabajadores	\$100.000
	Adecuación de instalaciones de almacenamiento de residuos.	\$200.000
	Mantenimiento anual de punto ecológico	\$500.000
	Adaptación de punto ecológico con dos caneca más.	\$350.00
	Mano de obra de enterramiento cubierto y materiales	\$2.500.000
	Total	\$3'750.000

Con respecto a esta ficha de manejo y disposición de residuos sólidos, también se tuvieron en cuenta los lineamientos de la Guía Minero Ambiental del Ministerio de Minas y Energía y de Medio Ambiente (2002), con el fin de ajustar este subprograma de acuerdo a las observaciones en campo, y así mismo teniendo en cuenta los requerimientos que realizó la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena- CAM, donde destacan llevar a cabo una mejor gestión de los residuos sólidos para disminuir la cantidad de estos, y aprovecharlos mediante su reutilización. Por esta razón, en este subprograma se propone en primera instancia la segregación de los residuos sólidos en las fuentes de generación y un punto ecológico para la clasificación de estos residuos como lo propone la Guía Minero Ambiental y otros autores como Bello (2017) en su trabajo de grado *Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Formalización de Minería Tradicional OE9-16511 en el Sector del Alto de Jiménez, Vereda Morca, Municipio de Sogamoso*, con sus adecuadas instalaciones, para que no se presenten perturbaciones por eventos externos como lluvias y con las respectivas canecas para la óptima separación de estos residuos. Es por esto, que para el caso de la Mina El Limón se propone contar con cinco canecas para que la separación sea más fácil para los trabajadores de la mina.

Para el caso de los residuos peligrosos también se establecen los lineamientos según la Guía Minero Ambiental para su almacenamiento y manejo, por esto, en la figura 24 se muestra cómo se deben almacenar los residuos teniendo en cuenta que dentro de estas se generan filtros, uniformes y estopas contaminados con aceites, mientras son entregados a la empresa Serviambiental la cual es la encargada de darle disposición final a estos residuos.

Por otro lado, también se propone un plan denominado “Las 3R ecológicas” como una de las acciones a desarrollar, basándose esto en el trabajo de grado de Castiblanco (2017) titulado *Actualización de Plan*

De Manejo Ambiental para el Proyecto Minero Carbodiamante Concesión 7241 de Castiblanco (2017). La importancia de este plan radica en aprovechar al máximo los residuos generados y minimizar la disposición de estos en el relleno sanitario de Neiva y por ende los gastos en transporte, por esto, se propone el reciclaje y reutilización del plástico, el papel y las llantas, y el aprovechamiento de algunos residuos orgánicos como restos de comida para la alimentación de animales de las granjas próximas a la mina El Limón.

Teniendo en cuenta lo anterior, la CAM propone algún tipo de tratamiento para los residuos orgánicos como lo es el compostaje, pero para volúmenes tan pequeños como los de esta mina no es recomendable llevar a cabo tal tratamiento debido a que se generarían altos costos, ya que al tratarse un volumen tan pequeño se requerirían de materiales de aporte como aserrín, tamo de arroz, desechos de café, entre otros, si el compostaje se va a llevar a cabo con microorganismos degradadores de materia orgánica, y en el caso de usarse lombricultivos estos también generarían altos costos, además de que se requiere invertir para controlar parámetros como el oxígeno, la humedad, la temperatura, el pH y la relación C:N:P (FAO, 2013).

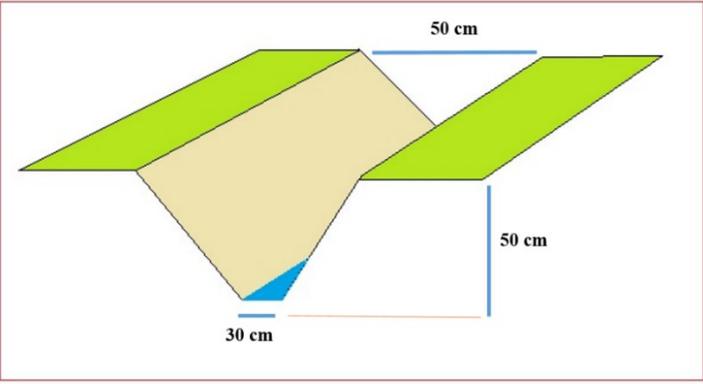
Los proyectos mineros que realizan compost manejan volúmenes más grandes de residuos orgánicos, como se ve reflejado en la tesis de maestría de Gallardo (2013) titulada *Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana*, en donde proponen este tratamiento debido a que en la mina objeto de su propuesta se generan 150 kg diarios de residuos orgánicos, y también en la tesis de grado de Cordova (2016) titulada *Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes Unidad Minera del Sur*, en la cual mencionan que en la mina se producen 220 kg diarios de residuos orgánicos. Por lo tanto, para la mina el Limón al generar aproximadamente menos de 10 kg de residuos orgánicos aprovechables no es tan viable hacer compostaje, así como se plantea en el *Estudio de impacto Ambiental del Mina Pedregal de Cortolima (2008)*.

Por último, otro de los requerimientos de la CAM es hacer enterramiento cubierto de los residuos de acuerdo a las medidas que propone La Unidad de Planeación Minero Energética (1998) en la Guía Ambiental de Minería de Carbón a cielo abierto, por ende, a partir de esta se establecieron los lineamientos y dimensiones de diseño de la fosa cubierta para la mina El Limón, que están estipuladas para mineras con una producción de residuos sólidos.

Al igual que el subprograma de manejo de aguas lluvias, dentro de este se plantean medidas de prevención, mitigación y corrección, debido a que estas se proponen a partir de lo que ya se tiene implementado en la mina, para ajustar las acciones y de esta manera prevenir impactos ambientales y minimizarlos.

A continuación, se presenta la ficha para el subprograma de estériles:

Tabla 14. Ficha de manejo ambiental- subprograma de estériles.

Ficha 1. Manejo y disposición de estériles.							
Objetivo: Aplicar las medidas de manejo ambiental adecuadas para el manejo de estériles para evitar y mitigar los impactos ambientales.							
Meta: Hacer cumplimiento de la totalidad de las acciones planteadas dentro de las fichas para el óptimo manejo y disposición del material estéril.							
Actividades que ocasionan el impacto:	-Disposición de estériles						
Impactos ambientales:	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de uso de suelo de zonas con estériles - Contaminación de cuerpos de agua por aguas con sedimentos de las zonas de estériles. - Desprendimientos, deslizamientos y remociones en masa de las zonas de disposición de estériles. - Degradación estética del paisaje - Contaminación del suelo y la vegetación con lixiviados de los estériles. 						
Tipos de medidas	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
Acciones a desarrollar:	<ul style="list-style-type: none"> -Destinar área fuera del proyecto zona para acopio del material estéril en pilas. -Conformación de zonas de disposición de estériles de acuerdo a la topografía (laderas-vertido libre). -Mantenimiento continuo de zonas de disposición de estériles. - Construcción de un canal perimetral situado a unos metros de la base de la escombrera, para evitar el estancamiento del agua y la socavación del pie del talud por la acción erosiva de ésta. -Protección externa estableciendo barreras vivas y revegetalizando la zona contigua. - Establecimiento de cobertura vegetal en zonas de disposición de estériles. -Uso del material estéril como retro llenado para vías destapadas de la mina y para los frentes de explotación ya cerrados. -Vegetalización en los botaderos (Empadrización). 						
Tecnologías a usar:	Canal perimetral, disposición de material en terrazas.						
Diseño	<p>Canales perimetrales:</p> <p style="text-align: center;"><i>Figura 27. Diseño de Canal perimetral del botadero de la mina El Limón.</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia (2020)</p> <p>- Área de los canales perimetrales</p> <p>A partir de la anterior figura y teniendo en cuenta las dimensiones de la cuneta trapezoidal propuesta para el contorno de las bocaminas se procede a calcular el área de estas:</p>						

$$At = \frac{B + b}{2} * h$$
$$At = \frac{30 \text{ cm} + 50 \text{ cm}}{2} * 0,5m$$
$$At = 2000 \text{ cm}^2$$

-Longitud de los canales perimetrales: 50 m

Almacenamiento y disposición del material estéril

Antes de la disposición del material estéril este se debe acopiar en pilas para luego disponer el material sobre ladera con una construcción previa de trinchos de madera, en la parte inferior o más baja de la ladera, los cuales tienen la función de retener el material estéril que sea dispuesto e impedir que este ruede hacia las partes más bajas y afecte corrientes de agua y cobertura vegetal, a su vez. Cuando se colmaten los primeros trinchos se procede a construir otra serie y se continúa así hasta llegar a la parte superior de la ladera.

A medida que se conformen las terrazas con los trinchos y el estéril, sobre éstas se tiene que sembrar materia vegetal tipo gramíneas o arbustos de porte bajo para sostener el material acumulado e impedir su vertimiento ladera abajo o erosión.

Aproximadamente se remueven 4.387 m³ de materiales de descapote al año, entre capa orgánica reutilizable y material estéril, por lo tanto, estos se tienen que organizar en un área de aproximadamente 3000 m².

Aprovechamiento del material estéril

Cuando las vías de la mina presenten grietas o huecos el material estéril va a servir como retro llenado de estas vías para adecuarlas.

Figura 28. Mapa de la mina el Limón editado para la disposición de estériles.



Fuente: Mapa proporcionado por la empresa (2018), editado por la autora.

Lugar de Aplicación	Área de disposición del material estéril de extracción.	
Monitoreo y seguimiento	Actividad	Indicador
	Área para disposición de esteriles escombrera de estériles de acuerdo a la topografía por terrazas	Nº de metros cuadrados construidos/ Nº metros cuadrados programados
	Volumen de estéril almacenado	Metros cúbicos de estéril dispuesto en la escombrera/ Metros cúbicos del total de estéril removido
	Adecuación de canales perimetrales	Metros adecuados/Total de metros a adecuar
	Mantenimientos a escombreras	Nº de mantenimientos realizados/ Nº total de mantenimientos programados
Cronograma de ejecución	Se propone que la implementación del sistema de recolección de aguas lluvias para el botadero se lleve a cabo en el término de 3 meses del calendario y la disposición del material estéril desde el principio de la fase de explotación.	
Personal requerido	Ingeniero forestal	
Costos	Actividad	Costo total
	Mantenimiento anual de escombreras de estériles.	\$500.00
	Establecimiento de cobertura vegetal en botaderos	2'000.000
	Conformación de laderas en terrazas, compactación y Empadrización	\$ 5.000.000
	Total	\$7'500.000

Para el ajuste de este subprograma se tuvo en cuenta principalmente el requerimiento de la CAM, acerca de realizar las obras necesarias para el manejo de aguas lluvias en el área provista para el almacenamiento del material estéril, es por esto, que se hizo el diseño de la cuneta trapezoidal para este fin, con su dimensionamiento, área y longitud con base a la Guía Minero Ambiental. Por otro lado, se revisaron trabajos de grados que trataran esta temática como el de Cervantes y Mendoza (2015) titulado *Plan de manejo ambiental del contrato del contrato de concesión GB9-101, para la explotación de carbón en las minas de la Sabaneta, Vereda Reginaldo, Municipio de Monguí- Boyacá* y el de Bello (2017) los cuales proponen la construcción de canales de recolección y conducción de aguas lluvias en corona y patas de escombrera, que para el caso de la mina el Limón debido a que el terreno es en pendiente se construirían canales perimetrales.

Por otro lado, la CAM recomienda el uso de trinchos de madera para darle soporte al material estéril y evitar la remoción en masa y por ende sedimentación de cuerpos superficiales, por esto dentro de la ficha se propone tal aspecto como medida correctiva sobre lo que ya se tiene en campo, y de acuerdo a Castiblanco (2017), esta propone en su tesis de grado al igual que la CAM la siembra de semillas de gramíneas nativas de la región con residuos vegetales, para revegetalizar el área del botadero, y como menciona la CAM para sostener el material acumulado e impedir su vertimiento ladera abajo.

Por último, de acuerdo al EIA de la Mina El Limón del 2017, anualmente se remueven aproximadamente 4.387 m^3 de material de descapote al año, incluyendo esto materia orgánica y material estéril, por lo tanto, para la disposición del material estéril, de acuerdo a como se está llevado a cabo en la actualidad en la Mina El Limón, se sigue proponiendo la disposición por laderas en un área de aproximadamente 2000 m^2 , como lo proponen también los anteriores autores. Así mismo, es muy importante que se realice el mantenimiento de esta área constantemente para prevenir los anteriores riesgos ya mencionados, como es la sedimentación de cuerpos superficiales, el cual es principal impacto de un manejo inadecuado de aguas lluvias.

A continuación, se presenta la ficha para el subprograma de repoblación y mejoramiento del paisaje:

Tabla 15. Ficha de manejo ambiental- subprograma de repoblación y mejoramiento del paisaje.

Ficha 1. Repoblación y mejoramiento del paisaje.								
Objetivo: Formular medidas enfocadas a la revegetalización del terreno con especies nativas orientadas a la recuperación de terrenos y del entorno ambiental afectado por las actividades desarrolladas durante el proceso de explotación								
Meta: Cumplir al 100% la medidas para compensar los daños generados por la actividad de explotación.								
Actividades que ocasionan el impacto:	<ul style="list-style-type: none"> -Descapote de la cobertura vegetal. -Remoción del material estéril. -Perforación y voladura. -Disposición de estériles. 							
Impactos ambientales:	<ul style="list-style-type: none"> -Pérdida de la cobertura vegetal y afectación al paisaje. - Pérdida de suelos y erosión 							
Tipos de medidas	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	X
Acciones a desarrollar:	<p>Conservación: No intervenir en franjas de protección boscosa especialmente los que rodean los drenajes naturales, para esto es importa señalar el lugar a proteger.</p> <p>Capacitaciones: Brindar capacitaciones a trabajadores acerca de la importancia de conservar la vegetación y así mismo de compensar el área intervenida.</p> <p>Empadrización de taludes: Es importante sembrar pastos para proteger la pendiente del talud ya que este sirve como colchón protector de acciones climáticas.</p> <p>Reforestación: Destinar un área de dos hectáreas para reforestar con una densidad de 500 árboles maderables. Para esto, se debe hacer el planteo, la fertilización, el riego y el control fitosanitario de estas especies, y de otra hectárea circundante a los frentes de explotación y botadero.</p> <p>Destinar una hectárea próxima a los frentes de explotación para reforestar con una densidad de 110 árboles con el fin de establecer barreras vivas.</p> <p>Mantenimiento: Se realizara mantenimiento mensual de las plántulas y monitoreo a través de plateo, riego y fertilización</p>							
Tecnologías a usar:	La reforestación se debe hará de forma manual, utilizando personal especializado y herramientas básicas como (machetes, palines, palas y carretilla etc.); para la siembra de las plantas en el sitio escogido							
Diseño	<p>La reforestación protectora se hace con el fin que algunas especies forestales nativas de la zona puedan compensar el descapote de la cobertura vegetal que se hace para la extracción de los minerales, por esta razón se busca que esta repoblación cumpla con algunas de las funciones de los bosques naturales para contribuir al mejoramiento del paisaje y la dinámica del entorno, para esto se van a usar especies nativas de la zona como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nacedero (<i>Trichanthera gigantea</i>). -Caracoli (<i>Anacardium excelsum</i>). -Igua (<i>Pseudosamanea guachapelle</i>). -Saman (<i>Pithecellobium saman</i>). -Cachimbo (<i>Erytrina poeppigiana</i>). 							

Las especies que se utilizarán deben tener aproximadamente una altura entre 30 y 50 cm con un buen estado fitosanitario con el fin de evitar la erosión del suelo.

-Para la siembra se van a llevar a cabo los siguientes pasos:

1) Delimitación y marcación de sitios de plantación:

Figura 29. Zona de reforestación.



Fuente: Mapa proporcionado por la empresa (2018), editado por la autora.

2) Adecuación del terreno: Se van a llevar a cabo labores de limpieza del área dispuesta para la reforestación para dejarlas en óptimas condiciones, que en este caso son dos hectáreas donde se van a sembrar 111 árboles por hectárea. Se destinará otra hectárea para establecimiento de barreras vivas.

3) Sistema de trazado: El sistema de trazado que se utilizará será el de cuadrado, con una distancia entre plántula de 3 metros.

4) Ahoyado: Se van a llevar a cabo hoyos de 20 cm de diámetro con 20 cm de profundidad y 15 días antes a las plántulas se les va a hacer agujeros en el fondo de cada uno de los hoyos para airearlos y así mismo se les va a aplicar 500 gr. de gallinaza o humus, con el propósito de mejorar las características físicas y químicas del suelo, de acuerdo a los resultados de análisis de suelos.

5) Siembra: Para llevar a cabo la siembra de las plántulas esta se debe hacer en períodos de lluvias (a final de año). Por lo tanto, la siembra se debe realizar sacando las plántulas de las bolsas, haciendo dos cortes verticales, luego se pone la plántula verticalmente cerciorándose de que el cuello de la raíz quede enterrado al ras del suelo y por último se debe llenar el hueco con tierra, haciendo presión del mismo.

6) Fertilización: Cuando se haga la siembra se debe fertilizar el suelo con 50 gr de NPK, 50 gr de Calfox y 50 gr de Bórax.

Al mes de la siembra es importante revisar la plantación para observar si se deben reemplazar algunas plántulas.

	-Mantenimiento: Es importante realizar un mantenimiento mensual a las plántulas haciendo una limpieza de la zona de planteo, el control de plagas y enfermedades, fertilización y riego.	
Lugar de Aplicación	Área establecida para la repoblación vegetal y frentes de explotación.	
Monitoreo y seguimiento	Actividad	Indicador
	Capacitación al personal de la empresa.	Nº de trabajadores capacitados/ Nº total de trabajadores
	Plantación	Nº de plántulas sembradas/ Total de plántulas que deben ser sembradas
	Reforestación	Ha reforestadas/ Total de Ha a reforestar
	Mantenimiento de las plántulas sembradas	(Nº de mantenimientos efectuados/ Nº de mantenimientos programados)*100
Cronograma de ejecución	Esto se debe llevar a cabo durante las actividades mineras.	
Personal requerido	Se requiere de un ingeniero ambiental, un ingeniero forestal y un biólogo.	
Costos	Actividad	Costo total
	Mano de obra	\$1.800.000
	Transporte de plántulas	\$2.000.000
	Materiales e insumos	\$13.000.000
	Mantenimiento	\$2.000.000
	Total	\$7'100.000

Para este subprograma al igual que los anteriores se tuvo en cuenta las recomendaciones de la CAM acerca de reforestar la totalidad de las dos ha con 500 especies forestales endémicas, destinando un área en específico para pagar y compensar los daños ambientales que se genera a la cobertura vegetal por la actividad de descapote en los frentes de explotación y en los botaderos. Para esto, se tuvieron en cuenta autores como Figueredo y Pinto (2016) de su trabajo de grado titulado *Plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechí en el bajo Cauca región de la Mojana* los cuales proponen la revegetalización de las zonas explotadas y de otras áreas para generar un equilibrio, y a Cervantes y Mendoza (2015) quienes resaltan en su trabajo de grado la importancia de la educación ambiental, por esta razón una de las acciones propuestas para esta ficha de manejo son las capacitaciones a los trabajadores de la mina El Limón, ya que es muy importante capacitar a los trabajadores para las labores de conservación y para que sepan la importancia de esta.

En cuanto al tema de reforestación, se tuvo en cuenta el Plan de Manejo Ambiental de Cortolima (2008) en donde explican un método de siembra el cual está basado en la Guía de la UPME, por ende, para el ajuste de este subprograma se usó como base ese documento, y así mismo se tomaron en cuenta algunas acciones del PMA de la mina El Limón como la adición de los fertilizantes y pesticidas, y el tipo de vegetación que se debe sembrar, teniendo en cuenta la caracterización biótica realizada por la mina El Limón dentro de su EIA, para priorizar las especies forestales a sembrar y así compensar los daños por remoción de la cobertura vegetal.

La idea también es que mediante la siembra de las plántulas propuestas se cumpla con lo establecido

por la autoridad ambiental, se pueda generar una armonía entre lo que son los sitios de trabajo y el paisaje como lo menciona el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Medio Ambiente (2002) en la Guía Minero Ambiental y, por ende, que se tenga una buena percepción del proyecto minero al tener un manejo paisajístico. Así mismo, se espera que estas especies reforestadas sirvan como barreras vivas para minimizar la dispersión de partículas emitidas en los frentes de explotación, los botaderos y vías de la mina, y evitar que las comunidades aledañas a la mina se vean afectadas por las partículas en suspensión, por esto, en este estudio también se destina otra área de 1 hectárea para el establecimiento de barreras vivas. Por último, la empradización ayuda a que se eviten impactos ambientales como la inestabilidad del terreno y remoción en masa en los frentes de trabajo y botaderos, y así evitar la erosión.

9. Conclusiones

- A través de técnicas como la observación directa y la evaluación ambiental se logró hacer un reconocimiento del diagnóstico ambiental del proyecto minero, donde se evidenciaron posibles subprogramas que requieren ajustes por la falta de cumplimiento de algunas de sus medidas de manejo ambiental y así mismo los impactos ambientales que se pueden presentar por estos vacíos, priorizando las actividades que tienen mayor influencia y los componentes que se ven más afectados para realizar un análisis acerca de cuáles medidas hay que fortalecer y se deben implementar en campo.
- La comparación de la evaluación ambiental con respecto a los referentes normativos ambientales relacionados con la actividad minera permitió obtener cuáles son las necesidades a ajustar dentro del plan de manejo ambiental, para lo cual se destaca la actualización de los subprogramas de manejo de aguas lluvias, residuos sólidos, estériles y repoblación y mejoramiento del paisaje, teniendo en cuenta aspectos de caracterización ambiental del mismo análisis comparativo, para lo cual, se considera como una buena técnica para establecer aspectos a mejorar con respecto a la estructuración del Estudio de Impacto Ambiental más específicamente en temas relacionados con la caracterización ambiental y del Plan de Manejo Ambiental teniendo en cuenta los requerimientos de la CAM.
- Actualmente la actividad de explotación minera El Limón se está ejecutando para lo cual resulta importante la formulación de las fichas de manejo de los subprogramas de aguas lluvias, residuos sólidos, estériles y repoblación y mejoramiento del paisaje teniendo en cuenta lineamientos de la autoridad ambiental como se plantearon en el presente trabajo, pero a su vez es muy importante tener claro el papel que juega el personal de la mina y las comunidades pertenecientes al área de influencia directa e indirecta del proyecto para el cumplimiento óptimo de la normatividad ambiental y para fomentar una gestión ambiental dentro de la mina, por esta razón, dentro de este trabajo se hace una inclusión de los trabajadores mediante capacitaciones para la efectiva implementación de estas medidas, y también de las comunidades aledañas las cuales se ven beneficiadas por las buenas prácticas de la empresa y por la generación de empleo de personal capacitado.

10. Recomendaciones

- Por la transformación del territorio y para continuar con el desarrollo económico se recomienda a la mina El Limón tener en cuenta el diagnóstico ambiental de este trabajo, para que prioricen sus necesidades a implementar, teniendo en cuenta que en este trabajo se destacan los impactos ambientales principales que se pueden presentar por el incumplimiento de algunas de sus medidas de manejo ambiental y conforme a esto evalúen los aspectos relevantes a mejorar o a implementar.
- Se sugiere que conforme a que la normatividad ambiental ha tenido algunos ajustes con respecto a la caracterización ambiental y a crear procesos preventivos para minimizar impactos ambientales sobre recursos naturales de gran importancia ecológica, la mina El Limón vaya ajustando su EIA potencializando el desarrollo de las buenas prácticas con el fin de mantener un equilibrio entre sus labores mineras y el entorno ecológico, y así mismo estructurando su PMA más a detalle teniendo en cuenta el escenario real de su actividad, para que las medidas planteadas se puedan implementar óptimamente.
- Se sugiere que la mina El Limón implemente lo antes posible las medidas propuestas en el documento con el fin de propender el cuidado de los recursos naturales en cumplimiento a los propuesto por los requerimientos normativos de la autoridad ambiental, pero previo a esto se recomienda que realicen mediciones más precisas de las tecnologías a implementar y por ende un análisis de costos más detallado, para que haya una planeación asertiva para la implementación de estas medidas. Adicionalmente, se recomienda ahondar en la construcción del sedimentador que requiere un análisis de viabilidad de implementación y de costos con el fin de evitar colmatación de cuerpos superficiales, y así mismo certificar los vehículos con gases vigentes para cumplir completamente con el subprograma de gases.

11. Referencias bibliográficas

- Agencia Nacional de Minería. (2003). *Glosario técnico minero*. Bogotá: ANM.
- Agencia Nacional de Minería. (2016). Calizas. *Ficha Técnica*, 1-2. Recuperado de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/ficha_calizas_es.pdf.
- Agencia Nacional de Minería. (2018). Más de 930 millones de pesos generan regalías por minería en el Huila. *Blog ANM*, 1-2. Recuperado de <https://www.anm.gov.co/?q=mas-de-millones-de-pesos-generan-regalias-por-mineria-en-el-huila>.
- Alcaldía Municipal de Palermo. (2019a). Economía. *Blog Alcaldía*, 1-5. Recuperado de <http://www.palermo-huila.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>.
- Alcaldía Municipal de Palermo. (2019b). Ecología. *Blog Alcaldía*, 1-7. Recuperado de <http://www.palermo-huila.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá: Legis.
- Avellaneda, A. (2002). *Evaluación de impacto ambiental: Conceptos Metodología y Estudio de Casos. Historiografía ambiental colombiana: 1986-1993*. Bogotá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Barrero, J. (2011). Las empresas que adoptan la responsabilidad social ambiental son más competitivas. (Ensayo). *Trabajo de grado Especialización en Alta Gerencia*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Bello, N. (2017). Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Formalización de Minería Tradicional OE9-16511 en el Sector del Alto de Jiménez, Vereda Morca, Municipio de Sogamoso. *Trabajo de grado Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos*. Sogamoso: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Carmona, U., Cardona, H., & Restrepo, I. (2017). Gestión ambiental, sostenibilidad y competitividad minera. Contextualización de la situación y retos de un enfoque a través del análisis del ciclo de vida. *Revista Dyna*, 84(201): 50-58. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/60326>.
- Castiblanco, M. (2016). Actualización de Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto Minero Carbodiamante Concesión 7241. *Trabajo de grado Ingeniero Ambiental*. Bogotá: Universidad Abierta y a Distancia.
- Castillo, N. (2011). Agrominería: Desarrollo local sostenible. *Informe Técnico Secretaría Técnica Cadena Agrominera*, 8, 1-20. Recuperado de <https://www.huila.gov.co/buscar/?q=agrominer%C3%ADa%3A+desarrollo+local+sostebible>.
- Cervantes, J., & Mendoza, R. (2015). Plan de Manejo Ambiental del Contrato de Concesión Gb9-101, para la explotación de Carbón en las Minas de La Sabaneta, Vereda Reginaldo, Municipio De Monguí – Boyacá. *Trabajo de grado Ingeniero en Minas*. Bogotá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Congreso de Colombia. (1993, 22 de diciembre). Ley 99: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. Bogotá; 41186. 1-287.
- Congreso de Colombia. (2001, 15 de agosto). Ley 685. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, 44545: 1-44. Recuperado de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/ley_685_2001_0.pdf.
- Congreso de Colombia. (2010, 9 de febrero). Ley 382: Por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código

- de Minas. *Diario Oficial*. Bogotá; 47618, 1-16.
- Colombia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2016). Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental- proyectos de explotación minera. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Colombia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Colombia. Ministerio de Agricultura. (1978, 4 de agosto). Decreto 1715: Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje. *Diario Oficial*. Bogotá; 35070, 1-3.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015, 17 de marzo). Resolución 631: 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. *Diario Oficial*. Bogotá; 49486, 1-174.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental - EIA proyectos de explotación minera. *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*, 1-259. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/TdR_MINERIA_%2029_9_2016%20VF_Final%20final%20final%20final-81.pdf.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005, 23 de marzo). Decreto 838: Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. Bogotá; 45862, 1-23.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a, 5 de agosto). Decreto 2820: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Diario Oficial*. Bogotá; 47792, 1-31.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b, 2 de noviembre) Resolución 2154: Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones. *Diario Oficial*. Bogotá; 47672, 1-224.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 2210: Sello Minero Ambiental Colombiano. *Guía Técnica*, 1-22. Recuperado de <https://www.ambientalmente.com/blog-1/search/.hash.resoluci%C3%B3n>.
- Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. (1994, 14 diciembre). Resolución 541: Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. *Diario Oficial*. Bogotá; 44549, 1-6.
- Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (2015, 27 de mayo). Resolución 40599: por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. *Diario Oficial*, 49524, 1-76. Recuperado de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/res_40599_15_glosario_tecnico_minero.pdf.
- Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (2016). Resolución 40391: Política minera nacional. *Red por la Justicia Ambiental en Colombia*, 1-28. Recuperado de <https://justiciaambientalcolombia.org/politica-minera-nacional/>.
- Colombia. Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Medio Ambiente (2002). *Guía Minero Ambiental de Explotación*. Bogotá: Colombia.
- Colombia. Presidencia de la República. (1974, 18 de diciembre) Decreto Ley 2811: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. *Diario Oficial*. Bogotá; 34243, 1-9.

- Cordova.Q.(2016). Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes unidad minera del sur. Trabajo de grado ingeniero ambiental. Arequipa: universidad nacional de San Agustín Arequipa.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2017). Funciones. Recuperado de: <https://www.corpamag.gov.co/index.php/es/quienes-somos/funciones-ley99>
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2018). Comunicación dirigida a la gerencia de la Mina El Limón [carta en línea]. Recuperado de <https://www.facebook.com/pg/Mina-El-Lim%C3%B3n-609698075867263/posts/>.
- Cortolima. (2008). Estudio de impacto ambiental mina el Pedregal. Tolima. Recuperado de: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/EIA_ANTENOR_GONZALES.pdf
- Consejo Municipal de Palermo. (2016), 28 de mayo). Acuerdo 010: Plan de desarrollo 2016-2019. 1-164. Recuperado de: <http://www.palermo-huila.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20desarrollo%202016-2019.pdf>.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, (1997, 15 de enero). *CONPES 2898: Estrategias para el fortalecimiento del sector minero colombiano*. Bogotá: MINMINAS-DNP: UINF:DIMEN.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020). Índice de Producción Industrial (IPI) Noviembre 2019. *Boletín Técnico*, 1-12. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipi/bol_ipi_noviembre_19.pdf.
- Duarte, C. (2012). *Gobernabilidad Minera: Cronologías legislativas del subsuelo en Colombia*. Bogotá: Centro de Pensamiento Raizal.
- Environmental Law Alliance Worldwide. (2015). Vista general de la actividad minera y sus impactos. *Capítulo 1*, 3-20. Recuperado <https://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Capitulo%201.pdf>.
- FAO. (2013). Manual del compostaje del agricultor. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Figueredo, D., & Pinto. N. (2016). Plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechí en el bajo Cauca- región de la Mojana. *Trabajo de grado Ingeniero Civil*. Bogotá: Universidad católica de Colombia.
- Gallardo. (2013). Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana. Trabajo de grado maestro en ciencias con mención y minería y medio ambiente. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Garzón, N. (2013). Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la Vereda El Mochuelo Bbajo, Ciudad Bolívar, Bogotá D.C., estudio de caso. *Trabajo de grado Ecólogo*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Geoportal Sistema de Información de Ambiente de Colombia. (2020). Vereda El Vergel - Palermo, Huila. *Blog Geoportal SIAC*, 1-2. Recuperado de <http://sig.anla.gov.co:8083/>.
- Güiza, L (2013) La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. *Revista Dyna*, 80(181): 109-117. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/35819/45320>.
- Hernández, N., Ulloa, M., Almaguer, Y., & Ferrer, Y. (2014). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba. *Revista Luna Azul*, 38(9): 146-158. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a09.pdf>.
- Instituto Humboldt Colombia. (2016). Diagnóstico de la información ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracción ilícita de minerales en el país. *Sentencia T445*, 1-372. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/2-diagnostico-actividad-minera-y-explotacin-ilicita-expertos.pdf>.

- López, L. (2013). *Estudio y evaluación de impacto ambiental en Ingeniería Civil*. Alicante: Editorial Club Universitario. ISBN 978-84-15787-35-8.
- Martínez, A (2014). Minería y medio Ambiente en Colombia. *Blog Fedesarrollo*, 1-171. Recuperado de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/335/Repor_Junio_2014_Martinez.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
- Martínez, S., & Romero, J. (2018). Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 26(1): 113-124. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfce/v26n1/0121-6805-rfce-26-01-00113.pdf>.
- Meteoblue (2020). Clima Palermo. Recuperado de: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/palermo_colombia_3673286
- Mina El Limón. (2017). *Actualización plan de manejo ambiental para la licencia de explotación minera 19050, Vereda El Vergel, Municipio de Palermo*. Huila: Documento entregado por la Gerencia de la Empresa en Formato PDF - Información Confidencial.
- Molina, S., & Ortiz, H. (2018). Análisis de las potencialidades del sector minero del departamento del Huila. *Revista Nova*, 57-67. DOI <https://doi.org/10.23850/25004476.2027>.
- Moreno, C., & Chaparro, E (2009). Las leyes generales del ambiente y los códigos de minería de los países Andinos. Instrumentos de gestión ambiental y minero ambiental. *CEPAL División de Recursos Naturales e Infraestructura*, 1-78. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/4EEE1AEAAD7A3D45052577E60070F001/\\$FILE/RECURSOS_NATURALES_E_INFRAESTRUCTURA.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/4EEE1AEAAD7A3D45052577E60070F001/$FILE/RECURSOS_NATURALES_E_INFRAESTRUCTURA.pdf)
- Mina El Limón. (2019). Información de la empresa. *Formato Documento en Word*, 1-2. Recuperado de <https://www.facebook.com/pg/Mina-El-Lim%C3%B3n-609698075867263/posts/>.
- Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. (2013). Minería en el Huila, fenómeno que crece sin control. *Blog OCMAL Colombia*, 1-13. Recuperado de <https://www.ocmal.org/mineria-en-el-huila-fenomeno-que-crece-sin-control/>.
- Ordoñez, N. & Bahamón, W. (2011). La Agrominería como motor del Huila para Colombia. *Informe Técnico Secretaría Técnica Cadena Agrominera*, 8, 1-15. Recuperado de <https://www.huila.gov.co/buscar/?q=agrominer%C3%ADa%3A%20como%20motor>.
- Sánchez. L. (2000). Drenajes de minas a cielo abierto. *Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*, 1: 251-264. Recuperado de <http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/MedioAmbiente/cierre%20de%20minas.pdf>.
- Servicio Geológico Colombiano. (2012). Caliza en Colombia: Geología, recursos, calidad y potencial. *Publicaciones Geológicas Especiales*, 13: 1-426. Recuperado de <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadadas/Documents/Caliza-en-Colombia-geologia.PDF>.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (1998). Guía Ambiental para minería de carbón a cielo abierto. Recuperado de: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_cab/creditos.htm

Propuesta de actualización de medidas de manejo ambiental enfocadas en aguas lluvias, residuos sólidos, estériles, repoblación y mejoramiento del paisaje de la Mina El Limón en Palermo, Huila

Anexo 1. Matriz de identificación de impactos ambientales de Leopold

Este anexo se encuentra en el archivo de Excel en la hoja de cálculo nombrada como Leopold

Fuente: Elaboración propia (2020)

Anexo 2. Matriz de evaluación de impactos ambientales de Gómez -Orea

Este anexo se encuentra en el archivo de Excel en la hoja de cálculo nombrada como Gómez-
Orea

Fuente: Elaboración propia (2020)

Anexo 3. Matriz de evaluación de impactos ambientales de Avellaneda

Este anexo se encuentra en el archivo de Excel en la hoja de cálculo nombrada como Avellaneda

Fuente: Elaboración propia (2020)