

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE
ESMERALDAS EN EL TÍTULO MINERO JKC-11511**

SANDRO GIL PADILLA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN
GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA COMPETITIVIDAD**

DIRECTOR(A):

ANGIE TATIANA ORTEGA RAMÍREZ

INGENIERA DE PETRÓLEOS

INGENIERA QUÍMICA

MSC. GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA COMPETITIVIDAD

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRIA EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA COMPETITIVIDAD

BOGOTÁ D.C.

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre del director

Firma del Director

Nombre

Firma del presidente Jurado

Nombre

Firma del presidente Jurado

Nombre

Firma del presidente Jurado

Bogotá, D.C. mayo de 2022

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de universidad y rector del claustro.

Dr. Mario Posada García-peña

Consejero institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-peña

Vicerrectora académica y de investigación

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector administrativo y financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario general.

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana Facultad de Ingeniería

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Directora Maestría en Gestión Ambiental para la competitividad

Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi madre María Padilla, por su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de ser profesional y mejorar nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado presente.

A mi amada compañera de vida Bibiana, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, quien con sus palabras de aliento no me ha dejado decaer para que siga adelante, siendo perseverante y cumpliendo con mis ideales y luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos dos años estuvieron a mi lado apoyándome en el transcurso de mi Maestría y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias infinitas a todos.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. METODOLOGÍA	19
2.1. Etapa 1: Diagnóstico de las condiciones actuales del área de interés.	19
2.2. Etapa 2: Factores que afectan la sostenibilidad de extracción de esmeraldas.	19
2.3. Etapa 3: Condiciones técnicas de operación sostenible.	20
2.4. Etapa 4: Metodología piloto para la explotación sostenible de esmeraldas.	21
2.5. Etapa 5: Análisis viabilidad financiera de la metodología sostenible.	21
3. MARCO TEÓRICO	23
3.1. Sector minero en Colombia	23
3.1.1. Departamentos mineros en Colombia.	26
3.1.2. Minería de esmeraldas en Colombia	28
3.1.3. Indicadores minería de esmeraldas.	30
3.1.4. Proceso de extracción de esmeraldas.	34
3.1.5. Sostenibilidad de la minería de esmeraldas.	43
3.2. Marco Legal.	45
3.2.1. Producción.	46
3.2.2. Comercialización y Exportación.	48
4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	50
4.1. Etapa 1: Diagnóstico de las condiciones actuales del área de interés.	50
4.1.1. Información general del Título Minero N° JKC – 11511.	50
4.1.1.1. Localización del Título Minero N° JKC – 11511.	51
4.1.2. Infraestructura existente.	52
4.1.3. Área de influencia medio Abiótico.	53
4.1.4. Área de influencia medio Biótico.	54
4.1.5. Área de influencia medio Socioeconómico.	55
4.1.6. Conflictos ambientales.	56

4.2. Etapa 2: Factores que afectan la sostenibilidad de la extracción.	57
4.2.1. <i>Análisis causa – efecto.</i>	58
4.2.2. <i>Jerarquización medio y componente.</i>	67
4.2.3. <i>Matriz de identificación de efectos.</i>	85
4.2.4. <i>Índice de incidencia.</i>	105
4.3. Etapa 3: Condiciones técnicas de operación sostenible.	106
4.3.1. <i>Acciones orientadas a Prevenir, Mitigar y Compensar.</i>	106
4.3.2. <i>Propuestas de Compensación.</i>	112
4.4. Etapa 4: Metodología piloto de extracción sostenible de esmeraldas.	116
4.4.1. <i>Propuesta metodológica</i>	117
4.4.2. <i>Cronograma de actividades</i>	120
4.5. Etapa 5: Viabilidad financiera en la propuesta de explotación sostenible.	125
4.5.1. <i>Análisis Económico y Financiero</i>	125
4.5.2. <i>Inversiones</i>	129
4.5.3. <i>Agotamiento</i>	135
4.5.4. <i>Costos de producción</i>	135
4.5.5. <i>Margen de utilidad</i>	137
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
BIBLIOGRAFIA	146
GLOSARIO	152
ANEXOS	157

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Metodología del proyecto	22
Figura 2. Ubicación geográfica de las vetas de esmeraldas en Colombia.	29
Figura 3. Producción de esmeraldas 2001-2020 corte II trimestre	31
Figura 4. Regalías generadas por la producción de esmeraldas 2010-2020	32
Figura 5. Exportaciones de esmeraldas 2010-2020 - Partida arancelaria.	33
Figura 6. Importaciones de esmeraldas 2014-2020 - Partida arancelaria	33
Figura 7. Diagrama proceso de extracción de esmeraldas.	34
Figura 8. Proceso de adecuación de vías de acceso. A) trabajos. B) vía de acceso terminada	36
Figura 9. Adecuación de la zona aledaña a la boca del túnel.	37
Figura 10. Montaje de equipos y campamento en zona minera	37
Figura 11. Excavación del túnel. A) Entrada al túnel. B) Almacenamiento de explosivos	38
Figura 12. Avance del túnel. A) Sistema de ventilación. B) Redes eléctricas internas.	39
Figura 13. Desvío de aguas subterráneas. A) Canales internos B) llegada a entrada de la mina.	39
Figura 14. Desarrollo de niveles y clavadas. A) Estructura interna. B) ascensor de accesos.	40
Figura 15. Retiro y transporte de material residual desde la mina (A) hasta superficie (B).	41
Figura 16. Lavado e inspección de rocas residuales	42
Figura 17. Localización del Título Minero N° JKC – 11511	52
Figura 18. Identificación de etapas y actividades mineras	59
Figura 19. Especies de reptiles con mayor abundancia	74
Figura 20. Ecología de especies de interés en el Título Minero	75
Figura 21. Quebrada Panachera y Río Minero	78
Figura 22. Evidencias fotográficas - Segunda socialización	84
Figura 23. Matriz de identificación de efectos	100
Figura 24. Área de influencia final del proyecto	116
Figura 25. Equipo y maquinaria a utilizar	131
Figura 26. Costos del personal contratado	136

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Criterios de clasificación de la minería en Colombia, en explotación	24
Tabla 2. Criterios de clasificación de la minería en Colombia, en explotación.	25
Tabla 3. Principales departamentos mineros y sus principales productos mineros	26
Tabla 4. Clasificación de las esmeraldas.	41
Tabla 5. Zonas de vida presentes en el Título Minero N° JKC – 11511.	54
Tabla 6. Principales conflictos ambientales del área de influencia JKC – 11511.	57
Tabla 7. Programas y medidas de manejo ambiental – Medio Abiótico	107
Tabla 8. Programas y medidas de manejo ambiental – Medio Biótico	109
Tabla 9. Programas y medidas de manejo ambiental – Medio Socioeconómico	110
Tabla 10. Impactos y acciones orientadas a prevenir, mitigar y compensar.	111
Tabla 11. Cronograma de actividades – Bloque norte	123
Tabla 12. Cronograma de actividades – Bloque sur	124
Tabla 13. Análisis de los indicadores financieros y flujo de costos y beneficios	128
Tabla 14. Costos de inversión del 1%	130

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Capítulo de evaluación ambiental EIA JKC-11511 (A)	158
Anexo B. Flujo de costos (B)	159
Anexo C. Oficio aclaratorio de elaboración del EIA por parte de ESMERACOL SAS (C)	160
Anexo D. Cámara de comercio Esmeraldas y Minas de Colombia ESMERACOL SAS (D)....	161
Anexo E. Plan de gestión social empresarial en el título minero JKC-11511 (E)	162
Anexo F. Evaluación económica ambiental – costos (F)	163

RESUMEN

El presente proyecto de investigación denominado “Evaluación técnica y financiera de la explotación sostenible de esmeraldas en el título minero JKC-11511”, que tiene lugar en las veredas de Santa Rosa, Zulia y Chizo en jurisdicción de los municipios de Maripí y San Pablo de Borbúr localizados en la provincia de Occidente de Boyacá, se desarrolló pensando en el medio ambiente, el crecimiento social, la salud y el bienestar de la población asentada en el área de influencia directa del proyecto, realizándose una contextualización del sector minero en Colombia, con la revisión de indicadores y principios de la legislación ambiental y minera, describiéndose posteriormente el proceso de extracción de esta piedra preciosa y sus retos de extracción sostenible, estableciéndose las diferentes fases del proyecto minero, que comprende la etapa de exploración, etapa de construcción y montaje y finalmente la etapa de explotación.

Adicionalmente, se empleó como metodología de desarrollo del proyecto cinco etapas, siendo ellas la *etapa uno de diagnóstico inicial del área de interés*, que consiste en la descripción de las generalidades del título minero JKC-11511, identificando algunas características del medio biótico, abiótico y socioeconómico de la zona de interés consideradas como áreas de influencia en un análisis causa – efecto entre las diferentes actividades del proyecto minero y su entorno. La *etapa dos de identificación de factores que afectan la sostenibilidad*, donde se identifican los principales cambios e impactos ambientales y socioeconómicos que se presenten en el área de influencia del proyecto causados por las actividades mineras a desarrollarse durante la explotación de esmeraldas, analizando información recolectada de fuentes bibliográficas y visitas de campo. La *etapa tres de condiciones técnicas de operación sostenible*, haciendo referencia a las condiciones técnicas que se tienen proyectadas para la operación y desarrollo del proyecto minero de extracción sostenible de esmeraldas y las acciones orientadas a prevenir, mitigar y/o compensar los posibles impactos generados, en busca de garantizar una actividad minera sostenible y responsable en pro de un desarrollo colectivo que integre a las comunidades locales. La *etapa cuatro de metodología piloto de extracción sostenible de esmeraldas*, haciendo referencia a las actividades y estrategias a desarrollar para lograr una extracción sostenible, mediante una propuesta piloto y un cronograma de actividades que busca implementar lo relacionado a las condiciones técnicas de operación, frente a la construcción de un tratamiento de aguas residuales, manejo integral de suelo orgánico removido y el manejo de residuos. Finalmente la *etapa cinco de*

viabilidad financiera, donde se analiza los diferentes indicadores financieros, costos, factibilidad y proyección minera de extracción sostenible de esmeraldas, con base a un flujo de beneficios y costos proyectados durante el tiempo total otorgado al título minero, con el fin de identificar su viabilidad financiera basado en indicadores económicos como el valor presente neto (VPN) al coste de oportunidad del dinero, el análisis costo - beneficio (C/B) y la tasa interna de retorno (TIR), para finalmente determinar si el desarrollo del proyecto de explotación sostenible de esmeraldas en el título minero JKC-11511 es viable técnica, financiera y ambientalmente.

Palabras claves: Sostenibilidad de la minería de la esmeralda, gestión ambiental, extracciones de esmeralda

INTRODUCCIÓN

La explotación de esmeraldas en Colombia se ha desarrollado desde la época prehispánica, generando una cultura tradicional minera y un desarrollo descentralizado en los municipios con alta producción de esta piedra preciosa (FEDESMERALDAS, 2015), sin embargo dicha actividad económica se ha visto sometida a diferentes periodos de conflicto causados por la búsqueda desesperada del dominio del sector esmeraldero principalmente en el departamento de Boyacá en los municipios Muzo, Quípama, Coscuez, Peña Blanca, San Pablo de Borbur y Maripí donde predomina la producción de esmeraldas y anteriormente se encontraban bajo el liderazgo de Víctor Carranza, el comerciante y propietario de las minas más grandes del departamento de Boyacá donde se explota el mayor porcentaje de esmeraldas de Colombia, quien al fallecer en el año 2013 provoco una reducción de la violencia y una reestructuración de la minería de esmeraldas (Franco, Puppim de Oliveira, & Ali, 2018), fomentando la inversión extranjera mediante la llegada de empresas como Minería Texas S.A (Estados Unidos) y Fura Gems Inc. (Canadá) (Agencia Nacional de Minería, 2020) lo cual genero de forma simultanea la formalización de la extracción de esmeralda con mayor regulación por parte del gobierno y la reducción casi por completo de la minería informal, actividad mediante la cual muchas familias basaban su economía y por ende dicha reestructuración aumento la brecha económica y los niveles de desempleo en los municipios con alta producción de esmeraldas; logrando evidenciar que los procesos de paz generan diferentes vías de desarrollo local que suelen ser afectados por el liderazgo de fuerzas políticas y económicas centralizando el poder y afectando el desarrollo de las comunidades más vulnerables de los municipios mineros (Franco, Puppim de Oliveira, & Ali, 2018).

Colombia es actualmente el segundo mayor productor de esmeraldas a nivel mundial, siendo reconocidas estas piedras preciosas por su alta calidad asociada al contenido de cromo que permite su color, juego de luz y brillo, adicionalmente poseen inclusiones muy típicas que se convierten en un sello de identidad con respecto a las esmeraldas producidas en otros países (Agencia Nacional de Minería, 2020); aunque muchas de las esmeraldas producidas en Colombia se destinan a su comercialización internacional se estima que el 5 % del total de la producción se dirige al consumo interno del país principalmente para el sector joyero nacional (FEDESMERALDAS, 2015) representando un nuevo mercado para la comercialización de esmeraldas a nivel nacional e internacional generando oportunidades de exportación de joyería a

México, Perú, Estados Unidos, Brasil, Chile, Costa Rica y Corea del Sur (UPME, 2018) con los cuales Colombia tiene tarifas arancelarias preferenciales para la exportación de joyería y bisutería (MINCIT, 2018).

A nivel ambiental la explotación de esmeraldas no genera grandes fuentes de contaminación debido a que en su proceso productivo no involucra ningún agente contaminante y/o sustancia química como el mercurio y el cianuro usados en la minería aurífera durante los procesos de amalgamación y extracción del oro (Organización Mundial de la Salud, 2017), sin embargo, el impacto ambiental generado por esta actividad económica se evidencia en la remoción de la capa vegetal, la disposición de los residuos sólidos estériles y el vertimiento de aguas poco contaminadas a cauces de ríos aledaños; las cuales representan afectaciones con un bajo grado de complejidad que deben ser afrontadas mediante el desarrollo de proyectos y estrategias que integren los diferentes grupos de interés de la explotación de esmeraldas con el objetivo de reducir, reutilizar y/o reciclar los residuos provenientes de dicha actividad económica (Puppim de Oliveira & H. Ali, 2011)

La sostenibilidad de la explotación de esmeraldas contempla un equilibrio social, ambiental y económico en donde se integre a las poblaciones más vulnerables y/o grupos indígenas cercanos a la zona de explotación minera, con el objetivo de lograr una reducción en la desigualdad social y fomentar el desarrollo conjunto de las poblaciones dando cumplimiento a los objetivos planteados por las Naciones Unidas para alcanzar un desarrollo sostenible; para tal fin en la presente investigación se realiza una evaluación técnica y financiera de la explotación sostenible de esmeraldas centrándose en las condiciones actuales del Título Minero JKC – 11511, describiéndose las condiciones socioeconómicas y ambientales actuales del área de interés, el desempeño del sector minero en Colombia y su marco legal, el proceso de extracción de esmeraldas, su producción comercialización y exportación, incluyéndose información general del título minero JKC-11511 como localización, infraestructura existente y áreas de influencia para los medios biótico, abiótico y socioeconómico y conflictos ambientales, también se hace referencia a las diferentes etapas mineras a desarrollarse como la etapa de exploración, la etapa de construcción y montaje y la etapa de explotación y posterior cierre y abandono, haciendo alusión a las diferentes medidas de manejo orientadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos generados por la explotación minera, de igual manera se propone una metodología piloto de extracción sostenible de esmeraldas con un cronograma de actividades en busca de la

recuperación geomorfológica y paisajística del lugar intervenido, para finalmente determinar la viabilidad técnica, financiera y ambiental en la propuesta de explotación sostenible de esmeraldas para el título minero JKC-11511.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar técnico - Financieramente la explotación sostenible de esmeraldas dentro del Título Minero N° JKC – 11511.

Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de operación del área de interés (Título Minero N° JKC – 11511).
- Establecer las condiciones técnicas de operación sostenible para la explotación de Esmeraldas.
- Proponer una metodología piloto para la explotación sostenible de esmeraldas en el Título Minero N° JKC – 11511.
- Analizar la viabilidad financiera de la propuesta de explotación sostenible en (Título Minero N° JKC – 11511). Mediante indicadores financieros.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia la extracción de esmeraldas es una actividad económica que se ha visto involucrada en problemáticas socioeconómicas y ambientales que han afectado de forma directa su sostenibilidad, las cuales radican en el siglo XX en la década de los años 60, 70 y 80 cuando se vivió la bonanza esmeraldera que trajo consigo el desplazamiento de personas provenientes de diferentes partes del país a los municipios mineros que presentaban alta producción de esmeraldas, generando el inicio de una época de violencia y desigualdad, en la cual se evidencio un aumento significativo en la minería informal causando un desgaste continuo de la capa vegetal y el inicio de un desarrollo descentralizado de la extracción de esmeraldas en Colombia (Hernández Duarte, 2020). La bonanza esmeraldera género un conflicto interno en los municipios mineros y un deterioro constante del medio ambiente a causa del llamado “embrujo verde” como se consideró al auge que tuvo esta actividad económica por el alto valor de las esmeraldas extraídas, dicha situación genero una época de violencia por el control de la explotación de esta piedra preciosa y un fuerte crecimiento de la minería informal al ser la principal actividad económica en la cual los habitantes de los municipios mineros buscaban un sustento para sus familias (FEDESMERALDAS, 2015).

Actualmente, el sector esmeraldero en Colombia se encuentra cursando un periodo de transición a causa del fin del conflicto, en el cual se evidencia el ingreso de grandes empresas mineras extranjeras que han tomado el control de la explotación formal de esmeraldas reduciendo el acceso de las comunidades a rentas mineras y aumentando la desigualdad (Franco, Puppim de Oliveira, & Ali, 2018), adicionalmente a causa de la tecnificación del proceso y el aumento en la formalización de las actividades mineras se ha generado un aumento al nivel de desempleo de los habitantes que habitan en los municipios mineros puesto que en la mayoría de los casos las personas no cuentan con el nivel académico básico para formar parte de una industria más tecnificada.

Con base a lo descrito anteriormente se evidencia que la extracción de esmeraldas en Colombia se enfrenta a retos sociales, ambientales y económicos que afectan el desarrollo sostenible tanto del sector minero como de las comunidades aledañas a esta actividad que centran su desarrollo en función de la extracción de esmeraldas como fuente principal de ingresos, siendo estas poblaciones las que asumen una parte desproporcionada del costo económico, social y

ambiental generado por dicha actividad extractiva; esta situación es uno de los principales aspectos que fomentan la implementación de técnicas más sostenibles de producción de esmeraldas donde se garantice la inclusión de las comunidades, la reducción de la desigualdad y el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible en búsqueda de un crecimiento social donde se proteja el medio ambiente, la salud y el bienestar de las comunidades, se reduzca la pobreza y se garantice una producción y consumo responsable de las esmeraldas.

El estudio de caso se delimita a la evaluación técnica y financiera de la extracción sostenible de esmeraldas dentro del Título Minero N° JKC – 11511, el cual tiene lugar en las veredas de Santa Rosa Zulia y Chizo en jurisdicción de los municipios de Maripí y San Pablo de Borbúr localizados en la provincia de Occidente de Boyacá.

2. METODOLOGÍA

La metodología adoptada en el presente proyecto de investigación se fundamenta en la planeación, revisión de información secundaria y existente, desarrollo de visitas técnicas de campo, toma de datos y recolección de información primaria para su posterior procesamiento y análisis de resultados obtenidos. A continuación, se describe cada una de las fases que fundamentan la metodología empleada durante el desarrollo de la presente investigación.

2.1. Etapa 1: Diagnóstico de las condiciones actuales del área de interés

Se realiza una descripción del Título Minero N° JKC – 11511, identificando su localización, extensión y algunas características del área de influencia comprendiendo el medio abiótico (geología), el medio biótico (ecosistemas terrestres y acuáticos) y el medio socioeconómico (demografía y sectores económicos presentes) y la infraestructura existente (vías de acceso y servicios públicos y sociales); el área de influencia se plantea a partir de un análisis de tipo causa-efecto entre las diferentes actividades del proyecto minero y su entorno. Adicionalmente y con la ayuda de fuentes de información primaria, (como encuestas de caracterización casa a casa, sondeos, actas de vecindad, vídeos y fotografías aéreas con la ayuda de un Drone) se describirán los conflictos ambientales existentes en los municipios de San Pablo de Borbur y Maripi.

2.2. Etapa 2: Factores que afectan la sostenibilidad de extracción de esmeraldas

Una vez identificado el entorno que rodea el Título Minero N° JKC – 11511, se da inicio a una nueva fase del proyecto de investigación en la cual se identificaron los principales impactos ambientales y socioeconómicos causados por las actividades mineras que se desarrollaran durante la explotación de las esmeraldas; para tal fin se realiza un análisis de la información recolectada de fuentes bibliográficas y visitas a campo, el tiempo asignado para la presente etapa será fijado anualmente, de acuerdo a lo requerido por el proyecto y a los cambios ambientales y socioeconómicos que se vayan presentando en el área de influencia, ello con el fin de facilitar la programación y coordinación de las actividades y un correcto cumplimiento de los plazos, durante toda su ejecución, permitiendo considerar una organización jerárquica de medio y componente;

donde los medios se entienden como la división general del ambiente (áreas de influencia – Fase1) y los componentes corresponden a los elementos ambientales y socioeconómicos que constituyen el medio los cuales se mencionan a continuación.

- **Medio Abiótico:** geología y geomorfología, paisaje, suelo y uso de la tierra, hidrología, hidrogeología, geomecánica y atmosfera.
- **Medio biótico:** ecosistemas terrestres y ecosistemas acuáticos.
- **Medio Socioeconómico:** participación y socialización de las comunidades (mediante la realización de dos reuniones de socialización de tipo informativas con la comunidad asentada en el área de influencia del proyecto minero, extrayéndose vídeos, fotografías y lista de asistentes a dichos encuentros como fuentes necesarias para el desarrollo de una práctica de extracción sostenible), demografía, infraestructura, cultura, arqueología y política organizativo.

Posteriormente se organiza la información recolectada en una matriz de identificación de efectos que consiste en un cuadro de tipo causa-efecto, de doble entrada, en cuyas columnas se encuentran las acciones importantes y en las filas las variables medioambientales y socioeconómicas susceptibles de recibir impactos, permitiendo de esta forma identificar el número de interacciones de cada variable en cada etapa minera. Finalmente, se determina la importancia del impacto o índice de incidencia de cada una de las variables analizadas mediante un algoritmo que evalúa la intensidad, extensión momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad de cada variable analizada, permitiendo medir cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como caracterización del efecto.

2.3. Etapa 3: Condiciones técnicas de operación sostenible

Esta fase contempla la descripción de algunas acciones y actividades específicas visualizadas y encaminadas a un enfoque preventivo, evitando la aparición de efectos ambientales

negativos y la mitigación, corrección y/o compensación de los potenciales impactos de una manera anticipada, que de no eliminar el impacto, lo atenúan, disminuyendo su importancia, en los medios abiótico, biótico y socioeconómico identificados en la fase 2 del presente proyecto de investigación, mediante las cuales se busca garantizar una actividad minera sostenible y responsable en pro de un desarrollo colectivo que integre a las comunidades locales.

2.4. Etapa 4: Metodología piloto para la explotación sostenible de esmeraldas

Esta fase del proyecto presenta una propuesta metodológica para un piloto de explotación sostenible de esmeraldas en el Título Minero N° JKC – 11511 mediante la identificación del orden cronológico de implementación de cada una de las condiciones técnicas planteadas en la fase 3 permitiendo de esta forma estructurar un cronograma de actividades teniendo como referencia el tiempo otorgado en el título minero.

Adicionalmente se describen algunas estrategias en pro de la salud de los involucrados en el área de influencia y se disponen algunas medidas para evitar la incursión de la minería ilegal, además la reutilización de residuos sólidos y líquidos provenientes de la explotación de esmeraldas que han sido evaluados a nivel nacional e internacional, donde se evidencia el óptimo desempeño de los residuos sólidos estériles para la fabricación de fachaletas utilizadas en el sector de la construcción y fertilizantes empleados para la recuperación de suelos latericos.

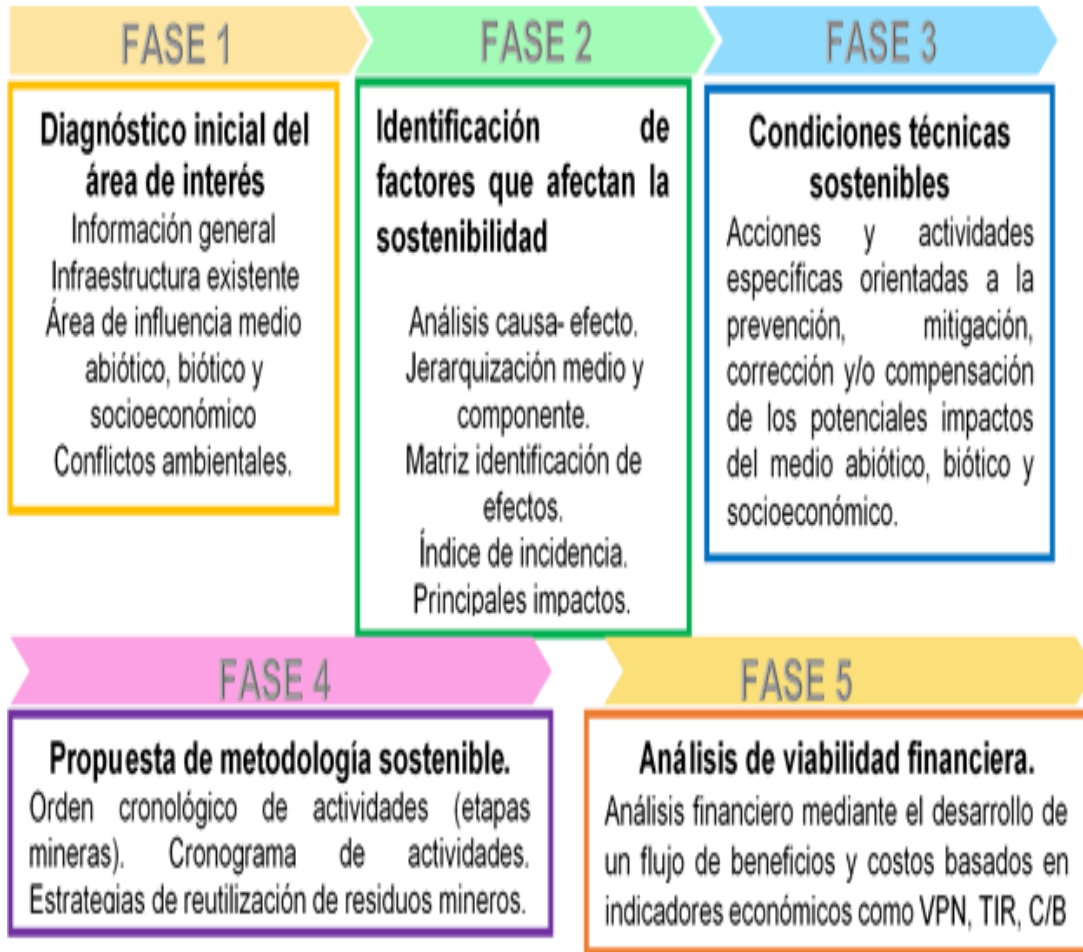
2.5. Etapa 5: Análisis viabilidad financiera de la metodología sostenible

La fase 5 del presente proyecto de investigación contempla el desarrollo de un análisis financiero mediante el desarrollo de un flujo de beneficios y costos proyectados durante el tiempo otorgado por el Título Minero N° JKC – 11511, permitiendo mediante este análisis identificar la viabilidad financiera de implementar una metodología sostenible para la extracción de esmeraldas basado en indicadores financieros como el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el análisis costo beneficio permitiendo identificar si la implementación de dicha metodología genera algún grado de utilidad positiva.

A continuación, la figura 1 agrupa la metodología empleada en el presente proyecto de investigación.

Figura 1.

Metodología del proyecto



Nota. Metodología de cinco fases para el desarrollo del proyecto. Tomado de Tomado de: ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental.

3. CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Para desarrollar el presente proyecto se requiere realizar una contextualización del sector minero en Colombia haciendo énfasis en la minería de esmeraldas con el objetivo de comprender el alcance de un estudio de la explotación sostenible de esmeraldas en el Título Minero N° JKC – 11511, por ende, se realiza una introducción, la revisión de indicadores y normatividad colombiana y finalmente se describe el proceso de extracción de esta piedra preciosa y su retos frente al desarrollo sostenible de dicha actividad económica.

3.1. Sector minero en Colombia

El sector minero en Colombia ha desempeñado un papel importante en el entorno económico y social del país, fomentando una tradición minera mediante la producción de carbón, níquel, esmeraldas, oro y materiales de construcción (MINIMINAS, 2016). A nivel nacional el sector minero aporta cerca de un 1,5-2,0% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, siendo uno de los sectores más importantes en distintos departamentos como Cesar y la Guajira (GIZ, 2019), donde se constituye como la actividad económica con mayor presencia. La minería formal en Colombia se encuentra dominada por grandes proyectos de explotación de carbón en el norte del país que permiten posicionar a Colombia como el 5^{to} mayor exportador de este mineral a nivel mundial; adicionalmente en términos de valor la segunda producción minera más grande es la explotación de oro mediante proyectos mineros aluviales y subterráneos (GIZ, 2019), no obstante la extracción de esmeralda es la actividad minera que ha generado mayor reconocimiento a nivel mundial por la alta calidad de las piedras preciosas producidas en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

En Colombia la actividad minera se presenta mediante varias escalas y estándares de producción y manejo ambiental que se encuentran ligados al grado de formalidad de dicha actividad, por ende el Ministerio de Minas y Energía, en coordinación con la Agencia Nacional de Minería y la Unidad de Planeación Minero Energética, analizó los resultados antes descritos y con base en ellos y mediante el decreto número 1666 del 21 de octubre de 2016, definió la clasificación de la minería de la siguiente forma:

Subsistencia, se permitirá solo en actividades a cielo abierto, y se limitará a la extracción y recolección de arenas, gravas de río, (destinados a la industria de la construcción) arcillas, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas, así como a las labores de barequeo.

Para la etapa de exploración, construcción y montaje se tomó como criterio el área otorgada al título minero.

Para la etapa de explotación se acudió al criterio de producción, diferenciándola en labores a cielo abierto y subterráneas; y se definió la clasificación de acuerdo con valores de producción anuales para seis grupos de minerales así: carbón, materiales de construcción, metálicos, no metálicos, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas.

- **Minería de Subsistencia.** Es la actividad minera desarrollada por personas naturales o grupo de personas que se dedican a la extracción y recolección, a cielo abierto, de arenas y gravas de río destinadas a la industria de la construcción, arcillas, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas, por medios y herramientas manuales, sin la utilización de ningún tipo de equipo mecanizado o maquinaria para su arranque. Los volúmenes máximos de producción en esta actividad se establecerán por el Ministerio de Minas y Energía con fundamento en datos estadísticos, recopilación de información y estudios técnicos que se realicen para el efecto. En la minería de subsistencia se entienden incluidas las labores de barequeo y las de recolección de los minerales mencionados anteriormente que se encuentren presentes en los desechos de explotaciones mineras, independientemente del calificativo que estas últimas asuman en las diferentes zonas del territorio nacional.
- **Clasificación de la minería en pequeña, mediana y gran escala en etapa de exploración, o construcción y montaje:** Los títulos mineros que se encuentren en la etapa de exploración o construcción y montaje se clasificarán en pequeña, mediana y gran minería con base en el número de hectáreas otorgadas en el respectivo título minero, acorde con la tabla 1.

Tabla 1.

Criterios de clasificación de la minería en Colombia, en explotación

CLASIFICACIÓN	Nº DE HECTÁREAS
Pequeña	Menor o igual a 150

Tabla 1. (Continuación)

CLASIFICACIÓN	Nº DE HECTÁREAS
Mediana	Mayor a 150 pero menor o igual a 5.000
Grande	Mayor a 5.000 pero menor o igual a 10.000

Nota. Representa la clasificación de minería en Colombia. Tomado de: ESMERACOL SAS. (2021).

Estudio de Impacto Ambiental.

- **Clasificación de la Minería a pequeña, mediana y gran escala en etapa de explotación:**

Los títulos mineros que se encuentren en la etapa de explotación, con base en lo aprobado en el respectivo Plan de Trabajo y Obras o en el documento técnico que haga sus veces, se clasificarán en pequeña, mediana o gran minería de acuerdo con el volumen de la producción minera máxima anual, para los siguientes grupos de minerales: carbón, materiales de construcción, metálicos, no metálicos, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Criterios de clasificación de la minería en Colombia, en explotación.

MINERAL	PEQUEÑA		MEDIANA		GRAN	
	Subterránea	Cielo	Subterránea	Cielo	Subterránea	Cielo
		Abierto		Abierto		Abierto
Carbón (Ton/año)	Hasta 60.000	Hasta 45.000	» 60.000 hasta 850.000	» 45.000 hasta 850.000	» 650.000	» 850.000
Materiales de construcción (M3/año)	N/A	Hasta 30.000	N/A	»30.000 hasta 350.000	N/A	» 350.000
Metálicos (Ton/año)	Hasta 25.000	Hasta 50.000	»25.000 hasta 400.000	»50.000 hasta 750.000	» 400.000	» 750.000
No Metálicos (Ton/año)	Hasta 20.000	Hasta 50.000	»20.000 hasta 300.000	»50.000 hasta 1.050.000	»300.000	»1.050.000

Tabla 2. (Continuación)

Metales						
Preciosos (oro, plata y platino) (Ton/año) o (M3/año)	Hasta 15.000 Ton/año	Hasta 250.000 m3/año	» 15.000 hasta 300.000 Ton/año	» 250.000 hasta 1.300.000 m3/año	» 300.000 Ton/año	1.300.000 m3/año
Piedras preciosas y semipreciosas (Ton/año)						
	Hasta 20.000	N/A	»20.000 Hasta 50.000	N/A	»50.000	N/A

Nota. Representa porcentajes de metales. Tomado de Chaparro Ávila, E. (2000). La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL

3.1.1. Departamentos mineros en Colombia.

Colombia cuenta con 32 departamentos cada uno con diferentes condiciones climáticas, formas de vegetación, suelos, disposición de recursos naturales, distribución espacial de la población y grados de desarrollo económico, siendo condicionados por la presencia de tres cordilleras en el país (cordillera oriental, central y occidental) (Aguilar Rueda, 1992). En base a lo descrito anteriormente es posible aclarar que existen regiones cuya actividad económica principal es la extracción de uno o más minerales, en las cuales se emplea la mano de obra local y se garantiza la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de las actividades mineras para lograr un desarrollo integral que armonice las actividades económicas, los usos del suelo y el subsuelo con las aspiraciones comunitarias, la cultura y el plan de desarrollo a nivel regional y nacional (MinMinas, 2005). La tabla 3 presenta principales departamentos municipios mineros de Colombia relacionando a cada uno de ellos el producto minero extraído.

Tabla 3.

Principales departamentos mineros y sus principales productos mineros

Departamento	Municipios	Producto Minero
Boyacá	Coper, Briceño, La Victoria, Maripí, Muzo, Otanche, Pauna, Quípama, San Pablo de Borbur, Chivor, Guateque, Somondoco.	Esmeraldas

Tabla 3. (Continuación)

	Belén, Corrales, Duitama, Firavitoba, Iza, Jericó, Monguí, Nobsa, Paipa, Paz de Río, Pesca, Santa Rosa de Viterbo, Socotá, Socha, Tasco, Tibasosa, Tópaga	Caliza, carbón, mineral de hierro, roca fosfórica y otros
	Yacopí, Gachalá, Ubalá	Esmeraldas
Cundinamarca	Cogua, Cucunubá, Guachetá, Lenguazaque, Samacá, Sutatausa, Tausa y Zipaquirá.	Carbón, arenas silíceas, sal terrestre y otros
	Bogotá D.C., Bojacá, Chía, Gachancipá, Guasca, La Calera, Madrid, Mosquera, Nemocón, Sibaté, Soacha, Sopó, Subachoque, Tabio, Tenjo y Tocancipá.	Materiales de construcción, arcilla, otros
Antioquia	Amagá, Angelópolis, Fredonia, Itagüí, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota, Titiribí y Venecia, Abejorral, La Unión, Carmen de Viboral, Rionegro.	Materiales de construcción, carbón, arcillas
	Puerto Berrío, Puerto Triunfo, San Luis y Sonsón	Caliza, arcilla ferruginosa
	Abriaquí, Anzá, Buriticá, Dabeiba, El Carmen de Atrato, Frontino, Murindó, Mutatá, Urrao, Amalfi, Anorí, Cáceres, Caucasia, El Bagre, Nechí, Maceo, Remedios, San Roque, Segovia, Tarazá y Zaragoza	Yeso, manganeso, concentrado de cobre, oro, caliza, plata y platino

Tabla 3. (Continuación)

Departamento	Municipios	Producto Minero
La Guajira	Barrancas, Maicao, Hato Nuevo y Albania.	Carbón
Choco	Bagadó, Condoto, Istmina, Sipí y Tadó.	Oro, plata y platino

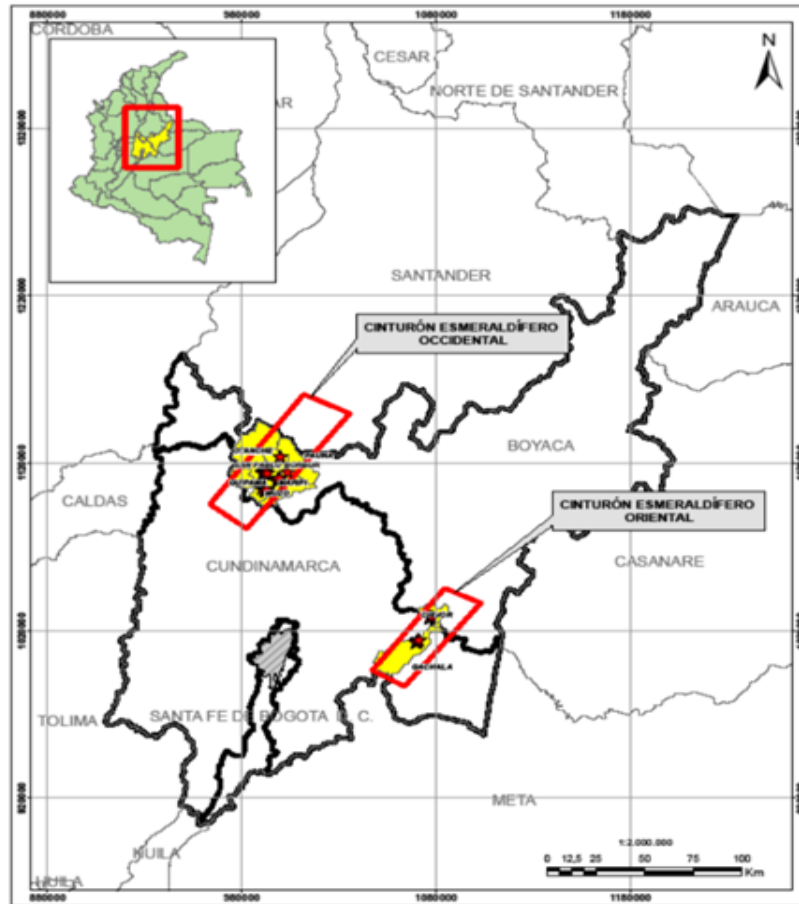
Nota. Calificaciones de las regiones de extracción minera. Tomado de MinMinas. (2005). Distritos Mineros: Exportaciones e Infraestructura de transporte. Bogotá D.C: Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.

3.1.2. Minería de esmeraldas en Colombia

La explotación de esmeraldas en Colombia se ha desarrollado desde la prehistoria, fomentando el desarrollo de una cultura tradicional minera en los municipios donde predomina la explotación de estas piedras preciosas en Colombia, algunos de estos municipios son: Muzo, Quípama, Coscuez y Peña Blanca, los cuales han sido sometidos a varios periodos de violencia originados por la lucha por el control de las explotaciones mineras y diversos problemas ambientales y de desigualdad social que se originan en los años 60, 70 y 80 cuando se presentó la bonanza esmeraldera en Colombia (FEDESMERALDAS, 2015), generando por consiguiente el mal llamado embrujo verde que fomento la migración de varias poblaciones a los municipios mineros. La figura 2 muestra algunas de las vetas de esmeraldas existentes en Colombia.

Figura 2.

Ubicación geográfica de las vetas de esmeraldas en Colombia.



Nota. Principales vetas esmeraldíferas en Colombia. Tomado de ESIMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

Las esmeraldas colombianas se asocian a venas y brechas hidrotermales que afectan la secuencia sedimentaria de las formaciones Muzo y Rosablanca en los cinturones Occidental y las formaciones Chivor y Santa Rosa en el cinturón Oriental tal como se ilustra en la figura 2 (Agencia Nacional de Minería, 2018); dichas formaciones se asocian a venas de carbonatos de poco espesor que hospedan las esmeraldas en shales del Cretáceo Inferior con minerales asociados como albita, cuarzo, dolomita, pirita, apatito, barita, talco, fluorita, moscovita, feldespato y pirofilita (MinMinas, 2005).

Las principales minas de esmeraldas se encuentran ubicadas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá donde se extraen la mayor cantidad de estas piedras preciosas ubicando

a Colombia como el segundo país con mayor producción de esmeraldas y el país con la mejor calidad de esmeraldas extraídas a nivel mundial, lo cual se asocia al contenido de cromo, juego de luz y brillo, adicionalmente a las inclusiones muy típicas que se convierten en un sello de identidad con respecto a las esmeraldas producidas en otros países (Agencia Nacional de Minería, 2020).

En Colombia la producción de esmeraldas tiene como principal fin la exportación de este mineral, siendo destinado únicamente el 5% del total de la producción al consumo interno del país (FEDESMERALDAS, 2015), dirigido principalmente al sector joyero en Colombia, en el cual se generan exportaciones a México, Perú, Chile, Costa Rica y Corea del Sur. Actualmente, la minería de esmeraldas se encuentra en un proceso de transformación generado por la reducción de los actos de violencia en los municipios mineros trayendo consigo un aumento en la inversión de empresas extranjeras como Minería Texas S.A (EE.UU) y Fura Gems Inc. (Canadá) (Agencia Nacional de Minería, 2020); adicionalmente han aumentado los índices de formalidad de dicha actividad económica afectando de forma directa a las comunidades que desarrollaban la minería informal de esmeraldas como única fuente de ingresos, permitiendo identificar que las comunidades aledañas a una actividad minera soportan la mayoría del costo social en comparación con las empresas mineras y los gobiernos que tiende a disfrutar de los beneficios de la explotación de esmeraldas (Moyo Shoko & Mwitwa, 2015).

3.1.3. Indicadores minería de esmeraldas

Históricamente el sector minero en Colombia ha sido de gran importancia para el desarrollo económico tanto a nivel nacional como de las comunidades mineras, aportando en promedio el 1.96 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país (UPME, 2021). A continuación, se analizará algunos indicadores económicos que caracterizan a la minería de esmeraldas en Colombia.

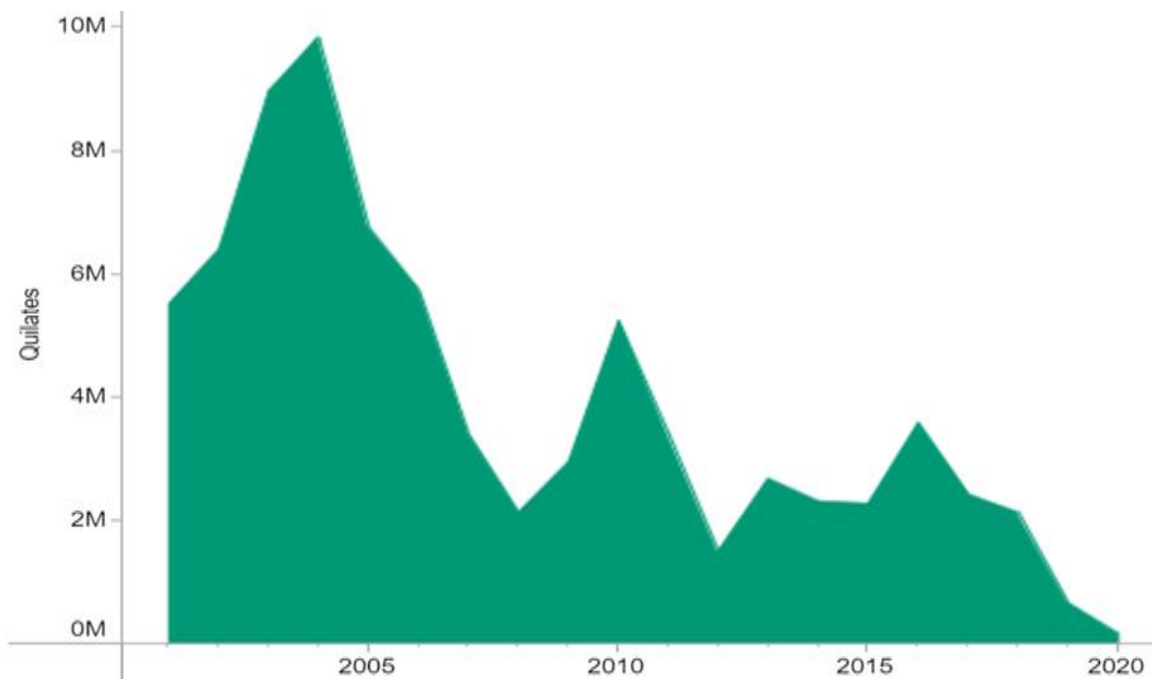
- **Producción:** la producción de esmeraldas en Colombia presenta cierto grado de fluctuación debido a diferentes problemáticas a nivel nacional o regional que afectan las actividades mineras como la pandemia que afronta actualmente el mundo del Covid-19; la figura 3 presenta la producción de esmeraldas en los últimos 20 años sin incluir las categorizadas como “esmeraldas semipreciosas”, logrando evidenciar un máximo nivel de producción en el año 2004 cuando se logró extraer 9’825.134 quilates de las vetas colombianas, sin embargo,

posteriormente se evidencio una reducción contante de la producción entre los años 2004-2008 alcanzando los 2'121.562 quilates de esmeraldas.

Finalmente, la figura 3 permite identificar que en el año 2012 se presentó una producción de 1'486.752 quilates, la cual era el nivel más bajo de producción de esmeraldas reportado en Colombia hasta el año 2019 cuando la pandemia del Covid-19 afecto las actividades mineras y por consiguiente se generó el inicio de una reducción significativa de los niveles de producción alcanzando los 654.558 quilates en el año 2019 y 165.262 quilates para el año 2020 con corte en el segundo trimestre (Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME-, 2020).

Figura 3.

Producción de esmeraldas 2001-2020 corte II trimestre



Nota. Producción de esmeraldas entre el año 2001 y el año 2020. Tomado de (Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME-, 2020)

- **Regalías:** La figura 4 ilustra las regalías generadas por la extracción de esmeraldas en Colombia durante los años 2012 al 2020 permitiendo identificar el aporte de cada departamento esmeraldero. Se evidencia que inicialmente las regalías obtenidas por la extracción de esmeraldas se generaban en Bogotá debido a la falta de reglamentación, sin embargo, a partir del año 2013 se logra identificar el crecimiento de las regalías aportadas por el departamento

de Boyacá y Cundinamarca y de forma simultanea se genera una reducción en las regalías de Bogotá. En el año 2016 la minería de esmeraldas generó 8273,17 millones de pesos colombianos como regalías siendo este su mayor aporte a la economía del país a lo largo de la historia, sin embargo, a causa de la pandemia del Covid-19 las regalías para el II trimestre del año 2020 se redujeron llegando a un valor de 1237,47 millones de pesos colombianos.

Figura 4.

Regalías generadas por la producción de esmeraldas 2010-2020



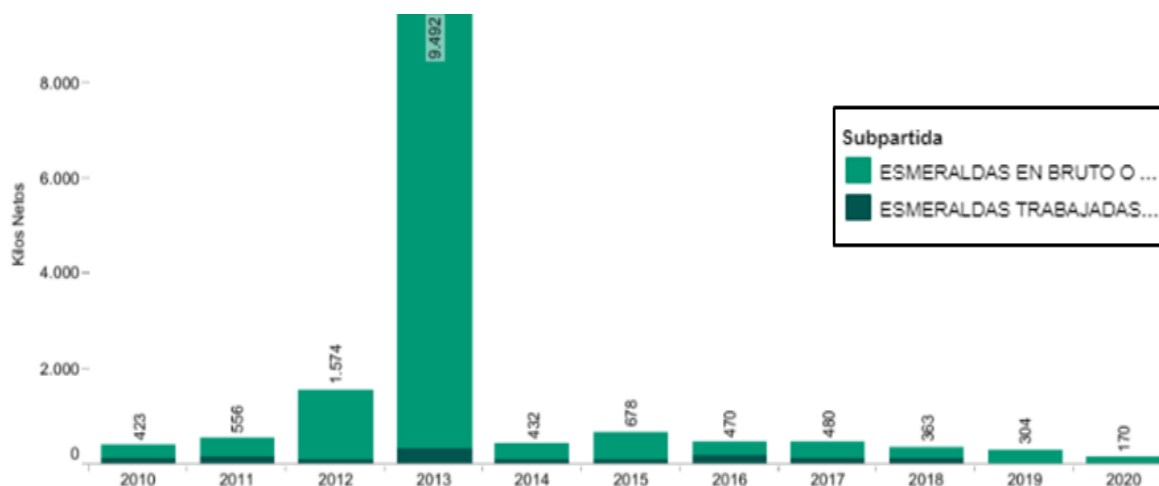
Nota. Regalías de esmeraldas entre el año 2010 y el año 2020. Tomado de (Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME-, 2020)

- Exportaciones e importaciones:** en el área de exportaciones e importaciones de esmeraldas Colombia divide estas piedras preciosas en dos grupos: esmeraldas en bruto o simplemente aserradas o desbastadas, clasificadas, sin ensartar, montar ni engarzar y un segundo grupo de esmeraldas trabajadas de otro modo, clasificadas, sin ensartar, montar ni engarzar. La figura 5 y la figura 6 ilustran los indicadores de exportaciones e importaciones de esmeraldas respectivamente, logrando evidenciar un mayor volumen de esmeralda exportada que importada; adicionalmente es posible identificar que en el año 2013 se exportó la mayor cantidad de estas piedras preciosas alcanzando los 9492 kilos netos y en el año 2014 se importó la mayor cantidad de esmeraldas con un total de 159 kilos netos. Analizando la situación actual

del Covid-19 se logra una reducción significativa de las exportaciones alcanzando los 170 kilos netos de esmeraldas una reducción por completo de las importaciones de dichas piedras preciosas.

Figura 5.

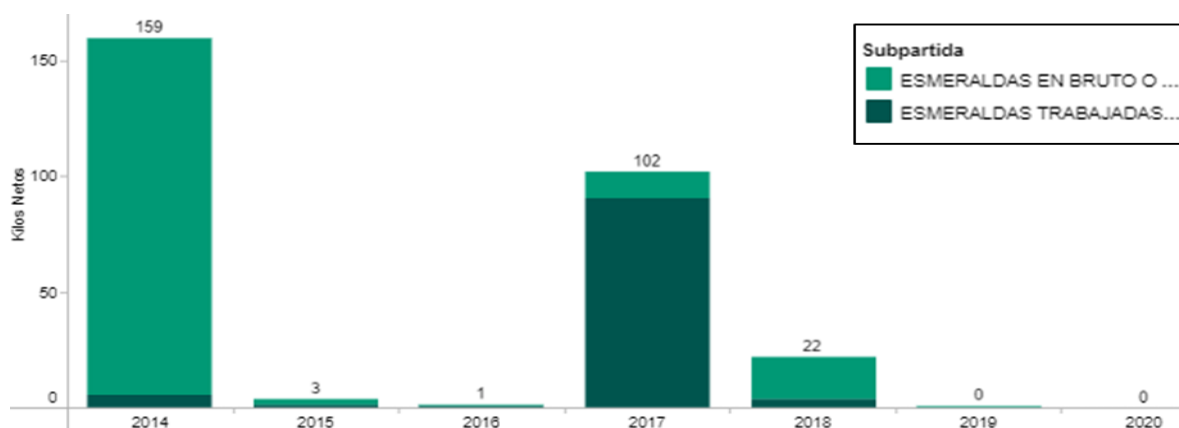
Exportaciones de esmeraldas 2010-2020 - Partida arancelaria.



Nota. Exportaciones de esmeraldas entre el año 2010 y el año 2020. Tomado de (Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME-, 2020)

Figura 6.

Importaciones de esmeraldas 2014-2020 - Partida arancelaria



Nota. Importaciones de esmeraldas entre el año 2014 y el año 2020. Tomado de (Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME-, 2020)

3.1.4. *Proceso de extracción de esmeraldas*

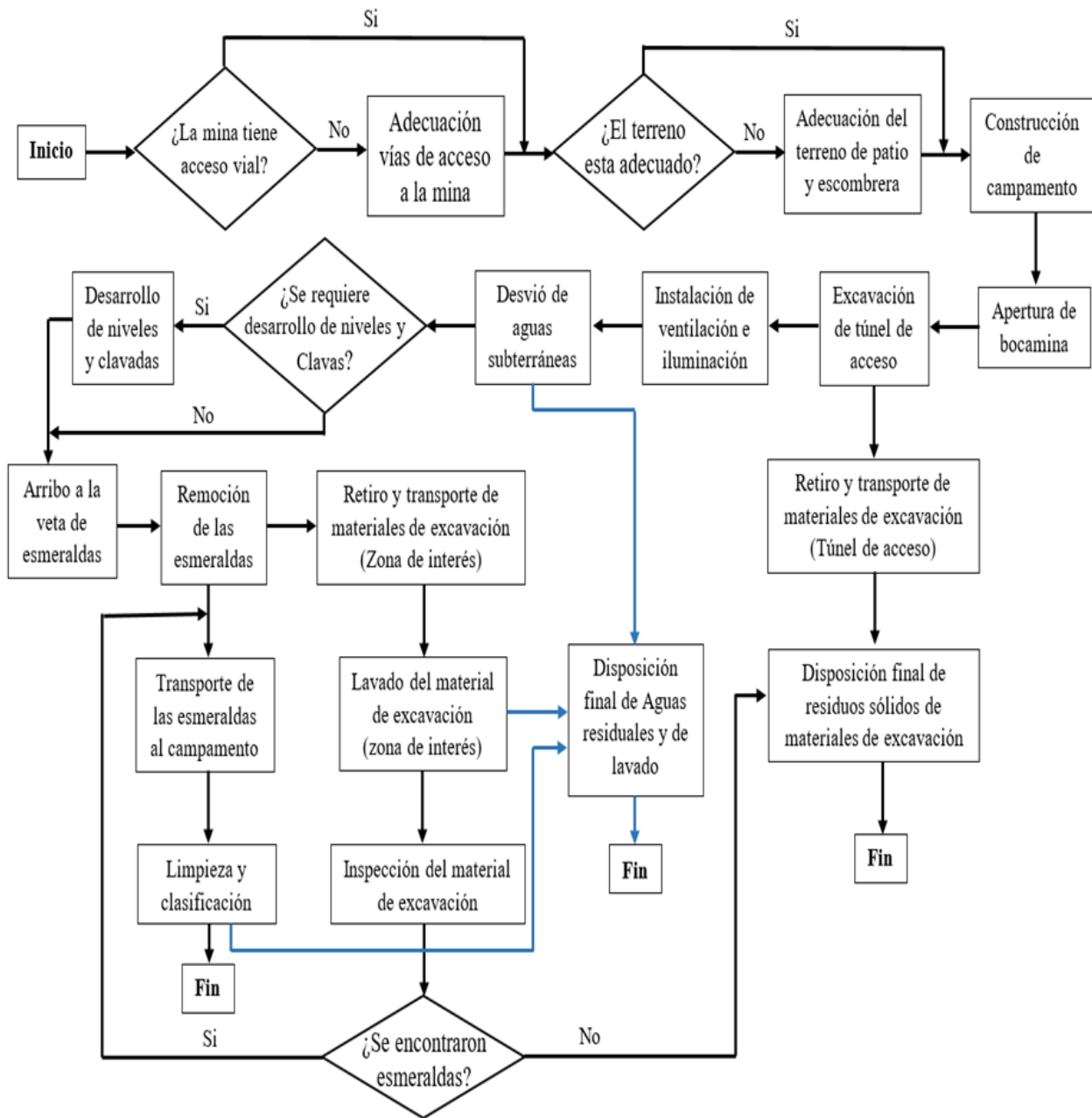
La producción de esmeraldas es un proceso con bajo nivel de tecnificación en el cual predomina las excavaciones de túneles para la extracción de estas piedras preciosas (UNEP, 2016), los cuales son común mente llamados socavones y consisten en grandes agujeros realizados en la tierra sostenidos por estructuras de madera natural o sintética siguiendo una trayectoria horizontal o clavada (vertical) hacia la veta de esmeraldas; adicionalmente a medida que se avanza en la excavación de los socavones se realiza la instalación de tubos de desagüe del líquido filtrado de forma natural en el subsuelo y la instalación de sistemas de ventilación, iluminación y demás herramientas como medidores de gases con el fin de garantizar las condiciones adecuadas al momento de desarrollar cualquier actividad minera (Acosta Pérez, Hernández Martínez, & Sogamoso Jiménez, 2017), reduciendo de forma simultanea los niveles de afectación a la salud de los trabajadores de la mina que pueden sufrir de eventos indeseados de asfixia o intoxicaciones por la exposición a altas concentraciones de gases (Alonso Cárdenas, Arcos, & Echavarría, 2017).

El proceso de explotación de esmeraldas se compone de una serie de elemento y procedimientos que deben ser ejecutados con el fin de garantizar buenas prácticas de trabajo tal como se describe en la figura 7 mediante un diagrama de procesos que abarca desde el alistamiento del terreno hasta la limpieza y clasificación de las esmeraldas junto con la disposición final de los residuos sólidos y líquidos provenientes de la actividad minera.

A continuación, se describirá cada una de las etapas descritas en el diagrama del proceso de extracción de esmeraldas.

Figura 7.

Diagrama proceso de extracción de esmeraldas.



Nota. Proceso a tener en cuenta para la extracción de esmeraldas. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

- **Adecuación de vías de acceso:** Generalmente las actividades mineras se realizan en zonas alejadas donde el acceso vehicular es restringido, por tal motivo toda actividad minera inicia

con la adecuación y/o creación de las vías de acceso para vehículos al campamento y al área de explotación minera tal como se ilustra en la figura 8 (Avendaño Morales, 2014); esta etapa representa una afectación ambiental debido a la remoción de la capa vegetal y el deterioro de los terrenos utilizados para tal fin.

Figura 8.

Proceso de adecuación de vías de acceso. A) trabajos. B) vía de acceso terminada



Nota. Adecuación de vías inicial y resultado final. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

- **Adecuación del terreno:** consiste en adecuar el terreno aledaño a donde se planea ubicar la entrada al túnel con el fin de facilitar la movilidad de vehículos y trabajadores tal como se ilustra en la figura 9, adicionalmente se realiza un proceso de descapote en el área destinada a la disposición final del material residual proveniente de a la extracción de esmeraldas.

Figura 9.

Adecuación de la zona aledaña a la boca del túnel.



Nota. Adecuación de zonas de entrada a túneles. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

- **Montaje de equipos y campamento:** En esta etapa se comprende la instalación de señales informativas, el campamento para albergar al personal que trabaja en la mina, las instalaciones del equipo eléctrico, los sistemas de ventilación descontaminantes y las bombas para el desagüe todo lo anterior con el objetivo de garantizar un buen ambiente de trabajo donde se garantice la seguridad y la salud del personal a cargo de las actividades mineras, de acuerdo a la figura 10.

Figura 10.

Montaje de equipos y campamento en zona minera



Nota. Equipamiento de seguridad minera. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental.

- **Excavación:** consiste en la construcción del túnel hasta encontrar la veta de esmeraldas mediante el uso de herramientas tradicionales (pico, palas, martillos neumáticos, entre otros) y explosivos que se instalan dentro de agujeros generados por el martillo neumático en formaciones rocosas que son difíciles de perforar de forma tradicional. La figura 11 ilustra la entrada a la mina de esmeraldas donde se evidencia la estructura en madera que debe ser instalada durante el proceso de excavación, adicionalmente se muestra el almacén de los explosivos con sus señalizaciones.

Figura 11.

Excavación del túnel. A) Entrada al túnel. B) Almacenamiento de explosivos

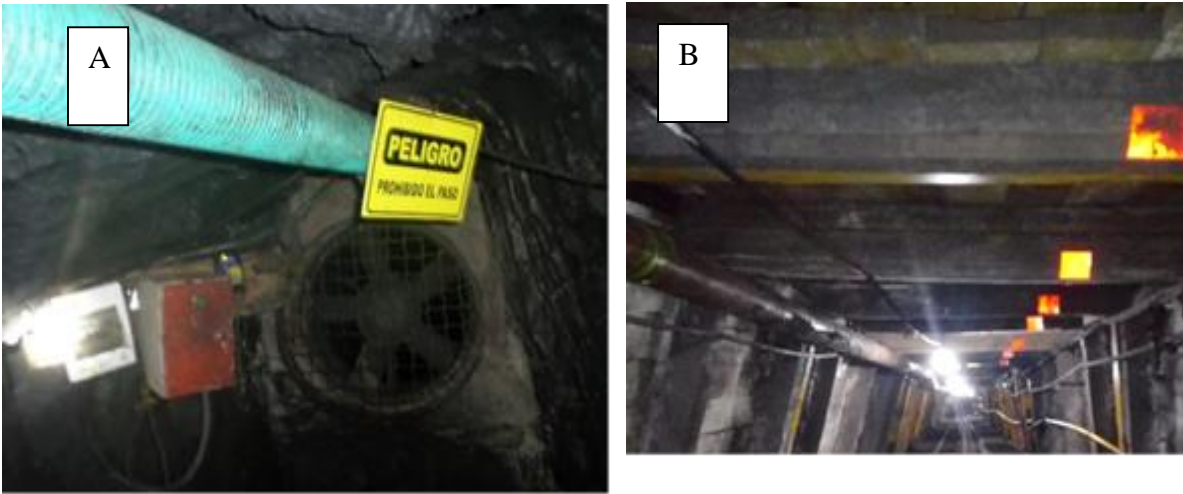


Nota. Bocamina Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

- **Avance del túnel:** como se ilustra en la figura 12 esta actividad consiste en la instalación de redes eléctricas y sistemas de ventilación a lo largo del avance del túnel, con el fin de garantizar buenas condiciones de trabajo para continuar con la excavación del túnel evitando afectaciones a la salud de los mineros por falta de luz y/o acumulaciones de gases que provocan intoxicaciones y afectaciones respiratorias (Santamaria Segura & Muños Palomino, 2017).

Figura 12.

Avance del túnel. A) Sistema de ventilación. B) Redes eléctricas internas.

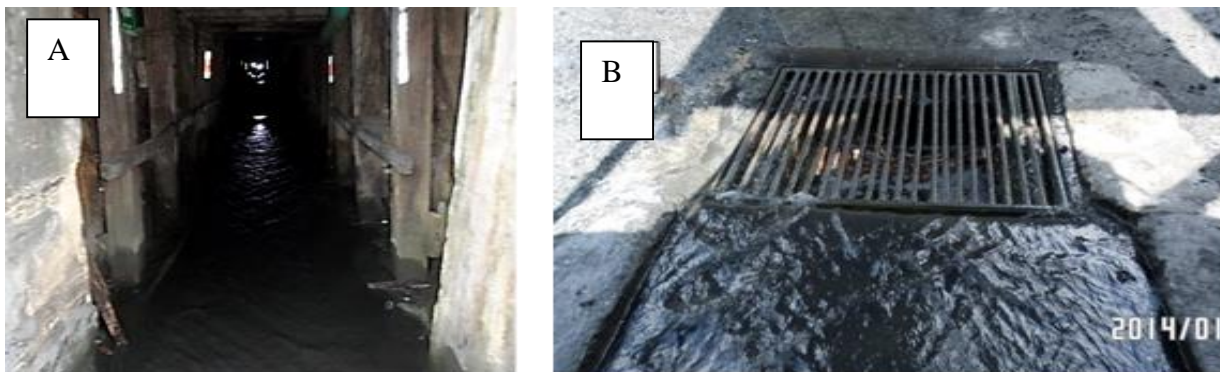


Nota. Fotografía de la mina de *Coscuez* Boyacá. Tomado de *ESMERACOL SAS.* (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

- **Desvío de aguas subterráneas:** Durante el proceso de excavación del túnel se encuentran filtraciones importantes de agua de que deben ser dirigidas junto con el agua residual empleada en el proceso productivo a la boca del túnel mediante un sistema de canales o motobombas dependiendo de la uniformidad de la superficie tal como se ilustra en la figura 13.

Figura 13.

Desvío de aguas subterráneas. A) Canales internos B) Llegada a entrada de la mina.



Nota. Fotografía de la mina de *Coscuez* Boyacá. Tomado de *ESMERACOL SAS.* (2021). Estudio de Impacto Ambiental

- **Niveles y clavadas:** la explotación de esmeraldas se realiza mediante túneles que generalmente no mantienen una trayectoria horizontal debido a la necesidad de hacer cambios en el nivel mediante la construcción de clavadas o caracoles que pueden alcanzar los 100 metros en sentido vertical (Santamaria Segura & Muños Palomino, 2017) como se ilustra en la figura 14.

Figura 14.

Desarrollo de niveles y clavadas. A) Estructura interna. B) ascensor de accesos.



Nota. Fotografía de la mina de Coscuez Boyacá. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental

- **Retiro y transporte de material:** este proceso contempla el transporte de la tierra y escombros removidos durante la excavación del túnel desde el frente de trabajo hasta la superficie mediante el uso de carros mineros como se ilustra en la figura 15.

Figura 15.

Retiro y transporte de material residual desde la mina (A) hasta superficie (B).



Nota. Fotografía de la mina de Coscuez Boyacá. Tomado de ESMEACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental

- **Remoción de las esmeraldas:** es un proceso meticuloso y detallado en el cual se debe remover las unidades rocosas garantizando la integridad de las esmeraldas; por tal motivo este trabajo es realizado de forma cuidadosa por un personal capacitado quienes extraen las esmeraldas y las guarnan en tulas de seguridad que son llevadas al campamento por personas autorizadas.
- **Limpieza y clasificación:** esta operación se lleva a cabo en el campamento donde se realiza un proceso de lavado y remoción de tierra adherida a la esmeralda para posteriormente ser clasificada, sellada y rotulada en una bolsa de seguridad. En términos de su clasificación, se deben tener en cuenta los parámetros descritos en la tabla 4 (María Alejandra Jiménez Londoño, 2014):

Tabla 4.

Clasificación de las esmeraldas.

Parámetro	Clasificación	Descripción
Color	C	Hace alusión a que la piedra tiene un color verde hierba
	C1	Se presenta en un color verde con destellos azules y amarillos.
	C2	Cuenta con un color verde pálido con matices azules o amarillos.

Tabla 4. (Continuación)

	B	Tiene un destello diamantino y resplandeciente.
Brillo	B1	Su brillo no presenta un resplandor notorio.
	B2	Su imagen es similar a la de un vidrio tallado
	D	La joya tiene una transparencia sin mácula.
Diafanidad	D1	Posee una transparencia con jardín, hace alusión a que la piedra tiene una mancha que la oscurece.
	D2	Su apariencia se denomina como transparencia con mucho jardín
Peso	-	Se realiza su cálculo en quilates, 1 quilate es 1/5 de gramo.
Pureza	-	Cantidad de grietas que se logren observar en su superficie estructural.
Talla	-	Hace alusión al corte que se realiza a la piedra para darle una forma específica.

Nota. Tomado de (María Alejandra Jiménez Londoño, 2014)

- **Lavado e inspección de rocas residuales:** esta actividad contempla el lavado de las rocas residuales extraídas de la veta de esmeraldas como se ilustra en la figura 16 con el objetivo de garantizar la ausencia de esta piedra preciosa antes de ser dispuestas por completo.

Figura 16.

Lavado e inspección de rocas residuales



Nota. Fotografía de la mina de Coscuez Boyacá. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021).

Estudio de Impacto Ambiental

- **Disposición Final De Residuos:** contempla la disposición final de residuos sólidos provenientes de las actividades mineras y el vertimiento de los residuos líquidos en terrenos baldíos o cauces de ríos.

3.1.5. Sostenibilidad de la minería de esmeraldas

La sostenibilidad de un sector económico se fundamenta en el aprovechamiento de los recursos naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos, con el objetivo de garantizar una mejor calidad de vida para las poblaciones y de forma simultánea velar porque los patrones de consumo actual no afecte el bienestar de las generaciones futuras (Cortés Mura & Peña Reyes, 2015), lo cual equivale a la definición formal de sostenibilidad en la cual se busca un equilibrio en tres pilares importantes sostenibilidad económica (crecimiento económico), social (equidad social) y ambiental (protección ambiental) (Herrera Herbert, 2008).

La minería es una actividad económica que por su naturaleza implica una afectación al medio ambiente a causa de la tala de árboles, remoción de la capa vegetal, uso de grandes cantidades de agua y emisión de gases y partículas a la atmosfera, representando un reto constante para el desarrollo sostenible tanto del sector minero como de las comunidades que basa su economía y entorno social en dicha actividad económica, sin embargo, en cuanto a la minería de esmeraldas su afectación al medio ambiente se centra en la remoción de la capa vegetal y la disposición del material rocoso estéril extraído de los túneles en escombreras que se convierten en terrenos baldíos con apariencia desolada (Revista Semana, 2017), adicionalmente se debe contemplar una afectación a las fuentes hídricas aledañas a la zona minera causada por el vertimiento del agua proveniente de los túneles y del proceso de limpieza e inspección de material estéril, pues aunque no se empleen sustancias químicas contaminantes durante el proceso productivo, dichos fluidos vertidos generan alteraciones en las características y propiedades de las fuentes hídricas.

La minería sostenible implica un consumo eficiente y responsable de los recursos mineros (Cortes Forero, 2015) mediante el desarrollo de una actividad económica que se caracterice por ser ambientalmente sensible, socialmente responsable, económicamente viable y que genere beneficios sostenibles y descentralizados (Ramírez Rojas, 2008) garantizando el desarrollo de las regiones mineras bajo un crecimiento en conjunto de todos los sectores económicos de la región

permitiendo la coexistencia de la minería con diferentes actividades agropecuarias (Oyarzún & Oyarzún, 2011).

El ingreso de Colombia a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) fomenta una transformación en las actividades mineras debido a que se le solicita al país desarrollar mejores prácticas en dicha actividad económica de tal forma que se reduzcan las afectaciones de los derechos humanos en las poblaciones mineras (UPME, 2018), garantizando un equilibrio social, ambiental y económico en cada una de las etapas de la cadena de valor de la extracción de esmeraldas. a continuación, se evaluará cada una de las dimensiones involucradas en el desarrollo sostenible del sector minero en Colombia.

- **Dimensión social:** La explotación de esmeraldas en Colombia es una actividad económica que ha sido marcada por conflictos sociales a lo largo de la historia, los cuales contemplan actos de violencia y desigualdad en las regiones mineras del país a causa del llamado “embrujo verde” generando una migración constante de personas provenientes de diferentes partes del país a las regiones con un alto índice de producción de esmeraldas y el incremento de situaciones de extrema violencia por la búsqueda del dominio de dicha actividad económica que causó la muerte de más de 3.000 personas en el municipio de Muzo (Franco, Puppim de Oliveira, & Ali, 2018).

Actualmente la minería de esmeraldas se encuentra en un proceso de transición debido a la reducción de los actos de violencia, generando un aumento en la formalidad de dicha actividad económica y en la inversión extranjera, sin embargo, a nivel social se evidencia que la mayoría de las comunidades locales soportan en mayor medida las afectaciones generadas por la minería de esmeraldas en comparación con las empresas mineras y los gobiernos quienes disfrutaban de las utilidades generadas por dicha actividad económica (Moyo Shoko & Mwitwa, 2015). Con el fin de realizar un cambio en lo descrito anteriormente, Colombia ha desarrollado una reestructuración al sistema de regalías para destinar los recursos para la protección del medio ambiente, la reducción de la pobreza la inversión social en búsqueda de reducir el costo social de esta actividad económica (MINENERGÍA, 2020).

- **Dimensión ambiental:** La minería de esmeraldas genera afectaciones ambientales relativamente simples de controlar que se limitan a la remoción de la capa vegetal, la

disposición de residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales poco contaminadas a cauces de ríos, las cuales representan afectaciones propias de una actividad minera que implica la remoción de grandes cantidades de vegetación y suelo empleando diferentes herramientas y tecnologías que generan una degradación ambiental y la contaminación del aire y fuentes hídricas superficiales y subterráneas (Moyo Shoko & Mwitwa, 2015). A lo largo de la historia de la minería de esmeraldas se evidencia una falta de integración de los grupos de interés de esta actividad económica dificultando el desarrollo e implementación de medidas que reduzcan, mitiguen o eliminen las afectaciones ambientales (Puppim de Oliveira & H. Ali, 2011).

- **Dimensión económica:** El sector minero es de gran importancia para el crecimiento económico del país, aportando aproximadamente el 1.96% del PIB entre los años 2005 al 2020 y generando cerca de 350.000 empleos directos y un millón de empleos indirectos en los municipios tradicionalmente mineros (Agencia Nacional de Minería, 2020) de forma específica la minería de esmeraldas ha fomentado la inversión extranjera generando la llegada de empresas que buscan invertir en la extracción de dichas piedras preciosas mediante la implantación de procesos con mayor grado de tecnificación, aumentando los niveles de producción y por consiguiente generando mayores regalías, sin embargo, actualmente la minería de esmeraldas se enfrenta a dos problemáticas que afectan de forma directa e indica los indicadores económicos de dicha actividad, estas son, la pandemia del Covid-19 que afronta el mundo y el aumento en la normatividad y por consiguiente en la formalidad de la extracciones esmeraldas, causando la reducción casi por completo de actividades mineras informales que afectan la economía de un gran número de familias que subsistían económicamente mediante esta actividad.

3.2. Marco Legal

Las disposiciones vigentes aplicables para el desarrollo del presente proyecto se dividen en tres fases: producción, comercialización y exportación. A continuación, se presenta la normativa correspondiente a cada fase.

3.2.1. Producción

En esta sección se enlista la normatividad más revolante que abarca la etapa de producción de esmeraldas en Colombia:

- **Ley 685 de 2001:** Mediante la cual el congreso de la república de Colombia expide el Código de Minas (Ley 685 de 2001). Se define cual es la propiedad estatal; el derecho a explorar y explotar; las zonas reservadas, excluidas y restringidas para las practicas mineras; y, finalmente, la prospección de minas, multas, cauciones, servidumbres mineras, contratos de concesión y caducidad.
- **Decreto 2041 de 2014:** Expedido por el presidente de la república de Colombia. En este decreto se reglamenta el Título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales (Decreto 2041 de 2014). Se dictan las disposiciones generales para la adquisición de licencias ambientales para actividades mineras y afines, las competencias y exigencias para la adquisición de la licencia ambiental; los estudios de diagnóstico ambiental, así como la evaluación del impacto ambiental; los trámites para la obtención de dicha licencia; las disposiciones con respecto a la modificación, actualización, integración o cesión de la licencia; y finalmente, se exponen algunas disposiciones finales.
- **Ley 1382 de 2010 y Decretos 2715 de 2010, 1970 de 2012 y 933 de 2013:** La ley 1382 de 2010 es expedida por el congreso de la república de Colombia, por el cual se modifica la ley 685 de 2001 del Código de Minas (Ley 1382 de 2010); el Decreto 2715 de 2010 lo expide el presidente de la república de Colombia, en este decreto se reglamenta parcialmente la Ley 1382 de 2010 (Decreto 2715 de 2010); el Decreto 1970 de 2012, expedido por el Ministerio de Minas y Energía. Modifica el capítulo II del Decreto 2715 de 2010 (Decreto 1970 de 2012); y, el Decreto 0933 de 2013, expedido por el presidente de la república de Colombia. Dicta las disposiciones en materia de formalización de minería tradicional y se modifican algunas definiciones del Glosario Minero. (Declarada inexecutable a partir del 11 de mayo del 2013, por sentencia C-366 de la Corte Constitucional).

- **Ley 1658 de 2013 y Decreto 480 de 2014:** Expedida por el congreso de la república de Colombia. Se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales en el país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones (Ley 1658 de 2013). Las disposiciones están relacionadas al establecimiento del Sello Minero Ambiental Colombiano, y el Decomiso de licencias ambientales, todo en pro de la formalización lícita de la minería en el país.
- **Política Nacional de Seguridad Minera:** Expedida por el Ministerio de Minas y Energías. Se encuentran los antecedentes normativos asociados a la explotación minera, como la Ley 685 de 2001 o Código de Minas; el Decreto 1335 de 1987, en el cual se encuentra el reglamento de seguridad en labores subterráneas; actualizadas mediante el Decreto 1886 del 21 de septiembre de 2015, el Decreto 222 de 1993, también denominado: reglamento de higiene y seguridad en las labores mineras a cielo abierto; el Decreto 035 de 1994, el cual contiene las medidas de prevención y seguridad en labores mineras (Ministerio de Minas, 2011). En el documento se reportan algunos de los siniestros ocurridos a lo largo de los años, asociados a las prácticas mineras. Se disponen algunas estrategias de enfoque preventivo, también se solicita evaluar la implementación de una mayor exigencia técnica para asegurar el proceso lo máximo posible en relación a la salud de los involucrados; se disponen algunas medidas para evitar la minería ilegal; y, finalmente, se plantea la necesidad de hacer seguimiento a la ejecución de estas estrategias aportadas por entidades como INGEOMINAS u otras entidades designadas por el Ministerio de Minas y Energía.
- **Decreto 1335 de 1987:** Mediante el presidente de la república de Colombia expide el reglamento de seguridad en las labores subterráneas (Decreto 1335 de 1987). Se distribuye en varios capítulos donde se tratan temas como las disposiciones generales para el reglamento, las responsabilidades de las distintas partes, la distribución del comité de higiene y seguridad industrial de la empresa minera, la exigencia de registros y planos, y algunas de las disposiciones comunes para todas las labores subterráneas en temas como la ventilación, presencia de polvos inflamables, polvo respirable, presencia de luz, cuidado con equipos eléctricos, explosivos, y prevención de posibles incendios. Mediante el decreto, también se tiene presente el transporte de materiales, ya sea transporte en galerías, planos inclinados,

locomotoras diesel, bandas transportadoras, silos y/o tolvas. Por otro lado, se disponen medidas de cuidado con respecto al uso de elementos de protección personal para evitar siniestros, los cuidados frente a la climatología, el ruido, las condiciones de trabajo y el salvamento minero.

- **Decreto 1886 del 21 de septiembre de 2015:** Actualiza el Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas.
- **Ley 141 de 1994:** Expedida por el Congreso de Colombia, por el cual se crea el Fondo Nacional de Regalías, la Comisión Nacional de Regalías, se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no renovables, se establecen las reglas para su liquidación y distribución y se dictan otras disposiciones (Ley 141 de 1994). Esta ley se divide en varios capítulos, los cuales tratan acerca de la constitución del Fondo Nacional de Regalías, junto con sus funciones y deberes. Se determinan las funciones de la Comisión Nacional de Regalías, junto con los mecanismos para asegurar una correcta gestión de las regalías y compensaciones. El tercer capítulo presenta el régimen de regalías vigente en el país y las compensaciones generadas por la explotación de recursos naturales no renovables, al final de dicho capítulo se muestra la participación de cada sector o zona a la que le corresponde un porcentaje de las regalías que genera la empresa minera.
- **Decreto 2663 de 1950:** Corresponde al Código Sustantivo del Trabajo. Adoptado por el Decreto Ley 2663 en virtud del Estado en Sitio promulgado por el Decreto Extraordinario No 3518 de 1949 (Decreto 2663 de 1950). Se disponen los derechos y deberes por parte del empleador y el empleado de una empresa.

3.2.2. Comercialización y Exportación

Es importante definir la legislación vigente para la comercialización y exportación de la minería de esmeraldas. Sin embargo, debido al alcance del proyecto, solo se mencionarán los decretos y las leyes correspondientes. En la comercialización de productos mineros se tiene en cuenta la siguiente legislación:

Artículo 30 de la Ley 685 de 2001: procedencia lícita.

Decretos 2637 de 2012, 0705 de 2013 y 035 de 2013: RUCOM.

Decreto Ley 2663 de 1950: Código Sustantivo del Trabajo.

Decreto 410 de 1971: Código de Comercio Colombiano.

En la exportación de recursos naturales no renovables debe seguir ciertos parámetros legales, los cuales se exponen a continuación:

Decreto 2685 de 1999: estatuto aduanero.

Decreto 624 de 1989: estatuto tributario.

Decreto 380 de 2012: actualización Marco Normativo-Sistema de Control Interno.

Artículo 101 de la Ley 488 de 1998 y el Decreto 2407 de 2000: contribución parafiscal de la esmeralda.

4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

El presente capítulo se presenta en el mismo orden de las fases metodológicas propuestas anteriormente en la sección 1: Metodología.

4.1. Etapa 1: Diagnóstico de las condiciones actuales del área de interés

Esta sección hace referencia a la descripción de las generalidades del Título Minero N° JKC – 11511, identificando algunas características del medio biótico, abiótico y socioeconómico de la zona de interés, las cuales son consideradas como áreas de influencia en un análisis causa-efecto entre las diferentes actividades del proyecto minero y su entorno.

4.1.1. Información general del Título Minero N° JKC – 11511

Mediante el Título Minero N° JKC – 11511 celebrado entre la Agencia Nacional de Minería y Pedro Pablo Cepeda Vega, Sandro Gil Padilla y Carlos Mauricio Bermúdez Poveda se otorga mediante la modalidad de contrato de concesión el permiso para la exploración y explotación de un yacimiento de esmeraldas en bruto; sin labrar o simplemente aseadas o desbastadas durante un periodo de 30 años contados a partir del 06 de abril de 2015 fecha cuando se realizó la inscripción en el Registro Minero Nacional, dicho periodo de tiempo comprende la ejecución de las etapas de exploración, construcción y montaje, y explotación del yacimiento (Agencia Nacional de Minería, 2015)

El Título Minero N° JKC – 11511 comprende un área total de 153,6958 Hectáreas localizadas en las planchas 190-I-A-3 y 189-II-B-4 del Instituto Geológico Agustín Codazzi y presenta un lugar estable fácil de identificar tanto por sus detalles fisiográficos en el terreno como en la cartografía nacional denominado punto arcifinio (MINIMINAS, 2003) en la desembocadura de la quebrada Chanare en el río Minero.

4.1.1.i. Localización del Título Minero N° JKC – 11511. El área comprendida por el Título Minero N° JKC – 11511 se encuentra localizada en la provincia occidental de Boyacá sobre la cordillera occidental de los andes en el departamento de Boyacá, en la jurisdicción de los municipios de Maripi y San Pablo de Borbur; comprendiendo las veredas de Santa Rosa y Zulia y vereda Cuepar respectivamente. A continuación, se describirá de forma detallada la localización de los municipios mencionados anteriormente:

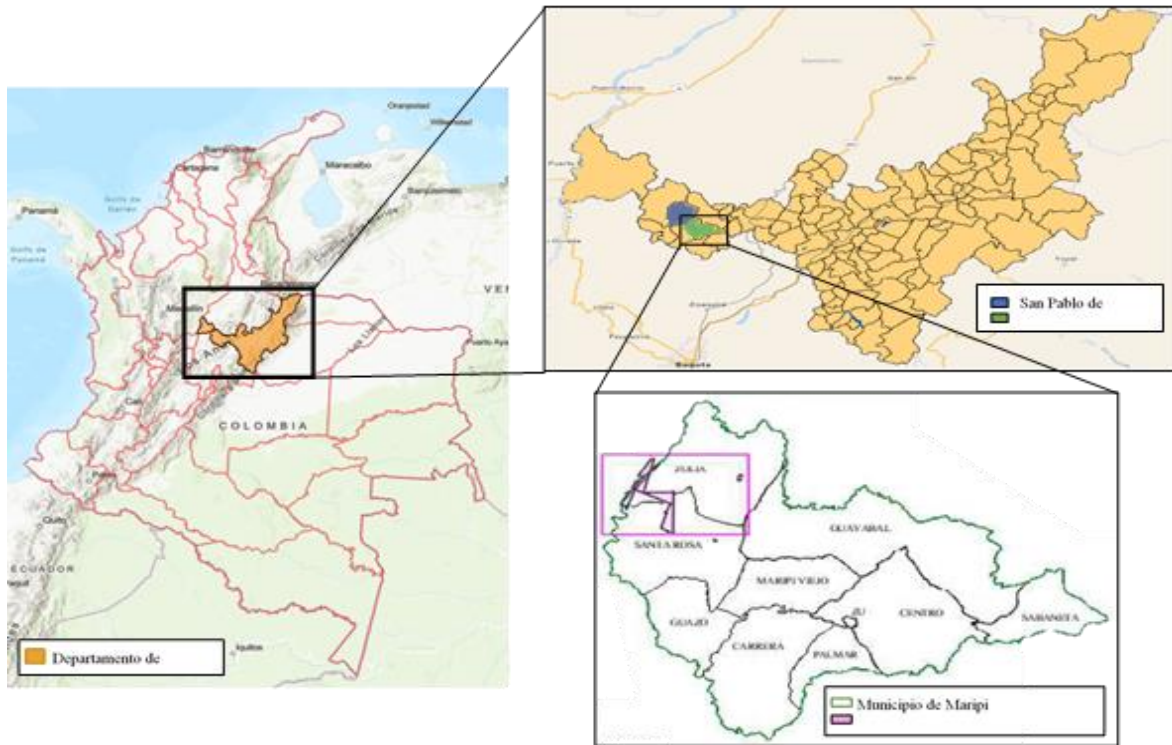
El municipio de Maripi se encuentra ubicado en la provincia de occidente del departamento de Boyacá a una distancia de 41 km de la ciudad de la capital de la provincia, Chiquinquirá, y a 119 km de la ciudad de Tunja la capital de departamento; este municipio se encuentra limitado al norte por el municipio de Pauna, por el sur con el municipio de Coper, al oriente por los municipios de Buenavista y Caldas y al occidente con los municipios de muzo y San Pablo de *Borbur* (Rosas Perez, 2017).

El municipio de San Pablo de Borbur se encuentra ubicado en la provincia occidente del departamento de Boyacá a una distancia de 62 km de la ciudad de Chiquinquirá y a 140 km de la ciudad de Tunja; Este municipio limita al norte con los municipios de Otanche y Pauna, al sur con Muzo, al oriente con Maripi y Pauna y al occidente con Otanche (Mesa Alarcón, Pineda Anzola, & Umbarila Corchuelo, 2016).

La figura 17 presenta la localización del área de estudio mediante una secuencia de mapas en los cuales se puede identificar de forma consecutiva la ubicación del polígono comprendido por el Título Minero N° JKC – 11511 dentro del mapa del municipio de Maripi, el cual se ubica posteriormente en el mapa del departamento de Boyacá, siendo este geo localizado finalmente en el mapa de Colombia.

Figura 17.

Localización del Título Minero N° JKC – 11511



Nota. Zona geografía en Colimba Tomado de (2021)ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

4.1.2. Infraestructura existente

Teniendo en cuenta que la cabecera municipal más cercana a la zona del proyecto es el municipio de Maripí y siendo este dónde se encuentra un mayor porcentaje del área comprendida en el Título Minero N° JKC – 11511, se procede a evaluar su infraestructura vial y social. El municipio de Maripí cuenta con una gran infraestructura vial teniendo acceso desde la vía que comunica a Chiquinquirá con el Ramal de Pauna y Santa Helena y aunque en algunos tramos se presenten tramos viales destapados estos están siendo intervenido mediante la construcción de placa huellas, puentes y obras complementarias (Alcaldía Municipal de Maripí, 2018).

A nivel social el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) reporta según los datos obtenidos en el censo del año 2005 un total de 1747 viviendas en el municipio de Maripí, de las cuales el 8.93% (156) se encuentran ubicadas en el área urbanas del municipio y el

91.07% (1591) en el área rural; adicionalmente se contempla que el 70% de las viviendas tienen energía eléctrica, el 13.3% tienen servicio de alcantarillado, el 29.6% cuenta con servicio de acueducto y cerca del 90% tiene telefonía móvil (Parra Orjuela, 2016). Lo anterior nos permite identificar que la población del municipio de Maripi es en mayor grado campesina, por lo cual se encontraran ubicadas en zonas más cercanas al área del proyecto minero y al presentarse un bajo porcentaje de viviendas con servicio de alcantarillado es indicio posibles fuentes de contaminación debido a la disposición de aguas grises y negras provenientes de las viviendas.

El municipio de Maripi cuenta con una institución pública prestadora de servicio de salud cuyo nombre es E.S.E: Centro de Salud Rafael Salgado, el cual es una IPS pública de primer nivel; adicionalmente cuenta con tres instituciones educativas de carácter oficial las cuales se encuentran ubicadas en la zona urbana y en los centros poblados de Zulia y Santa Rosa.

4.1.3. Área de influencia medio Abiótico

El Título Minero N° JKC – 11511 comprende el yacimiento Esmeraldero del Río Minero el cual está enmarcado regionalmente dentro del denominado Cinturón Esmeraldífero Occidental, compuesto litológicamente por rocas de facies Lutíticas las cuales han sido afectadas por tetanizmos de tipo compresivo con dirección norte – noroeste (NNE) y fallas verticales y subverticales en dirección noreste – este (NEE) y este – oeste (EW) (Reyes, Montoya, & Terraza, 2006).

A nivel hidrográfico el municipio de Maripi está compuesto principalmente por la cuenca del Río Minero que junto con sus afluentes conforman la corriente hídrica más grande del municipio (Rosas Perez, 2017) la cual se complementa con la microcuenca hidrográfica de la Quebrada Pipar que abarca un área aproximada de 14.64 Km² si que corresponden al 7% del área total del municipio; esta microcuenca está conformada por las corrientes de las quebradas Agua Blanca, Zapotal, Colorado y Fogones (Alcaldía Municipal de Maripí, 2000).

El municipio de Maripi presenta un clima de tipo tropical de montaña con una altitud que oscila entre 425 y 2950 msnm, favoreciendo la presencia de tres pisos térmicos en todo el municipio; el piso térmico cálido se encuentra entre los 425 y 1000 msnm caracterizándose por sus altos niveles de lluvia con temperatura superior a los 24 °C en las veredas de Zulia, Santa Rosa, Guazo y partes de Guayabal; asimismo el piso térmico templado comprende entre los 1000 y 2000

msnm donde se encuentran ubicadas las veredas de Palmar, Centro, Maripi Viejo, La Carrera y mayor parte de Guayabal donde predominan temperaturas que oscilan los 17 y 22 °C; finalmente el piso térmico frío se encuentra en las veredas de Sabaneta y sectores de Centro y Guayabal situados entre los 2000 y 2950 msnm con temperaturas entre 10 a 17°C (Sierra Lozano, 2019).

4.1.4. Área de influencia medio Biótico

El área de influencia a nivel biótico se evalúa teniendo en cuenta el alcance de los posibles impactos generados por el proyecto de extracción de esmeraldas, los cuales se asocian a fenómenos de alteración de la dinámica de la fauna, pérdida de conectividad, afectación a comunidades hidrobiológicas, entre otros. La delimitación biológica del Título Minero N° JKC – 11511 se realiza en base al sistema de clasificación ecológica de zonas de vida de Holdridge, mediante el cual es posible identificar unidades ecosistémicas en base a variables bioclimáticas como temperatura, la precipitación y el cociente de evapotranspiración potencial/precipitación, que reflejan los procesos y respuestas de las plantas (Derguy, y otros, 2016). Teniendo en cuenta la información contenida en el esquema de ordenamiento territorial de Maripi es posible identificar dos zonas de vida en base a la clasificación de Holdridge las cuales se describen en la tabla 5.

Tabla 5.

Zonas de vida presentes en el Título Minero N° JKC – 11511.

Zona de Vida	Altitud (msnm)	Temp. (°C)	Precipitación Prom (mm/año)	Sector
Bosque muy húmedo pre montano	600 a 2100	17 - 24	1400 - 3000	Sector alto, medio y bajo de vereda Zulia, Santa Rosa cuenca al Rio Minero.
Bosque muy húmedo sub tropical	400 a 1000	Superior de 18 a 28	1300 y 4000	Sector medio y bajo de vereda Zulia, Santa Rosa cuenca al Rio Minero.

Nota. Datos de la zona minera. Tomado de (2018). Alcaldía Municipal de Maripí,

El bosque húmedo premontano comprende la mayor parte de la zona cafetera que concuerda con una pequeña franja de las veredas Zulia y Santa Rosa; específicamente esta zona de vida se extiende por la ladera de la cordillera oriental limitando con el Bosque Húmedo Tropical (bh-T) siendo notorio el incremento de lluvias hacia la cima de las montañas y favoreciendo el crecimiento de bosque nativo que cuenta con una altura considerable aunque se logra identificar varios estratos arbóreos y abundantes epifitas sobre troncos y ramas (Alcaldía Municipal de Maripí, 2000).

El bosque húmedo sub tropical comprende un área con pequeñas ondulaciones y algunas zonas con alto grado de inclinación, las cuales corresponden a derivaciones de la cordillera oriental y a la cuenca del Rio Minero (Alcaldía Municipal de Maripí, 2000). En este tipo de bosque la lluvia excede a la evapotranspiración, generando la saturación de agua en el suelo, lo cual dificulta el desarrollo de cualquier actividad en esta zona.

La cobertura vegetal del municipio de Maripi se compone principalmente por árboles nativos de considerable altura entre los cuales se encuentran: Cedro, galapo, tunos, drago, petaquines, yarumo, chusque, trompos, gaques, higuerón, entre otros (Rosas Perez, 2017); sin embargo estas áreas de bosques nativos han sido transformadas inicialmente en cafetales y cultivos de caña de azúcar, cítricos, yuca, papa, plátano, maíz, cacao, frijol, alverja, hortalizas y árboles frutales (Sierra Lozano, 2019).

La fauna del municipio de Maripi está representada principalmente por anfibios (sapos y ranas), reptiles (lagartos y serpientes), mamíferos (*Didelphis pernigra*) y una gran variedad de especies de aves (Rosas Perez, 2017); adicionalmente se evidencia la presencia de bovinos, porcinos, y cría de aves de corral.

4.1.5. Área de influencia medio Socioeconómico

Según el último censo registrado por el DANE en el municipio de Maripi habitan 7680 personas de las cuales el 53.5% son hombres y el 46,5% son mujeres; adicionalmente se registra que el 11,5% de la población residente en el municipio se auto reconoce como negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente (DANE, 2005).

La economía del municipio se basa principalmente en el desarrollo del sector primario, sin embargo, se desarrollan actividades complementarias del sector secundario y terciario que ayudan al crecimiento económico del municipio; a continuación, se describe las actividades económicas con mayor presencia en el municipio de Maripi: (Pinzón Guzmán, 2019).

Sector Primario: este sector económico se encuentra representado principalmente mediante el desarrollo de actividades agrícolas como los cultivos de caña, cacao, maíz, yuca, papa, cacao, plátano, maíz, frijol, alverja, café y cítricos; adicionalmente se desarrollan actividades ganaderas, silviculturales, piscícolas y extractivas mineras de esmeraldas.

Sector Secundario: el municipio de Maripi presenta una explotación de caña de azúcar y su transformación en panela, la cual se realiza a baja escala.

Sector terciario: este sector económico se encuentra representado mediante actividades de comercio, comunicaciones y prestación de servicios, las cuales se desarrollan principalmente en el casco urbano y los centros poblados de Zulia y Santa Rosa. El desarrollo de este sector económico se encuentra limitado por el bajo nivel de infraestructura vial, financiera y turística.

4.1.6. Conflictos ambientales

Comprendiendo un conflicto ambiental como una controversia de intereses o de valores que se pueden presentar entre dos o más personas que pretendan hacer un uso diferente e incompatible del territorio o de un mismo recurso natural, se logra identificar los conflictos ambientales que se presentan en la tabla 6, en el área de influencia del Título Minero N° JKC – 11511.

Tabla 6.*Principales conflictos ambientales del área de influencia JKC – 11511.*

Conflicto ambiental	Actividad problemática	Sector	Recurso afectado	Generador impacto	Grupo afectado
Desplazamiento de población a zonas no aptas para producción.	Tenencia de tierra	Agricultura Ganadería	Bosques naturales	Agricultores Ganaderos	Habitantes sector rural
Resistencia de plagas a agroquímicos.	Aplicación indiscriminada de plaguicidas	Agricultura	Agua, suelo, fauna.	Agricultores artesanales	Habitantes locales
Pérdida de reservorios de agua y escasos del recurso.	Mal manejo del recurso hídrico	Agricultura Ganadería	Agua, flora, fauna	Agricultores Ganaderos	Habitantes locales y turistas
Contaminación de fuentes hídricas.	Mal manejo de aguas residuales de minas	Minería	Agua, suelo	Mineros	Campesinos y habitantes locales
Extracción de esmeraldas.	Disputa por áreas con potencial esmeraldero	Minería	Esmeraldas paisaje	Mineros ilegales	Mineros y habitantes locales
Generación de residuos sólidos.	Disposición de basura en calles o zonas rurales	Actividad doméstica y minera	Paisaje, agua, suelo, salud	Viviendas y mineros	Habitantes locales, mineros, turistas

Nota. Reporte de área de influencia- Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

4.2. Etapa 2: Factores que afectan la sostenibilidad de la extracción

En esta sección, se pretende identificar, los principales cambios e impactos ambientales y socioeconómicos que se presenten en el área de influencia del proyecto minero N° JKC – 11511, causados por las actividades mineras que se desarrollaran durante la explotación de esmeraldas; analizando la información recolectada de fuentes bibliográficas, visitas a campo y reuniones de socialización con las comunidades.

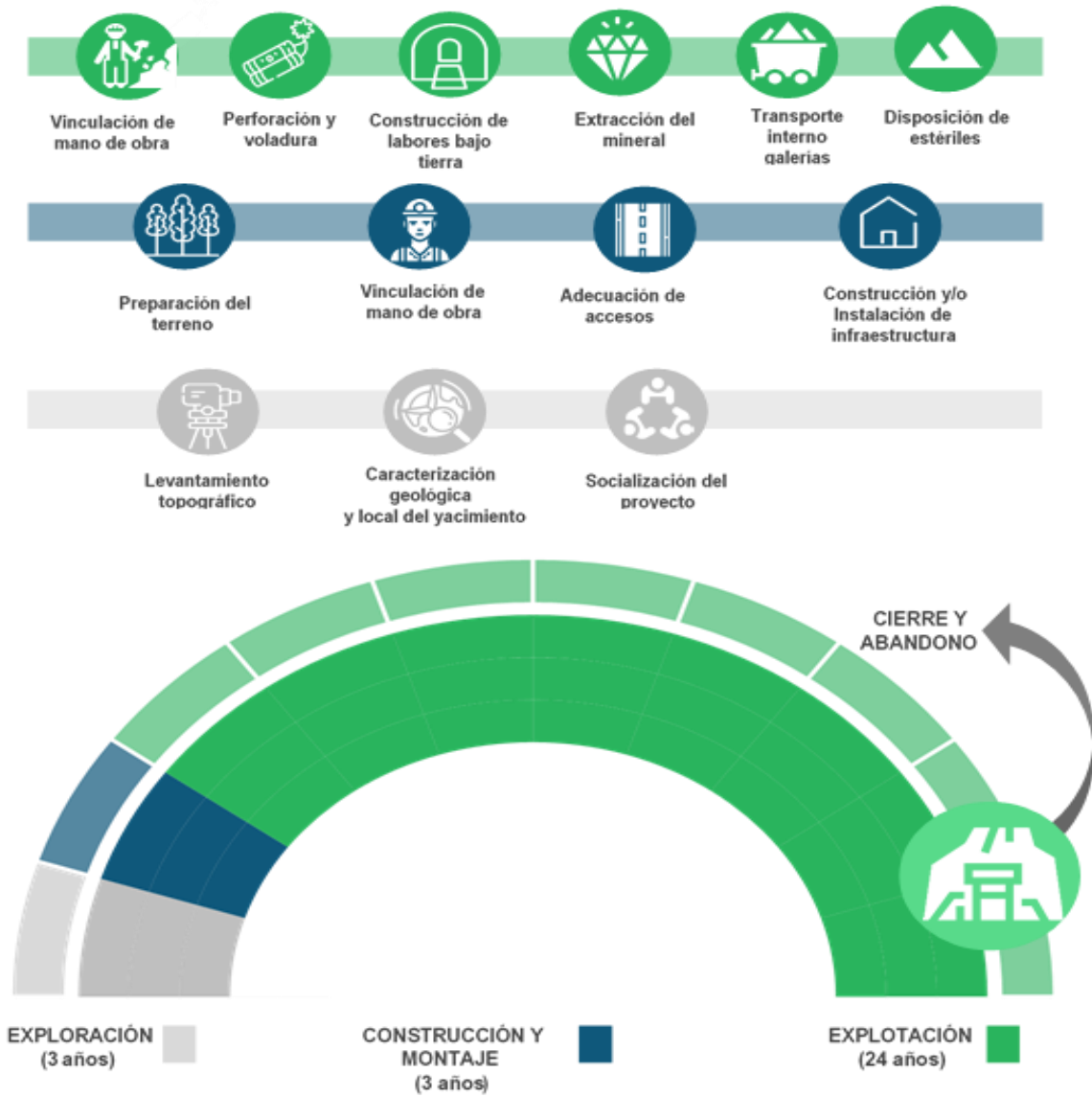
4.2.1. Análisis causa – efecto

Identificación de Etapas y Actividades Mineras. De acuerdo a Ley 685 de 2001, el título minero se otorga hasta por 30 años, de los cuales tres corresponden a la exploración del yacimiento, tres a la construcción y montaje y los otros 24 a la explotación del mineral, que incluye las actividades que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacentes en el suelo o subsuelo del área de concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los componentes y de la infraestructura (UPME, Unidad de Planeación Minero Energética, 2000)

El diagrama de la figura 18, ilustra las diferentes etapas y actividades mineras consideradas para el desarrollo del proyecto, donde el color gris refleja la etapa de exploración que, corresponde al 10% del tiempo de concesión minera; el color azul ilustra la duración y actividades de la etapa de construcción y montaje que, representa el 10% en tiempo del ciclo de vida del proyecto minero y finalmente el color verde, representa las actividades de la etapa de explotación y posterior cierre y abandono, la cual constituye el 80% del horizonte de tiempo, que es de aproximadamente 24 años.

Figura 18.

Identificación de etapas y actividades mineras



Nota. Esquema de exploración. Tomado de ESMERACOL SAS (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

Dada la complejidad que puede representar la identificación de estas acciones en la actividad minera, a continuación, se lleva a cabo una desagregación de las mismas, que permita relacionar las acciones y efectos ambientales sobre los factores y entorno de estudio.

4.2.1.i. Etapa minera de Exploración. La etapa minera de exploración técnica es la primera fase de contrato de concesión y debe realizarse dentro de los tres años siguientes a la fecha de la inscripción del contrato de concesión en el Registro Minero Nacional, durante esta fase se desarrollan los trabajos, estudios y obras necesarios para establecer y determinar la existencia y ubicación del mineral contratado (esmeralda), su cantidad, calidad económicamente explotables, la viabilidad técnica de extraerlos y el impacto que sobre el medio ambiente y el entorno social puedan causar, en esta fase se busca establecer la ubicación y características de los depósitos o yacimientos, la elaboración del plan minero, los medios y métodos de explotación, y la escala y duración factible de la producción esperada. A continuación, se presentan las acciones a realizar y sus efectos.

- **Acciones a realizar:**

- 1. Levantamiento topográfico.** Se trata de un estudio técnico de la superficie terrestre de interés, en el cual se tienen en cuenta las características físicas, geográfica y geológicas de la zona, así como, sus variaciones y alteraciones; los datos obtenidos o plano resultante, permite la planificación de posibles construcciones.
- 2. Caracterización geológica y local del yacimiento.** Actividades para el estudio y caracterización geológica superficial de una zona determinada que, permite establecer sectores que presenten mejores manifestaciones o indicios del mineral buscado. En cuanto a las actividades de caracterización geológica y muestreo no se espera generar impactos ambientales negativos representativos en el área de interés.
- 3. Socialización del proyecto y negociación de predios.** Desarrollo de espacios de concertación y debate social entre la comunidad del área de influencia, autoridades locales, municipales y el proyecto minero, para involucrar activamente a todas las partes interesadas, en los procesos de socialización de la actividad minera. La estrategia de información, consistió en convocar a cada uno de los actores involucrados, a dos reuniones de socialización de carácter informativo en el área de influencia directa del proyecto, asistiendo los titulares mineros y equipo técnico de trabajo, de esta manera se abordó de manera general los alcances, objetivos, actividades,

acuerdos de uso y servidumbre del proyecto minero, dando como resultado impactos positivos asociados principalmente a la generación de expectativas laborales y mejora en la economía local, concluyendo que la fase de exploración genera en el desarrollo de sus diferentes actividades impactos positivos principalmente de tipo socioeconómico.

En cuanto al proceso de negociación de predios, puede presentarse entre el proyecto minero y los dueños de terrenos presentes en el área de influencia del proyecto, que representen alguna conexión estratégica o necesidad de uso, con la actividad minera; el precio de negociación de los predios será fijado por el avalúo que se establezca y de conformidad con las normas y procedimientos instaurados por la normativa colombiana.

- **Efectos:**

Generación de espacios de concertación social, aceptabilidad social del proyecto, generación de espacios de educación ambiental, potenciación de procesos educativos y cambio en el valor del terreno.

4.2.1.I. Etapa minera de Construcción y Montaje. La etapa minera de construcción y montaje es la fase donde se prepara toda la infraestructura requerida para dar inicio a la etapa de explotación, las obras de construcción son aquellas obras de infraestructura indispensables para el normal funcionamiento de las labores de apoyo y de administración de la empresa minera, por su parte, el montaje minero consiste en la preparación de los frentes mineros e instalación de las obras, servicios, equipos y maquinaria fija necesarios para iniciar y adelantar la extracción o captación de los minerales, su acopio, su transporte interno y beneficio, esta etapa tiene una duración de 3 años prorrogables a un año más. A continuación, se presentan las acciones a realizar y sus efectos.

- **Acciones a realizar:**

1. **Preparación del terreno a intervenir.** Consiste en remover la cobertura vegetal, limpiando y despejando el área a intervenir, no obstante, por tratarse de una actividad de tipo subterráneo,

el proceso de descapote será mínimo; puesto que, se realiza sólo una vez y únicamente en las áreas de emplazamiento o instalación de infraestructura y para la apertura del túnel.

- 2. Vinculación de mano de obra para construcción y montaje.** Conforme a los alcances técnicos del proyecto se requiere vincular mano de obra directa a la actividad minera, para lo cual, se dará prioridad a los habitantes de las veredas con injerencia en el proyecto, de dicha actividad, la mayoría de impactos que se espera alcanzar son de carácter positivo al potenciar cambios en la dinámica de empleo y oportunidades laborales, también se contemplan impactos asociados a la generación de expectativas y en consecuencia cambios en los flujos migratorios asociados a la oferta laboral por la cantidad de vacantes ofrecidas por el proyecto, para lo cual, el proyecto minero establecerá entre sus políticas la preferencia de mano de obra local y la compra de productos básicos a los habitantes de la zona.
- 3. Adecuación de accesos.** Cuando ya se cuenta con vías de acceso en la zona, se procede a desarrollar acciones de mejora y adecuación de estas, para asegurar el apropiado tránsito y movilización al proyecto. Acciones enfocadas a la limpieza, señalización, e instalación de geomembranas u otros materiales en el área de botadero, que impidan el contacto directo entre el material estéril a almacenar proveniente de la mina y el suelo sitio receptor.
- 4. Construcción y/o instalación de infraestructura.** Se contempla la adecuación de instalaciones o estructuras para la prestación de servicios básicos (agua, luz) y las requeridas para el tratamiento de los residuos líquidos y sólidos que se generan, de igual manera para el desarrollo íntegro de la actividad minera, se considera la construcción de la siguiente infraestructura necesaria.
 - Campamento. El proyecto contará con una construcción que será destinada a cumplir las funciones de dormitorios para algunos de los trabajadores, cocina y además prestar los servicios de unidad sanitaria. Esta construcción se utilizará para el servicio del personal en los dos bloques de trabajo, en cuanto a la localización del campamento, se prevé realizar la menor intervención sobre la zona, ante lo cual se pretende usar y adecuar viviendas ya establecidas en el sector.

- Cuarto para disposición de combustibles. Para el funcionamiento operativo del proyecto se contempla la adecuación de un cuarto para el depósito temporal de canecas con combustibles, grasas y aceites que se utilizarán para el funcionamiento de la maquinaria y equipos utilizados en el proceso.
- Cuarto de herramientas - almacén. Se contempla la adecuación de un cuarto para la ubicación de las herramientas menores, repuestos simples y equipos que se utilizarán en el proceso minero; en esta misma construcción se adecuará la unidad sanitaria.
- Cuarto o caseta del compresor. Se contempla la adecuación de un cuarto o caseta para la ubicación del compresor que se utilizara en el proceso minero.
- Cuarto o caseta del ventilador. Se contempla la adecuación de un cuarto o caseta para la ubicación del ventilador que se utilizará en el proceso minero.
- Patio o depósito de maderas. Se contempla la adecuación de un patio para el depósito y organización de la madera que se utilizara en las labores mineras.
- Polvorín. Teniendo en cuenta que el arranque se realizará por medio de labores de perforación y voladura, será necesario la construcción de un polvorín cercano a la zona de trabajo.
- Botadero. El material estéril producido en las labores mineras se dispondrá inicialmente en el botadero; pero a medida que se avance la explotación en su mayoría se dispondrá dentro de las mismas labores subterráneas abandonadas a manera de retrollenado y otro tanto se destinará para la adecuación permanente de las vías de acceso en superficie, teniendo en cuenta el material a depositar, la pendiente natural del terreno escogido para la disposición de escombros, para dar una mayor estabilidad al talud se optó por trabajar el depósito mediante fases ascendentes superpuestas.

- **Efectos:**

Generación de empleo (formalización de la mano de obra), remoción de alguna cobertura vegetal y suelo (sin mayor impacto visual y/o ambiental), generación de ruido (leve) y aceptabilidad social de la población.

4.2.1.ii. Etapa minera de Explotación. La etapa minera de explotación comprende el conjunto de operaciones de extracción de la esmeralda que se encuentre en el área de concesión, acopio, beneficio y cierre y abandono de montajes e infraestructura, este periodo de explotación inicia al vencimiento de la etapa de construcción y montaje y su duración es el tiempo restante, descontando las etapas de exploración y construcción y montaje. A continuación, se presentan las acciones a realizar y sus efectos.

- **Acciones a realizar:**

- 1. Vinculación de mano de obra para la etapa de explotación.** Tal como en cualquier fase operativa, se realizará la vinculación de mano de obra para la explotación del yacimiento, lo que indica un incremento en la oportunidad laboral y fomento a la economía, con especial interés al mejoramiento de las condiciones de vida de la población local, en dicho proceso de vinculación laboral se priorizará la mano de obra local o habitantes del área de influencia.
- 2. Perforación y voladura.** Se trata de un método aplicable para la extracción de roca en terrenos competentes y se basa en la ejecución de perforaciones en la roca, donde se colocan explosivos que, mediante detonación controlada, transmiten la energía necesaria para la fragmentación del macizo rocoso a explotar.
- 3. Construcción de labores bajo tierra.** Hace referencia a los procesos de sostenimiento, ventilación, iluminación y desagüe de la mina para la extracción del mineral. El sostenimiento es el proceso de refuerzo de las paredes del túnel para mantener estable y apta la zona para trabajar. La ventilación es el proceso natural o de tipo auxiliar encargado de suministrar oxígeno para la respiración, diluir y remover el polvo y los gases nocivos, así como, para

reducir temperaturas y propiciar una atmosfera minera segura. La iluminación de la mina se aborda de dos maneras: para el personal dentro de la mina, mediante el uso de lámparas individuales de seguridad y en las vías a nivel (vías de transporte, a través de la disposición de lámparas estacionarias de seguridad separadas a una distancia mínima de 30 m.). El desagüe es el proceso de conducción (mediante cunetas) y evacuación (por gravedad o bombeo) de las aguas infiltradas, a la superficie de la mina, para su respectivo tratamiento y disposición final.

4. **Extracción del mineral.** Se trata de la obtención de mineral en bruto.
5. **Transporte interno a galerías.** Luego de que el suelo o material estéril cae, este es dispuesto en vagonetas de forma manual con la ayuda de palas, para ser transportado hacia la bocamina y de allí, hasta su sitio de almacenamiento o botadero.
6. **Disposición de estériles.** Una vez el estéril se encuentra en superficie, este es conducido al botadero o zona de disposición de estériles, para que sea almacenado y manejado apropiadamente, para ello se contempla su uso en el llenado de bocaminas abandonadas y para el mantenimiento de vías de acceso al proyecto o áreas que este considere. Se pretende realizar el retorno de la mayor cantidad posible del material estéril al lugar de donde fue extraído, en el retrolenado de los túneles o tramos abandonados a raíz del avance de las actividades subterráneas del proyecto, como contribución ambiental, pues minimiza diversas consecuencias ambientales como la erosión acelerada, el impacto visual y adicionalmente facilita la recuperación del área.

- **Efectos:**

Generación de empleo, generación de vibraciones leves y demanda de recursos naturales (madera y energía).

4.2.1.ii. Etapa minera de Cierre y Abandono. La etapa minera de cierre y abandono, consiste en una herramienta que permite identificar y cuantificar los impactos ambientales negativos generados en la etapa de finalización de la actividad minera, así como, definir medidas de acción presentes y futuras para prevenirlos, minimizarlos y/o mitigarlos y desarrollar un cronograma de ejecución de actividades. A continuación, se presentan las acciones a realizar y sus efectos.

- **Acciones a realizar:**

1. **Desmante de la infraestructura.** Se trata del retiro total y definitivo de los elementos, maquinaria y estructuras debidas al proyecto minero.
2. **Desvinculación de mano de obra.** Proceso planificado para el cese de los contratos laborales del personal vinculado al proyecto.
3. **Cierre de accesos y movilización de equipos.** Operación final de cierre y clausura de todas las instalaciones mineras realizadas durante las fases de construcción y operación del proyecto minero; contempla el traslado de todos los elementos retiradas a las zonas dispuestas por el titular (en caso de que se pretendan reutilizar) o a sitios específicos para su disposición final por gestores externos.
4. **Estrategias informativas con la comunidad.** Desarrollo de espacios de concertación y debate social entre la comunidad del área de influencia, autoridades locales, municipales y el proyecto minero, para notificar el cierre y cese de la actividad minera.
5. **Rehabilitación final de áreas intervenidas.** Proceso de adecuación final de las áreas intervenidas por el proyecto, para posterior siembra de especies propias y potenciación del retorno a las condiciones previas o mejores a la llegada del proyecto minero.

- **Efectos:**

Eliminación de elementos discordantes del paisaje, generación de espacios de concertación social (apoyo a la reconversión laboral y condiciones de vida de la población) y siembra de especies vegetales.

La mayoría de los impactos que se prevén para la etapa de cierre y abandono son positivos, dado que están orientados a la recuperación de áreas intervenidas, con acciones de compensación y potenciación de la mejora de la calidad visual, esto puede beneficiar ampliamente la flora y fauna del sector, favoreciendo la propagación de especies nativas que serán incluidas en las tareas de revegetalización y en mayor medida a la recuperación ecológica de comunidades faunísticas que hayan sido desplazadas o afectadas, conllevando al mejoramiento del paisaje y la prestación de servicios ecosistémicos culturales.

4.2.2. Jerarquización medio y componente

En esta fase se lleva a cabo la identificación de factores ambientales con la finalidad de detectar aquellos aspectos del Medio Ambiente, cuyos cambios motivados por las distintas actividades productivas o prácticas del área supongan modificaciones positivas o negativas de la calidad ambiental del mismo.

- **Medio, componente y factor ambiental.** A partir de los resultados obtenidos en la caracterización del área influencia, se identifican los componentes y factores de los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico, que han sido alterados previa llegada del proyecto y sean susceptibles de alteración durante el desarrollo de la actividad minera. Se identifican los elementos discordantes en el área de estudio y percepción de las comunidades respecto al valor paisajístico, con relación al agua, la calidad requerida en cada caso, depende del uso que se le vaya a dar y del propósito de dicho uso, no obstante, su método de análisis, considera las características físicas, químicas y microbiológicas que afectan su capacidad para sustentar la vida y usos establecidos. Los principales componentes y factores que integran los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) son, en términos generales, los expuestos a continuación:

4.2.2.i. Medio Abiótico. Está compuesto por los componentes de geología, geomorfología, suelos y uso de la tierra, paisaje, hidrología, hidrogeología y atmósfera.

- **Componente Geología**

- Factor: Geoforma del terreno. Susceptibilidad por densidad de fracturamiento, con base en los sistemas de fallas geológicas y lineamientos estructurales de la zona (pliegues, sinclinales).
- Medidas de manejo. Se prevé elaborar un programa de control de erosión y estabilidad del terreno, construyendo obras de drenaje superficial, obras o barreras de contención y mantenimiento de las obras establecidas (en la etapa de explotación).

- **Componente Geomorfología.**

- Factor: Geoforma del terreno. El área puntual de intervención presenta susceptibilidad natural a deslizamientos, por el resultado de las altas pendientes y condiciones climáticas; puede describir la susceptibilidad ambiental por fenómenos de remoción en masa, según pendientes, clasificadas según porcentaje.
- Medidas de manejo. Se prevé elaborar un programa de control de erosión y estabilidad del terreno, construyendo obras de drenaje superficial, obras o barreras de contención y mantenimiento de las obras establecidas (en la etapa de explotación).

- **Componente paisaje**

- Factor: Calidad visual. Permite determinar si se está alterando o no la calidad visual del paisaje en el área de estudio, se evalúa a partir de clasificación del área según elementos de paisaje, dado que este ordenamiento pondera las áreas de estudio de acuerdo al contenido natural o cobertura de conformación, pero además distingue de fenómenos antrópicos y naturales de intervención en caso de presentarse.

- Medidas de manejo. Se prevé elaborar un programa de manejo paisajístico, estableciendo barreras vivas como estrategia de mitigación y mantenimiento de las especies sembradas como estrategia de prevención (en las etapas de construcción y montaje, explotación y cierre y abandono).
- **Componente suelos y uso de la tierra.**
 - Factor: Calidad del suelo. Permite determinar la sensibilidad por conflictos a causa del uso del suelo, según el balance de uso actual y el uso recomendado, el cual es determinado a partir de las características agroecológicas.
 - Medidas de manejo. Se prevé elaborar un programa de manejo de residuos sólidos, realizando un manejo y mantenimiento de suelos removidos, caracterización de residuos sólidos, instalación de canecas para separación de residuos en la fuente, y construcción y/o adecuación de áreas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos (en la etapa de construcción montaje). Manejo y disposición de excedentes de excavación, entrega de residuos sólidos a gestores externos vinculados al proyecto, mantenimiento a instalaciones de almacenamiento temporal, capacitación a personal minero en el manejo de residuos sólidos, identificación de la peligrosidad de los combustibles grasas y aceites, inspección del adecuado almacenamiento de los combustibles, implementación de procedimientos para la contención de derrames de combustibles grasas y aceites, disposición final adecuada y capacitación en el adecuado manejo y almacenamiento de los combustibles (en la etapa de explotación). Adecuación final de las áreas intervenidas por el proyecto, revegetalización final de áreas intervenidas y mantenimiento de las reas revegetalizadas (en la etapa de cierre y abandono).
- **Componente hidrología.**
 - Factor: Calidad del agua superficial. Puede determinar el grado de sensibilidad ambiental, a partir de la evaluación de indicadores de hidrológicos, relacionando el Índice de Uso de Agua (IUA) y el índice de Regulación Hídrica (IRH) para generar el Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento Hídrico (IVH).

- Medidas de manejo. Se prevé la implementación de un programa de manejo de residuos líquidos domésticos e industriales y un programa de manejo de agua captada, con la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales y la construcción de un sistema de control de caudal e implementación de accesorios hidráulicos (en la etapa de explotación).

- **Componente hidrogeología.**

- Factor: Calidad del agua subterránea. Permite evaluar la susceptibilidad de contaminación de acuíferos semiconfinados presentes en la zona de estudio, según sensibilidad de infiltración, a partir del análisis de la sensibilidad de porosidad y permeabilidad de las unidades hidrogeológicas presentes.
- Medidas de manejo. Se prevé la implementación de un programa de manejo de residuos líquidos industriales, con la adecuación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales industriales (en la etapa de explotación).

- **Componente atmosfera.**

- Factor: Comportamiento del macizo rocoso. Se relaciona la capacidad de amortiguación de emisiones contaminantes y material particulado, como servicio ecosistémico que prestan las coberturas de la tierra presentes en la zona de estudio.
- Medidas de manejo. Como medida preventiva se considera la elaboración de un programa de control de erosión y estabilidad de terreno mediante la construcción de obras o barreras de contención y mantenimiento de las obras establecidas (en la etapa de explotación).

4.2.2.ii. Medio Biótico. Está compuesto por los componentes de ecosistemas terrestres y ecosistemas acuáticos.

- **Componente ecosistemas terrestres.**

- Factor: Poblaciones de fauna terrestre.

- Medidas de manejo. Como medida de prevención se proyecta elaborar un programa de manejo de residuos sólidos, realizando recorridos previos por las áreas a intervenir, implementación de técnicas de ahuyentamiento de individuos de fauna, instalación de señalización asociada a la presencia de fauna, capacitación de personal minero, aprovechamiento forestal, manejo de la cobertura vegetal removida y mantenimiento de la cobertura vegetal almacenada (en la etapa de construcción y montaje). Un programa de protección y conservación de especies de fauna, con la instalación de señalización asociada a la presencia de fauna y capacitación al personal minero (en la etapa de explotación). Un programa de rehabilitación de áreas intervenidas y un programa de compensación para el medio biótico, con la revegetalización final de áreas intervenidas, definición del modo de compensación, establecimiento de la plantación, enriquecimiento vegetal, mantenimiento de plantaciones, monitores de flora y monitores de fauna (en la etapa de cierre y abandono). A continuación, se evalúan las características cuantitativas de los diferentes grupos de flora y fauna presentes en el área de estudio, así como los patrones de migración o dispersión de las diferentes especies de fauna.

FLORA. Como fase previa, se desarrolló una clasificación supervisada de las coberturas vegetales del título minero JKC-11511, de las cuales se obtuvo que los bosques fragmentados con vegetación secundaria componen el 52,53% del paisaje, seguido por coberturas de pastos con el 18,04% del área, mosaicos con 14,09%, tejido urbano discontinuo con 4,2%, bosques de galería o riparios con 4,15% y vegetación secundaria baja con 2,27%; las demás coberturas no tuvieron una representatividad mayor al 1%. Estas coberturas se encuentran dispersas en el área de estudio, lo que permite deducir que hay un proceso crónico de transformación de los ecosistemas naturales, a causa de actividades económicas, en especial la ganadería; transformando el bosque natural original en un gran mosaico de cultivos pastos y espacios naturales a medida que el proceso de transformación del paisaje avanza.

Coberturas de tipo bosque. En las coberturas tipo bosque, se registró la presencia de 41 especies, estimándose un máximo probable de 50 especies, que, se distribuye en diferentes estratos, observándose una gran cantidad de hierbas que dominan el estrato arbustivo y rasante; existe cobertura de pastos arbolados, en el contexto de bosques fragmentados con una alta densidad de

árboles y hierbas que dominan el estrato rasante. En los índices de diversidad para las coberturas de bosque, se encuentra que, la mayor biodiversidad de acuerdo al índice de Shannon (H), se encuentra presente en las coberturas de bosque de galería y/o riparios, seguido por los bosques fragmentados y en menor medida en las coberturas de pastos.

Coberturas de tipo pastos. En las coberturas tipo pastos, se registró la presencia de 11 especies, encontrándose que, la mayor biodiversidad se encuentra presente en las coberturas de bosque de galería y/o riparios seguido por los bosques fragmentados y en menor medida en las coberturas de pastos. En el caso específico del área de estudio, se encuentra un alto grado de transformación de los ecosistemas, adicionalmente, el área de intervención directa sobre las coberturas vegetales se encuentra cubierto por coberturas tipo pasto, las cuales son usualmente utilizadas en actividades de ganadería, razón por la cual, el carbono y biomasa que se acumula en esta área es despreciable ya que es afectada periódicamente debido a las actividades que se realizan en el sector; (vale la pena aclarar que para el desarrollo del proyecto no se requiere desarrollar ningún tipo de aprovechamiento forestal). Tras el estudio realizado en campo, se obtienen resultados que demuestran que el estado actual de la zona se caracteriza por presentar vegetación sectorizada o fragmentada, causadas en gran parte por las actividades agropecuarias de la región, dicho lo anterior, es necesario tener en cuenta los elementos que más aportan a la conectividad del territorio como medida para garantizar la sostenibilidad del hábitat para las futuras generaciones, es decir mitigar el impacto a partir de la renovación de recursos en cuanto a cobertura vegetal y bosques; de ésta manera evitar que el paisaje pierda su funcionalidad natural en los factores bióticos y abióticos.

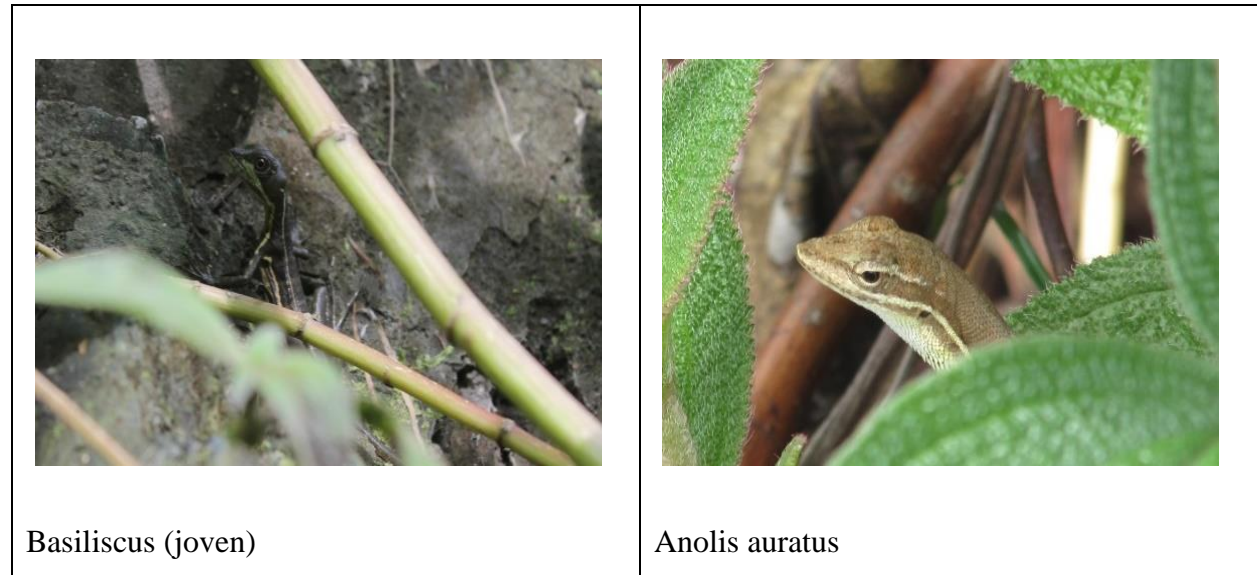
FAUNA. *Anfibios.* En cuanto a esta clase, solo se registraron individuos del Orden Anura, es decir de los sapos y ranas, se registraron seis familias y siete géneros, representados en ocho especies con la familia Bufonidae como la mejor representada con tres especies con 25 individuos, seguida de la familia Leptodactylidae con 12 individuos. El total de abundancia de anfibios fue de 53 individuos, las especies *Rhinella* sp., *Boana pugnax*, y *Colostethus inguinalis*, fueron las más abundantes (con 20, 12, y 8 individuos registrados, respectivamente). Las tres especies mencionadas anteriormente agruparon casi el 76% de la abundancia total del muestreo de Anfibios. El género *Rhinella* sp. (cuyo dato de abundancia en este estudio pertenece a renacuajos, por lo cual no se puede relacionar con certeza su identidad taxonómica al nivel de especie), *Rhinella* es un género de anfibios de la familia Bufonidae nativo del sur de Norteamérica, América Central y

América del Sur. Originalmente, todas las especies de *Rhinella* estaban incluidas en el género *Bufo*, que posteriormente se desdobló en *Rhinella* y *Rhampophryne*. (AmphibiaWeb, 2019). Actualmente el género cuenta con 95 especies reconocidas, de las cuales 22 especies se encuentran en Colombia (Acosta-Galvis, 2019). Las especies registradas más frecuentemente fueron *Boana pugnax* que se encontró 3 veces, seguida por *Rhinella horribilis* que se observó o registro en 2 ocasiones. De esta forma, solo estas dos especies mencionadas anteriormente, quedan categorizadas como especies frecuentes, el resto de especies serían especies “no comunes” dentro del muestreo.

Reptiles. En cuanto a la clase reptilia, solo se registraron individuos del Orden Squamata, es decir de los lagartos y serpientes, se registraron cinco familias e igual número de géneros, representados en cinco especies con todas las familias representadas con una especie cada una, en términos de la cantidad de individuos, las familias más abundantes con siete y dos individuos, son *Corytophanidae* y *Polychrotidae*. El total de abundancia de anfibios fue de 12 individuos, las especies *Basiliscus* y *Anolis auratus* (Ver figura 19), fueron las más abundantes con 7 y 2 individuos registrados, respectivamente; las dos especies mencionadas anteriormente agruparon el 75% de la abundancia total del muestreo de reptiles.

Figura 19.

Especies de reptiles con mayor abundancia



Nota. Las especies Basiliscus y Anolis auratus son las más abundantes con un 75% del total del muestreo de reptiles. Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

Basiliscus es una especie diurna, terrestre, arborícola y semiacuática, durante el día, generalmente se encuentra forrajeando en árboles, arbustos o rocas cercanas a bordes de ríos, riachuelos o lagos, es omnívora y su dieta consiste principalmente de pequeños peces, numerosos invertebrados, semillas, frutos y hojas; una de las características sui generis de este organismo es que, para escapar de sus depredadores, puede correr sobre la superficie del agua por escasas distancias usando su locomoción bípeda; también es capaz de sumergirse bajo el agua por aproximadamente 10 minutos. Este mecanismo de locomoción, en términos evolutivos, es probable que se haya desarrollado tempranamente durante la transición de la vida acuática a la terrestre y ha permitido a la especie explotar nichos ecológicos complejos y no muy comunes entre las lagartijas (Schwabb y Maggs, 2007), esto puede configurar una ventaja ecológica relativa frente a otras especies de reptiles y así contribuir a su gran abundancia, además, dentro de los individuos de esta especie se ha evidenciado una baja competencia interespecífica debido a las diferencias observadas en la habilidad para correr sobre el agua entre individuos jóvenes y adultos, siendo una de las causas principales por las que Basiliscus presenta altas densidades poblacionales (Guerra-Correa, 2019).

Aves. En cuanto a la clase aves, solo se registraron 325 individuos pertenecientes a 53 especies y 47 géneros, que representan a 23 familias de 9 órdenes diferentes; siendo el orden Paseriforme el más representado con 35 especies (63% de la riqueza), seguido por el orden Piciformes representado por cuatro (4) especies (7,54% de la riqueza). En términos de la cantidad de individuos, las especies con mayor abundancia fueron *Ramphocellus dimidiatus* y *Coereba flaveola* con 18 individuos cada una (5,53% de individuos de la muestra).

Mamíferos. En cuanto a mamíferos, durante el presente muestreo tan solo se logró observar un individuo de la especie *Didelphis pernigra*. A continuación, en la figura 20, se detallan algunas de las especies de interés en el área del título minero.

Figura 20.

Ecología de especies de interés en el Título Minero

Rheobates palmatus (Rana cohete de palma)	
ENDÉMICA	
	Rango de distribución: Colombia. Flanco oriental de la Cordillera Central en los departamentos de Antioquia, Tolima y Caldas. Flancos occidental y oriental de la Cordillera Oriental en los departamentos de Cesar, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Meta, Norte de Santander y Serranía de la Macarena. Entre los 350 a 2520 msnm.
	Estado poblacional: Desconocido.
	Abundancia en zona de estudio: 3
	Hábitat: Piso de bosque nublado, asociado a corrientes de agua. Puede ser encontrado en áreas abiertas cercano a corrientes de agua y pequeños pozos.
	Amenazas: NA
	Fuente imagen: Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)
Colostethus inguinalis (Rana cohete común)	
ENDÉMICA-IMPORTANCIA ECONOMICA Y CULTURAL	



Rango de distribución: Colombia. Desde el norte del Departamento de Chocó en las tierras bajas del Pacífico, alrededor del extremo norte de las Cordilleras Occidental y Central de los Andes, y hasta el valle medio del Magdalena. Ocurre en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Chocó, Córdoba y Santander. Es una especie de tierras bajas que se produce entre los 300 y 800 msnm.

Estado poblacional: Desconocido.

Abundancia en zona de estudio: 8

Hábitat: Bosque húmedo de tierras bajas a lo largo de los arroyos. A menudo se encuentra a lo largo de secciones rocosas de arroyos en bosques.

Amenazas: NA

Fuente imagen: Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

Boana pugnax (Rana platanera – Rana arborícola Chirique-Flusse)

CASI ENDÉMICA



Rango de distribución: Colombia. Esta especie se encuentra en Panamá, Colombia y Venezuela. En Panamá. En Colombia, ocurre en las tierras bajas del norte, incluso en el valle del Magdalena Bajo y Medio, así como en la región de los Llanos en los departamentos de Arauca y Casanare. En el oeste de Venezuela. Es una especie que se produce entre los 0 y 700 msnm.

Estado poblacional: Estable.

Abundancia en zona de estudio: 12

Hábitat: Bosques degradados, sabanas de tierras bajas húmedas, pastizales y en áreas agrícolas y urbanas. No se encuentra en el bosque primario. A menudo se encuentra en arbustos en los bordes de los estanques o en el agua en las aguas poco profundas o estanques.

Amenazas: NA

Fuente imagen: Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

***Craugastor raniformis* (Rana ladrona)**

CASI ENDÉMICA



Rango de distribución: Su presencia es conocida de Colombia y Panamá (incierto en Venezuela). En Colombia ocurre en la región caribe, chocó, cordillera central y flanco occidental de la cordillera oriental. Es una especie de tierras bajas que se produce entre los 0 y 1510 msnm.

Estado poblacional: Estable

Abundancia en zona de estudio: 1

Hábitat: Selvas húmedas tropicales, bosques subandinos, enclaves húmedos. Rara en bosques primarios.

Amenazas: NA

Fuente imagen: Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

Nota. Tomado de (2021). ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

Por otra parte, se evidencia que predominan los *insectívoros*, mientras que en menor medida se presentan *omnívoros* como *Rhinella horribilis*, debido a que si bien la mayoría de los anuros presentan ítems de dieta artrópodos generalistas, y la composición de sus dietas dependen principalmente de la disponibilidad de presas (Duellman y Trueb, 1994), la elección de presa por los anuros es usualmente muy influenciado por el tamaño de las especies y/o individuos, y variaciones ontogenéticas en la composición de la dieta dentro las especies son comunes (Teixeira y Vrcibradic, 2003).

Fauna Ictica. En los seis cuerpos de agua estudiados, (Caño N.N, Caño intermitente, Quebrada 1 sobre vía, Unión Quebradas Chanare y NN2, Quebrada Panachera y el Río minero), no se logró detectar la presencia de individuos de la comunidad íctica al hacer el muestreo con red de mano o tipo nasa, esto se debe a las características de los sistemas acuáticos muestreados, puesto que son ecosistemas poco profundos (excepción del Río Minero), condición contraria a la requerida por los *peces* de agua dulce, pues se adaptan mejor en aguas profundas y en sitios con variedad de hábitats (García et al, 2017). En cuanto al río Minero y la Quebrada Panachera, ilustrados en la figura 21, la turbidez de sus aguas es el factor que inhibe el crecimiento de algas perifíticas y de

macroinvertebrados, estos al estar ausentes perjudican a los peces pues son su fuente de alimento, lo que genera una barrera para el establecimiento de la comunidad (Robello & Jiménez,2012).

Figura 21.

Quebrada Panachera y Río Minero



Nota. Tomado de Tomado de (2021). ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

En cuanto a ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, una vez consultada la Cartografía de Páramos, Bosques Secos y Humedales, así como el Mapa de Áreas Protegidas, en el área de estudio no se evidencia presencia de ninguno de estos.

4.2.2.ii. Medio Socioeconómico. Está compuesto por el componente de participación y socialización con las comunidades (demográfico y espacial) y el componente económico.

- **Componente de participación y socialización con las comunidades.**

Como ya se mencionó en la etapa dos del enfoque metodológico aplicado en el presente proyecto, la participación y socialización con las comunidades se concretó mediante el desarrollo de dos

reuniones de socialización de tipo informativas con la comunidad asentada en el área de influencia del proyecto minero, extrayéndose videos, fotografías y lista de asistentes a dichos encuentros, como fuentes necesarias para el desarrollo de un practica de extracción sostenible de esmeraldas.

La etapa de socialización del proyecto minero con las comunidades, se desarrolló respetando y acatando los principios de tipo social contenidos en el “Pacto Global de la ONU” – Global Compact, (ONU, 2017), como la iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que llama a las empresas y organizaciones sin ánimo de lucro a adoptar, apoyar y promover, dentro de su ámbito de influencia, los 10 principios fundamentales relativos a los derechos humanos, el trabajo digno, el cuidado del ambiente y la lucha contra la corrupción, siendo ellos específicamente:

- **Derechos humanos:**

Principio 1. Las empresas deben apoyar y respetar la protección de los derechos humanos fundamentales, reconocidos internacionalmente, dentro de su ámbito de influencia.

Principio 2. Las empresas deben asegurarse de que sus empresas no son cómplices en la vulneración de los Derechos Humanos.

- **Ámbito laboral:**

Principio 3. Las empresas deben apoyar la libertad de afiliación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva.

Principio 4. Las empresas deben apoyar la eliminación de toda forma de trabajo forzoso o realizado bajo coacción.

Principio 5. Las empresas deben apoyar la erradicación del trabajo infantil.

Principio 6. Las empresas deben apoyar la abolición de las prácticas de discriminación en el empleo y la ocupación.

- **Medio ambiente:**

Principio 7. Las empresas deberán mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente.

Principio 8. Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental.

Principio 9. Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente.

- **Lucha contra la corrupción:**

Principio 10. Las empresas deben trabajar contra la corrupción en todas sus formas, incluidas extorsión y soborno.

Lo anterior, sumado al uso de buenas prácticas, en busca de una sostenibilidad empresarial a través de un sistema de valores, principios y normas, enfocado como ya se dijo a los derechos humanos, el trabajo, el medio ambiente y la lucha contra la corrupción, contribuyendo a crear un mercado global más sostenible y equitativo.

Es así que, convocando a las comunidades, se pretende fomentar una relación más equitativa entre la empresa y la sociedad, poniendo especial atención a los más pobres, razón por la cual el Pacto Global involucra a los gobiernos, las empresas, los trabajadores (en cuyas manos reside el proceso concreto de la producción mundial) y las organizaciones de la sociedad civil, que representan a las comunidades de interesados, respetando a los trabajadores las normas laborales reconocidas internacionalmente.

La participación con las comunidades y grupos de actores que se identifican en el territorio es una de las principales fuentes de información necesaria para el desarrollo del proyecto minero, de igual manera el proyecto tiene la obligación de informar a la comunidad y a las autoridades municipales todos los aspectos generales del proyecto, cuáles serán las actividades que se van a ejecutar, los impactos positivos y negativos de la actividad, así como los posibles beneficios sociales, económicos y de infraestructura, que a mediano y corto plazo se generaran para los habitantes de la Unidad Territorial definida como área de influencia directa. El relacionamiento

con la comunidad en general, las organizaciones sociales e instituciones presentes en el área de influencia y demás actores sociales, se refiere al proceso mediante el cual las autoridades y comunidad de un territorio hacen parte del proceso de toma de decisiones que afectan su entorno a través de su participación, implementando medios que permiten una comunicación previa, clara y oportuna.

Una parte fundamental para el desarrollo del proyecto es la comunicación directa entre titulares y grupos de interés, iniciando por informar a los actores sobre las expectativas que trae consigo la realización del proyecto en cada una de las etapas, su duración, el personal que permanecerá y se desplazará por el territorio, si van a permanecer en el área o se desplazarán constantemente, cuál es el número de trabajadores que podría contratarse y si se requerirá mano de obra calificada, cuántos empleos directos e indirectos se podrían generar con la realización del proyecto y cómo podría contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región. La participación de las comunidades ubicadas en el área de influencia del contrato, permite tener en cuenta y tomar de manera directa la información primaria necesaria para el planeamiento y desarrollo de las actividades propias de cada uno de los componentes, facilitando que, las medidas y planes finales estén planteados sobre información que refleje la realidad del territorio.

Mediante la participación y socialización con las comunidades, se logra describir las conductas sociales de la comunidad del área de influencia, grupos sociales, autoridades municipales y locales, entre otros, para verificar las condiciones de salud y bienestar, (físico, mental y social) de los habitantes del área o zona, incluyendo variables relacionadas con recursos económicos, salud, educación y vivienda, entre otros, además permite identificar las principales actividades económicas de la región, tales como la agricultura, ganadería y minería, relacionando un factor y medida de manejo.

Factor: Expectativas sociales.

Medidas de manejo. Se prevé implementar un programa de información y relaciones con la comunidad, con reuniones informativas, desarrollo de medios o canales de comunicación y actualización de los mismos (en las etapas de exploración y cierre y abandono).

Lo anterior se vio materializado con el desarrollo de dos socializaciones de tipo informativo en el área de interés, especificadas así:

- ***Primera Socialización***

- *Objetivo:* Socializar la información relacionada con las características técnicas, actividades y alcance del proyecto a desarrollar con base al Contrato de Concesión No. JKC-11511.
- *Convocatoria:* Debido a las condiciones sociales del territorio, la primera socialización se realizó con el apoyo de las juntas de Acción Comunal de los sectores identificados como Unidad territorial de análisis, realizándose una visita a la mayor cantidad de viviendas posible, donde se estableció contacto directo con los moradores.
- *Contenido de la socialización. Metodología:* La metodología implementada, fue la visita a los hogares identificados en la Unidad Territorial, donde el profesional encargado de la parte social, con el apoyo del ingeniero de Minas e ingeniero ambiental realizó una exposición de las características generales del Contrato de Concesión No. JKC-11511, exponiendo las diferentes etapas del proyecto e indicándose que, la etapa de construcción y montaje y la de explotación se desarrollarán una vez se cuente con los permisos necesarios; así mismo, se referencian las actividades que se desarrollarían en el territorio para el levantamiento de información y la caracterización de cada uno de los medios o componentes que tiene como finalidad la obtención del licenciamiento ambiental. La visita a cada uno de los hogares se hizo en compañía de la señora Inspectora del centro poblado de Zulia, la Doctora Doly Yaneth Forero Castellanos, quien ejerce como presidente de la Junta de Acción Comunal de Guarumal.
- *Evidencias primera socialización:* Se diligenciaron planillas de asistencia, registro de inquietudes, actas de socialización y fotografías de las visitas a los hogares, el estado de las viviendas y el diligenciamiento del censo.

- ***Segunda Socialización***

- *Objetivo:* Socializar la información relacionada con los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental - Contrato de Concesión No. JKC-115111, en los cuales se identifica el proyecto y sus implicaciones, mediante la socialización de información sobre las fases, actividades, infraestructura proyectada, áreas de influencia, zonificación ambiental y de manejo, compensación por pérdida de biodiversidad, permisos solicitados para el uso y aprovechamiento de recursos naturales, inversión del 1%, compensación social y plan de gestión del riesgo.
- *Convocatoria:* Esta segunda socialización, se desarrolló teniendo en cuenta los datos obtenidos de la caracterización realizada a los habitantes del sector, oficiándose de manera directa y separada a cada uno de los actores o grupos de interés identificados en el territorio e invitándose mediante oficio a los entes de control y autoridades municipales (Eduar Alexis Triana Alcalde Municipal, Ángela Johanna Rodríguez García Personero Municipal, Doly Yaneth Forero Castellanos Presidente JAC - Vereda Zulia, María Candelaria Valbuena Forero Presidente JAC – Santa Rosa, Comandante de Policía de Maripi). En cuanto a los pobladores y residentes del área de interés, estos fueron invitados de manera directa y con la ayuda de ubicación de carteles, convocándose un total de 45 hogares.
- *Contenido de la socialización. Metodología:* Para dar cumplimiento al objetivo de la reunión, cada uno de los profesionales del grupo consultor y con el apoyo de ayudas didácticas (diapositivas), realizó una presentación de resultados, identificándose mapas de ubicación geográfica en el orden nacional, departamental, subregional, municipal y sectorial del polígono proyecto Contrato de Concesión No. JKC-115111, así mismo, se hizo una descripción del montaje e infraestructura asociado a la planta de beneficio que se ubicará en una zona aledaña al título minero; se describió las distintas áreas de influencia, los resultados obtenidos en la caracterización de los medios biótico, abiótico y socioeconómico, zonificación ambiental, identificación de impactos, formulación de planes y proyectos de manejo ambiental, entre otros temas de interés.

Figura 22.

Evidencias fotográficas - Segunda socialización



Nota. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

Evidencias segunda socialización: En la fecha convenida se realizó la reunión de socialización de los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Contrato de Concesión No. JKC-11511, a esta convocatoria asistieron alrededor de 35 personas, moradores del Centro Poblado Guarumal y del sector la Hacienda, como evidencia de ello, la figura 22 presenta algunas fotografías de las personas que asistieron el encuentro de socialización de resultados.

- **Componente económico.**

Factor: Valor del predio.

Medidas de manejo. Se prevé la implementación de un programa de información y relaciones con la comunidad, mediante la realización de reuniones informativas (en la etapa de exploración). Un programa de gestión social, con la capacitación en temas relacionados a la gestión social, desarrollo de mecanismos para la contratación de mano de obra directa, apoyo en la implementación de estrategias para la reconversión laboral y apoyo en actividades de compensación social (en la etapa de explotación).

4.2.3. *Matriz de identificación de efectos.*

A continuación, se presenta la figura 23, que contiene una Matriz de identificación de efectos y consiste en un cuadro de tipo causa-efecto de doble entrada, donde se sintetiza las acciones importantes y las variables medioambientales y socioeconómicas susceptibles de recibir impactos, con el fin de identificar el número de interacciones de acuerdo a cada variable en las diferentes etapas mineras.

Figura 23.

Matriz de identificación de efectos

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO.			ETAPAS MINERAS																				
			A. EXPLORACIÓN				B. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE				C. EXPLOTACIÓN				D. CIERRE Y ABANDONO								
MEDIO	COMPONENTE	FACTOR	Levantamiento topográfico	Caracterización geológica local y del yacimiento	Socialización del proyecto	Negociación de predios	Vinculación de mano de obra para construcción y montaje	Preparación del terreno a intervenir	Adecuación de accesos	Construcción y/o instalación de infraestructura	Vinculación de mano de obra para explotación	Perforación y voladura	Construcción de labores bajo tierra	Extracción del mineral	Transporte interno	Disposición de estériles	Desmontaje de la infraestructura	Cierre de accesos y movilización de equipos	Estrategias informativas con la comunidad	Rehabilitación final de áreas intervenidas	Desvinculación de mano de obra		
			A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	D5		
MEDIO ABIÓTICO	1. Geología y Geomorfología	Geoforma del terreno						●	●			●				●					●		
		Calidad visual						●	●	●							●	●	●			●	
	2. Paisaje	Servicios ecosistémicos del paisaje						●														●	
		Calidad del suelo					●	●	●	●	●		●				●	●				●	
	3. Suelos y uso de la tierra	Uso actual del suelo							●								●					●	
		Servicios ecosistémicos del suelo															●						●
	4. Hidrología	Calidad del agua superficial					●				●	●		●			●	●					
		Usos del agua superficial										●											
	5. Hidrogeología	Servicios ecosistémicos del agua																					
		Oferta del agua subterránea												●									
6. Geomecánica	Comportamiento del macizo rocoso											●	●	●									
	Calidad del aire							●	●			●		●		●							

La anterior matriz identifica las diferentes actividades a desarrollar en el proyecto minero, dentro de los diferentes componentes y factores en los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico, donde el literal corresponde a la etapa y el numeral a la acción desarrollada DONDE:

- A corresponde a la etapa de explotación y A1 corresponde a levantamiento topográfico, A2 a caracterización geológica y local del yacimiento, A3 a socialización del proyecto y A4 a negociación de predios.
- B corresponde a la etapa de construcción y montaje y B1 corresponde a vinculación de mano de obra para construcción y montaje, B2 a preparación del terreno a intervenir, B3 a adecuación de accesos y B4 a construcción y/o instalación de infraestructura.
- C corresponde a la etapa de explotación y C1 corresponde a vinculación de mano de obra, C2 a perforación y voladura, C3 a construcción de labores bajo tierra, C4 a extracción del material, C5 a transporte interno y C6 a disposición de estériles.
- D corresponde a la etapa de cierre y abandono y D1 corresponde a desmonte de la infraestructura, D2 a desvinculación de mano de obra, D3 a cierre de accesos y movilización de equipos, D4 a estrategias informativas con la comunidad y D5 a rehabilitación final de áreas intervenidas.

De lo anterior se puede inferir que, el medio más afectado por el desarrollo de la etapa de explotación podría ser el Abiótico, por albergar la mayor parte de las interacciones identificadas en los componentes geología y geomorfología, suelo, hidrología, hidrogeología y atmosfera (bajo tierra), debido al efecto de las acciones de perforación y voladura, construcción de labores bajo tierra (sostenimiento, ventilación, energía y desagüe), extracción del mineral, transporte interno y disposición de estéril. Es así que, de llegar a materializarse estos efectos, los impactos ambientales previstos podrán generar: aumento en los procesos de remoción de masa y erosión del terreno, deterioro de las propiedades fisicoquímicas del suelo, deterioro de las propiedades fisicoquímicas del agua subterránea y superficial, colapso del macizo rocoso y aumento en la concentración de material particulado y gases e incremento de los niveles de presión sonora.

A pesar que, la cantidad de interacciones que aloja cada medio, componente o factor, no representa necesariamente el deterioro o porcentaje de participación de este en el entorno; si permite obtener una primera aproximación a ello, como ya se resaltó en la relación entre el medio

abiótico y la etapa de explotación, por la cantidad de interacciones que presentan, además, dicha etapa es la que mayor tiempo de permanencia representa y posibilidad de repetición de cada una de las acciones en el medio.

Respecto al medio Socioeconómico, la etapa de explotación también aloja la mayor cantidad de interacciones (positivas o negativas) sobre los factores de salud y seguridad de las personas, condiciones de vida de la población, empleo, economía local y finanzas municipales, entre otras. A continuación, se describen los riesgos sociales, entendidos como aquellos efectos que se pueden presentar en el desarrollo del proyecto minero y pueden generarse en el momento de realizar la actividad de extracción, dichos riesgos sociales han sido previstos con base a los resultados obtenidos de las visitas de campo realizadas al área de influencia directa del proyecto minero y a lo expresado por la misma comunidad en las dos reuniones de socialización y las encuestas de caracterización realizadas en los hogares.

- **Aceptabilidad social del proyecto.** Dentro del reconocimiento de territorio y los acercamientos con los actores sociales y comunidad en general, se evidencia que el desarrollo del proyecto minero en el área de influencia tiene alto grado de aceptabilidad en cuanto a las expectativas económicas y laborales que se generan, lo anterior sustentado en la amplia participación de la comunidad en las dos reuniones de socialización realizadas y a la buena acogida del proyecto minero expresado en las encuestas de caracterización realizadas en los hogares.
- **Impactos en la salud y seguridad de la población.** Dado que, la etapa de explotación alberga la mayor cantidad de interacciones en el medio socioeconómico, se atribuye a su desarrollo la potencialización de seis impactos moderados negativos, referentes al deterioro en la salud y seguridad de las personas, por las acciones de perforación y voladura, construcción de labores bajo tierra, transporte interno y disposición de estériles.
- **Cambio de la dinámica del empleo y oportunidades laborales.** Se presentan cinco impactos moderados positivos, concernientes al aumento de oportunidades laborales e incremento de ingresos locales, que representan la vinculación de mano de obra para la etapa de construcción

y montaje, explotación y extracción del mineral contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de vida de la población. La vinculación de personal del área de influencia para la ejecución de las actividades programadas se realizará teniendo en cuenta la necesidad del proyecto y su planeamiento.

- **Modificación de las finanzas municipales.** Por la naturaleza del proyecto una vez presente alguna producción se empezará a declarar las regalías correspondientes, generando un aumento en las finanzas municipales.
- **Conflictos por acceso y uso de tierras.** Las actividades desplegadas en la etapa de exploración no generan afectaciones a propiedades públicas o privadas, sin embargo, se pueden presentar impactos moderados, atribuidos a potenciación de conflictos sociales o inconvenientes por efecto de negociación de predios.
- **Efectos ambientales.** En la etapa de exploración se presentan impactos positivos al medio socioeconómico los cuales se ven reflejados en un aumento en los niveles de educación ambiental de la población, por el desarrollo de los talleres o charlas de socialización del proyecto y moderados negativos especialmente en la actividad de botadero y presencia de aguas de mina.
- **Reubicación o reasentamiento de Comunidades.** Por las características y ubicación del polígono del contrato de concesión N°. JKC-11511, no se requiere para su desarrollo la adopción de medidas de reasentamiento de población, de acuerdo al trabajo de campo realizado.
- **Migración poblacional.** En cuanto a la movilidad de personas por factores como la minería, la comunidad en general en las encuestas de caracterización considera que se puede presentar condiciones de migración de habitantes de zonas aledañas, sobre todo de jóvenes, por falta de oportunidades laborales.

- **Afectación a comunidades étnicas.** En la ubicación del polígono del contrato y su área de influencia no se identificó comunidades étnicas reconocidas social o legalmente, a su vez el Ministerio del Interior ha emitido la certificación No. 0129 de fecha 12 de marzo de 2019, en la cual se certifica que como resultado de la consulta en las bases de datos (espacial y no espacial) de comunidades étnicas con que cuenta la Dirección de Consulta Previa y del análisis cartográfico realizado a partir del cruce de dicha información con el proyecto: "Contrato de concesión minera JKC-11511", se evidenció que el proyecto de la referencia no se traslapa con comunidades étnicas.
- **Alteración de la infraestructura de transporte y estructuras civiles.** Las actividades realizadas no alteran la estructura vial ni modifican las condiciones de accesibilidad al área de influencia del polígono del contrato de concesión.
- **Trabajo informal o ilegal asociado a la minería.** De acuerdo al proceso de exploración del área y a las visitas a campo realizadas, se permite evidenciar que no hay trabajo informal o minería ilegal en el sector.
- **Potenciación de acciones colectivas y organizaciones sociales.** Según lo expresado por la misma comunidad en los diferentes acercamientos y reuniones de socialización, se generan expectativas por parte de la población frente al desarrollo del proyecto minero, razón por la cual los titulares estarán en contacto directo y constante con los líderes, autoridades locales y comunidad en general, a fin de informar sobre los avances e inicio de las labores si estas obtienen los permisos legales necesarios.

4.2.4. Índice de incidencia

La evaluación de la incidencia del impacto, se efectúa a partir de la importancia de cada uno en los diferentes medios, valoración que se hace de acuerdo a su naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad., que permiten determinar la importancia de cada impacto como irrelevante,

moderado, severo y crítico. A partir de lo anterior, se aprecia que la etapa con mayor contribución a la generación de impactos en el medio Abiótico, es la de Explotación, por el desarrollo de acciones asociadas a la perforación y voladura, construcción de labores bajo tierra (Sostenimiento ventilación, energía y desagüe), extracción del mineral, transporte interno y la disposición de los estériles removidos; en cuanto al medio socioeconómico, la actividad que más genera impactos (negativos y positivos), es la de explotación, por concentrar acciones específicas para la vinculación de mano de obra (para la etapa de explotación), extracción del mineral, transporte interno y disposición de estériles.

Así mismo, se observa que los impactos con importancia de tipo severo, se alojan en el medio abiótico principalmente, a causa de la etapa de explotación; y que la mayoría de impactos con naturaleza positiva, corresponden al medio socioeconómico por las oportunidades de empleo y mejoramiento de las condiciones de vida de la población. (véase anexo A)

Teniendo en cuenta los resultados del índice de incidencia e información recolectada en campo se enlista los principales impactos que se generan en cada una de las variables analizadas entre los cuales encontramos el deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo, deterioro del hábitat terrestre, aumento en la concentración de material particulado y gases, aumento en los procesos de remoción en masa y erosión entre otros. (véase anexo A)

4.3. Etapa 3: Condiciones técnicas de operación sostenible

Esta sección hace referencia a las condiciones técnicas que se tienen proyectadas para la operación y desarrollo del proyecto minero de extracción sostenible de esmeraldas, dentro del Título N° JKC – 11511 y las acciones orientadas a prevenir, mitigar y/o compensar los posibles impactos generados, buscando garantizar una actividad minera sostenible y responsable en pro de un desarrollo colectivo que integre a las comunidades locales.

4.3.1. Acciones orientadas a Prevenir, Mitigar y Compensar

Una vez desarrollada la evaluación ambiental, su procesamiento y análisis de desempeño, se procede a establecer las medidas de manejo para la prevención, mitigación, control y compensación de los efectos asociados al proyecto minero. Se ha decidido proponer algunas

acciones y actividades específicas orientadas a la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los potenciales impactos en los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico.

4.3.1.i Medidas de manejo para el Medio Abiótico. A partir de las evaluaciones efectuadas, es posible ejecutar medidas de manejo acordes al proceso de explotación del mineral, que permitan prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los potenciales impactos en el medio, para así llevar a cabo una minería ambientalmente responsable.

En la tabla 7, se puede observar los diferentes programas de manejo ambiental para el medio Abiótico, con su respectivo impacto y la medida de manejo ambiental a implementar, dentro de lo que se destaca, el manejo de residuos líquidos domésticos industriales, manejo de agua captada, manejo de material particulado (polvos y gases), manejo de niveles de presión sonora, manejo de suelos removidos y excedentes de excavación, manejo de control de erosión y estabilidad del terreno, manejo de residuos sólidos, almacenamiento y manejo de combustibles, grasas y aceites y manejo paisajístico.

Tabla 7.

Programas y medidas de manejo ambiental – Medio Abiótico

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL
MEDIO ABIÓTICO		
PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS DOMÉSTICOS INDUSTRIALES	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de las propiedades físico químicas del agua superficial. - Pérdida de servicios de regulación y soporte del agua. 	<p>Implementación de un sistema séptico integrado y campo de infiltración para el manejo de las aguas residuales domésticas.</p> <p>Implementación de un sistema de tratamiento para el manejo de las aguas residuales e industriales.</p>
PROGRAMA DE MANEJO DEL AGUA CAPTADA	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución en la disponibilidad del agua superficial. 	<p>Construcción sistema de control de caudal e implementación de accesorios hidráulicos.</p>
SUBPROGRAMA DE MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO, POLVOS Y GASES	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento en la concentración de material particulado y gases. 	<p>Control en el carpado de vehículos de carga.</p> <p>Calibración del equipo Multidetector de gases para el control de atmosferas viciadas.</p> <p>Control en las revisiones técnico mecánicas y de gases a los vehículos automotores asociados al proyecto.</p> <p>Aspersión de vías y áreas específicas del proyecto.</p> <p>Implementación de barreras vivas.</p> <p>Monitoreo de la calidad del aire.</p>

SUBPROGRAMA MA DE MANEJO DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA	- Incremento en los niveles de presión sonora.	Restricción al uso de bocinas de vehículos que ingresan al proyecto mediante señalización vial. Monitoreo de ruido y ruido ambiental. Implementación de barreras vivas. Protección auditiva a trabajadores mineros.
PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS REMOVEDOS Y EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN	- Deterioro de las propiedades físico químicas del suelo. - Pérdida de coberturas vegetales. - Aumento en los procesos de remoción en masa y erosión del terreno.	Manejo y mantenimiento de suelos removidos. Manejo y disposición de excedentes de excavación. Inspección de situaciones anormales en la escombrera.
PROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y ESTABILIDAD DEL TERRENO	Aumento en los procesos de remoción en masa y erosión del terreno.	Construcción de obras de drenaje superficial. Construcción de obras o barreras de contención. Mantenimiento de las obras establecidas. Revegetalización de taludes. Implementación e barreras vivas.
PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	- Deterioro de las propiedades físico químicas del suelo. - Deterioro de las propiedades físico químicas del agua superficial. - Deterioro de la calidad visual del paisaje.	Caracterización de residuos sólidos. Instalación de canecas para separación de residuos en la fuente. Construcción y/o adecuación de áreas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos. Entrega de residuos sólidos a gestores externos vinculados con el proyecto. Mantenimiento a instalaciones de almacenamiento temporal. Capacitación al personal minero en el manejo de residuos sólidos.
PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE COMBUSTIBLES, GRASAS Y ACEITES	- Deterioro en la salud y seguridad de las personas. - Deterioro de las propiedades físico químicas del suelo. - Deterioro de las propiedades físico químicas del agua superficial.	Identificación de la peligrosidad de los combustibles, grasas y aceites. Inspección del adecuado almacenamiento de los combustibles. Implementación de procedimientos para la contención de derrames de combustibles, grasas y aceites. Disposición final adecuada. Capacitación en el adecuado manejo y almacenamiento de los combustibles.
PROGRAMA DE MANEJO PAISAJÍSTICO	- Deterioro de la calidad visual del paisaje. - Aumento en los procesos de remoción en masa y erosión del terreno.	

- Aumento en la concentración de material particulado y gases.
- Incremento en los niveles de presión sonora. Establecimiento de barreras vivas.
- Pérdida de coberturas vegetales. Mantenimiento de las especies sembradas.

Nota. Tomado de (2021). ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

4.3.1.ii. Medidas de manejo para el Medio Biótico. En la tabla 8, se puede observar la relación de los diferentes programas y medidas de manejo ambiental para el medio Biótico, con cuatro programas que hacen alusión al manejo de la vegetación, rehabilitación de áreas intervenidas, protección y conservación de especies de fauna y compensación.

Tabla 8.

Programas y medidas de manejo ambiental – Medio Biótico

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	DE	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL
MEDIO BIÓTICO			
PROGRAMA DE MANEJO DE LA VEGETACIÓN	-	Pérdida de coberturas vegetales.	Aprovechamiento forestal.
	-	Pérdida y/o dispersión de individuos de poblaciones de fauna terrestre.	Manejo de la cobertura vegetal removida.
	-	Deterioro del hábitat terrestre.	Mantenimiento de la cobertura vegetal almacenada.
PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS	-	Aumento en los procesos de remoción en masa y erosión del terreno.	Reconformación de los taludes del botadero.
	-	Deterioro de las propiedades físico químicas del suelo.	Empradización progresiva del área de botadero.
	-	Pérdida de coberturas vegetales.	Adecuación final de las áreas intervenidas por el proyecto.
			Revegetalización final de áreas intervenidas.
PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA			Mantenimiento de las áreas revegetalizadas.
			Recorridos previos por las áreas a intervenir.
	-	Pérdida y/o dispersión de individuos de poblaciones de fauna terrestre.	Implementación de técnicas de ahuyentamiento de individuos de fauna.
	-	Disminución de comunidades hidrobiológicas.	Instalación de señalización asociada a la presencia de fauna.
			Capacitación al personal minero.

Tabla 8. (Continuación)

PROGRAMA DE COMPENSACIÓN PARA EL MEDIO BIÓTICO	- Pérdida de coberturas vegetales.	Definición del modo de compensación.
	- Pérdida y/o dispersión de individuos de poblaciones de fauna terrestre.	Establecimiento de la plantación. Enriquecimiento vegetal.
	- Deterioro del hábitat terrestre.	Mantenimiento de plantaciones y monitoreo de fauna y flora.
	- Pérdida de servicios del ecosistema terrestre.	

Nota. Tomado de Tomado de (2021). ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

4.3.1.iii. Medidas de manejo para el Medio Socioeconómico. A continuación, se describe en la tabla 9, los diferentes programas y medidas de manejo ambiental para el medio Socioeconómico, destacándose el programa de información y relaciones con la comunidad, de educación ambiental, de seguridad y salud en el trabajo y el programa de gestión social - Plan de Gestión Social. (véase anexo E)

Tabla 9.

Programas y medidas de manejo ambiental – Medio Socioeconómico

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y RELACIONES CON LA COMUNIDAD	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de conflictos sociales. - Incremento de las expectativas sociales. - Incremento en los flujos migratorios. - Incremento de acciones colectivas y organizaciones sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones informativas con la comunidad. Desarrollo de medios o canales de comunicación. Actualización de los canales de información.
PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento en los niveles de educación ambiental de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> Charlas sobre el avance del PMA a la comunidad del área de influencia del proyecto. Capacitación en temáticas ambientales a la comunidad del área de influencia del proyecto. Inducción ambiental a trabajadores mineros. Jornadas de capacitación en temáticas ambientales a trabajadores mineros. Actividades en pro del medio ambiente con la participación de los trabajadores mineros y la comunidad del AIP.
PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro en la salud y seguridad de las personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de señalización. Entrega de EPP's a trabajadores mineros. Suministro de dotación a trabajadores mineros. Capacitación a trabajadores mineros en temáticas de SST.

Tabla 9. (Continuación)

		Entrenamiento, inducción y re inducción a trabajadores mineros.
PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIAL	- Aumento en los niveles de educación ambiental de la población.	Capacitación en temas relacionados con la gestión social.
	- Incremento de las expectativas sociales.	Desarrollo de mecanismos para la contratación de mano de obra directa.
	- Aumento de oportunidades laborales.	Apoyo en la implementación de estrategias para la reconversión laboral.
	- Incremento de ingresos locales.	
	- Mejoramiento de la condiciones de vida de la población.	Apoyo en actividades de compensación social.

Nota. Tomado de Tomado de (2021). ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

En cuanto al Programa de Gestión Social - Plan De Gestión Social, (véase anexo E) propuesto para el medio Socioeconómico, su elaboración e implementación, permite al titular minero ordenar y priorizar su gestión del entorno y su gestión social e identificar impactos teniendo en cuenta las responsabilidades contractuales y su rol en la dinámica social y económica del territorio de influencia, tomando las medidas necesarias, según sea el caso. A continuación, en la tabla 10, se presenta algunos impactos ambientales de tipo social y la medida de manejo a implementar.

Tabla 10.

Impactos y acciones orientadas a prevenir, mitigar y compensar.

IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MANEJO	TIPO DE MEDIDA			
		Prevenir	Mitigar	Corregir	Compensar
	Capacitación a la comunidad en temas de gestión social.	●			
Aumento de conflictos sociales.	Capacitación a contratistas y empleados en temas de gestión social.	●			
Incremento de las expectativas sociales	Jornadas informativas respecto a los mecanismos de contratación de personal.	●			
	Implementación de estrategias de apoyo para la reconversión laboral.	●			

Tabla 20. (Continuación)

Apoyo en actividades de compensación
social.

Nota. Tomado de Tomado de (2021). ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental,

4.3.2. Propuestas de Compensación

El área del proyecto minero de esmeraldas JKC-11511, presenta pastos limpios y pastos enmalezados, los cuales pueden ser considerados como vegetación secundaria o derivada de las actividades humanas en el predio, de acuerdo a ello, algunas de las propuestas de compensación, que se tienen estipuladas son las siguientes:

- Fomentar la preservación ecológica de 4,96 hectáreas.
- Mejorar la calidad del hábitat para especies animales presentes en la región.
- Aumentar la diversidad alfa de la vegetación en el área de influencia del proyecto.
- Se contempla la construcción de un tratamiento de aguas residuales, diseño de un manejo integral del suelo orgánico removido y manejo integral de residuos, entre otros.
- Se plantea que la preservación del ecosistema en el área, sea a una escala local, mejorando
- las condiciones del hábitat para la conservación y el restablecimiento de especies nativas del área, por lo cual se espera generar en los siguientes niveles de organización:
 - **Población:** Aumento en las poblaciones de especies vegetales nativas de carácter arbóreo y/o arbustivo en el área.
 - **Comunidad (vegetal):** Aumentar la riqueza de especies vegetales en el área, lo cual se ve reflejado en el establecimiento de diferentes estratos boscosos.
 - **Comunidad (animal):** Ofrecer condiciones del hábitat que permitan la conservación de especies animales como aves, anfibios, reptiles y mamíferos, lo cual se verá reflejado en el futuro en un aumento de la biodiversidad alfa para los grupos de fauna.

Se desarrollarán actividades de preservación de 4,96 hectáreas en áreas de influencia del proyecto, en la cual se buscará mejorar la calidad del hábitat y asegurar la conservación de bosques locales con presencia de especies vegetales nativas de la región del orobioma Subandino cordillera oriental Magdalena Medio de acuerdo a la clasificación del IAH.

De acuerdo al mapa de ecosistemas del IAH (2018), el título minero N° JKC-11511 se encuentra ubicado en el orobioma Subandino cordillera oriental Magdalena Medio, en un ecosistema tipo Agroecosistema ganadero de clima Templado Húmedo en Crestas y crestones con suelo de Condiciones oxidantes y evolución moderada o incipiente y Poca profundidad efectiva de los suelos, lo cual se encuentra altamente relacionado con que las coberturas vegetales en el título minero JKC-11511 se encuentren conformadas por pastos limpios, y pastos enmalezados en su mayor medida.

El mantenimiento de la compensación deberá realizarse al menos cuatro (4) veces al año durante los primeros nueve (9) años de la implementación del presente plan de compensación, posteriormente deberá programarse dos (2) mantenimientos de la plantación al año hasta terminar la implementación del presente plan de compensación. El potencial de regeneración del ecosistema es alto a pesar de la alta transformación de los ecosistemas en el área, esto debido a que las condiciones climáticas, así como la alta humedad ambiental facilita los procesos de regeneración natural del bosque.

4.3.2.i. Tensionantes o barreras a la restauración ecológica. Se entiende todos aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos (Guía técnica para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia). Los tensionantes para la restauración ecológica pueden clasificarse en dos tipos:

- **Ecológicos.** Los de tipo ecológico se relacionan con los factores bióticos y abióticos resultantes del régimen de disturbios natural y antrópico, los cuales influyen en los diferentes mecanismos de regeneración y colonización de las especies, es decir, los procesos necesarios para que ocurra la dispersión de propágulos (principalmente semillas), el establecimiento de las plántulas y la persistencia de los individuos y las poblaciones de plantas.

- **Socioeconómicos.** Son todos los factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos de regeneración natural, principalmente los tipos de uso de la tierra.
- Para el caso del área seleccionada para el fin se consideran los siguientes tensionantes:
 - **Tensionantes ecológicos.** Tensionantes de la dispersión de semillas - ausencia de plantas niñeras o plantas facilitadoras- depredación de semillas - ausencia de un banco de semillas del ecosistema original - matriz continua de pastos que impide la regeneración - presencia de especies invasoras o colonizadoras agresivas.
 - **Tensionantes del establecimiento de plántulas.** Ausencia de micorrizas - hojarasca gruesa que impide el establecimiento – herbivoría - presencia de especies invasoras - suelo inadecuado (erosión, compactación, contaminación, ausencia o exceso de nutrientes, pérdida de materia orgánica).
 - **Tensionantes de la persistencia de las plantas.** Restricciones climáticas (Sequía, heladas) - fuegos naturales – herbivoría – plagas - presencia de especies invasoras - pastoreo y agricultura.

Adicionalmente si se detectan condiciones sociales que pueden afectar la implementación del plan de compensación por pérdida de la biodiversidad, estos están relacionados a eventos históricos en la región, como lo son los cultivos ilícitos, la tenencia de la tierra, y el desarrollo de actividades ganaderas. La restauración de los ecosistemas busca el mejoramiento de las coberturas hasta alcanzar la línea base o las características del ecosistema de referencia, mediante el enfoque de recuperación de algunos servicios eco sistémicos de interés social, generalmente los sistemas resultantes no son auto sostenibles y no se parecen al sistema pre disturbio.

- **Monitoreo.** De acuerdo a la Guía técnica para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia, el monitoreo consiste en el seguimiento y evaluación continuos de los cambios que experimenta el ecosistema, bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicados. Tiene como objetivo final asegurar el éxito en la restauración ecológica, brindando información necesaria para evaluar y ajustar las prácticas de restauración, de modo que puedan ser modificadas en cualquier momento; de esta manera, si los resultados obtenidos en los tratamientos aplicados son negativos o indeseables, dichos tratamientos se modifican o

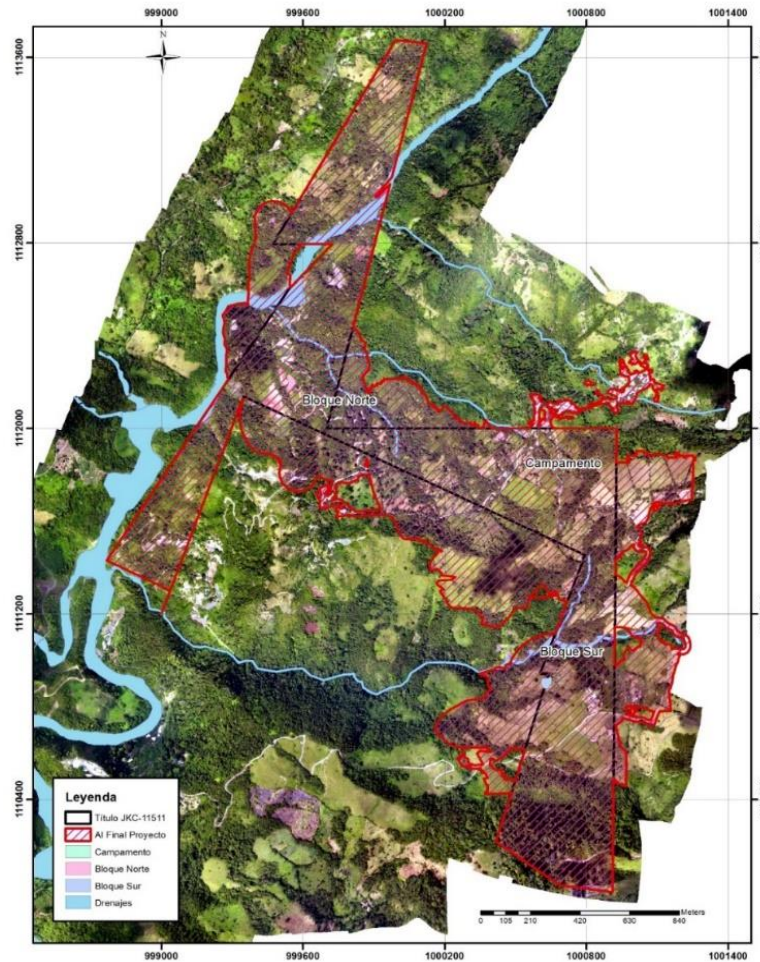
detienen; por el contrario, si se obtienen resultados positivos, estos tratamientos se continúan, multiplican, y si es posible, se mejoran. Estos indicadores deberán ser evaluados anualmente, durante al menos 3 años, a partir de un año del establecimiento de la revegetalización.

Para concluir, se establece que, los programas de manejo ambiental asociados a los impactos identificados previamente, tienen como objeto formular medidas que permitan prevenir, corregir, mitigar y/o compensar dichos impactos, el objetivo principal es identificar y atender los riesgos sociales que se ocasionen por la ejecución de las labores mineras bajo el contrato de concesión N° JKC – 11511 y que alteren los bienes, costumbres y modo de vida de la población presente en el área de influencia del mismo, con el fin de evitar conflictos y daños sociales en la zona.

A partir del desarrollo de la evaluación ambiental en el Área de Influencia, se concluye que los impactos ambientales identificados y evaluados para los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico sólo trascienden hasta la delimitación abordada para el proyecto, denominada como área de influencia final del proyecto, como se presenta en la Figura 24.

Figura 24.

Área de influencia final del proyecto



Nota. Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

4.4. Etapa 4: Metodología piloto de extracción sostenible de esmeraldas

Esta sección hace referencia a las actividades y estrategias a desarrollar para lograr una extracción sostenible de esmeraldas en el Título Minero N° JKC – 11511, lo anterior, mediante una propuesta piloto y un cronograma de actividades que busca implementar lo relacionado en la Etapa 3, frente a la construcción de un tratamiento de aguas residuales, manejo integral del suelo orgánico removido y el manejo de residuos.

4.4.1. Propuesta metodológica

Extracción sostenible. Durante el desarrollo del proyecto minero se programa establecer un plan de actividades ambientales con el fin de que las áreas intervenidas comiencen su recuperación desde el inicio de la etapa productiva para que las afectaciones al entorno se minimicen lo mayor posible. Las repercusiones al suelo y cobertura vegetal, se sitúan en los lugares donde se ubican las áreas de infraestructura en los dos bloques de trabajo, así como las áreas destinadas para el depósito de material estéril generado durante el desarrollo del proyecto minero, por lo tanto el numeral 4.2.1.5 que hace referencia al medio, componente y factor ambiental, incluye algunos planes y/o programas de mitigación que van encaminados a mitigar y compensar los posibles impactos a presentarse, además, se tiene establecido la puesta en marcha de las siguientes actividades.

4.4.1.i. Recuperación geomorfológica y paisajística. En el proyecto minero de explotación de esmeraldas se contemplan las siguientes actividades de recuperación de las zonas intervenidas:

- **-Actividades de adecuación de las áreas intervenidas.**

Debido a que la actividad es de tipo subterráneo, su proceso de operación no demanda la generación de grandes áreas abiertas o desprovistas de vegetación.

- **-Manejo de vegetación existente.**

El manejo que se le dará a la vegetación existente será de cuidado y prevención de alteraciones, mediante la intervención solamente a las zonas de ubicación de infraestructura en superficie y en el área de depósito de estéril, demás, se debe tener en cuenta las actividades de manejo que relacionen los profesionales ambientales asociados al proyecto. A esto se suma que se debe tener en cuenta realizar una correcta disposición de residuos sólidos y líquidos, control del material particulado generado y prevención de incendios forestales. Debido a que la actividad en superficie se realiza en un área pequeña; el grado de afectación a la vegetación no es muy

significativa; por lo que se puede deducir que el desarrollo de la actividad no amenaza la estabilidad y existencia de la vegetación en la zona.

- **-Revegetalización de zonas intervenidas.**

Se tiene contemplado la revegetalización de algunas áreas intervenidas mediante la conformación de cercas vivas o barreras vegetales en la zona de botadero y en el área de infraestructura, además, se proyecta la siembra de especies nativas una vez se tenga las primeras fases del botadero y en algunos otros sectores del título minero. Estos sectores serán seleccionados por el profesional asesor ambiental de acuerdo a las observaciones y avances del proyecto.

- **-Manejo de la cobertura vegetal:**

Durante las actividades de descapote de la zona de infraestructura y de la adecuación de los accesos viales se tendrá en cuenta recuperar el horizonte orgánico y depositarlo temporalmente cerca de las zonas intervenidas y en los lados de la vía de acceso con el fin de utilizarlo más adelante. En términos generales se tendrá en cuenta la adecuación geomorfológica del terreno y posterior revegetalización de las áreas ocupadas por la infraestructura minera en superficie, protección y conservación de las zonas que no serán afectadas por las actividades, recolección y disposición de residuos o cualquier tipo de sobrantes, retiro de señalización, desmantelamiento de equipos y de estructuras temporales y como ultimo la socialización con la comunidad sobre los alcances y resultados que tuvo el proyecto.

- **-Conservación de áreas de bosques y coberturas aledañas a la zona.**

Debido a que la actividad se realiza en un área pequeña, el grado de afectación a la vegetación por generación de áreas abiertas o tala de árboles no es muy significativa; por lo que se puede deducir que el desarrollo de la actividad no amenaza la estabilidad y existencia de la vegetación en la zona. El manejo que se le dará a la vegetación existente será de cuidado y prevención de alteraciones, mediante la correcta disposición de residuos, control del material particulado generado y prevención de incendios forestales, además del cuidado y conservación de

la zona de influencia del proyecto realizando recorridos programados por parte del profesional ambiental. El cronograma de trabajo será el siguiente: conservación de la vegetación existente, (durante la ejecución del proyecto) y recorridos de observación y estudio profesional ambiental, (durante la ejecución del proyecto).

- **-Recuperación y rehabilitación progresiva del botadero.**

El material estéril producido en las labores mineras se dispondrá inicialmente en el botadero, pero a medida que se avance la explotación en su mayoría se dispondrá dentro de las mismas labores subterráneas abandonadas a manera de retrollenado y otro tanto se destinará para la adecuación permanente de las vías de acceso en superficie. Teniendo en cuenta el material a depositar, la pendiente natural del terreno escogido para la disposición de escombros, para dar una mayor estabilidad al talud se optó por trabajar los depósitos mediante fases ascendentes superpuestas empezando por la parte más baja del área del botadero. Una vez se adelante el proceso de avance de las labores mineras se empezará a su vez con el depósito del material estéril en la zona de botadero, teniendo en cuenta que, el vertido se realiza por fases, se proyecta que una vez se complete la primera fase se comience la adecuación del primer talud inferior, con lo cual posteriormente se realizara la revegetalización de esta primera zona, este proceso se repite durante la ejecución del proyecto, hasta darle cierre final en la etapa de abandono final y post cierre.

- **-Restitución Paisajística e integración Morfológica.**

La restitución del paisaje busca el restablecimiento de la zona a unas condiciones ecosistémicas propicias para que el área intervenida pueda ser habitable nuevamente por las especies vegetales y animales presentes antes de la llegada del proyecto, tratando de ofrecer condiciones similares a las originales del terreno. Las áreas afectadas por la intervención del proyecto corresponden a las zonas de ubicación de infraestructura, vías de acceso, bocaminas y áreas de botaderos, en las áreas aledañas a las zonas intervenidas, se realizará siembra de especies nativas y se procurara dejar el terreno tal como se encontró al inicio de la intervención. En cuanto a la restitución paisajística e integración morfológica, como ya se dijo, en el numeral 4.2.1.5 que hace referencia al medio, componente y factor ambiental, se encuentra especificado los planes y/o

programas a desarrollar como medidas de compensación y/o mitigación de los posibles impactos a presentarse en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, para sus diferentes componentes y factores.

4.4.2. Cronograma de actividades

Teniendo en cuenta que el tiempo otorgado para el desarrollo del proyecto minero de extracción de esmeraldas bajo el título No. JKC-11511 es de 30 años, de los cuales restan 26 años, a continuación, se presenta un esquema del cronograma de actividades a realizar durante este lapso de tiempo aclarando que, el proyecto de desarrollará en dos bloques de trabajo, el Bloque Norte y el Bloque Sur, las labores en los dos sectores se comenzarán de manera simultánea, contemplándose la adecuación de ciertas construcciones o infraestructura necesaria en el proceso minero.

- **Bloque Norte.**

Durante el primer año se prevé la adecuación de accesos, adecuación de campamento e instalación de infraestructura en superficie. Para este caso, se incluye la totalidad de las estructuras pertenecientes al bloque norte, el campamento y las vías nuevas, así: (Patio temporal de estériles, cuarto compresor, cuarto ventilador, bocamina, subestación, patio de maderas, polvorín, patio de estériles, depósito de combustibles y grasas, unidad sanitaria, almacén, lockers, sistema de tratamiento de aguas domésticas, incluyendo campo de infiltración, sistema de tratamiento de aguas de mina y su red de conducción, hasta el punto de disposición de los vertimientos en la quebrada Canoas del bloque norte, campamento, baños y vías proyectadas de ingreso a la infraestructura).

A partir del segundo año y hasta el año 24 se pretende el avance en la bocamina 1 y túnel 1, el avance en las galerías del nivel 1 y el avance de la clavada 1 al nivel 2, así mismo el avance del nivel 2 oeste y el avance de galerías del nivel 2 oeste, el avance nivel 2 norte y el avance de galerías nivel 2 norte, el avance nivel 2 sur y el avance galerías nivel 2 sur.

Finalmente, para el año 25 y el año 26 se prevé el avance en galerías nivel 2 sur, la recuperación geomorfológica y paisajística y el cierre y abandono de la mina, donde se programará establecer un plan de actividades ambientales con el fin de que las áreas intervenidas comiencen su recuperación desde el inicio de la etapa productiva para que las afectaciones al entorno se minimicen lo mayor posible, es de resaltar que debido a que la actividad es de tipo subterráneo, su proceso de operación no demanda la generación de grandes áreas abiertas o desprovistas de vegetación, así que de manera puntual sus repercusiones al suelo y cobertura vegetal, se sitúan en los lugares donde se ubican los campamentos, así como el área destinada para el almacenamiento del material estéril generado durante el desarrollo del proyecto minero.

Entre estas actividades se tiene:

- ***Manejo de vegetación existente.*** El manejo de la vegetación existente será de cuidado y prevención de alteraciones, mediante la intervención solamente a las zonas específicas del proyecto.
- ***Revegetación de zonas intervenidas.*** Se tiene contemplado la revegetación de algunas áreas intervenidas mediante la conformación de cercas vivas o barreras vegetales en la zona de botadero, vías de acceso y campamentos, además, se proyecta la siembra de especies nativas una vez se tenga la primera fase del botadero y en algunos otros sectores del título minero.
- ***Desmonte de la infraestructura.*** Corresponde al desmantelamiento y remoción de locaciones, campamentos, botaderos, casetas y cierre de bocaminas, con posterior manejo de reforestación.
- ***Sellamiento de Bocaminas.*** A las bocaminas o túneles de acceso se les debe realizar un sellamiento mediante la colocación de una pared de concreto dispuesta 10 m hacia adentro del túnel, a partir de este punto y hacia superficie se rellenará la totalidad de la sección de la vía utilizando el material estéril de tal manera que no halla acceso al área explotada.
- ***Tratamiento de Aguas.*** El sistema adoptado para el tratamiento de las aguas de mina se programará de tal manera que funcione hasta un año después de la etapa de abandono.

- ***Delimitación y señalización.*** es necesario instalar señales de carácter informativo y prohibitivo durante la etapa de cierre definitivo del proyecto.
- ***Cierre de accesos y movilización de equipos.*** Las vías de acceso hacia los sitios de las Bocaminas deben ser suspendidas para lo cual es necesario instalar barreras con material de relleno y plantas nativas para impedir el paso de vehículos y/o personas.
- ***Restitución paisajística e integración morfológica.*** La restitución del paisaje busca el restablecimiento de la zona a unas condiciones ecosistémicas propicias para que el área intervenida pueda ser habitable nuevamente por las especies vegetales y animales presentes antes de la llegada del proyecto, propiciando condiciones similares a las originales del terreno.
- ***Estrategia informativa a la comunidad.*** La estrategia de información a la comunidad y autoridades locales acerca de la finalización del proyecto, consiste en convocar a cada uno de los actores involucrados, habitantes locales y autoridades a una reunión informativa, a la cual asistirán los titulares mineros y equipo técnico de trabajo, de tal forma que se aborden de manera general los resultados alcanzados por el proyecto en cuanto a las labores de tipo social, y las respectivas medidas de manejo ambiental contempladas para la fase de cierre y abandono, de modo que haya claridad sobre el cese definitivo de las labores y los cuidados y acciones llevadas a cabo para que el área pueda retornar a condiciones similares a las iniciales.

En la tabla 11 se puede observar de manera detallada el cronograma de avance de labores proyectado del proceso minero, para el bloque norte.

Tabla 11.

Cronograma de actividades – Bloque norte

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTADO EXPLOTACIÓN BLOQUE NORTE																											
	ACTIVIDAD	AÑO																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	ADECUACIÓN ACCESOS.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	ADECUACION DE CAMPAMENTO	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	INSTALACION DE INFRAESTRUCTURA EN SUPERFICIE.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	AVANCE BM 1, (TÚNEL 1)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	AVANCE GALERIAS NIVEL 1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
6	AVANCE CLAVADA 1-A NIVEL 2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
7	AVANCE NIVEL 2 OESTE	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
8	AVANCE GALERIAS NIVEL 2 OESTE	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
9	AVANCE NIVEL 2 NORTE	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
10	AVANCE GALERIAS NIVEL 2 NORTE	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
11	AVANCE NIVEL 2 SUR	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
12	AVANCE GALERIAS NIVEL 2 SUR	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
13	RECUPERACION GEOMORFOLOGICA Y PAISAJISTICA	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
14	CIERRE Y ABANDONO	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Nota. Esquema de actividades. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021) Estudio de Impacto Ambiental,

• **Bloque Sur.**

Durante el primer año se prevé la adecuación de accesos, adecuación de campamento e instalación de infraestructura en superficie. Para este caso, se incluye la totalidad de las estructuras pertenecientes al bloque sur, el campamento y las vías nuevas, así: (Patio temporal de estériles, cuarto compresor, cuarto ventilador, bocamina, subestación, patio de maderas, polvorín, patio de estériles, depósito de combustibles y grasas, unidad sanitaria, almacén, lockers, sistema de tratamiento de aguas domésticas, incluyendo campo de infiltración, sistema de tratamiento de aguas de mina y su red de conducción, hasta el punto de disposición de los vertimientos en la quebrada Panache del bloque sur, campamento, baños y vías proyectadas de ingreso a la infraestructura.

A partir del segundo año y hasta el año 24 se pretende el avance en la bocamina 2 clavada 1, el avance nivel 1 sur, el avance de galerías nivel 1 sur, el avance nivel 1 norte y el avance galerías nivel 1 norte. Finalmente, para el año 25 y el año 26 se prevé el avance en galerías nivel 1 norte, la recuperación geomorfológica y paisajística y el cierre y abandono de la mina.

En la tabla 12 se puede observar de manera detallada el cronograma de avance de labores proyectado del proceso minero, para el bloque sur.

Tabla 12.

Cronograma de actividades – Bloque sur

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTADO EXPLOTACIÓN BLOQUE SUR																											
	ACTIVIDAD	AÑO																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	ADECUACIÓN ACCESOS.	█	█	█	█																						
2	ADECUACION DE CAMPAMENTO	█	█	█	█																						
3	INSTALACION DE INFRAESTRUCTURA EN SUPERFICIE.	█	█	█	█																						
4	AVANCE BM 2,(CLAVADA 1)		█	█	█																						
5	AVANCE NIVEL 1 SUR				█	█	█	█	█	█	█	█															
8	AVANCE GALERIAS NIVEL 1 SUR								█	█	█	█	█	█													
9	AVANCE NIVEL 1 NORTE													█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
10	AVANCE GALERIAS NIVEL 1 NORTE																				█	█	█	█	█	█	█
13	RECUPERACION GEOMORFOLOGICA Y PAISAJISTICA																									█	█
14	CIERRE Y ABANDONO																									█	█

Nota. Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

- **Mecanismos de Trabajo.**

Una vez se dé inicio al proyecto, se dará acceso a la zona mediante la adecuación y construcción de aproximadamente 400 metros de vía, en los dos Bloques de trabajo; la capa vegetal se retirará y se depositará temporalmente en los lados de la vía para ser utilizada en las labores de revegetalización mediante cercas vivas o barreras vegetales. Plantación de especies vegetales a

modo de cerca viva y de barreras vegetales en algunos sectores de la zona de infraestructura, en los accesos y en el área de botadero. Una vez terminados los accesos se procederá a realizar el descapote de la zona de ubicación de la infraestructura y patios asociados. En estos procesos se espera recuperar y reutilizar 1000 m³ de capa orgánica o descapote.

4.5. Etapa 5: Viabilidad financiera en la propuesta de explotación sostenible

Esta etapa hace referencia al análisis de los diferentes indicadores financieros, costos, factibilidad y proyección minera de extracción sostenible de esmeraldas en el Título N° JKC – 11511, mediante el desarrollo de un flujo de beneficios y costos proyectados durante el tiempo total otorgado al Título Minero, con el fin de identificar la viabilidad financiera de la extracción sostenible de esmeraldas, basado en indicadores económicos como el valor presente neto (VPN) al coste de oportunidad del dinero, el análisis costo - beneficio (C/B) y la tasa interna de retorno (TIR).

4.5.1. Análisis Económico y Financiero

El análisis económico y financiero pretende identificar las ventajas y/o desventajas de inversión del proyecto, de igual forma le muestra al empresario la rentabilidad del mismo, la evaluación financiera, se calculó a partir del primer año de explotación, incluyéndose todos los aspectos necesarios para llevar a cabo la operación minera, realizándose una proyección durante el tiempo total otorgado al título minero, considerándose para tal fin los siguientes aspectos: *Flujo de caja a valor constante*: este parámetro es la herramienta que permite la evaluación económica y está constituida en términos generales por las inversiones existentes y a realizar, el capital de trabajo, también el flujo de caja constante de los ingresos por ventas y egresos causados durante la ejecución del proyecto y etapa de explotación por el tiempo otorgado al proyecto; la renta se obtiene de la deducción de impuestos (regalías como impuesto minero específico, renta gravable o renta presuntiva según sea el caso). Por otra parte, los egresos de depreciación, agotamiento y amortización, se hacen para recuperar las inversiones en activos fijos aun cuando en realidad no han sido causados dichos egresos, sólo forman parte del registro en libros permitidos por la ley,

por esta razón, se agregan a la utilidad neta para obtener finalmente el flujo neto de caja. *Valor presente neto:*

Consiste en llevar a pesos del futuro el valor del flujo de caja calculado, para lo cual es necesario tener en cuenta una tasa de interés que como mínimo debe ser igual al índice de inflación actual; la inversión será rentable, o no, bajo los siguientes parámetros:

- Si el valor presente neto es mayor a cero indica que el proyecto es conveniente económicamente.
- Si es igual a cero indica que la realización de las inversiones sería indiferente frente a otras alternativas de inversión.
- Si el valor presente neto es menor que cero, indica que el proyecto no es conveniente económicamente. *Cálculo del punto de equilibrio:* el punto de equilibrio es un instrumento de análisis y planificación empresarial que se define como el nivel de producción y ventas donde no hay pérdidas ni ganancias, la empresa sólo logra utilidades cuando se produce y se vende por encima de este punto, en la determinación del punto de equilibrio, es fundamental conocer los costos fijos, los costos variables y el precio de venta del mineral (quilate) en bocamina. En la obtención de este valor se clasifica como costos variables, la mano de obra directa y los insumos y herramientas, mientras que los costos generales, el agotamiento y la amortización de la inversión y la depreciación, se asignan como costos fijos.

4.5.1.I. Análisis de costos. El análisis económico del proyecto se realizó con base a la producción anual estimada, es de tener en cuenta que esta producción es proyectada de acuerdo a los estimativos geológicos y teniendo en cuenta los avances hacia las zonas mineralizadas, dependiendo de las zonas encontradas, esta producción podría variar considerablemente.

- *Valor Presente Neto – VPN.* Para el cálculo se tiene en cuenta costos de operación, costos administrativos y costos ambientales; como ingresos se tendrá en cuenta el valor estimado del quilate de esmeralda y un incremento en los costos anuales de acuerdo al IPC promedio de los

últimos 15 años de 3.71%; las inversiones comprenden la totalidad de los bienes adquiridos con el propósito de adelantar las actividades de producción.

- *Análisis Costo – Beneficio C/B.* Para el proyecto de extracción minera, el cálculo económico arroja una relación costo/beneficio del 15%, en conclusión, se determina que el proyecto minero es factible con base al análisis económico. A continuación, se enuncian los diferentes costos:
 - **Costos por manejo ambiental.** Para los costos por manejo ambiental se estableció un total de \$5.000.000 para el primer año, los cuales se utilizarán de acuerdo a la realización de las diferentes obras propuestas en el Plan de Manejo Ambiental con el fin de mitigar, proteger y restaurar las zonas intervenidas durante la explotación; dentro de las obras está la revegetalización de zonas intervenidas, construcción de canales para desagüe, construcción de colectores de aguas lluvias y drenajes, entre otras.
 - **Costos por explosivos.** El consumo estimado de explosivos en el año teniendo en cuenta el avance de dos frentes a la vez, será de aproximadamente \$ 150.515.000.
 - **Costos por personal.** Los costos asociados al trabajo del personal en el proyecto, se aplica a los 38 trabajadores que requiere el desarrollo del proyecto (con un SMMLV y prestaciones sociales).
 - **Costos por materiales y suministros.** Será aproximadamente de \$ 20.000.000 para el desarrollo del proyecto.
- *Tasa Interna de Retorno – TIR. Factibilidad económica.* Para este análisis se tiene en cuenta la tasa de rentabilidad calculada por el método de la tasa interna de retorno (TIR), utilizando el método de valor presente con un aporte inicial de \$ 1.354.960.000, un periodo de recuperación del capital de 26 años en explotación y un incremento anual del IPC% promedio de 3,71%. El flujo de caja involucró costos y beneficios, además de los gastos de inversión

para hacer un panorama financiero aproximado al proyecto de explotación minera. (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

- *Criterios de decisión.* En la tabla 13 del análisis de indicadores financieros y flujo de costos y beneficios, se evidencia que, el VPN (valor presente neto) del flujo de caja ambiental corresponde a \$2.927.887.381,01, cuyo valor positivo indica que los beneficios del proyecto son mayores que los costos, y que por lo tanto se acepta el proyecto pues generará ganancias en el bienestar socio ambiental. (véase anexo B)

Tabla 13.

Análisis de los indicadores financieros y flujo de costos y beneficios

INDICADORES FINANCIEROS	
Tasa de descuento (interés)	8%
Valor Presente Neto	\$2.927.887.381,01
Tasa Interna de Retorno	31,539%
ANALISIS COSTO BENEFICIO	
VAN Beneficios	\$2.242.285.835
VAN Costos	\$836.867.470
Costo/Beneficio	2,9183
Costo Anual Uniforme Equivalente	\$274.280.915

ANALISIS INDICADORES FINANCIEROS	
VPN > 0	se acepta la alternativa porque el VPN es mayor a cero
TIR > Tasa de interés	se acepta la alternativa porque la TIR es mayor a la tasa de descuento del 5% o la minima aceptada por un inversionista
B/C > 1	Por cada peso gastado el proyecto recupera 2,91 pesos. El proyecto se acepta porque da mayor a 1.
CAUE > 0	Costo Anual Uniforme Equivalente: Refleja que los ingresos del proyecto son mayores que los egresos

SENSIBILIDAD	
TASA	VPN
20,0%	\$601.363.950
30,0%	\$50.947.570
31,0%	\$17.190.656
31,5%	\$1.215.207
31,6%	-\$1.911.553
32,0%	-\$14.198.463
35,0%	-\$96.327.749

Nota. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021). Estudio de Impacto Ambiental,

Como se indica en la tabla anterior, el VPN del flujo de caja ambiental corresponde a \$2.927.887.381,01, cuyo valor positivo indica que los beneficios del proyecto son mayores que los costos, y que por lo tanto se acepta el proyecto pues generará ganancias en el bienestar socio ambiental. Se acepta la alternativa porque la TIR es mayor a la tasa de descuento del 5% o la mínima aceptada por un inversionista, correspondiendo en este caso a 31,539%. En cuanto a la relación Costo – Beneficio se obtuvo un resultado superior a 1, equivalente a 2,91, lo que supone que los daños ambientales podrán compensarse por los beneficios generados, haciendo que este sea viable desde el punto de vista social y ambiental, de modo tal que, por cada peso gastado el proyecto recupera 2,91 pesos. El CAUE (Costo Anual Uniforme Equivalente) con valores superiores a 1, refleja que los ingresos del proyecto son mayores que los egresos. Dado que los mayores valores de flujo del proyecto (Generación de empleo y Regalías) son positivos, porque los beneficios son superiores a los costos, la TIR calculada corresponde a un valor tendiente al infinito.

El anterior análisis, indica que el valor presente neto decae por valores inferiores a 1, cuando la Tasa de descuento (interés) alcanza niveles de escenarios críticos, siendo para este caso, el momento en el cual se sobrepasa el 31,6% de interés, por ello, a partir de dicha tasa de descuento, el proyecto deja de ser rentable económicamente. (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

Análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad permite determinar cuándo la relación beneficios – costos sigue siendo óptima, dados algunos cambios, ya sea en las cantidades de los recursos naturales comprometidos en los valores de los impactos o en el análisis de evaluación económica, es decir, consiste en determinar qué tan sensible es la respuesta óptima al cambio de algunos datos de los costos o los beneficios.

4.5.2. Inversiones

Las inversiones comprenden la totalidad de los bienes adquiridos o a adquirir con el propósito de adelantar las actividades de producción o explotación minera, para realizar la evaluación económica, las inversiones se agrupan en la siguiente forma:

4.5.2.i Inversiones existentes. Comprenden los activos que por su estado de conservación y tiempo de adquisición o mejoras son susceptibles de depreciar (infraestructura minera).

4.5.2.ii Inversiones a realizar . Las inversiones se realizarán con recursos propios, valorizadas a precio de mercado actual y son necesarias para llevar a cabo los objetivos de producción.

Inversión del 1%. En cuanto a la inversión del 1%, el artículo 3° del Decreto 1900 de 2006 contempla su liquidación de acuerdo a las inversiones realizadas en las etapas de exploración y construcción, inversión inicial del Estudio de Impacto Ambiental e inversión estimada para la concesión de aguas. *Decreto 1900 de 2006.* Establece que todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. *Artículo 3°. Liquidación de la inversión.* La liquidación de la inversión del 1%, se realizará con base en los siguientes costos: (a) adquisición de terrenos e inmuebles; (b) obras civiles; (c) adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles; (d) constitución de servidumbres. *Parágrafo.* Los costos a que se refieren los literales anteriores corresponden a las inversiones realizadas en la etapa de construcción y montaje, previa a la etapa de operación o producción. De igual forma, las obras y actividades incluidas en estos costos serán las realizadas dentro del área de influencia del proyecto objeto de la licencia ambiental. Teniendo en cuenta el Decreto antes mencionado, en la tabla 14 se presenta el cálculo del monto de inversión del 1% del proyecto minero.

Tabla 143.

Costos de inversión del 1%

ITEM	INVERSIÓN	V. TOTAL
1	Adquisición de Terrenos e inmuebles. (3 Hectáreas)	\$ 60,000,000.00
2	Inversión en Obras Civiles	\$ 555,109,315.00
3	Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles (el valor va incluido en el ítem anterior).	\$ 0.00
4	Constitución de servidumbres	\$ 50,000,000.00

Tabla 14. (Continuación)

ITEM	INVERSIÓN	V. TOTAL
5	Otras inversiones (Plan de Manejo Ambiental)	\$ 2,354,929,688.00
TOTAL INVERSIÓN		\$ 3,020,039,003.00
INVERSIÓN DEL 1% (DECRETO 1900 DE 2006)		\$ 30,200,390.03

Nota. Tomado de (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

Para la ejecución del proyecto minero, se contempla la adquisición y uso de los equipos y maquinaria referenciados en la figura 25.

Figura 25.

Equipo y maquinaria a utilizar

<p><i>Máquina retroexcavadora</i></p> <p>Se proyecta contar con dos máquinas retroexcavadoras, para los trabajos en superficie relacionados con los botaderos, acopios temporales o adecuación de vías.</p>	
<p><i>Volqueta sencilla</i></p> <p>Se prevé contar con dos volquetas con troque sencillo, para los trabajos en superficie relacionados con el botadero, acopios temporales o adecuación de vías.</p>	
<p><i>Equipo compresor e instalación de aire comprimido</i></p>	

Es necesario contar con un compresor de aire y sus accesorios de instalación bajo tierra, para el proceso minero relacionado con el funcionamiento de los martillos perforadores neumáticos, sierra neumática y demás equipos que funcionen con aire comprimido.



Ventilador axial y centrífugo

Se proyecta contar con ventiladores principales y auxiliares, axiales o centrífugos, para las labores relacionadas con la ventilación de la mina (según su diseño de ventilación).



Transformador eléctrico

En el proyecto minero será necesario el uso de energía eléctrica, suministrada por la red nacional de la Empresa de Energía de Boyacá, para ello será necesario la instalación de dos transformadores.



Martillos perforadores y picador neumático

Este equipo será utilizado en las labores de avance de los frentes de trabajo ya que el arranque se realizará por medio de operaciones de perforación y voladura.



Martillo perforador eléctrico

<p>Se proyecta contar con un martillo perforador eléctrico, cuando el frente de trabajo lo requiera debido a que se presenten zonas mineralizadas o fallas en el suministro de aire comprimido.</p>	
<p><i>Electrobombas sumergibles</i></p> <p>Será necesario contar con equipos para bombeo de agua hacia el nivel superior, para facilitar el avance de la clavada 1 en el bloque sur y una vez se dé acceso al nivel 2 con en el avance de la clavada del bloque norte.</p>	
<p><i>Coches para acarreo de estéril</i></p> <p>El material estéril extraído se carga de manera manual y con pala directamente a coches metálicos de transporte con capacidad de 0,25 m³ y se desplaza sobre llanta neumática.</p>	
<p><i>Malacates eléctricos</i></p> <p>Serán necesarios para el transporte de carga en las clavadas o en las chimeneas.</p>	

Nota. Equipos para la extracción de minería. Tomado de ESMERACOL SAS. (2021) Estudio de Impacto Ambiental,

Destinación de la inversión del 1%. El decreto 1900 de 2006 en el artículo 5°, establece que las inversiones "...se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de

influencia del proyecto objeto de licencia ambiental, de acuerdo con lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica que incluya la respectiva fuente hídrica de la que se toma el agua”. Teniendo en cuenta que el área donde se ubica el contrato de concesión Minera N° JKC-11511 cuenta con Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Rio Carare – Minero, aprobado mediante resolución conjunta No. 0186 de la CAS, 0598 de la CAR y 0537 de Corpoboyacá de fecha 4 de marzo de 2019, es por tal razón que la inversión del 1% se realizará de acuerdo a lo normado en el artículo 5° del decreto 1900 de 2006 mencionado anteriormente.

Propuesta: para la inversión del 1%, es decir, la suma de \$ 30.200.000, se propone la adquisición de áreas de interés hídrico y ambiental (incluye definición de las áreas y reforestación) de un predio de una hectárea con 2100 m² de acuerdo al presupuesto, para la “identificación, delimitación, conservación, protección y recuperación de los paisajes naturales y sus coberturas boscosas, facilitando su configuración como hábitats y corredores estratégicos para el restablecimiento de los ciclos biogeoquímicos, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad de la cuenca” en donde las actividades proyectadas son las siguientes:

- Identificación de áreas prioritarias para restauración.
- Compra de predios.
- Socialización y concertación del proyecto.
- Restauración de vegetación natural en zonas de importancia hídrica.
- Conservación de áreas cubiertas por herbazales y arbustales.
- Monitoreo y seguimiento de las actividades de restauración.

Se proyecta realizar en la margen oriental de la cuenca de la quebrada Panache, en el área de influencia del proyecto, la compra, restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural; las actividades, se llevarán a cabo mediante la implementación de una plantación forestal protectora con especies nativas, en zonas degradadas y/o en zonas identificadas en el POMCA denominadas “zonas de restauración”.

4.5.2.iii Financiación de la inversión. Para cubrir las inversiones a realizar se recurrirá a recursos propios, orientados básicamente a la adquisición del terreno, su adecuación, infraestructura, maquinaria y equipos.

4.5.3. *Agotamiento*

El agotamiento se determinó con base en las reservas existentes, pero dadas las condiciones de depositación del material de acuerdo a las características geológicas, mineralogías y efectos de geomecánicos y estructurales, por su naturaleza, hace difícil la cuantificación de reservas. Para la evaluación económica nos basamos bajo el supuesto indicador del análisis mineralógico, que se refiere a la aproximada aceptación de la presencia de material de interés dadas las condiciones periféricas de minerales complementarios y condiciones estructurales o características de comportamiento del macizo en profundidad.

4.5.4. *Costos de producción*

Hace referencia al costo de la explotación minera, se relacionan en los costos de producción, los costos por mano de obra y los costos por insumos y herramientas; los costos de producción y el precio de venta del mineral servirán de base para evaluar la rentabilidad del proyecto de acuerdo con las condiciones de trabajo y permitirán correlacionar los costos de producción con el cronograma de actividades. La cuantificación de los costos de producción se realiza con la siguiente metodología: en primer lugar, se determinaron los requerimientos del personal para alcanzar los niveles de producción programados, en segundo lugar, se precisaron las necesidades de materiales y suministros y en tercer lugar se cuantifico económicamente la mano de obra y los insumos para obtener un valor acumulado anual, discriminado en los siguientes ítems:

4.5.4.i Costos por mano de obra directa e indirecta. Uno de los principales beneficios atribuidos a la llegada de un proyecto minero, es la generación de empleo en la zona, por la vinculación de mano de obra local y mejora de infraestructura o servicios sociales. La mano de obra directa hace referencia a los trabajadores requeridos para llevar a cabo la operación minera (personal bajo tierra) y la mano de obra indirecta se refiere a la requerida para la administración del proyecto, como administrador, casero y demás (personal en superficie).

Se tomará como base de remuneración a cada trabajador el SMLMV establecido en Colombia, más el aporte a salud, riesgos, cesantías y pensiones, se calculan para el tiempo total otorgado al título minero, con un incremento de acuerdo al IPC y su tendencia. Por lo anterior, y con base en la Ley 685 de 2001, toda actividad minera debe asegurar que un porcentaje de la mano de obra directa provenga del área de influencia social proyecto, lo cual debe ser gestionado incluso para la pequeña minería, para tal efecto, la estimación de la generación de empleo, se efectuó a partir de la cantidad de trabajadores de la zona a ser vinculados para el año uno (1) y el valor del SMLMV adoptado en el país para ese año, es decir, el 2018, (se aclara que la mano de obra minera varía en función al avance de la explotación, y que a partir del año uno la cantidad de personal esperado incrementará de forma gradual), por lo que, la figura 26 sólo presenta un incremento de año a año en virtud del SMMLV (4,9 %) y no al número de trabajadores resultantes.

Figura 26.

Costos del personal contratado

PERSONAL	#	SALARIO UNITARIO	SALARIO TOTAL
Personal de cocina	5	\$828.116	\$4.140.580
Trabajadores Varios	18	\$828.116	\$14.906.088
TOTAL	23		\$19.046.668

Nota. Valores costos. Tomado de ESMERACOL SAS.(2021)Estudio de Impacto Ambiental,

Teniendo en cuenta el salario mensual de todo el personal (\$19.046.668), este se multiplica por el total de meses (12) para así alcanzar un estimado de 23 trabajadores, el beneficio económico atribuido al proyecto sería de \$ 228.560.016 (\$COP) para el año 1. La generación de empleo, al término de la vida útil del proyecto, genera beneficios por el orden de \$10.759.309.788, lo que compensa ampliamente las pérdidas por beneficios identificadas en las variables anteriores

4.5.4.ii Insumos y herramientas. Hace referencia a los insumos como la energía, madera, explosivos y demás, junto con las herramientas necesarias para el desarrollo de la explotación de la concesión, en la proyección realizada año a año los valores aumentaran de acuerdo al IPC. A continuación, se especifican los costos:

Para la adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles (Máquina retroexcavadora, volqueta sencilla, equipo compresos e instalación de aire comprimido, ventilador axial y centrifugo, transformador eléctrico, martillos perforadores y picador neumático, martillo perforador eléctrico, electrobombas sumergibles, coches para acarreo de estéril, y malacates eléctricos), además de insumos como madera, energía y explosivos, se prevé un costo total de \$ 555.109.315 (ESMERACOL SAS. Estudio de Impacto Ambiental, 2021)

4.5.5. Margen de utilidad

El margen de utilidad está dado inicialmente por la producción proyectada anual durante el periodo de la explotación y el precio de venta promedio por quilate, para el proyecto estableceremos la utilidad neta al cierre de cada ejercicio, determinado en el flujo de caja.

4.5.5.i Costo de recuperación de inversión. Se dará por una evaluación de la inversión realizada y la inversión a realizar contra una producción estimada en quilates de acuerdo a las características de la esmeralda en donde el valor del quilate varía de acuerdo a las características de la roca en cuanto a su composición química y características de temperatura y presión; el factor de recuperación será incierto y se efectuaran labores especiales en la etapa de desarrollo para explorar la mayor cantidad de zonas dadas en la evaluación geológica, una vez efectuada esta evaluación y determinando la zona productiva el porcentaje de extracción debe ser del 100%.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica y financiera de la explotación sostenible de esmeraldas para el título minero JKC-11511, con la ayuda de una metodología piloto que permitió diagnosticar las condiciones actuales de operación en el área de interés directa del proyecto minero.

El estudio del caso se delimita a evaluar la extracción sostenible de esmeraldas dentro del Título Minero N° JKC – 11511, el cual tiene lugar en las veredas de Santa Rosa Zulia y Chizo en jurisdicción de los municipios de Maripí y San Pablo de Borbúr localizados en la provincia de Occidente de Boyacá.

Se analizó el área de influencia directa del proyecto minero, a partir de la descripción de los medios biótico, abiótico y socioeconómico, evaluando los posibles impactos ambientales ocasionados previo a la llegada del proyecto minero, a fin de planificar el desarrollo de una minería ambientalmente sostenible, demostrando esta tesis que, es factible desarrollar un proyecto minero de esmeraldas de manera amigable con el medio ambiente.

A lo largo de la investigación se formularon estrategias que permiten prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales identificados, mediante el establecimiento de planes, programas y proyectos de manejo ambiental.

Se diseñó algunas medidas de manejo para las actividades mineras asociadas, con el fin de prevenir los riesgos a la salud y seguridad de las personas, al medio ambiente y a los recursos e infraestructura presente, tanto en el proyecto como en su área de influencia.

La sostenibilidad de la explotación de esmeraldas contempla un equilibrio social, ambiental y económico integrando a las poblaciones más vulnerables cercanos a la zona de explotación minera, con el objetivo de lograr una reducción en la desigualdad social y fomentar el desarrollo conjunto de las poblaciones.

Mediante la contextualización del sector minero en Colombia se hizo énfasis en la minería de esmeraldas con el objetivo de comprender el alcance de un estudio de explotación sostenible de esmeraldas en el Título Minero N° JKC – 11511, realizándose una introducción, revisión de indicadores y normatividad colombiana para finalmente describir el proceso de extracción de esta piedra preciosa y sus retos frente al desarrollo sostenible de dicha actividad económica.

Se estableció un plan de actividades ambientales con el fin de que las áreas intervenidas comiencen su recuperación desde el inicio de la etapa productiva para que las afectaciones al entorno se minimicen lo mayor posible.

La extracción sostenible de cualquier mineral conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida, a la productividad de las personas y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

El aprovechamiento eficiente del recurso minero, garantiza una minería económicamente viable, ambientalmente sensible, socialmente responsable y lo más importante que produzca beneficios sostenibles y descentralizados, permitiendo que futuras generaciones tengan acceso a los recursos mineros.

Para comprender mejor las implicaciones de los resultados obtenidos en la investigación, es importante recalcar que, la extracción de esmeraldas en Colombia se enfrenta a retos sociales, ambientales y económicos que afectan el desarrollo sostenible tanto del sector minero como de las comunidades aledañas a esta actividad que centran su desarrollo en función de la extracción de esmeraldas como fuente principal de ingresos, siendo estas poblaciones las que asumen una parte desproporcionada del costo económico, social y ambiental generado por dicha actividad extractiva.

Es importante fomentar la implementación de técnicas más sostenibles de producción de esmeraldas donde se garantice la inclusión de las comunidades, la reducción de la desigualdad y el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible en búsqueda de un crecimiento social donde se proteja el medio ambiente, la salud y el bienestar de las comunidades, se reduzca la pobreza y se garantice una producción y consumo responsable de las esmeraldas.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta Pérez, Á. R., Hernández Martínez, C., & Sogamoso Jiménez, L. S. (2017). *Propuesta de diseño del sistema de gestión de calidad para la empresa esmeraldas santa rosa s.a. con base en la norma ntc - ISO 9001:2015*. Bogotá D.C: Universidad Sergio Arboleda.
- Agencia Nacional de Minería. (2015). Contrato de concesión para la exploración y explotación de un yacimiento de minerales de esmeraldas en bruto; sin labrar o simplemente aserradas o desbastadas y denas concesible No. JKC-1151 celebrado entre la Agencia Nacional de Minería -ANM- y terceros. *MinMinas*, 1-14.
- Agencia Nacional de Minería. (2018). *Esmeraldas: Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano,.* Santiago, Chile: UPME. Obtenido de ANM:
http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/MINERALES2017/ficha_esmeraldas_es_FINAL___pdf
- Agencia Nacional de Minería. (2020). *Colombia: Explorando Oportunidades*. Bogotá D.C: Minienergía.
- Aguilar Rueda, N. (1992). *Poblamiento de la Amazonia Colombiana*. Santiago de Chile: Curso de postgrado en población y desarrollo centro latinoamericano de demografía.
- Alcaldía Municipal de Maripí. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal*. Maripí, Boyacá: Alcaldía Municipal de Maripí.
- Alcaldía Municipal de Maripí. (26 de 07 de 2018). *Alcaldía Municipal de Maripí en Boyacá*. Obtenido de ¿Como puedo llegar a Maripí por via terrestre?: <http://www.maripi-boyaca.gov.co/preguntas-y-respuestas/como-puedo-llegar-a-maripi-por-via-terrestre>
- Alonso Cárdenas, J., Arcos, A., & Echavarría, E. (2017). *Seguridad y salud en la pequeña minería Colombiana: estudio de caso en oro y carbón*. Envigado, Antioquia, Colombia: Alianza por la minería responsable.
- Anglo Gold Ashanti Colombia. (2014). *El oro: todo lo que debe saber en 100 preguntas*. Bogotá, Colombia: AngloGold Ashanti.

- Avendaño Morales, L. M. (2014). *Planteamiento minero para la explotación a cielo abierto de puzolana correspondiente al título minero L0764-15 ubicado en el municipio de Paipa, en el departamento de Boyacá*. Sogamoso: Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia.
- Chaparro Ávila, E. (2000). *La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial*. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL.
- Congreso Nacional. (1999). *LEY N° 37/1999, De gestión ambiental*. Bogotá D.C: Congreso Nacional.
- Cortes Forero, J. (2015). La expedición de licencias para la explotación minera. *Universidad Católica de Colombia*, Bogotá D.C.
- Cortés Mura, H. G., & Peña Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 78(ISSN: 0120-8160), 40-45.
- DANE. (2005). *CEnso General 2005 - Maripi Boyacá*. Bogotá D.C: Departamento Administrativo Nacional de Estadística .
- Derguy, M., Drozd, A., Arturi, M., Martinuzzi, S., Toledo, L., & Frangi, J. (2016). *Aplicación del modelo de clasificación ecológica de Holdrige para la república de argentina a partir del análisis espacial de datos*. Argentina: XVII Simposio Internacional SELPER 2016.
- Encinas Malagón, M. (2011). *Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos*. M. D. Encinas Malagón.
- EsmeracoL SAS. Estudio de Impacto Ambiental. (2021).
- Fedesmeraldas. (2015). *Estudio de caracterización del sector esmeraldero así como de la cadena productiva colombiana de la esmeralda y la joyería, Fase I*. Bogotá D.C: Portex.
- FedesmeraldaS. (2015). *Estudio de caracterización del sector esmeraldero así como de la cadena productiva colombiana de la esmeralda y la joyería, Fase II y III*. Bogotá D.C: Portex.

- Franco, I., Puppim de Oliveira, J., & Ali, S. (2018). Peace with Hunger: Colombia's Checkered Experience with Post-Conflict Sustainable Community Development in Emerald-Mining Regions. *MDPI*, 1-17.
- GIZ. (2019). *Encadenamientos al sector minero en Colombia*. Santiago de Chile: Cooperación Alemana Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Güiza, L. (10 de 2017). La pequeña minería en Colombia: Una actividad no tan pequeña. *Dyna*, 109-117.
- Hernández Duarte, J. L. (2020). *Aprovechamiento de residuos de minería de esmeraldas aplicando una alternativa socio-económica y cultural para aportar en la minimización del impacto ambiental ocasionado en cercanías al municipio de Muzo departamento de Boyacá – Colombia*. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana.
- Herrera Herbert, J. (2008). *La protección del medioambiente en minería y el desarrollo minero sostenible*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Hurtado Bonilla, F., & Sanchez Hernandez, C. (2009). *Seguimiento de las descargas de aguas residuales del sistema de alcantarillado sobre canales y quebradas en Bogotá: caso río Arzobispo*. Bogotá D.C: Universidad de la Salle.
- INGEOMINAS, M. d. (Agosto de 2003). *Glosario Técnico Minero*. Bogotá D.C.
- María Alejandra Jiménez Londoño, D. M. (2014). Sector esmeraldero colombiano: Factores que afectan su competitividad internacional. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 111.
- Mesa Alarcón, S. C., Pineda Anzola, M. A., & Umbarila Corchuelo, L. F. (2016). *Actualización del Inventario Turístico de la Provincia de Occidente, Municipios de San Miguel de Sema, San Pablo de Borbur, Maripí, La Victoria, Caldas, Buenavista y Zona de Manejo Especial (zme) Puerto Boyacá*. Duitama: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- MINCIT. (2018). *Manual de Joyería y Bisutería 2018*. Bogotá D.C: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Procolombia.
- Minenergía. (2020). *La transición energética de Colombia: Memorias al congreso*. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía.

- Miniminas. (2003). *Glosario Técnico Minero*. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía.
- Miniminas. (2016). *Política Minera de Colombia*. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía.
- Ministerio De Minería. (s.f). *Ministerio De Minería Gobierno de Chile*. Obtenido de Veta (Vein, lode): <https://minmineria.gob.cl/glosario-minero-v/veta-vein-lode/>
- Ministerio de Minería. (s.f). *Socavón*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- MinMinas. (2005). *Distritos Mineros: Exportaciones e Infraestructura de transporte*. Bogotá D.C: Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.
- Minsalud. (2015). *ABC de la minería*. Bogotá D.C: Dependencia: Subdirección de Salud Ambiental.
- Moyo Shoko, P., & Mwitwa, J. (2015). Socio-economic impact of small scale emerald mining on local community livelihoods: the case of Lufwanyama district. *International Journal of Education and Research*, 375 - 388.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (1987). *Nuestro futuro común: Informe Brundtland*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (05 de 05 de 2017). Pacto Global de las Naciones Unidas. ONU.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (2017). Pacto Global de las Naciones Unidas. Nueva York: Naciones Unidas.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *La minería aurífera artesanal o de pequeña escala y la salud*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- Oyarzún, J., & Oyarzún, R. (2011). *Minería Sostenible: Principios y prácticas*. La Serena, Chile: Minería Sostenible: Principios y prácticas.
- Parra Orjuela, L. F. (2016). *Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Maripi Boyacá 2016*. Maripi, Boyacá: E.S.E Centro de Salud Rafael Salgado De Maripi.

- Pinzón Guzmán, J. A. (2019). *Diagnóstico de vertimientos para la formulación del plan de manejo y saneamiento de aguas residuales del municipio Maripí - Boyacá*. Bogotá D.C: Universidad de La Salle.
- Puppim de Oliveira, J. A., & H. Ali, S. (2011). *Gemstone mining as a development cluster: A study of Brazil's emerald mines*. Brasil: Elsevier.
- Ramírez Rojas, M. I. (2008). *Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ramos, M. A., & Cortés Cuenca, M. M. (2018). La importancia del abordaje académico de la actividad minera durante el periodo de post-acuerdo. *Perspectivas en inteligencia*, 10(19), 113-124.
- Revista Semana. (2017). MINERÍA: Esmeraldas Historias Por Contar. *Revista Semana*, 1-131.
- Reyes, G., Montoya, D., & Terraza, R. (2006). *Geología del Cinturón Esmeraldífero Occidental. Escala 1:100.000*. Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Rincón Romero, M., Jarvis, A., & Mulligan, M. (2012). Cobertura vegetal en Colombia. *Renata*, 12-26.
- Rosas Perez, G. L. (2017). Identificación de estructuras geológicas para el título dju-151, mina chaparral, ubicada en el municipio de maripí en la determinación de mineralizaciones de esmeraldas. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 1-115.
- Santamaria Segura, S. V., & Muños Palomino, J. C. (2017). *Valoración económica de los impactos ambientales generados por la explotación de una mina de esmeraldas (Municipio de Quipama Boyacá)*. Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas.
- Sierra Lozano, M. P. (2019). *Análisis de la situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Municipio de Maripí Boyacá 2019*. Maripí: Gobernación de Boyacá, Minsalud y Centro de Salud Rafael Salgado.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio AmbienteUEC. (2020). *Evaluación económica en el marco del licenciamiento ambiental en colombia*. Bogotá D.C.: Minambiente.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNDP. (2014). *Documento de apoyo: Medio ambiente*. Guayaquil, Ecuador : International Recovery Platform Secretariat.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP. (2016). *GCF Readiness Programme Componente 4 Análisis Sectorial MINERÍA*. Frankfurt: Frankfurt school.
- Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME-. (10 de 2020). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Obtenido de Esmeraldas: <https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/esmeraldas.aspx>
- Unidad de Resitución de Tierras, Agencia Nacional de Minería. (2015). *Cartilla Minería: Preguntas Frecuentes*. Bogotá D.C: Minagricultura.
- Unidad de Planeación Minero-Energética UPME. (2000). *Unidad de Planeación Minero Energética*.
- Unidad de Planeación Minero-Energética UPME. (2018). *Esmeraldas: Balance 2012 - 2016*. Bogotá D.C: Unidad de Planeación Minero Energética.
- Unidad de Planeación Minero-Energética UPME. (01 de 2021). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Obtenido de Indicadores Económicos de la minería: <https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/IndicadoresEconomicos.aspx>

GLOSARIO

Acopiar: Amontonar, acción de apilar minerales, menas o estériles en sitios previamente establecidos para ello (MINIMINAS, 2003).

Autoridad ambiental: Es la autoridad que tiene a su cargo fiscalizar los recursos naturales renovables, aprobar estudios de impacto ambiental, adoptar términos y guías, aprobar la Licencia Ambiental, delimitar geográficamente las reservas forestales, sancionar de acuerdo con las normas ambientales, no autorizar la licencia ambiental de acuerdo con el Artículo 195 de la Ley 685 de 2001, recibir los avisos de iniciación y terminación de las explotaciones mineras (MINIMINAS, 2003).

Autoridad minera: Es el Ministerio de Minas y Energía o, en su defecto, la autoridad nacional, que de conformidad con la organización de la administración pública y la distribución de funciones entre los entes que la integran, tienen a su cargo la administración de los recursos mineros, la promoción de los aspectos atinentes a la industria minera, la administración del recaudo y distribución de las contraprestaciones económicas, con el fin de desarrollar las funciones de titulación, registro, asistencia técnica, fomento, fiscalización y vigilancia de las obligaciones emanadas de los títulos y solicitudes de áreas mineras (MINIMINAS, 2003).

Barequeo: El barequeo se entiende que es la actividad que se contrae al lavado de arenas por medios manuales sin ninguna ayuda de maquinaria o medios mecánicos y con el objeto de separar y recoger metales preciosos contenidos en dichas arenas; igualmente es permitida la recolección de piedras preciosas y semipreciosas por medios similares (MINIMINAS, 2003).

Bocamina: La entrada a una mina, generalmente un túnel horizontal, sitio en superficie por donde se accede a un yacimiento mineral (MINIMINAS, 2003).

Capa vegetal: es la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasa con diferentes características fisiológicas y ambientales, que van desde pastizales, bosques y cultivos inducidos por los humanos (Rincón Romero, Jarvis, & Mulligan, 2012).

Código de minas: Normas que regulan las relaciones entre los organismos y entidades del Estado, y de los particulares entre sí, sobre las actividades de prospección, exploración, explotación, beneficio, transporte, aprovechamiento y comercialización de los recursos no renovables que se encuentren en el suelo o subsuelo, así sean de propiedad de la nación o privada.

Todas estas normas están contenidas en la Ley 685 de 2001, Código de Minas vigente (MINIMINAS, 2003).

Compensación (impacto ambiental): Actividad para neutralizar determinados impactos ambientales y restablecer de la manera más óptima las condiciones iniciales (MINIMINAS, 2003).

Contaminación: Este término comprende la presencia en el aire, agua o suelo de sustancias o formas de energía no deseables en concentraciones tales que puedan afectar de forma directa o indirecta al confort, salud y bienestar de las personas y alterando las características y propiedades de los ecosistemas (Encinas Malagón, 2011).

Contrato de concesión: Son contratos administrativos celebrados entre el Estado (Ministerio de Minas y Energía, como representante de la Nación) y un particular (persona natural o jurídica) para efectuar, por cuenta y riesgo de éste, los estudios, trabajos y obras de exploración de minerales de propiedad estatal que puedan encontrarse dentro de una zona determinada y para explotarlos en los términos y condiciones establecidos en la legislación vigente al momento de su celebración. (MINIMINAS, 2003).

Costo ambiental: Gasto necesario para la protección, conservación, mejoramiento y rehabilitación del medio ambiente. Impactos ambientales previstos por el desarrollo del proyecto que puedan ser controlados en su totalidad por el correcto desarrollo de los programas, obras y actividades del Plan de Manejo Ambiental. (Congreso Nacional, 1999).

Desarrollo sostenible: Desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida, a la productividad de las personas y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, es decir, fundado en medidas apropiadas para la preservación de la integridad de los ecosistemas, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los elementos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (MINIMINAS, 2003). Tipo de desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, promueve el crecimiento económico, la equidad social y la modificación constructiva de los ecosistemas sin deteriorar el medioambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (UEC, 2020).

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y el medio ambiente no viviente interactuando como una unidad funcional (UNDP, 2014).

Esmeralda: Es la una variación del mineral berilio cuya coloración verde es producto de la presencia de impurezas de cromo y vanadio; las esmeraldas son de contienen una composición química que se puede expresar mediante la fórmula $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ (Agencia Nacional de Minería, 2018).

Estéril: Se dice de la roca o del 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. Material sin valor económico que cubre o es adyacente a un depósito de mineral y que debe ser removido antes de extraer el mineral (MINIMINAS, 2003).

Impacto ambiental: Alteración o cambio neto parcial, positivo o negativo (adverso o benéfico), en el medio ambiente o en alguno de sus componentes, resultante de actividades, productos o servicios de una organización. Un impacto ambiental conlleva a un problema ambiental. La intensidad de la alteración está relacionada con la capacidad de acogida del territorio donde se desarrolla la actividad impactante (MINIMINAS, 2003).

Inclusiones: Son marcas, estructuras internas u otros minerales como la pirita que se aloja en el interior de las esmeraldas en su proceso de cristalización (Agencia Nacional de Minería, 2018).

Licencia ambiental: Es la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad. En ella se establecen los requisitos, las obligaciones y las condiciones que el beneficiario debe cumplir para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que el proyecto, obra o actividad autorizada pueda causar en el ambiente (MINIMINAS, 2003).

Medio ambiente: Es la suma de todos los componentes bióticos (organismos vivos) y abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) que rodean a un organismo o grupo de organismos (UNDP, 2014).

Medio socio económico: Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas, en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada (MINIMINAS, 2003).

Métodos de exploración: Técnicas de investigación geológicas, geofísicas y geoquímicas utilizadas para ubicar, conocer, cuantificar y caracterizar los materiales que componen la corteza terrestre y los depósitos minerales contenidos en ella (MINIMINAS, 2003).

Métodos de explotación: Los métodos de explotación se definen como una forma geométrica usada para Explotar un yacimiento determinado, es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo. Los métodos de explotación adoptados dependen de varios factores, principalmente, calidad, cantidad, tamaño, forma y profundidad del depósito; accesibilidad y capital disponible (MINIMINAS, 2003).

Mina: Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea. El Código de Minas define "mina" como el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo (MINIMINAS, 2003).

Minería: Actividad productiva que extrae, procesa y transforma minerales o materiales del subsuelo o del suelo para usos industriales, energéticos y materiales construcción, metálicos y domésticos (MINSALUD, 2015).

Minería subterránea: Actividades y operaciones mineras desarrolladas bajo tierra o subterráneamente (MINIMINAS, 2003).

Recursos naturales no renovables: Son los recursos que no tienen capacidad de recuperarse o regenerarse después de ser aprovechados, posiblemente se regeneren en escalas de tiempo geológico grandes (MINIMINAS, 2003).

Quilates: medida que representa el peso de gemas y perlas, y también el grado de pureza de los metales preciosos (Anglo Gold Ashanti Colombia, 2014).

Socavón: Excavación en roca con una sola entrada desde superficie, la cual presenta una baja pendiente y una geometría que permite el libre tránsito de personal y/o maquinaria (Ministerio de Minería, s.f)

Sostenibilidad minera: Aprovechamiento eficiente de los recursos mineros garantizando una minería económicamente viable, ambientalmente sensible, socialmente responsable y lo más importante que produzca beneficios sostenibles y descentralizados, permitiendo que futuras generaciones tengan acceso a los recursos mineros (Ramírez Rojas, 2008).

Subsuelo: Se dice del terreno que se encuentra debajo del suelo o capa laborable, cuyo dominio es del Estado (MINIMINAS, 2003).

Título minero: figura jurídica por medio de la cual el Estado Colombiano concede el derecho de explorar y explotar los recursos naturales mineros (Unidad de Resitución de Tierras, Agencia Nacional de Minería, 2015).

Vertimiento: Contempla cualquier tipo de descarga líquida ya sea agrícola, minero, industrial o doméstica, hecha a un cuerpo de agua o alcantarillado (Hurtado Bonilla & Sanchez Hernandez, 2009).

Veta: Masa tubular de material mineral, depositada en fisuras o grietas de un cuerpo rocoso que posee una composición distinta en a la unidad rocosa en la que se encuentra incrustada (Ministerio De Minería, s.f).

ANEXOS

ANEXO A. CAPÍTULO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EIA JKC-11511 (A)

ANEXO B. FLUJO DE COSTOS (B)

**ANEXO C. OFICIO ACLARATORIO DE ELABORACIÓN DEL EIA POR PARTE DE
ESMERACOL SAS (C)**

**ANEXO D. CÁMARA DE COMERCIO ESMERALDAS Y MINAS DE COLOMBIA
ESMERACOL SAS (D)**

**ANEXO E. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL EMPRESARIAL EN EL TÍTULO MINERO
JKC-11511 (E)**

ANEXO F. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL – COSTOS (F)