

**ESTRATEGIA AMBIENTAL CORPORATIVA PARA UNA
EMPRESA DE EXPLOTACIÓN DE ESMERALDAS COMO
HERRAMIENTA DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL AMBIENTAL**

**ESTUDIO DE CASO PARA UNA EMPRESA MINERA UBICADA EN
EL DISTRITO MINERO MUZO EN EL OCCIDENTE DE BOYACÁ**

Yensy Yuliana García Niño



UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL AMBIENTAL
BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2018

**ESTRATEGIA AMBIENTAL CORPORATIVA PARA UNA
EMPRESA DE EXPLOTACIÓN DE ESMERALDAS COMO
HERRAMIENTA DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL AMBIENTAL**

**ESTUDIO DE CASO PARA UNA EMPRESA MINERA UBICADA EN
EL DISTRITO MINERO MUZO EN EL OCCIDENTE DE BOYACÁ**

Yensy Yuliana García Niño

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

Magister en Gestión Empresarial Ambiental

Director: Kenneth Ochoa

Línea de Investigación: Gestión Integral Sustentable

Tipo de Investigación: Aplicada

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL AMBIENTAL
BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2018

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

Dedicatoria

Para mis hermanas Lu y Liz que han visto todo mi proceso de crecimiento, que a pesar de su corta edad y sin saberlo siempre me apoyaron para terminar con éxito este proyecto de investigación.

A mi familia y amigos que con sus valiosas palabras me alentaron a continuar a pesar de las adversidades y siempre me apoyaron en cada paso.

Agradecimientos

A Dios

Agradezco inmensamente a mi director Kenneth Ochoa por todo su apoyo y paciencia.

A la empresa minera por abrirme las puertas y facilitarme toda la ayuda para la realización del proyecto de investigación.

Agradezco al equipo de la Maestría y profesores por compartirme sus conocimientos y guiarme durante este proceso de formación.

Tabla de Contenido

1.	Justificación	16
2.	Planteamiento del problema de gestión empresarial ambiental	19
2.1	Situación insatisfactoria encontrada antes de la intervención	20
2.2	Situación ideal	23
2.3	Espina de pescado.....	24
2.4	Formulación del problema.....	26
3.	Objetivos	26
3.1	Objetivo General.....	26
3.2	Objetivos Específicos	26
4.	Antecedentes	27
4.1	Investigaciones de Balanced ScoreCard o Cuadro de Mando Integral.....	27
4.2	Investigaciones de planificación estratégica en industrias a nivel mundial.....	30
4.3	Investigaciones de planificación estratégica en minería a nivel mundial	31
4.4	Investigaciones de ACV en la minería a nivel mundial.....	36
4.5	Investigaciones de ACV en la minería en Latinoamérica.....	37
4.6	Motivación para la investigación.....	39
5.	Marco contextual.....	40
5.1	Marco demográfico.....	40
5.1.1	Muzo	40
5.1.2	Quipama	41
5.2	Marco Institucional (Actores, stakeholders).....	42
5.2.1	Agencia Nacional Minera-ANM	42
5.2.2	Servicio Geológico Colombiano	43
5.2.3	Corporaciones Autónomas Regionales	43

5.2.4 Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Ministerio de Transporte.....	44
5.2.5 Gremio Esmeraldero en Colombia.....	44
5.2.6 Descripción de la empresa concesionaria.....	47
5.2.7 Estructura organizacional de la empresa minera en estudio.....	49
5.3 Marco Geográfico.....	50
5.3.1 Boyacá.....	50
5.3.2 Área de estudio.....	52
6. Marco referencial.....	53
6.1 Marco Conceptual.....	53
6.1.1 Estrategia Corporativa.....	53
6.1.2 Plan estratégico.....	54
6.1.3 Estrategia Ambiental Corporativa.....	56
6.1.4 Gestión Ambiental.....	56
6.1.5 Impacto Ambiental.....	57
6.1.6 Análisis de Ciclo de Vida.....	57
6.1.7 Minería.....	57
6.1.8 Joyería Responsable.....	57
6.1.9 Minería Bien Hecha.....	58
6.1.10 Esmeralda.....	59
6.1.11 Involucrados.....	59
6.2 Marco Teórico.....	59
6.2.1 Planificación estratégica: principales conceptos y teorías.....	59
6.2.2 Análisis de metas estratégicas.....	60
6.2.3 Análisis PESTEL.....	61
6.2.4 Análisis del entorno competitivo -Cinco Fuerzas.....	64
6.2.5 Cadena de valor.....	67

6.2.6 Método DAFO	68
6.2.7 Análisis de Ciclo de Vida.....	69
6.2.8 Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral.....	75
6.2.9 Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad	77
6.2.10 Estrategias Genéricas	78
6.2.11 Estrategia Ambiental Corporativa.....	79
6.2.12 La esmeralda	81
6.3 Marco Legal.....	92
6.3.1 Normatividad Nacional	93
6.3.2 Normatividad minera Colombia.....	94
7. Metodología	97
7.1 Diseño metodológico.....	97
7.1.1 Enfoque y tipo de investigación	97
7.2 Diagnóstico empresarial de la organización	98
7.2.1 Caracterización del proceso de explotación de la empresa minera	98
7.2.2 Análisis del entorno general PESTEL (Macro).....	99
7.2.3 Análisis del entorno competitivo Cinco fuerzas de Porter (Micro).....	102
7.2.4 Análisis empresarial del entorno interno de la organización.....	103
7.3 Análisis DAFO	105
7.4 Análisis ambiental	106
7.5 Plan de intervención empresarial y ambiental de la organización productiva.....	107
7.5.1 Estrategia Ambiental Corporativa:	107
7.5.2 Plan estratégico con el Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad	107
7.5.3 Mapa Estratégico.....	108
7.5.4 Estrategia Metodológica.....	109
8. Resultados	111

8.1 Diagnóstico empresarial de la organización	111
8.1.1 Caracterización del proceso de explotación en la empresa minera	111
8.1.2 Análisis del entorno general PESTEL (Macro).....	117
8.1.3 Análisis del entorno competitivo Cinco fuerzas de Porter (Micro).....	128
8.1.4 Análisis empresarial del entorno interno de la organización.....	132
8.2 Análisis DOFA de la Empresa Minera	140
8.3 Análisis ambiental con herramienta de ACV	140
8.3.1 Interpretación del Ciclo de Vida en la explotación de la mina de Esmeralda	143
8.3.2 Identificación de los puntos críticos dentro del ciclo de vida	144
8.3.3 Propuestas para el manejo de los impactos operacionales asociados a la madera	148
8.3.4 Propuestas para el manejo de los impactos operacionales del explosivo indugel	154
8.4 Plan de intervención empresarial y ambiental de la organización productiva.....	163
8.4.1 Plan estratégico con Sustainability Balanced Scorecard o CMIS	164
8.4.2 Mapa estratégico	172
8.4.3 Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad	180
9. Análisis financiero	183
9.1 Flujo de caja	183
9.1.1 Estimación de la inversión	184
9.1.2 Análisis de conveniencia económica de inversiones proyectado a cinco años	188
9.1.3 Análisis para propuesta de adecuación de esmeraldas	190
10. Análisis de resultados.....	191
11. Conclusiones	195
12. Bibliografía	199

Listado de Figuras

Figura 1. Diagrama Espina de pescado.....	26
Figura 2. Actores de la cadena de valor de la esmeralda colombiana.....	47
Figura 3. Ubicación del departamento de Boyacá con sus límites y municipios	51
Figura 4. División provincial del departamento de Boyacá.....	51
Figura 5. Localización Provincia de Occidente-Boyacá.	52
Figura 6. Distrito minero Muzo.	53
Figura 7. Esquema detallado de las fases del plan estratégico.....	55
Figura 8. Análisis del entorno general con el modelo PEST	63
Figura 9. Modelo de las cinco fuerzas de la competitividad.....	66
Figura 10. La cadena de valor.....	68
Figura 11. Perspectivas del BSC o CMI	76
Figura 12. Partes de la esmeralda	87
Figura 13. Formas de tallado de las esmeraldas.....	87
Figura 14. Histórico de producción de quilates esmeraldas para exportaciones del año 2015.	90
Figura 15. Exportaciones (USD\$) de esmeraldas para el año 2015.....	90
Figura 16. Cadena de comercialización de esmeraldas.....	92
Figura 17. Marco regulatorio para la cadena de valor de la esmeralda en Colombia	97
Figura 18. Diagrama de las cinco fuerzas de la competitividad	102
Figura 19. Matriz DOFA.....	106
Figura 20. Estrategia metodológica	111
Figura 21. Proceso de explotación de una mina de esmeraldas	113
Figura 22. Diagrama del proceso de explotación de la mina en estudio.....	116
Figura 23. Diagrama de las cinco fuerzas de la competitividad	129
Figura 24. Cadena de valor de la empresa de explotación de esmeraldas	135

Figura 25. Sistema Propsetter	150
Figura 26. Escenario de cambio tecnológico para la madera.....	154
Figura 27. Escenario de cambio tecnológico para la detonación electrónica.....	158
Figura 28. Normalización para la simulación del proceso de la explotación de esmeraldas con la madera rolliza y DE en la empresa caso de estudio	160
Figura 29. Normalización por categorías de impacto en el ciclo de vida del proceso de explotación con las propuestas tecnológicas madera plástica y DE	161
Figura 30. Análisis comparativo entre los tres procesos.....	163
Figura 31. Logo Minería Bien Hecha	166
Figura 32. Esmeraldas Colombiana Marca País	167
Figura 33. Modelo de desarrollo sectorial para la esmeralda colombiana.....	168
Figura 34. Mapa estratégico.....	175
Figura 35. Estrategia para el desempeño minero	178

Listado de Tablas

Tabla 1 . Equivalencia del peso en el SI de la esmeralda	82
Tabla 2. Perfil estratégico del entorno general	100
Tabla 3. Perfil estratégico del entorno	127
Tabla 4. Análisis DOFA	140
Tabla 5. Relación de los procesos con respecto a los indicadores de categorías y su porcentaje.	143
Tabla 6. Composición interna del DE.....	158
Tabla 7. Análisis de metas estratégicas de la empresa.....	164
Tabla 8. Objetivos estratégicos	171
Tabla 9. Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad.....	180
Tabla 10. Presupuesto de inversión de las propuestas	185

Tabla 11. Comparación de propuestas tecnológicas	186
Tabla 12. Proyección de diferencias	187
Tabla 13. Flujo Efectivo Anual.....	188
Tabla 14. Indicadores de proyección financiera	189
Tabla 15. Precio Unitario de talla de esmeralda	191

SIGLAS

ACODES	Asociación Colombiana de Exportadores de Esmeraldas
ACV	Análisis de Ciclo de vida
ANM	Agencia Nacional de Minería
ASOCOESMERAL	Asociación de Comerciantes Esmeralderos
CV	Ciclo de Vida
CDTEC	Centro, laboratorio y estudio de Esmeraldas Colombianas
CMI	Cuadro de Mando Integral
CMIS	Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EICV	Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida
EPA	Agencia de Protección Ambiental (<i>Environmental Protection Agency</i>)
ICV	Inventario de Ciclo de Vida
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INDUMIL	Industria Militar Colombiana
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
IPC	Índice de Precios al Consumidor
MRI	<i>Midwest Research Institute</i>

NTC	Norma Técnica Colombiana
REPA	Resources and Environmental Profile Analysis
RSE	Responsabilidad Social Empresarial
SBSC	Sustainable Balanced Scorecard

GLOSARIO

Esmeralda: piedra preciosa de origen sedimentario hidrotermal con nombre químico Ciclo Silicato de Aluminio y Berilio.

Esmeraldero: persona dedicada al negocio de las esmeraldas, generalmente se llama de esta manera a los productores y comercializadores de la gema.

Guaquero: hace referencia a la persona natural que ejerce la tradicional minería de subsistencia, mediante su fuerza de trabajo para la extracción de algún mineral mediante métodos rudimentarios.

Minero: persona natural que ejerce la minería formal.

Piedra: sinónimo de esmeralda, puede estar en bruto o tallada.

Pintar: término usado por los mineros cuando encuentran una veta productiva.

Veta mineralizada: es un área que debido a procesos naturales permite la introducción de ciertos minerales en las rocas. El proceso de mineralización de la esmeralda colombiana es hidrotermal (según Glosario Técnico Minero, ANM).

*“Are el dios supremo,
la castiga a llevar a Tena en sus brazos,
a Zarbi lo encierra en la montaña,
lo convierte en peñasco
y sufre las inclemencias de los rayos y centellas,
Zarbi significa helecho, es el mismo río minero que en Santander se llama Cararepa,
Convertidos en peñascos Fura y Tena,
Zarbi pasa por la mitad,
las lágrimas de Zarbi rompen la unión entre Fura y Tena,
Fura tenía en brazos muerto a Tena y el río los separa.
Es una leyenda del amor,
la muerte, la infidelidad, de la belleza...
Las lágrimas de Fura son las esmeraldas
y sus lamentos son las mariposas azules de Muzo,
Testigo de la leyenda y de que, si es así,
están los cerros de Fura y Tena, en San Pablo de Borbur,
donde había un adoratorio de los indígenas”*

Leyenda de Fura y Tena, (Fedesmeraldas, 2015)

Introducción

La planificación estratégica, es probablemente el tema más discutido en el mundo empresarial ya que la estrategia consiste en la creación de una posición de mercado única y con contenido que incluya una serie de actividades diferenciadoras para la organización. Debido a los cambios en el mercado, las empresas deben desarrollar estrategias que les permitan responder a dichos procesos y crear valor para la organización. Estas estrategias consisten en la aplicación de herramientas estratégicas de planificación y gestión, para analizar el entorno y generar planes de acción.

El trabajo de investigación tiene como finalidad la definición de una estrategia desde la gestión empresarial ambiental, que será construida a partir de las herramientas de conocimiento obtenidos en la maestría en Gestión Empresarial Ambiental. Esta estrategia será dirigida a la junta directiva de la empresa objeto de estudio, para que sirva como base para la toma de decisiones ya que permitirá conocer y mitigar los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de las esmeraldas, por medio de insumos técnicos necesarios para llevar a cabo acciones correctivas y preventivas.

Esta estrategia ambiental corporativa puede representar una herramienta para que la empresa se vincule de manera activa y competitiva dentro de la estrategia de mercado del sector esmeraldero, ya que presentará un factor diferenciador que la ayuda a posicionarse en el mercado nacional e internacional, supliendo la demanda de productos que cuenten con un aval de confianza y buenas prácticas de producción a nivel ambiental y social.

Cabe mencionar que este proyecto de investigación se empezó a desarrollar desde noveno semestre con la materia Proyecto de Grado I y hace parte de un trabajo de investigación del

pregrado Ingeniería ambiental titulado “Análisis de ciclo de vida en la explotación de esmeralda en el distrito minero Muzo en el occidente de Boyacá- estudio de caso para una empresa minera ubicada en Muzo. Este fue desarrollado junto a la estudiante Jessica Paola Flores Murcia, quien aportó como asistente en su momento, a quien se agradece por el trabajo realizado. A partir de los resultados obtenidos en este estudio de ACV se pretende definir la estrategia ambiental corporativa para fortalecer el sistema de gestión empresarial de la empresa y plantear la propuesta de optimización con enfoque gerencial para la organización.

1. **Justificación**

La importancia del presente proyecto de investigación se puede abordar desde diferentes ámbitos que abarcan los aspectos económicos, sociales, institucionales y ecológicos.

Para empezar, la producción de esmeraldas en Muzo ha sido una importante actividad económica reconocida desde el período prehispánico hasta nuestros días (Siñuela Pomar, 2012). La calidad en el mecanismo de producción se ha convertido una necesidad indispensable para permanecer en el mercado, por ello actualmente las empresas de explotación de esta gema han intentado buscar métodos más amigables con el ambiente, reducir y mitigar los impactos negativos.

Colombia, de donde se extraen las esmeraldas de mejor calidad a nivel mundial, busca recuperar el liderazgo como exportador y productor de la gema, lugar que ganó Zambia desde 2013 (La República, 2013; Gemfields, 2013). Por esta razón, el sector esmeraldero en Colombia ha desarrollado estrategias para recuperar el liderazgo en el mercado internacional. Una de las iniciativas recientemente lanzada al mercado fue la marca “Mothergem” que representa las esmeraldas del país en el mundo, bajo el lema “Mothergem es de todos”, esta iniciativa de mercadeo busca generar conciencia de la necesidad de ofrecer al mercado internacional esmeraldas que cuenten con un aval de confianza y que garanticen su autenticidad en cada uno de los procesos de producción y comercialización. Además, promueve la responsabilidad social empresarial, la sostenibilidad ecológica y la calidad única de las esmeraldas colombianas (Fedesmeraldas, 2015)

En el ámbito social, cabe mencionar que cerca de 100.000 familias dependen directamente de la actividad esmeraldera, entre las cuales se encuentran productores, mineros,

comercializadores, exportadores y mineros informales, siendo estos últimos los actores más afectados por las diferentes problemáticas ambientales que se allí se presentan. Esta actividad constituye, la principal fuente de empleo para la población aledaña a las minas, lo cual se extiende hasta Chiquinquirá y Bogotá (Mina de Piedras, 2014).

Por los motivos expuestos anteriormente, es necesario impulsar mecanismos de Gestión Empresarial y Ambiental y estrategias que minimicen la alteración producida por esta actividad en el ambiente, así mismo que aporten al continuo crecimiento de la marca “Mothergem” y se mejore la salud y calidad de vida de los involucrados. Para esto, se optó por aplicar la herramienta de gestión ambiental ACV cuya finalidad es analizar de forma objetiva, metódica y sistemática el impacto ambiental originado por la producción de esmeraldas a lo largo del ciclo de vida de la esmeralda, contribuyendo a la implementación de acciones para mejorar el desempeño ambiental empresarial.

En este sentido, se trabajó con la empresa estudio de caso, quien aportó toda la información requerida para el ACV e identificar los impactos más críticos en la producción de esmeraldas en la Mina ubicada en el distrito minero Muzo. Como valor agregado al proyecto, se investigó sobre el desarrollo de ACV en la minería de esmeraldas y hasta el momento no se han desarrollado estudios a nivel internacional y tampoco en Colombia, razón por la cual, este es el primer estudio en su índole, representando un beneficio academia, al ser parte del proceso de construcción de la gestión ambiental y empresarial en el sector esmeraldero del país.

Desde el ámbito de la ingeniería ambiental, la cual promueve la búsqueda del desarrollo en equilibrio con las dimensiones sociales, ambientales y económicas, cabe resaltar que la aplicación del método ACV como herramienta de gestión empresarial permite analizar algunas

de estas dimensiones con enfoque sistémico. A la vez facilita la búsqueda de estrategias de mayor eficiencia en la utilización de los recursos, disminuyendo los impactos ambientales, a través de lo cual, se pueden proponer algunas pautas para el desarrollo e implementación en la industria de la explotación de esmeraldas en Colombia por medio de la ilustración de un caso de estudio . Además, en el efecto de aprendizaje, se podrán entender las relaciones entre los diferentes elementos y procesos de cada etapa del ciclo de vida de la esmeralda en el ambiente (Van Hoof, 2008).

De igual manera con la Maestría en Gestión Empresarial Ambiental es posible tener herramientas para identificar los beneficios y el valor agregado que obtienen las empresas que incorporan la dimensión ambiental en su estrategia corporativa son diversos, por ejemplo, se establecen objetivos claros de sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo; optimización de los consumos de recursos; fortalecimiento y orientación de políticas de responsabilidad social; dar un valor agregado a productos o procesos con buenas prácticas ambiente; mejora la imagen de la organización y su reputación; participación en negocios Business two Business (B2B) con empresas que prefieren trabajar con organizaciones que integren los aspectos ambientales en sus estrategias corporativa. Es decir, mediante la incorporación del factor ambiental en la estrategia corporativa las empresas pueden agregar valor y maximizar sus beneficios.

El cuadro de mando integral de la sostenibilidad (por sus siglas en ingles SBSC) es una herramienta para abordar los aspectos ambientales, económicos y sociales en la estrategia corporativa. Su impacto es mayor cuando es combinado con otras con otras herramientas de gestión ambiental . En este caso, el presente estudio es desarrollo con la herramienta de gestión ambiental Análisis de Ciclo de Vida y se complementó con el SBSC para traducir la estrategia en

términos operativos. De esta manera se considera como una herramienta para el control estratégico.

La incorporación de instrumentos de gestión ambiental dentro de la planificación estratégica puede conllevar al logro simultaneo de objetivos económicos, sociales y ambientales, es decir se enfoca hacia la sostenibilidad basada en el valor.

Con base en lo anterior, lo que se buscó mediante la vinculación con la maestría en Gestión Empresarial Ambiental, fue obtener herramientas de aprendizaje que permitieran la formulación de una estrategia ambiental corporativa para apoyar la gestión empresarial de la empresa de esmeraldas, con el fin optimizar el manejo de los impactos operacionales y por medio de esta fortalecer la competitividad de la misma, favoreciendo su acceso a las oportunidades de mercado, el aprovechamiento y participación en la estrategia nacional que está impulsando el sector esmeraldero en el país a nivel nacional e internacional. Finalmente, cabe mencionar que este estudio se realizó con datos de la empresa para el año 2016.

2. Planteamiento del problema de gestión empresarial ambiental

Para comprender mejor la problemática se analiza desde diferentes aspectos, en primera instancia como macro-contexto está el aspecto cultural, seguido del plano socio-político, ambiental, económico y educativo.

La minería es una actividad económica que consiste en extraer recursos no renovables de la superficie terrestre. Esta produce grandes cambios en el ambiente, en ocasiones irreversibles (Arango, Aramburo & Olaya, 2012).

Parrado & Robinsson (2012) & CORPOCHIVOR (2014), destacan los fuertes impactos negativos que tiene esta actividad extractiva, principalmente derivados del mal manejo de estériles, disposición inadecuada de aguas de lavado, deforestación, entre otros. Acciones como estas, causan afectaciones en el ambiente en aspectos como la pérdida de hábitats y la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, afectando también a las comunidades locales al provocar modificaciones culturales y económicas (AnglogoldAshanti; Gramalote-Colombia Limited, 2015).

Por otra parte, la necesidad de incorporar la dimensión ambiental en la estrategia corporativa hace imperante la búsqueda de herramientas de planificación en el corto, mediano y largo plazo, especialmente en los proyectos mineros.

2.1 Situación insatisfactoria encontrada antes de la intervención

La situación actual insatisfactoria se puede abordar desde diferentes elementos, que han repercutido en el estado de la minería en el país. Una de estas tiene su base en que, en Colombia, el poco seguimiento y control por parte de las autoridades competentes de la industria minera, favorece el incumplimiento de las obligaciones tributarias y de las normas laborales y ambientales por parte de algunas empresas, contribuyendo de esta manera a que el sector minero en el país se caracterice por causar grandes impactos en el ambiente (Fedesarrollo, 2012; Fundación Avina, 2010). Por otra parte, las empresas mineras generan reportes de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para cumplir con la normatividad. Sin embargo, dichos estudios no contemplan otras dimensiones del Ciclo de Vida (CV) del producto generados a lo largo del proceso productivo de los minerales o productos extraídos (Contraloría General de la Nación, 2012).

La minería de esmeraldas no es la excepción ante estas problemáticas. Las empresas no cuentan con un esquema claro del negocio y del capital para inversión en planeación estratégica minera, debido a la alta incertidumbre de este, las inversiones están dirigidas fundamentalmente a atender las prioridades de operación, presentan una baja capacidad de endeudamiento y se reducen los recursos para desarrollar estudios de viabilidad en el sector (Fundación Avina, 2010). Así mismo, la mayoría de las empresas tienen un bajo nivel de tecnificación, por lo cual, no poseen mecanismos de prevención y mitigación para la contaminación ambiental. En algunas minas, se presentan precarias medidas de seguridad y salud en el trabajo, que indican la ausencia de prácticas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE). Además, algunas empresas esmeralderas buscan desarrollar su proceso productivo de manera responsable con el ambiente, pero la gestión ambiental y social de la industria minera en general sigue siendo precaria (Fundación Avina, 2010; FEDESARROLLO, 2008; Botín, 2010).

Lo expuesto anteriormente, se corroboró con visitas técnicas realizadas en la empresa minera (estudio de caso), ubicada entre las minas de explotación de esmeraldas del distrito minero de Muzo situado entre los municipios Muzo y Quipama del Departamento de Boyacá. Allí, se observaron diversas falencias en la calidad ambiental. Dentro de estas se encuentran el inadecuado manejo de estériles y residuos sólidos, contaminación de fuentes hídricas y del suelo, lo que implica afectaciones a la salud y calidad de vida de las comunidades locales.

En consecuencia, el sector esmeraldero del Occidente de Boyacá, cuenta con una regular gestión ambiental sin transferencia de conocimiento de buenas prácticas, generando una débil estructura organizacional del sector, con respecto a los roles integradores y sistemas de gestión

específicos, lo que afecta toda la cadena de valor¹ por la poca información que se dispone; esto impide llevar a cabo acciones correctivas y preventivas, por lo tanto hay factores de riesgo que influyen en la incertidumbre del proceso de explotación, lo que dificulta la toma de decisiones para aspectos de mejora en el sector esmeraldero (Botín, 2010).

El desconocimiento de los impactos ambientales asociados al proceso productivo y de los beneficios de desarrollar estos con enfoque de CV, imposibilita que las empresas tengan una visión holística en el sistema de producción, para la implementación de estrategias como lo mencionan los estudios de (Ingwersen, 2010; Azapagic, Lehtinen, Pitts, Rouhiainen, & Saarentaus, A Review of LCA Methods and Tools and their Suitability for SMEs, 2011; Curran, 2012; Ingwersen, 2010; Hélio & García, 2015), además de que este desconocimiento influye a que la información que se dispone al público acerca del sector, sea superficial y poco confiable, lo que representa limitantes para el desarrollo de estudios de investigación.

En este contexto, no hay mecanismos que garanticen que las empresas mineras de esmeraldas colombianas mantengan el abastecimiento de la demanda en el creciente mercado de productos sostenibles a nivel ambiental, lo cual puede dejar muchas de estas por fuera del mercado nacional e internacional, a diferencia de las pocas empresas mineras que sí ejercen buenas prácticas en calidad y protección al ambiente. Cuando no se establecen sistemas de gestión que permitan que los productos o servicios cumplan con criterios de sostenibilidad se genera desconfianza y desfavorece la decisión de compra por parte de los clientes actuales que

¹ Herramienta de análisis que facilita la planeación estratégica de los negocios para obtener ventajas competitivas en la organización (Porter, 1985).

buscan productos y servicios con buenas prácticas (Fraguela, Carral, Iglesias, Castro, & Rodríguez, 2011).

2.2 Situación ideal

Desde un ámbito ideal, la actividad minera responsable ambiental y socialmente, junto con una estrategia ambiental corporativa, la cual ayuda a controlar riesgos significativos mediante el control de impactos operacionales, puede permitir a la organización no solo cumplir con los requerimientos normativos, sino que además genera oportunidades significativas en el mercado y en el fortalecimiento de la gestión empresarial mediante el relacionamiento con grupos de interés y la planeación estratégica.

Por otra parte, a partir de la revisión bibliográfica en diferentes bases de datos como Science Direct, Proquest, Evesco, entre otros donde se revisaron cerca de 20 artículos científicos y además, se contó con la asesoría de un experto internacional del *Sustainable Minerals Institute* de la Universidad de Queensland, se encontró que se han realizado pocos estudios de ACV en la minería y ninguno para la explotación de esmeraldas, además hay pocos reportes de estudios de impactos ambientales en la explotación de esmeraldas.

En respuesta a los cambios en el mercado y a la problemática anteriormente expuesta, la empresa objeto de este estudio ha manifestado la necesidad de conocer los impactos ambientales que se están generando durante el ciclo de vida de sus esmeraldas. Sin embargo, la empresa no ha hallado la forma de cuantificarlos y saber cómo mitigarlos y/o prevenirlos para darle cumplimiento a su misión estratégica de desarrollar una minería responsable para reducir el impacto ambiental y operar cumpliendo las normas que rigen esta industria. Igualmente,

manifiesta la necesidad de obtener insumos para su planeación estratégica y reabrir operaciones, ya que actualmente se encuentra cerrada por complicaciones internas.

2.3 Espina de pescado

La síntesis de la problemática definida anteriormente se representa la siguiente figura de espina de pescado.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

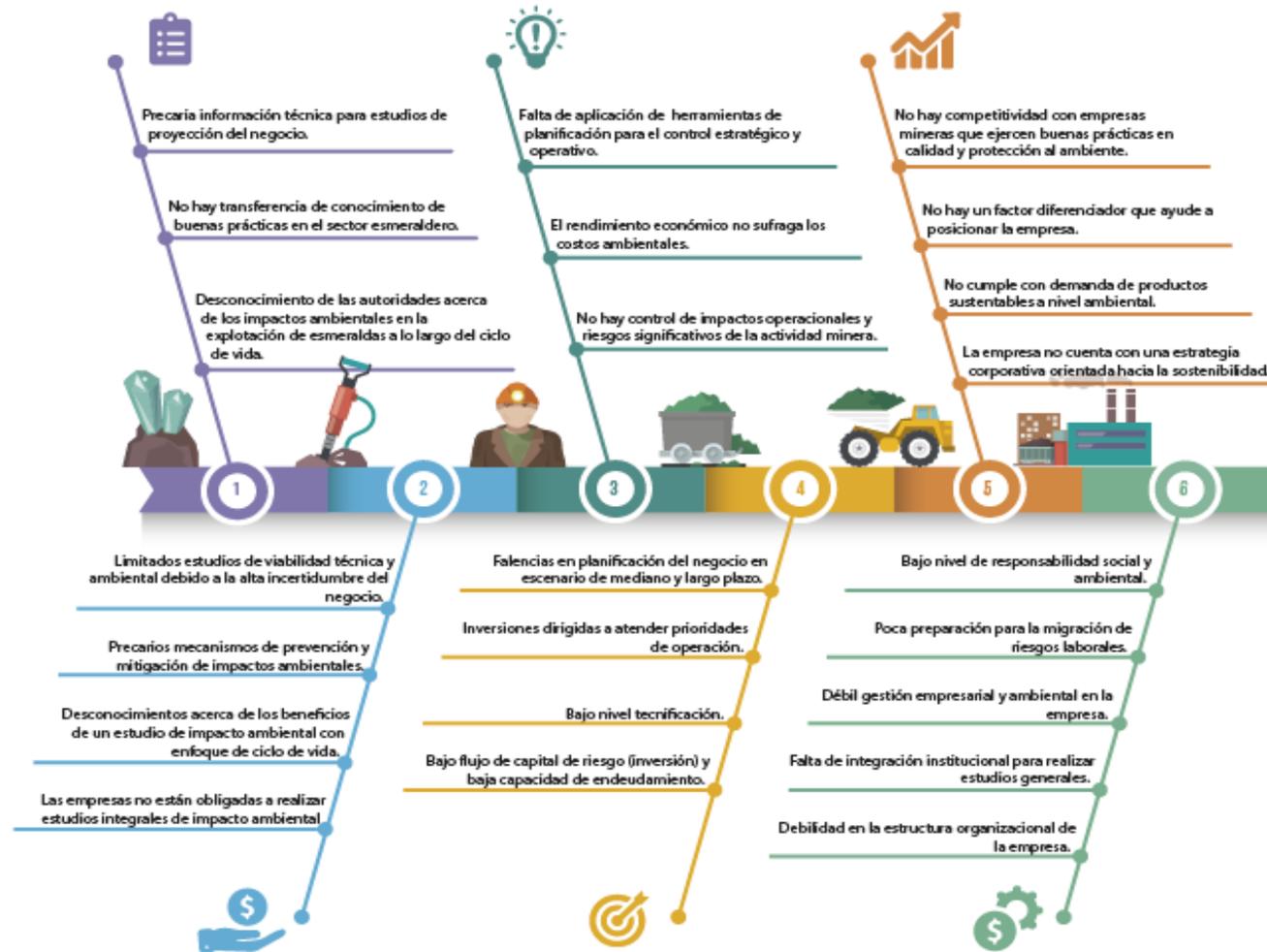


Figura 1. Diagrama Espina de pescado

Fuente: Autor

2.4 Formulación del problema

Después de evaluar diferentes problemáticas se identificó la siguiente pregunta de investigación que surge para el desarrollo del presente trabajo:

Con base en lo anterior, surge una pregunta que es de particular interés para esta investigación: Utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida y las herramientas de la planificación estratégica ¿Cuál sería la estrategia ambiental corporativa que ayude a la empresa caso de estudio a superar las falencias en su planificación estratégica y ambiental?

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Definir una estrategia ambiental corporativa para la gestión empresarial de la empresa de esmeraldas en el distrito minero Muzo en el occidente de Boyacá, a partir de las herramientas de análisis de ciclo de vida y planificación estratégica.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico empresarial y ambiental de la explotación de esmeraldas, bajo las condiciones de la empresa objeto de estudio empleando los instrumentos de planificación y el Análisis de Ciclo de Vida.

- Definir una estrategia ambiental con enfoque de diferenciación a partir de las condiciones identificadas en el diagnóstico empresarial y el Análisis de Ciclo de Vida para la empresa de explotación de esmeraldas.

- Proponer alternativas de mejora desde la gestión empresarial ambiental para la empresa en estudio teniendo en cuenta la herramienta Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad.

4. **Antecedentes**

Para efectos de la investigación, se recopilaron estudios que se han desarrollado en relación con la planificación estratégica por medio de diferentes instrumentos de planificación y análisis de ciclo de vida en diferentes industrias y en la minería. Se citan estudios a nivel mundial, regional y nacional, de los cuales se explicará brevemente los objetivos, los métodos y los principales resultados obtenidos de estos estudios. A continuación, se muestran los estudios de más impacto en esta investigación y que sirvieron para analizar el estado del arte por medio de estudios de caso en materia de planificación estratégica y ACV.

4.1 **Investigaciones de Balanced ScoreCard o Cuadro de Mando Integral**

Para abordar los principales conceptos de la herramienta BSC se consideró el artículo titulado The Sustainability Balanced Scorecard-Theory and Application of a Tool for Value-Based Sustainability Management (Figge, Hahn, Schaltegger , & Wagner, 2002). En este se exponen los principales aspectos para tener en cuenta en el desarrollo de la herramienta de planificación.

El BSC o CMI es una herramienta para gestionar la estrategia, es decir permite describir y comunicar una estrategia para convertirla en acción y resultados a través de la alineación de los objetivos de las perspectivas financiera, procesos, clientes y capacidades estratégicas.

El Cuadro de Mando Integral de Sostenibilidad (por sus siglas en inglés SBSC) como una herramienta para la gestión de la sostenibilidad basada en el valor. Para su desarrollo se debe empezar por la perspectiva financiera donde se deben ubicar los aspectos ambientales y sociales potenciales frente a los aspectos estratégicos centrales y los impulsores del desempeño de cada perspectiva. De esta se determinan cuáles son los aspectos ambientales y sociales que son estratégicamente relevantes para el logro de los objetivos de la organización. Al desarrollar un Cuadro de Mando Integral Sustentable (CMIS de aquí en adelante), una compañía obtiene mejoras en los resultados en todas las dimensiones económica, social y ambiental.

Un ejemplo de aplicación de esta herramienta de planificación se desarrolló por García, 2007, por medio de la definición de una estrategia sostenible en una empresa del sector de la construcción de España, la cual se dedica a la ejecución de obras e ingeniería ambiental como el tratamiento de aguas residuales en el sector urbano. El principal objetivo de la empresa constructora fue implementar una estrategia de desarrollo sostenible teniendo en cuenta dos aspectos; en primer lugar, que es una iniciativa de la dirección de la empresa y en segundo que por medio de esta herramienta se buscó obtener un posicionamiento estratégico frente a la competencia, pudiendo generar un mayor número de adjudicación de proyectos. Y finalmente, mejorar la imagen corporativa frente a los grupos de interés (García, 2007).

Otro estudio de referencia lo hacen Möller y Schaltegger (2005), donde analizan en una unidad de negocio la relación entre la sostenibilidad en el cuadro de mando integral y el análisis

de eco-eficiencia de una empresa, esta se organiza estratégicamente en tres ejes; bajo, medio y alto y en sus interfaces, que actúan como los conectores de los niveles. En el **primer nivel**, se ubican de los flujos de materiales, energía y transformaciones que tiene una empresa dentro y fuera. En el **nivel medio**, ese desarrolla el análisis de eco-eficiencia es afectado por la relación de causalidad entre el impacto ambiental y la creación de valor. El **nivel superior** se centra en la relación entre los diferentes requerimientos, objetivos, actividades, recursos y capacidades (Möller & Schaltegger, 2005). Medel y García (2011) establecen que la gestión ambiental es la herramienta base para lograr de forma concreta la sustentabilidad en las empresas de Cuba, al integrar los indicadores medioambientales como herramientas clave en el CMI. Y utiliza como base para la toma de decisiones de primer orden el CMI sustentable. También considera importante que cada empresa pueda contar con un sistema de información medioambiental de sí misma, para enfrentar de mejor forma su gestión y control. Al complementar el CMI con la gestión ambiental se puede disminuir el impacto ambiental negativo que produce la empresa o bien optimizar el uso de sus recursos, reducir costos y en definitiva aumentar las utilidades, (Medel & García , 2011).

Rodríguez y Traconis (2012) analizan la aplicación de un CMI sustentable en una empresa vitivinícola de San Juan, Argentina. La inclusión de indicadores sustentables nace debido a la creciente preocupación del consumidor en el impacto ambiental que genera el proceso de elaboración del producto. Y el CMI es una de las óptimas herramientas para realizar cambios en una compañía, ya que analiza la organización en conjunto y establece metas interrelacionadas entre sí en las diferentes perspectivas financiera, clientes, crecimiento y aprendizaje y capacidades estratégicas para alcanzar un beneficio final. El punto de partida que plantean es llevar a cabo el análisis del estado actual de la organización, mediante un análisis

DOFA, para luego plantear los objetivos estratégicos e incorporar la sustentabilidad mediante indicadores a las cuatro perspectivas cambiando la situación actual de la empresa. Finalmente plantean metas anuales basándose en los indicadores correspondientes, con metas ambiciosas pero realistas para que se puedan cumplir (Rodríguez & Traconis, 2012).

4.2 Investigaciones de planificación estratégica en industrias a nivel mundial

El artículo *Strategic planning in response to global environment changes: the case of Israeli agriculture*, muestra que la agricultura en todo el mundo atraviesa por cambios drásticos, incluida la globalización, las nuevas tecnologías, las preocupaciones ambientales, la tendencia actual a producir productos altamente especializados y la fusión global entre productores y minoristas de alimentos. Estos cambios son dirigidos por tendencias políticas, institucionales, tecnológicas y financieras.

De igual manera Israel, es un país que atraviesa por procesos de expansión urbana, en este estudio se discuten varias estrategias para responder a dichos cambios; entre las más relevantes se encuentran la estrategia de diferenciación de productos por medio del desarrollo de productos únicos para grandes minoristas; la estrategia de enfoque que busca la producción de productos en grandes volúmenes para el mercado local; la agricultura sustentable y por último la estrategia de especialización como una ventaja competitiva. Se establece que para mantenerse en el mercado el sector agrícola israelí debe adoptar la estrategia correcta para reaccionar ante los cambios de expansión urbano y crecimiento poblacional (Shalhevet, Haruvy, & Sphari, 2012).

Para la determinación de la estrategia adecuada para la el sector agrícola de Israel se siguió el proceso de evaluación de la puntuación, la identificación de supuestos estratégicos y la integración de los métodos de planificación analítica en el proceso de planificación. De esta

manera, se realizó un diagnóstico y evaluación de la situación de la agricultura en el país. Luego se identificaron escenarios estratégicos para el desarrollo de este sector. Finalmente se emplearon los métodos de planificación estratégica para analizar la ventaja competitiva de la agricultura israelí de acuerdo con la teoría económica estándar. Así mismo se sugirieron estrategias para que la agricultura israelí se adapte a criterios de sostenibilidad que demanda el mercado (Shalhevet, Haruvy, & Sphari, 2012).

Para el análisis de la estrategia se empleó la metodología PIM (que se traduce como Impacto de la Estrategia de Marketing sobre las Ganancias) el cual sigue el siguiente proceso de planificación. Primero se desarrolló una descripción de la situación; luego se evaluó el rendimiento actual y el potencial estratégico de la empresa; seguidamente se seleccionaron las empresas para el análisis comparativo y posteriormente se evaluó la fortaleza y debilidad de los competidores; finalmente se trataron los resultados de rentabilidad de los cambios que representarían estas estrategias (Shalhevet, Haruvy, & Sphari, 2012).

Este método de evaluación de estrategia brinda herramientas necesarias para determinar cuál es la estrategia idónea para la implementación de acciones de mejora en el sector agrícola además es aplicable a otros sectores productivos con el fin de evaluar estrategias corporativas y redefinir las mismas con el objetivo de alcanzar los objetivos organizacionales.

4.3 Investigaciones de planificación estratégica en minería a nivel mundial

En primer lugar, el artículo *Integrated Strategic Planning at EKATI Diamond Mine*, es un estudio de caso de la firma BHP Billiton Diamonds Inc, la cual se encuentra ubicada en Northwest Territories, Canadá. La planificación estratégica de EKATI requiere tanto la participación en los procesos de negocios como la integración de resultados y entregables.

En este estudio de caso se analizaron los procesos y los sistemas de planificación estratégica actuales en la empresa EKATI, los objetivos previstos para estos sistemas y la integración comercial efectiva de los insumos y los resultados.

El objetivo estratégico para la compañía minera EKATI es mejorar su potencial a largo plazo de una manera que optimice el retorno a todas las partes interesadas y lograr el posicionamiento como el primer productor de diamantes de menor costo en el mundo desarrollado. Esto se puede lograr maximizando el impacto económico y la sostenibilidad ambiental de EKATI a través de la identificación y desarrollo de oportunidades con el potencial de ofrecer un activo fuerte, de larga vida y alta calidad para los clientes. Por lo cual, la planificación estratégica efectiva en EKATI Diamond Mine requiere tanto la participación de la empresa en el proceso, así como la integración de políticas direccionales con un sistema de planificación anual, integral e interconectado para optimizar y desafiar el estado actual.

Cabe resaltar que la minería de gemas preciosas presenta incertidumbres únicas en el proceso de planificación. Por esto, la planificación estratégica de la compañía se enfoca en los múltiples insumos para la evaluación de oportunidades y riesgos estratégicos por medio del desarrollo y aplicación de un modelo de evaluación y optimización específico de EKATI que facilita una intervención rápida y objetiva de las políticas estratégicas, restricciones y oportunidades.

El mapa estratégico de EKATI está definido por su objetivo estratégico de maximizar el valor para la compañía, se rige sobre tres pilares que son las personas correctas en el lugar correcto, licenciamiento para operar y los activos de clase mundial. Estos a su vez están ligados a las iniciativas estratégicas como búsqueda del cero daño a las personas, empleador de elección,

reducción del daño al ambiente, operar con las comunidades y el gobierno, identificar y optimizar las oportunidades de crecimiento, creación de una cultura consciente de los costos y mejorar el desempeño operativo (Coutts, 2009).

De igual manera se consideró el estudio de caso de la mina del Valle de Hunter, *Coal mining in the Hunter Valley-A strategic mine planing, case study. AusIMM Orebody Modelling and Strategic Mine Planning*, en Australia, donde actualmente se desarrollan proyectos de minería de carbón a cielo abierto con operaciones gestionadas por la compañía Rio Tinto Coal. El objetivo de este estudio de caso fue abordar algunas problemáticas que se presentan por la falta de planificación minera para los proyectos a largo plazo con los que cuenta la compañía. Se trataron los retos para la optimización del valor presente neto del proyecto y el efecto que tendría un enfoque más coordinado y la planificación estratégica para mejorar la rentabilidad del negocio.

En este sentido, los autores consideraron un entorno económico cambiante y utilizaron un enfoque denominado por los autores “Ataque por tres puntas”, el cual está sujeto a condiciones como el empleo de un modelo informático para la programación de la operación minera, examen de todos los factores de valor para la operación y aspectos de la producción como el rendimiento de las plantas, el ferrocarril, los límites del puerto y plazos de entrega a los clientes (Wharton, 2009).

El modelo informático fue la programación dinámica iterativa², con aproximaciones periódicas para encontrar el Valor Presente Neto máximo durante la vida útil del proyecto. En este sentido los alcances que genera este modelo son significativos en el VPN. Entre los principales se encontró que la rentabilidad en las minas donde se desarrollan actividades secuenciadas se hace posible por medio de la optimización de los equipos. De igual forma, este modelo requiere de una estructura robusta para la recolección y el manejo de datos, por tal motivo en la mina objeto de estudio se desarrolló un modelo computarizado que tenía la capacidad de analizar dichos datos y generar alternativas de forma eficiente y acorde con el proyecto minero (Wharton, 2009).

A partir del modelo informático y el análisis del VPN, se obtuvieron las herramientas necesarias para la planificación estratégica minera, donde se realizaron expansiones hacia nuevas áreas de explotación y apoyo informático para la toma de decisiones sobre aspectos de localización de plantas y operaciones de transporte (Wharton, 2009).

Por otra parte, el artículo *Joint cut and fill mining and mineral processing methodology for the strategic mine planning process*, es un estudio de caso de un proyecto de minería subterránea en Australia. En este, se evaluó la planificación minera mediante el método de programación matemática aplicada a la planificación estratégica subterránea. En la cual se considera el método de corte y relleno. En este sentido el objetivo es la maximización del valor económico esperado de los concentrados minerales teniendo en cuenta las variables de geología,

² La programación dinámica es una técnica para solucionar problemas en la que, partiendo de un algoritmo cuya implantación directa resultaría ineficiente en tiempo, se definen estructuras de datos adicionales que sirven para almacenar cálculos con el objeto de que no sean repetidos o, incluso, de evitar que otros cálculos innecesarios sean realizados.

transformación, fundición, comercialización, refinación, restricciones ambientales y financieras (Turner-Sad, 2011).

A partir de esto se plantearon cuatro condiciones para el estudio de caso. La primera, es el acceso a los recursos geo metalúrgicos, modelos multivariados de depósitos minerales y definición de los escenarios estratégicos, tácticos y operativos. La segunda condición fue la definición de los factores estáticos y dinámicos que varían en el ciclo de vida del proyecto minero. La tercera condición, fue la optimización de la producción, reservas de mineral y el procesamiento de los minerales. Finalmente, se tuvo en cuenta el valor económico esperado realista.

Los aspectos metodológicos considerados incluyen la formulación de programación matemática (AMPL A Mathematical Programming Language por sus siglas en inglés). Entre los resultados obtenidos se evidencia que la programación matemática permite evaluar el valor económico esperado realista de los concentrados minerales por medio del acceso a los recursos geo metalúrgicos y modelos multivariados de depósitos minerales, un número ilimitado de escenarios estratégicos, tácticos y operativos se pueden analizar en un corto plazo mediante la definición de los factores modificadores estáticos y dinámicos, geología, explotación, procesamiento, comercialización, fundición, refinación, las limitaciones ambientales y financieras y sus parámetros (Turner-Sad, 2011).

4.4 Investigaciones de ACV en la minería a nivel mundial

El artículo titulado *Application of a Life Cycle Impact Assessment framework to evaluate and compare environmental performances with economic values of supplied coal products* elaborado por Mangena SJ, Brent AC (2006), se realizó en Sudáfrica. Estudio de los impactos que genera los diferentes métodos de extracción utilizados para la extracción de carbón mediante la herramienta ACV. Los objetivos se basaron en evaluar el comportamiento medioambiental de las minas de carbón, mediante el estudio de los diferentes métodos de explotación, para promover en la industria sudafricana minería del carbón, la toma de decisiones con respecto a las prioridades para la gestión ambiental.

La metodología que empleó fue el Inventario de Ciclo de Vida (ICV) de cuatro minas, dos a cielo abierto y dos subterráneas con información anual de estas, donde se cubre el Ciclo de Vida (CV) desde la extracción de materia prima o de ejecución en la mina de producción, beneficio (detección y lavado), así como la distribución y el transporte (tren y la cinta transportadora) hasta llegar a los clientes (de la cuna a la puerta), se tuvieron en cuenta también procesos auxiliares, tales como electricidad y consumo de agua. La unidad funcional que este estudio emplea es 1 tonelada de carbón entregado y los resultados que se obtuvieron fueron que el impacto en el suelo, aire y agua es mayor en la minería a cielo abierto que la subterránea, y en general los impactos sobre los recursos hídricos son los más significativo desde una perspectiva de la minería del carbón en el contexto sudafricano (Mangena & Brent, 2006).

Como segundo artículo a nivel mundial, se realizó en Australia y se titula Evaluación del ciclo de vida de la minería y procesamiento del mineral de hierro. El objetivo del presente

estudio fue evaluar los impactos ambientales resultantes del procesamiento de mineral de hierro en una empresa bajo la metodología de ACV, mediante el software SimaPro.

La unidad funcional fue 1 tonelada de mineral de hierro listo para su transporte hacia las instalaciones de extracción y refinación de metales de la empresa. Dentro de los principales resultados se encontró que las emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a 11,9 kg de CO₂ por tonelada de mineral de hierro procesada. Los valores de energía fueron 153 MegaJ/ton de mineral de mineral de hierro. Con estos resultados, se evidenció que la carga y el transporte son los procesos que mayores contribuciones generan (aproximadamente 50%) a las emisiones totales de gases de efecto invernadero. A partir de esto, los autores recomiendan que se deben maximizar los esfuerzos para reducir la huella de GEI de mineral de hierro y centrarse especialmente en las fases de carga y acarreo, a la vez que se busque la reducción de la huella de carbono y la energía (Norgate & Haque, 2015).

4.5 Investigaciones de ACV en la minería en Latinoamérica

El artículo *Life Cycle Assessment study of iron ore mining elaborado por Ferreira Hélio, Garcia Mariangela (2015)*, se localizó en Brasil, el objetivo fue evaluar, clasificar y caracterizar los impactos del CV en la explotación de hierro. La metodología empleada fue la clasificación y caracterización de los impactos del CV, sin incluir la normalización y ponderación, así como análisis de sensibilidad de los resultados. La unidad funcional establecida fue una tonelada de mineral de hierro concentrado producido, se recogieron los datos utilizados directamente desde

informes de producción de la empresa (caso de estudio) que cubren el tiempo de un año. La evaluación de los impactos se realizó utilizando el software SimaPro-7, Ecoinvent 2.0, Eco indicador y el IPCC 2007. Los resultados indicaron que el uso de medios de molienda en los procesos es la principal fuente de impactos ambientales en la cadena de producción de mineral de hierro, destacando su contribución a los impactos del CV sobre la salud humana y la calidad de los ecosistemas (Hélio & García, 2015).

El artículo *Life cycle inventories of gold artisanal and small-scale mining activities in Peru: Toward indicators for South America*, elaborado por Sonia M. Valdivia and Cassia M. L. Ugaya (2011), se realizó en Perú. Los objetivos fueron, estimar indicadores ambientales utilizando la metodología de inventarios de ciclo de vida (ICV) en uno de los dos mayores productores de oro en mineras artesanales y pequeña escala (A & Sma por sus siglas en inglés) en Sudamérica, Perú.

Se tomaron dos casos de estudio, en el caso 1, se analizó la minería aluvial a pequeña escala en Mazuka, Madre de Dios, Perú y en el caso 2, se examinó una minería subterránea artesanal Ayacucho, Perú. La unidad funcional fue la producción de 1 kg de oro con 99,5% de pureza en el caso 1 y la producción de 1 kg de oro con un 80,0% de pureza en el Caso 2. Cabe resaltar que los resultados entre estas dos no fueron comparables ya que la unidad funcional es diferente. El límite del sistema utilizado para desarrollar el ICV fue la cuna a la puerta: la extracción, transporte y concentración. Los resultados relevantes fueron que las cantidades de mercurio liberadas al ambiente por kg de oro fueron de 0,2 a 2,2 kg en los casos 1 y 2 respectivamente, a pesar de que fue reciclado, en los casos 1 y 2 fueron altos que las cantidades emitidas por las grandes empresas según la literatura (Valdivia & Ugaya, 2011).

El siguiente trabajo de investigación *Análisis de ciclo de vida social en la exploración aurífera a cielo abierto: estudio de caso en el proyecto la Colosa-Cajamarca, (Tolima), fue desarrollado por Briyith Lilieth Álvarez Cano* egresada de la Universidad El Bosque. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar los impactos ambientales y sociales del proyecto de explotación de oro de Cajamarca-Tolima, por medio de la herramienta de ACV, donde se tomó como unidad funcional una onza de oro para la evaluación de los impactos ambientales. Para la evaluación de los impactos sociales se utilizó un estudio de impacto social, donde se incluyó el enfoque de salud y la calidad de vida para establecer los impactos en la salud y la calidad de vida de los involucrados por este proyecto minero. Dentro de los principales resultados, se encontró que varios impactos negativos recaen sobre el ambiente y la salud humana; las categorías de impacto fueron la toxicidad humana, agotamiento de recursos y acidificación del suelo; Esto implica que tanto las autoridades locales como las empresas, deben desarrollar mecanismos adicionales a los propuestos en el proceso de licenciamiento ambiental (Plan de manejo ambiental), con el fin de reducir el impacto negativo de esa actividad (Álvarez, 2014).

4.6 Motivación para la investigación

El interés por investigar sobre la explotación de esmeraldas surgió en el curso de administración ambiental VII semestre de Ingeniería ambiental, el cual es guiado por el Ingeniero Kenneth Ochoa. Por medio de diferentes lecturas y estudios de casos sobre la gestión ambiental y buenas prácticas, se incentivó el interés de buscar alternativas de mejora en los procesos productivos de las organizaciones. Por medio de contactos y lecturas se dirigió dicho interés hacia la industria esmeraldera. Se contó con el acceso al lugar y a la información de la empresa minera de esmeraldas.

Junto a lo anteriormente expuesto, se suma la visita al lugar de estudio en la provincia del occidente de Boyacá, donde se tuvo la oportunidad de conocer de cerca algunos procesos en la explotación de esta gema. Se percibió que esta actividad genera impactos negativos tanto a nivel ecológico como social en las zonas de influencia de las minas. Posteriormente en el semillero de investigación sostenibilidad empresarial, se despertó el interés de investigar y aportar mejoras en la industria esmeraldera en Colombia, discutiendo la importancia del tema sobre posibles investigaciones que se podrían realizar sobre el mismo. Luego de una revisión bibliográfica, se encontró que, mediante un ACV, se pueden cuantificar y evaluar todos los impactos que se generan en las distintas etapas y cadena de valor de la esmeralda y posteriormente se puede definir una estrategia ambiental corporativa para la planificación estratégica minera de la compañía en estudio.

5. Marco contextual

5.1 Marco demográfico

La empresa en estudio se encuentra ubicada en medio de los municipios de Muzo y Quipama, por ello a continuación se expone la descripción demográfica de estos dos municipios.

5.1.1 Muzo

Según el Censo realizado por el Departamento Nacional de Estadística (2005), Muzo presentaba para el 2005 una población de 9828 hab., de los cuales 5389 hab corresponden a población rural y 4439 hab en área rural. La proyección del censo establece que para el 2016, la población sería de 8914 hab, disminuyendo el 9.3 % de la población que presentaba para el 2005,

por factores de migración de los habitantes en búsqueda de mejores oportunidades de vida (DANE, 2005).

Del total de la población el 53,5% son hombres y el 46,5% son mujeres, el 82,5% de la población de 5 años en adelante saben leer y escribir, el 0,5 de la población se reconoce como Raizal, palenquero, negro (DANE, 2005).

El 49,9% de la población residente en Muzo, ha alcanzado el nivel básico primaria y el 23,9% secundaria; el 1,0% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,4% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 16,2% mulato, afrocolombiano o afrodescendiente (DANE, 2005).

El 90,5% de las viviendas de Muzo son casas, de las cuales el 8,2% de estas tienen actividad económica. El 82,8% de las viviendas tienen conexión a energía eléctrica, hay aproximadamente 4 o menos personas en 69% de los hogares de Muzo, el 0,4% de los hogares tiene experiencia emigratoria internacional (DANE, 2005).

En el componente económico, el 4,0% de los establecimientos se dedican a la industria; el 51,1% a comercio; el 44,2% a servicios y el 0,7% a otra actividad (DANE, 2005).

5.1.2 Quipama

Según el Censo realizado por el Departamento Nacional de Estadística (2005), Quipama presentaba para el 2005 una población de 8815 hab., de los cuales 1619 hab corresponden a población rural y 7196 hab en área rural. La proyección para el 2016 la población disminuye a 7776 hab, por factores de migración en búsqueda de oportunidades en otros lugares el departamento (DANE, 2005).

El 56,2% de la población son hombres y el 43,8% son mujeres, el 80,1 de 5 años en adelante, saben leer y escribir. El 53,1% de la población residente en Quipama, ha alcanzado el nivel básico primaria y el 19,3% secundaria; el 1,0% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,2% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 17,7% (DANE, 2005).

El 92,2% de las viviendas de Quipama son casas, el 75,5 % de estas tienen conexión a energía eléctrica, el 7,4 % de los hogares tienen actividad económica en sus viviendas, el 67,7% de las viviendas tienen de a 4 o menos personas (DANE, 2005).

En el componente económico el 4,9% de los establecimientos se dedican a la industria; el 55,7% a comercio; el 38,2% a servicios y el 1,3% a otra actividad (DANE, 2005).

5.2 Marco Institucional (Actores, stakeholders)

El sector minero colombiano se encuentra en cabeza del Ministerio de Minas y Energía, el cual desarrolla sus estrategias organizacionales y legales por medio de la descentralización de sus funciones a entidades adscritas. A continuación, se presentarán las funciones de las diversas entidades relacionadas con la actividad minera:

5.2.1 Agencia Nacional Minera-ANM

Tiene como función administrar los recursos minerales del Estado de forma eficiente, eficaz y transparente a través del fomento, la promoción, otorgamiento de títulos, seguimiento y control de la exploración y explotación minera, a fin de maximizar la contribución del sector al desarrollo integral y sostenible del país. Encargada de adjudicar contratos y realizarles auditoria.

5.2.2 Servicio Geológico Colombiano

Su misión es contribuir al desarrollo económico y social del país, a través de la investigación en geo ciencias básicas y aplicadas del subsuelo, el potencial de sus recursos, la evaluación y monitoreo de amenazas de origen Adicional a las instituciones en materia minera, también existen otro tipo de organismos gubernamentales relacionados con la actividad minera, tales como: Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia: De acuerdo con el artículo 2 de la Ley 99 de 1993: “El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Desarrollo Sostenible, es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables. Es además el encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible. Le corresponde coordinar el Sistema Nacional Ambiental, SINA, para asegurar la adopción y ejecución de las políticas y de los planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el medio ambiente y con el patrimonio natural de la Nación”.

5.2.3 Corporaciones Autónomas Regionales

De acuerdo con el artículo 23 de la Ley 99 de 1993: “Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrado por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de

autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente”.

5.2.4 Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Ministerio de Transporte.

Estos diseñan políticas sectoriales que tienen una fuerte incidencia en la política minera, así mismo los Entes Territoriales como los departamentos y municipios, quienes regulan el desarrollo de la actividad minera como parte de su desarrollo local. Al respecto, los departamentos de Antioquia, Boyacá y Bolívar cuentan con secretarías de minas. 80 Art. 2. Ley 99 de 1993 81 Art.23. Ley 99 de 1993.

5.2.5 Gremio Esmeraldero en Colombia

Para la elaboración del marco institucional del gremio se tuvieron en cuenta las principales instituciones relacionadas con la minería de esmeraldas. Estas 5 instituciones entre las cuales están la federación Nacional de esmeraldas (FEDESMERALDAS), la Asociación Colombiana del Comercio de Esmeralda (ASOCOESMERAL), la Asociación de Productores de Esmeraldas Colombianas (APRECOL), ACODES y la empresa objeto de estudio, los cuales se explican a continuación brevemente acerca de su organización.

5.2.5.1 FEDESMERALDAS

Es una federación constituida legalmente en el año 1995, de carácter gremial integrada por la Asociación Colombiana de Exportadores de Esmeraldas "ACODES", Asociación

Colombiana del Comercio de la Esmeralda "ASOCOESMERAL" y la Asociación de Productores de Esmeraldas Colombianas "APRECOL", las cuales intervienen en las diferentes actividades de la industria de la esmeralda. El objetivo principal de FEDESMERALDAS consiste en la representar, defender y orientar a la industria de las esmeraldas de Colombia. Esta, se rige por normas legales vigentes y en general por las normas de derecho privado aplicable a su condición de persona jurídica y a los estatutos (FEDESMERALDAS, 2015).

5.2.5.2 ASOCOESMERAL

Esta asociación agrupa comerciantes, comisionistas, talladores de esmeraldas en el país. Cuenta con 26 años de existencia y funcionamiento, y su Personería Jurídica fue otorgada desde 1988. Su función básica es agremiar y capacitar a los comerciantes de esmeraldas del país y representarlos frente a las leyes expedidas por el Gobierno Nacional (FEDESMERALDAS, 2015).

5.2.5.3 APRECOL

Es una organización enfocada en representar y agremiar a los productores de Esmeraldas Colombianas con el fin de lograr competitividad y mejores prácticas industriales, laborales en el área minera y en especial en forjar empresas mineras socialmente responsables y comprometidas ambientalmente (FEDESMERALDAS, 2015).

5.2.5.4 ACODES

Tiene como principal objetivo promover, fomentar y fortalecer la exportación de la esmeralda colombiana, la unidad, crecimiento y defensa de sus asociados, la investigación

permanente del mercado mundial de la esmeralda y la divulgación de tales investigaciones a sus asociados (FEDESMERALDAS, 2015).

A continuación, se muestran los principales actores específicos de la cadena de valor de la esmeralda. Estos fueron identificados en el estudio de caracterización del sector realizado por Fedesmeraldas en el año 2015.

En este se contemplan los productores, quienes operan en las áreas mineras y realizan los procesos de explotación minera. Luego se encuentran los comercializadores que compran en material en bruto y luego pasa a la etapa de adecuación y joyería. En estas, se genera el valor agregado de la esmeralda mediante los procesos de talla, engastado y tratamiento. Finalmente, los últimos actores de la cadena productiva son las tiendas de joyería y usuarios finales. Sin embargo, esto no es un proceso unidireccional, la cadena se puede comportar de diversas maneras dependiendo del contexto y situación del mercado.

5.2.5.5 CDTEC GEMLAB

Es el único laboratorio especializado en certificación e investigación de gemas, especialmente esmeraldas. Este laboratorio gemológico cuenta con equipos de alta tecnología y un personal capacitado en gemología y espectroscopia. Los servicios prestados por esta entidad son la identificación del origen geográfico de las gemas, el cual es una identificación estándar de piedras de color, que describe la autenticidad de la piedra, también la especie y variedad. Cuando se trata de un esmeralda tallada se certifica el proceso de tallado con los parámetros de forma, talla, color, dimensiones y peso; junto con un dictamen sobre el origen geográfico de la piedra y los tratamientos químicos en caso de tenerlos (CDTEC, 2018).

Actores de la cadena de valor de la esmeralda

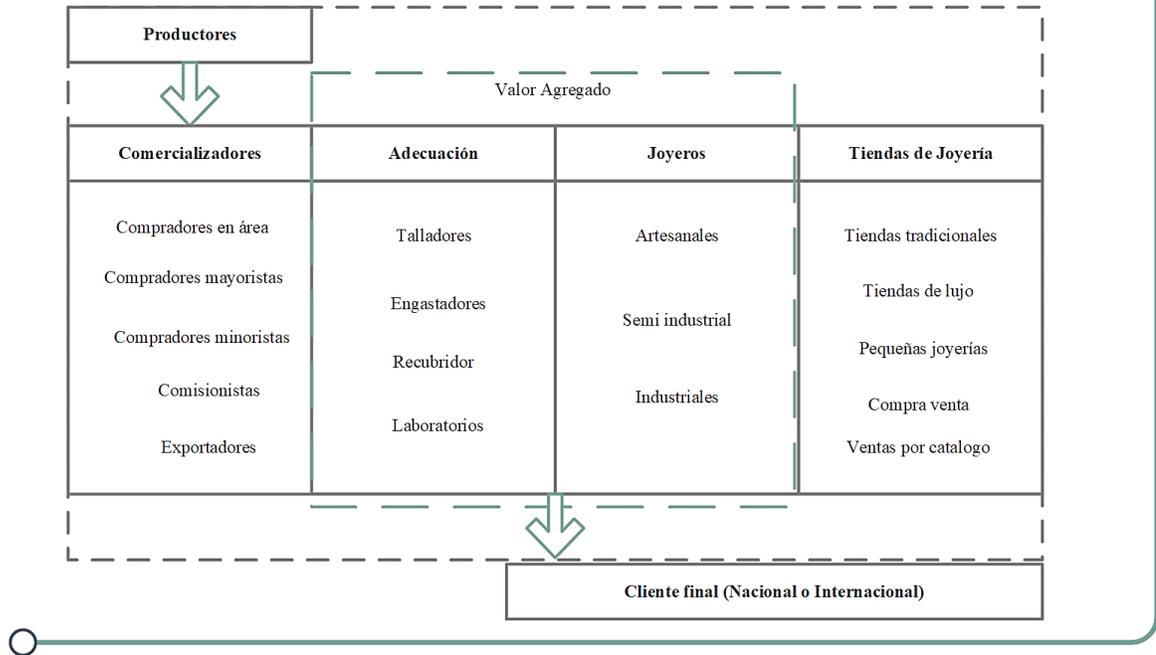


Figura 2. Actores de la cadena de valor de la esmeralda colombiana

Fuente: (Fedesmeraldas, 2015)

5.2.6 Descripción de la empresa concesionaria

La empresa Mina real cuenta con tres licitaciones, con una duración de 30 años para explotación, las cuales fueron solicitadas en el 2003 ante la Agencia Nacional de Minería, estas son: LH143, LK113 y SH122. Cada una de estas, cuenta con miembros asociados, que en conjunto conforman la empresa Mina Real.

El mecanismo de trabajo consiste en que Mina Real, da permisos de explotación sobre las licitaciones a empresas conformadas por inversionistas externos, es decir mediante la figura de habilitación o avió de minas estipulado en el Artículo 243 del Código de Minas: “El

concesionario podrá celebrar contrato de habilitación o avío de minas mediante el cual, un tercero sufrague, en todo o en parte, los gastos e inversiones de construcción, montaje y explotación del área concedida, para pagarse exclusivamente con los minerales extraídos o con el producto de su venta. Este contrato de avío finalizará, ipso facto, a la terminación de la concesión por cualquier causa, sin cargo ni responsabilidad alguna de la entidad concedente”.

Con esto los inversionistas deben cumplir con unos requisitos que solicita Mina Real, con este permiso se les permite trabar el terreno por medio de cortes (dos de estos cortes es sobre los cuales trabaja la empresa estudio de caso,) actualmente hay 27 cortes a los que la empresa Mina Real les realiza el control mediante un representante que es enviado a cada corte para supervisar de 7am a 5 pm, las actividades como perforaciones, y especialmente la producción.

Mina Real trabaja por medio de porcentajes con la empresa de cada corte, en el momento que hay producción, la empresa inversionista debe dar un porcentaje. Para esto se presentan dos casos: sí el accionista es uno de los dueños de alguna de las licitaciones de Mina real, el 40% será para Mina Real y el restante lo toma el inversionista; el segundo caso consiste en que sí es un inversionista externo los porcentajes serán 50%-50% respectivamente.

Cada inversionista, se encarga de los insumos y materiales que requiere para la explotación de su corte, estos materiales van desde carros para transporte de material, herramientas, madera para túneles, equipos como compresor (cuando la contextura del suelo es frágil) y explosivos como (cuando el suelo es consistente), así como la contratación del personal requerido y demás operaciones necesarias. Sin embargo, la empresa dueña de la licitación (Mina Real) es quien administra y entrega los explosivos a cada corte, bajos estrictos estándares de

seguridad y con el personal capacitado para el adecuado manejo de estos, para lo cual se cuenta con la certificación y permisos por parte de INDUMIL (Industria Militar Colombiana).

5.2.7 Estructura organizacional de la empresa minera en estudio

La sociedad pertenece al tipo Sociedad Anónima Simplificada, S.A.S esta tiene como sede principal la ciudad de Bogotá D.C. y adelanta sus labores mineras en jurisdicción de los municipios de Muzo y Quipama (Boyacá), donde cuenta con instalaciones e infraestructura propia. El personal se compone por 80 personas con diferentes funciones, los cuales están organizados de la siguiente manera:

- Junta directiva: Nombrada por los socios y constituida por 5 miembros encargados de diseñar y propender para que las políticas de la empresa se cumplan.
- Gerente general: Es quien debe desarrollar las políticas y propósitos que la empresa se ha trazado con la mayor eficiencia y la dirección de la misma.
- Dirección administrativa: Tiene la responsabilidad del manejo administrativo en la sede principal y en la operadora.
- Dirección técnica: Responde por el desarrollo técnico y seguro de las labores mineras y aquellas relacionadas con las obligaciones adquiridas y referidas en el contrato de operación suscrito y junto con la dirección administrativa vela por que las normas de higiene y seguridad social se cumplan.
- Personal operativo mina: Realizan, según la función y el cargo asignado, las labores de exploración-explotación, mantenimiento y logística en la operadora.

Análisis de Involucrados -Mapa de actores

Adicionalmente se realizó un análisis de actores involucrados. En la siguiente tabla se muestran los actores relacionados directa e indirectamente con el proyecto, aquí se contemplan algunas de sus funciones principales, intereses, potencialidades, limitación e implicación dentro del mismo. Para esto se tuvieron en cuenta actores relacionados con la minería en Colombia y la empresa donde se desarrolla el estudio de caso (Ver Anexo 1).

5.3 Marco Geográfico

5.3.1 Boyacá

El lugar en el cual se desarrolla el presente estudio se ubica en el departamento de Boyacá, en el centro oriente del país y es atravesado por la Cordillera Oriental de la región Andina Colombiana, con un área de 23.189 Km². Su posición astronómica está en los 04°39'10'' y los 07°03'17'' de latitud norte y los 71°57'49'' y los 74°41'35'' de longitud oeste. Boyacá ocupa el 2.03% del territorio nacional. Limita al Norte con los departamentos de Santander, Norte de Santander y parte de la República de Venezuela, al Sur con el departamento de Cundinamarca y una parte del departamento del Meta. Por el este, con los departamentos de Arauca y Casanare, por el Oeste limita con los departamentos de Antioquia y Caldas (Gobernación de Boyacá , 2012)

Este departamento está conformado por 123 municipios los cuales están organizados en 13 provincias (Gobernación de Boyacá, 2008). La Provincia de Occidente, es el lugar donde se encuentra la empresa minera.

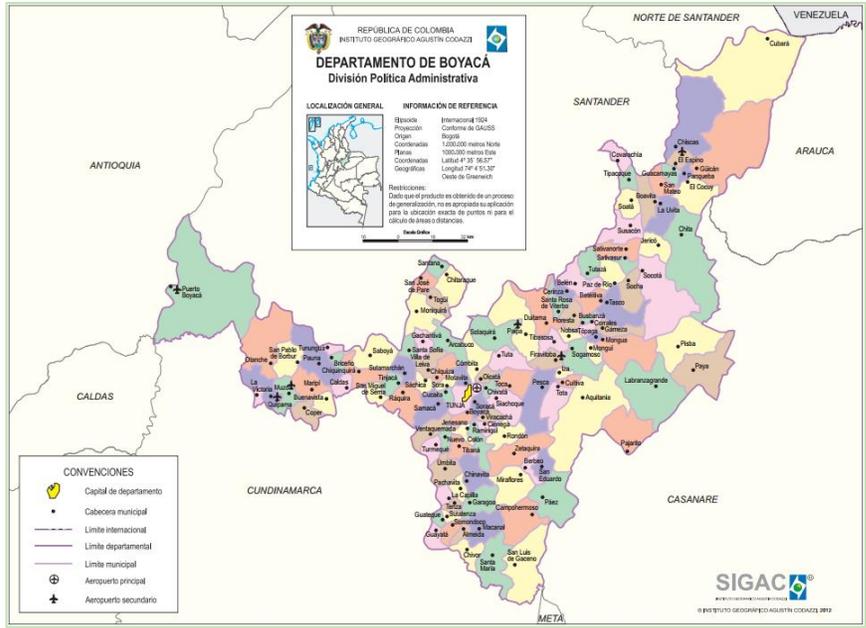


Figura 3. Ubicación del departamento de Boyacá con sus límites y municipios

Fuente: (Gobernación de Boyacá, 2012)



Figura 4. División provincial del departamento de Boyacá.

Fuente: (Gobernación de Boyacá, 2008)

5.3.2 Área de estudio

La provincia de Occidente está conformada por los municipios Briceño, Buenavista, Caldas, Chiquinquirá, Coper, La Victoria, Maripí, Muzo, Otanche, Pauna, Puerto Boyacá, Quipama, Saboyá, San miguel de Sema, San pablo de Borbur y Tununguá (Gobernación de Boyacá , 2012).

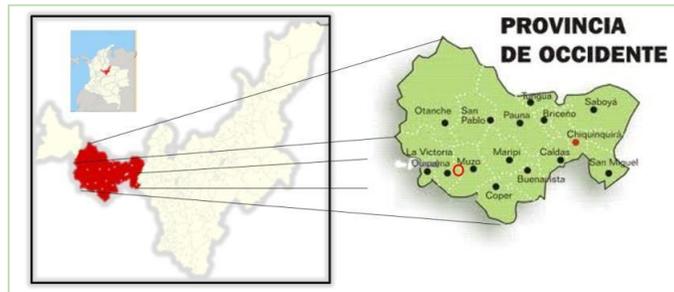


Figura 5. Localización Provincia de Occidente-Boyacá.

Fuente: (Gobernación de Boyacá, 2008)

La empresa objeto de estudio, se localiza en la provincia del occidente de Boyacá entre los municipios Muzo y Quipama, sobre el cinturón Esmeraldífero occidental en el distrito minero Muzo (figura 5). Este cinturón tiene elevaciones entre 850 y 1020 metros sobre el nivel del mar y presenta una dirección N20°E (Ingeominas, 2004).

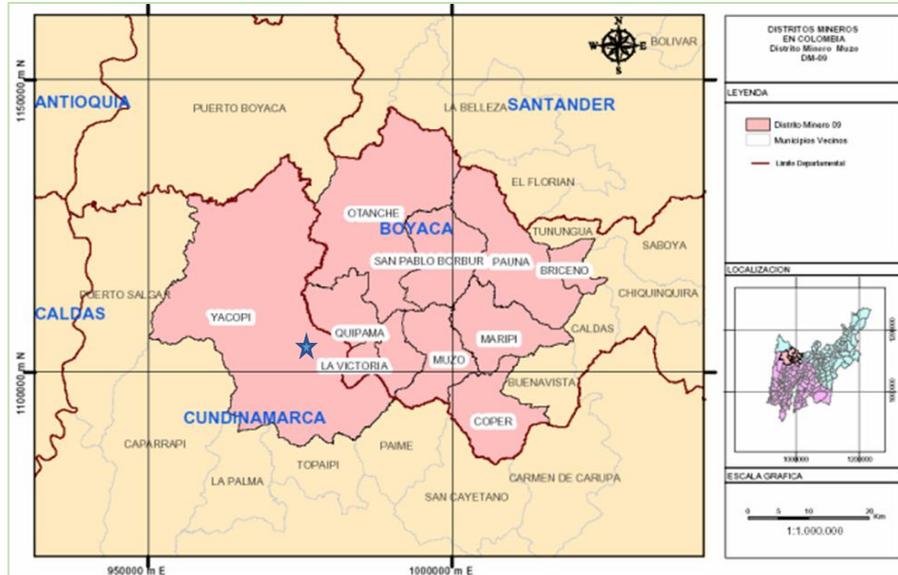


Figura 6. Distrito minero Muzo.

Fuente: (UPME, 2004)

6. Marco referencial

6.1 Marco Conceptual

6.1.1 Estrategia Corporativa

Según Kenneth Andrews (1980) la estrategia corporativa es el conjunto de objetivos, propósitos o metas y las políticas y planes esenciales para alcanzar las metas. Bajo este concepto es posible determinar el tipo de negocio en el que la empresa está o quiere estar y permite determinar la clase de empresa que es o quiere ser. Mediante la estrategia corporativa la empresa puede desarrollarse y lograr mejores resultados que si no contara con esta, así mismo este autor resalta que la empresa debe concentrarse en un negocio específico y enfocarse en generar ventajas competitivas (Rivera, 2009).

Por otro lado, Michael Porter (1987), establece que la estrategia corporativa concierne dos interrogantes diferentes, el primero es en que negocios la organización debería estar y el segundo es el cómo la oficina corporativa debería manejar la serie de unidades de negocio. A partir de estas dos definiciones Collis & Montgomery (2007), dan una perspectiva más inclusiva al término y establecen que la estrategia corporativa es la forma en la que la compañía crea valor a través de la configuración y coordinación de sus actividades multimercado (Collis & Montgomery, 2007).

El desarrollo de una buena estrategia se considera como un factor diferenciador de éxito. La estrategia consiste en seleccionar el conjunto de actividades en las que una empresa se destacará para establecer una diferencia sostenible en el mercado. La diferenciación surge de las actividades que se elijan y de cómo se lleven a cabo. Estrategia es una búsqueda deliberada de un plan de acción que cree y desarrolle una ventaja competitiva de la empresa. Para cualquier empresa, la búsqueda de la estrategia es un proceso iterativo que comienza con el reconocimiento de donde está y que tiene ahora. Las diferencias entre la empresa y sus competidores son el fundamento de su ventaja (Martínez & Milla, 2005).

6.1.2 Plan estratégico

El plan estratégico sintetiza el conjunto de análisis, decisiones y acciones que una organización lleva a cabo para crear y mantener ventajas comparativas sostenibles a lo largo del tiempo. Un plan estratégico es un documento que sintetiza a nivel económico financiero y organizativo, así como el posicionamiento actual y futuro de la empresa. Cuando se habla de plan estratégico se distinguen tres niveles debido a que el plan estratégico debe revisar todas las áreas de la empresa. Marcar la estrategia en función del posicionamiento actual y del deseado. En la

elaboración del plan estratégico se distinguen las siguientes tres etapas fundamentales (Martínez & Milla, 2005).

El análisis estratégico, que es considerado como el punto inicial del proceso. Consiste en el trabajo previo que debe ser realizado con el fin de formular e implantar eficazmente las estrategias. Para ello es necesario, realizar un análisis externo e interno. Posteriormente la formulación estratégica, donde se establece que tipo de estrategia requiere la empresa de acuerdo con los resultados del diagnóstico. Para esto hay tres tipologías de estrategia, la estrategia corporativa, la estrategia competitiva y la estrategia operativa. El tercer nivel del plan estratégico es la implantación estratégica, que se caracteriza por los controles estratégicos y los diseños organizativos pertinentes para la aplicación de la estrategia (Martínez & Milla, 2005).

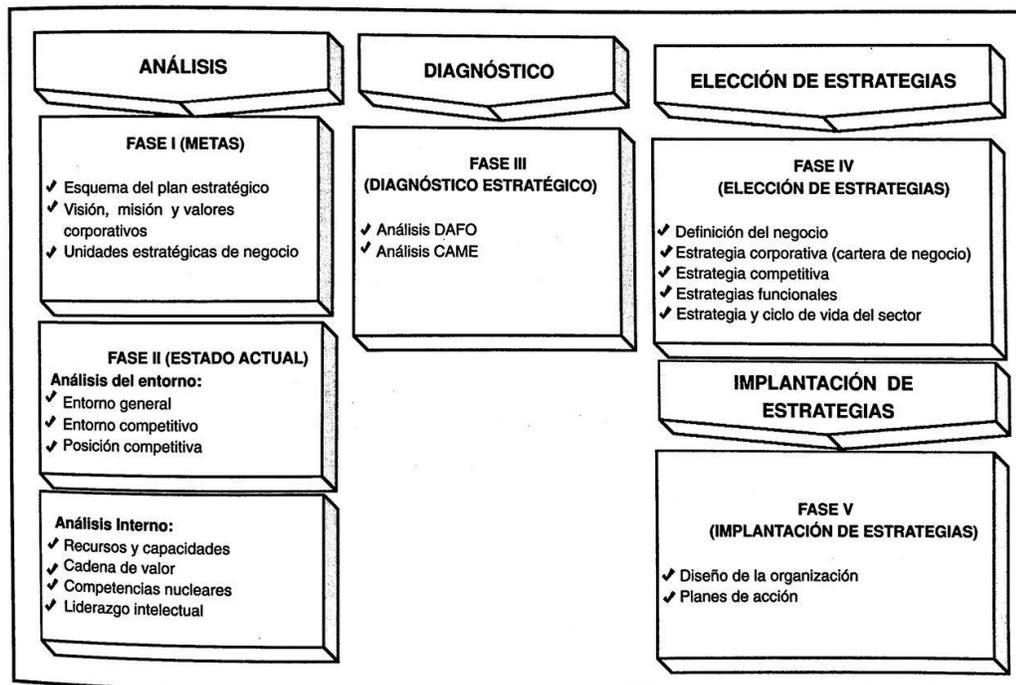


Figura 7. Esquema detallado de las fases del plan estratégico

Fuente: (Martínez & Milla, 2005)

6.1.3 Estrategia Ambiental Corporativa

La estrategia ambiental corporativa, hace referencia al conjunto de acciones encaminadas al control de riesgos significativos mediante el manejo de los impactos operacionales y el aprovechamiento de las oportunidades de mercado relacionadas con consideraciones ambientales, teniendo como marco conceptual la necesidad de las empresas de entregar valor financiero a sus accionistas. En este contexto, las tendencias ambientales son percibidas como una cuestión de mercado y del negocio, en vez de un reto por resolver dichas problemáticas ambientales. En otras palabras, los asuntos ambientales pueden llevar a las organizaciones a desarrollar estrategias y ventajas competitivas que finalmente ayudaran al posicionamiento de la misma. Los beneficios de implementar en la organización una estrategia ambiental corporativa van desde la minimización de los impactos, hasta el uso eficiente de los recursos en los procesos, lo que repercute en una reducción en los costos de operación y en consecuencia genera una ventaja competitiva frente a aquellas empresas que se mantienen apartadas y no definen este tipo de estrategias (Herrera & Van Hoof, 2007).

6.1.4 Gestión Ambiental

Es el proceso objetivo que permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un proceso en el que se obtiene un producto, cuantificando tanto el uso de materia y energía como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental (Camargo & Chiappetta, 2017).

6.1.5 Impacto Ambiental

Según el decreto 2041 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, este término hace referencia a cualquier alteración producida en el componente biótico, abiótico o socioeconómico, que sea favorable o desfavorable, total o parcial y que es atribuido al desarrollo de una actividad, proyecto, obra u operación.

6.1.6 Análisis de Ciclo de Vida

Es una metodología para la definición de estrategias empresariales a partir de la interpretar el desempeño ambiental de una unidad analizada en forma sistémica, tomando todos los impactos ambientales durante todo el CV (desde la cuna hasta la tumba) del producto y su posterior identificación de acciones de mejora (Van Hoof, 2008).

6.1.7 Minería

Es la exploración selectiva de minerales y otros materiales obtenidos de la corteza terrestre (excepto materiales orgánicos de formación reciente). Estos depósitos han estado allí por millones de años, comportándose como un depósito natural dentro de los ciclos biogeoquímicos de cada elemento en particular (Olivero, 2014). Esta actividad, en un principio se basaba en desenterrar rocas. A medida que se vaciaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más profundas, lo que constituye la hoy minería subterránea (Lavandaio, 2008).

6.1.8 Joyería Responsable

El Consejo de Joyería Responsable (RJC por sus siglas en inglés), es una organización internacional sin ánimo de lucro que promueve prácticas sociales y ambientales que sean

responsables, éticas y con respeto por los derechos humanos, a lo largo de toda la cadena de suministro de minerales y gemas preciosas empleados en la joyería, desde la extracción hasta su comercialización.

En este sentido, esta organización fomenta la por medio de la aplicación del Código de Prácticas la ética comercial, los derechos humanos y desempeño social, el desempeño ambiental promoviendo el uso eficiente de los recursos y de la energía, protegiendo la biodiversidad, reduciendo y evitando la contaminación; los sistemas de gestión en coherencia con la legislación vigente, las políticas y planificaciones (Responsible Jewellery Council , 2009).

6.1.9 Minería Bien Hecha

La minería bien hecha es aquella que es formal, cumple con la normatividad, es responsable con el ambiente, está alineada con altos estándares técnicos, sociales y de seguridad, genera empleos directos, representa una oportunidad de desarrollo y progreso para las regiones, mantiene una comunicación y diálogo abierto y transparente con las comunidades; genera contraprestaciones y es dinamizadora de la economía local, exige que se paguen impuestos. El Ministerio de Minas y Energía, en conjunto con la Presidencia de la República, puso en marcha la campaña ‘#MineríaBienHecha’ con la cual busca promover y dar a conocer las buenas prácticas mineras y ambientales para combatir la extracción ilícita de minerales, así como impulsar la iniciativa de concientización que prioriza las buenas prácticas mineras, el cuidado del ambiente, el control y vigilancia por parte de las autoridades y la formalización de la vocación minera, entre otros. (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

6.1.10 Esmeralda

La esmeralda es una piedra preciosa de origen sedimentario hidrotermal con nombre químico Ciclo Silicato de Aluminio y Berilio, que debido a procesos tectónicos permitió la formación de pliegues y fallas, lugar donde se encuentra este mineral. Su color característico es verde y este se debe a la presencia de trazas de cromo en el lugar de los yacimientos esmeralderos (GEMSELECT, 2011).

6.1.11 Involucrados

Son aquellos grupos sociales que pueden afectar o ser afectados positiva o negativamente por el logro de los propósitos de una organización o un proyecto. Estos presentan también una distinción entre varios tipos de stakeholders, según sea su influencia directa o indirecta sobre la organización o proyecto (Friedman, 2006).

6.2 Marco Teórico

6.2.1 Planificación estratégica: principales conceptos y teorías

La Planificación Estratégica, es una herramienta de gestión que permite apoyar la toma de decisiones de las organizaciones en torno al que hacer actual y al camino que deben recorrer en el futuro para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno y lograr la mayor eficiencia, eficacia, calidad en los bienes y servicios que se proveen. La planificación estratégica consiste en un ejercicio de formulación y establecimiento de objetivos de carácter prioritario, cuya característica principal es el establecimiento de los cursos de acción o también denominadas estrategias para alcanzar dichos objetivos (Martínez & Milla, 2005)

6.2.2 Análisis de metas estratégicas

La misión, visión y objetivos estratégicos de una empresa forman una jerarquía de metas que se alinean desde amplias declaraciones de intenciones y fundamentos para la ventaja competitiva hasta objetivos específicos estratégicos.

Visión: es el punto de partida para establecer las metas de una organización, esta determina a donde quiere llegar la empresa en el futuro, es decir responde al interrogante de que quiere ser. Este objetivo es lo que inspira a la empresa a cumplir con sus metas a largo plazo. Proporciona una declaración de los valores, aspiraciones y metas de la organización.

Misión: esta debe atender a los interrogantes del porque existe la empresa, en que negocios y cómo los desarrolla. Abarca el propósito de la organización, la base de la competencia y la ventaja competitiva de la misma. Los aspectos pertinentes para el desarrollo de la misión son que debe ser concreta, motivadora y posible.

Objetivos estratégicos:

Estos proporcionan el marco operativo mediante el cual se alcanza la misión de la organización. Es decir, direccionan el proceso mediante el cual la empresa puede alcanzar la misión y la visión. para establecer los objetivos estratégicos se deben tener en cuenta que sean medibles, específicos, realistas y oportunos (Martínez & Milla, 2005).

6.2.3 Análisis PESTEL

Para el establecimiento de la estrategia de una organización es fundamental realizar un análisis de la situación actual del entorno general en el cual se desarrolla la misma. Este análisis aporta el contexto sobre el cual una empresa puede pronosticar y supervisar las tendencias pasadas, presentes o futuras y ayuda a medir el potencial y la situación de un mercado, indicando específicamente el crecimiento o descenso.

El análisis PESTEL o PESTLE (Por sus siglas en inglés) es una útil herramienta para evaluar desde el ámbito Político, Económico, Social, Tecnológico, Legal, y Ecológico el entorno que permea la organización productiva. Esta técnica fue desarrollada por el consultor y profesor universitario Francis Aguilar en los años 60's (Dcosta, 2011). En este sentido, la metodología PESTEL proporciona los elementos para el análisis del entorno general como políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales. Este permite determinar el impacto de los factores externos y que están fuera del control de la empresa pero que pueden afectar o influir sobre el desarrollo de la misma.

Factores políticos:

Los procesos y cambios políticos de una región o un gobierno pueden influir en la economía o en determinado sector productivo. Un ejemplo de esto se evidencia en los impuestos o aranceles establecidos por los gobiernos, lo cual puede provocar cambios en la estructura de generación de ingresos de las organizaciones productivas. Los factores políticos engloban las políticas fiscales que pueden afectar en gran medida el entorno empresarial.

Factores económicos:

el comportamiento de determinados indicadores macroeconómicos puede influir en el sector donde la empresa se desarrolla. La escogencia de dichos indicadores debe obedecer a la relevancia e impacto de estos para la actividad de la organización. Algunos de estos elementos son el PIB, la inflación y costes de materias primas y evolución del ciclo económico (Martínez & Milla, 2005).

Factores sociales:

los factores sociales son los grandes generadores de cambios en la sociedad. La demografía es uno de los elementos principales el cual incluye variables como la edad de la población, cambios en la composición étnica, distribución geográfica de la población, disparidad en el nivel de ingresos entre otros.

Factores tecnológicos:

estos factores generan nuevos productos y servicios, mejoran la forma en la que se producen y se entregan al usuario final. Las innovaciones tecnológicas pueden crear nuevos sectores e incidir sobre los límites de los sectores productivos existentes. Por tal razón es importante considerar algunos de elementos para el análisis de este factor como las innovaciones tecnológicas para la actividad de la organización, incentivos públicos y transferencia de tecnología.

Factores ecológicos:

estos factores incluyen a todos aquellos que influyen o están determinados por el entorno circundante. Este análisis es crucial para las empresas que tienen incidencia sobre el entorno ecológico o que su actividad depende de la explotación de los recursos naturales, como el

turismo, agricultura, minería, etc. Los elementos para considerar en este análisis ambiental son el clima, ubicación geográfica, leyes de protección ambiental, cambio climático, etc.

Factores legales:

en cada país la legislación es muy diferente de otros por lo tanto es fundamental que la empresa realice un análisis legal detallado del marco normativo del entorno en el cual ejerce sus actividades comerciales, a partir de este análisis la empresa traza sus estrategias y procedimientos. Un ejemplo de los elementos a considerar en el análisis de este factor son las leyes del consumidor, estándares de calidad o seguridad, leyes laborales, entre otros.

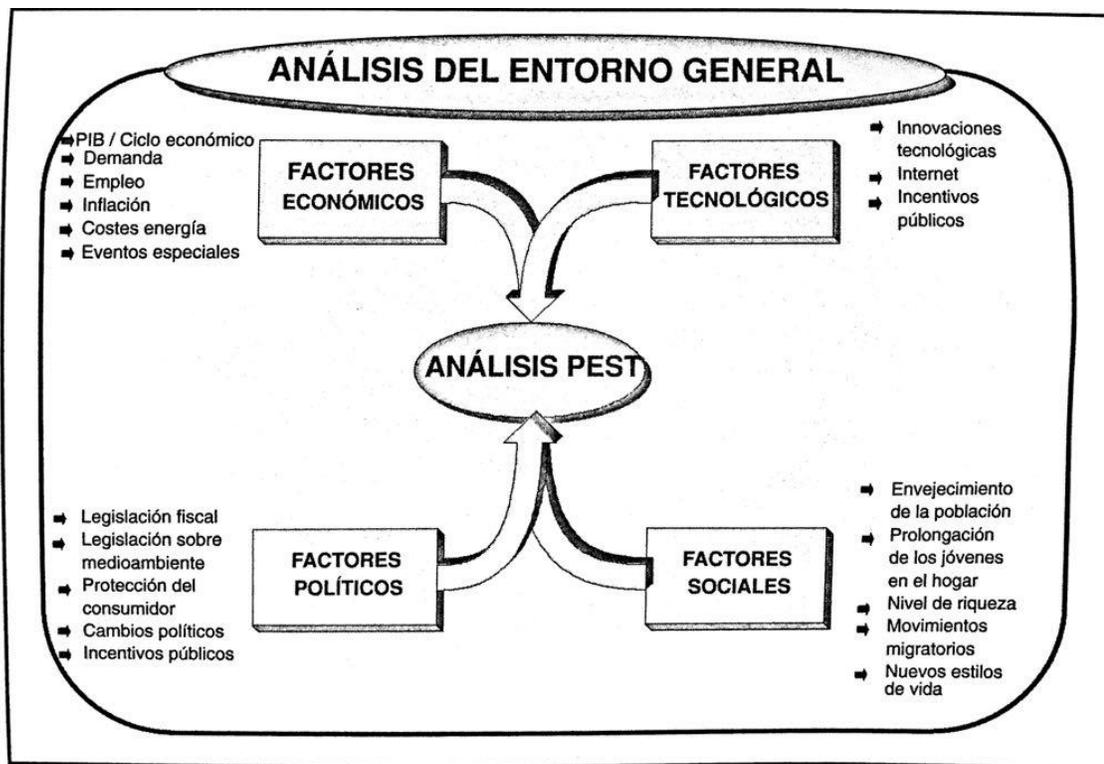


Figura 8. Análisis del entorno general con el modelo PEST

Fuente: tomado de (Martínez & Milla, 2005)

6.2.4 Análisis del entorno competitivo -Cinco Fuerzas

El modelo de análisis estratégico interno fue planteado por Michael Porter mediante las cinco fuerzas de la competitividad. Este es un modelo estratégico que permite analizar el nivel de competitividad de la organización productiva y apoya los procesos de diagnóstico para la formulación de estrategias, tanto para potencializar fortalezas y obtener mejores oportunidades en el mercado o también para realizar acciones sobre las amenazas identificadas en la organización. De esta manera, las fuerzas con mayor impacto rigen la rentabilidad no solo de la empresa sino de todo un sector y conforman los elementos más importantes en la constitución de la estrategia (Porter, 2007).

A continuación, se exponen las cinco fuerzas con sus respectivos elementos de análisis para el entorno empresarial.

- Amenaza de nuevos entrantes: hace referencia a la posibilidad de que los beneficios de las empresas establecidas en un sector puedan reducirse debido a la entrada en el mercado de nuevos competidores, lo cual ejerce presión sobre los precios, costos y la tasa de inversión necesaria para competir. El potencial de afectación de esta amenaza depende de las barreras de entrada existentes.

Las barreras de entrada son los mismos beneficios o ventajas que tienen los actores establecidos en comparación con los nuevos entrantes. Estas se pueden agrupar en siete fuentes: economías de escala, diferenciación del producto, requisitos de capital, costes de cambio por cambio del proveedor, acceso a los canales de distribución, ventajas en costes independientemente del tamaño y políticas gubernamentales restrictivas (Porter, Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia, 2007).

- Poder de negociación de los clientes: los clientes amenazan a un sector forzando la baja de precios y demandando mayores niveles de calidad y amplios portafolios de servicios, esto impulsa la rivalidad entre los competidores del sector y reduce su rentabilidad. El poder de negociación de los clientes depende de la situación del mercado y de la importancia de sus compras frente a todo el negocio. Este poder está determinado por condiciones como la concentración de los clientes, los productos del sector son estandarizados o no se diferencian, los clientes tienen pocos costes de cambio, amenaza de integración hacia atrás y la calidad del producto del cliente.

- Poder de negociación de los proveedores: los proveedores poderosos tienen influencia considerable en un sector, ya que capturan una mayor parte del valor para sí mismos aumentando los precios, restringiendo la calidad o los servicios, aumentando los tiempos de entrega, o transfiriendo los costos a los participantes del sector. Un grupo de proveedores tiene poder cuando se dan condiciones como diferenciación del producto, amenaza de los proveedores de integración hacia adelante, grupo de proveedores concentrado e importancia del producto.

- Productos sustitutos: Un producto o servicio sustituto cumple la misma función o una similar que el producto de un sector mediante varias formas, las amenazas de los productos sustitutos disminuyen la rentabilidad del sector ya que limitan el beneficio potencial de un sector al establecer un tope en los precios. La amenaza de un producto sustituto es alta si ofrece una atractiva compensación en el precio y desempeño respecto del producto del sector y el costo para el comprador por cambiar al sustituto es bajo.

- Rivalidad entre competidores: la rivalidad entre los competidores existentes incluye disminución de precios, lanzamientos de nuevos productos, campañas publicitarias y

mejoramiento del servicio. Un alto grado de rivalidad segrega la rentabilidad del sector mediante la reducción de utilidades, lo cual depende de la intensidad con la cual las empresas compiten y de la base sobre la cual compiten. La rivalidad entre competidores es alta cuando existe un gran número de competidores de tamaño similar, producto similar o baja diferenciación, competencia desleal, existencia de barreras de salida, los rivales están altamente comprometidos con el negocio y aspiran a ser líderes, el crecimiento del sector es lento y los costos fijos son altos y los costos marginales son bajos (Porter, Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia, 2007).

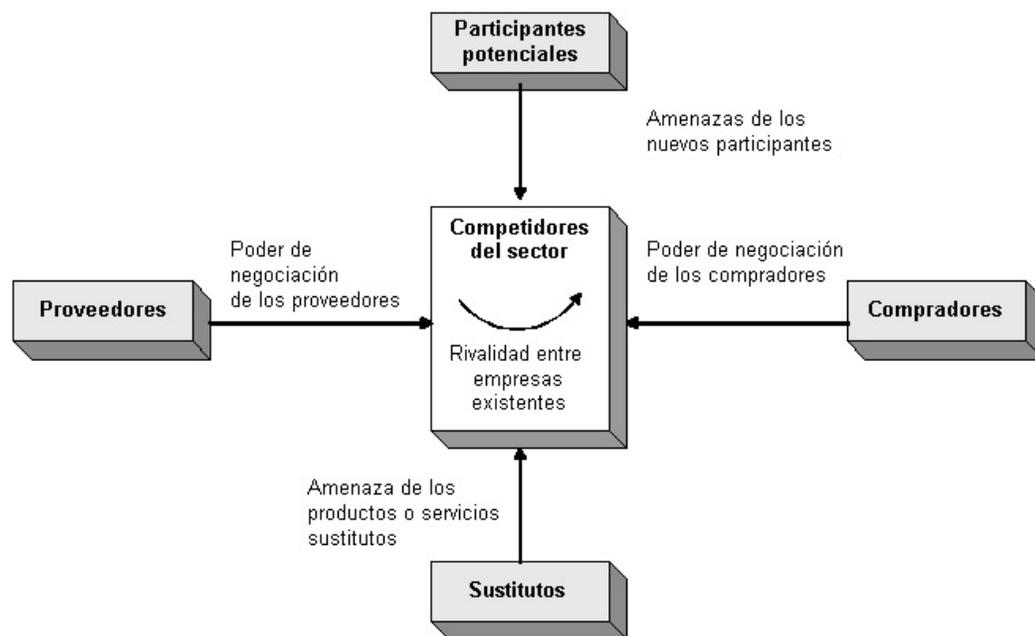


Figura 9. Modelo de las cinco fuerzas de la competitividad

Fuente: (Porter, 2007)

6.2.5 Cadena de valor

El análisis de la cadena de valor propuesta por Porter (1987) considera a la empresa como una sucesión de actividades que van añadiendo valor al producto o servicio que la compañía va generando y que finalmente su cliente consumidor o empresa le comprara. Este método es útil para entender las fortalezas constructoras de ventajas competitivas o competencias nucleares.

En términos competitivos, el valor es la cantidad que los compradores están dispuestos a pagar por lo que la empresa les proporciona. El valor se mide por los ingresos totales, que reflejan el precio de los pedidos de productos de la empresa y de la cantidad que vende. Una empresa es rentable mientras el valor que recibe excede los costes totales involucrados en la creación de su propio producto o servicio.

De acuerdo con Porter, hay dos categorías de actividades. Estas son las actividades primarias que incluyen logística de entrada, producción, logística de salida, marketing y ventas y servicios que contribuyen a la creación física de producto o servicio, su venta y transferencia a los compradores y sus servicios posventa. En segundo lugar, están las actividades de apoyo como compras, desarrollo tecnológico, gestión de recursos humanos e infraestructuras de las empresas que añaden valor por si solos o añaden valor a través de importantes relaciones tanto con actividades primarias como con otras de apoyo (Martínez & Milla, 2005).

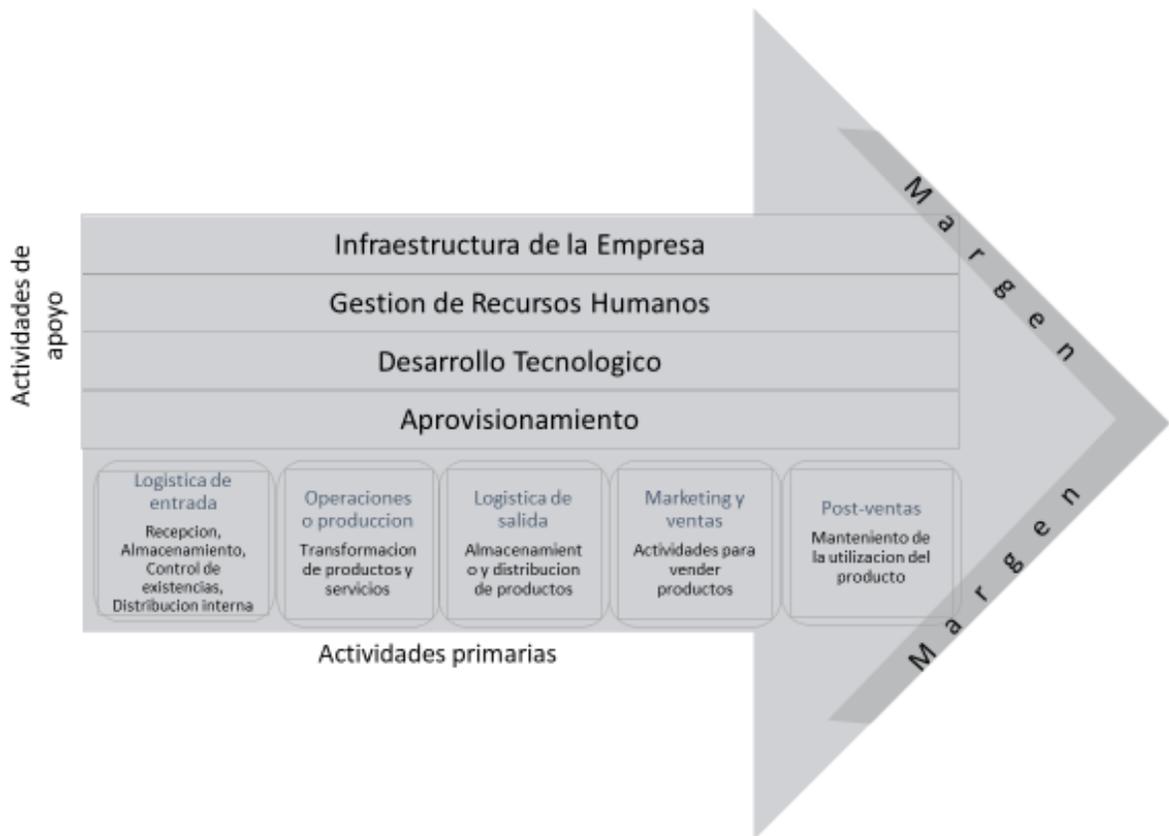


Figura 10. La cadena de valor

Fuente: (Michael Porter, 1987)

6.2.6 Método DAFO

El análisis DAFO es una herramienta de análisis estratégico de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. DAFO es una metodología que sintetiza los aspectos principales del análisis externo del entorno empresarial y la capacidad estratégica de una organización (análisis del entorno interno). Este es aplicable a diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, línea de productos, empresa o unidad estratégica de negocio.

Este enfoque consta de dos perspectivas, la primera es la perspectiva interna que engloba las fortalezas y las debilidades de la organización y sobre los cuales la empresa puede ejercer

algún tipo de control. La segunda es la perspectiva externa, la cual recoge las oportunidades y las amenazas del mercado para el sector en el cual se desarrolla la organización; sobre estas la organización no puede ejercer ningún control.

El objetivo principal del análisis DAFO es transformar las debilidades en fortalezas y las amenazas en oportunidades. Para este, se deben considerar algunos elementos. Primero se debe analizar el entorno externo (general y competitivo) y el análisis interno de la organización. Seguidamente, los resultados del análisis se deben sintetizar en una matriz que contiene los cuatro elementos del análisis DAFO.

6.2.7 Análisis de Ciclo de Vida

6.2.7.1 ACV como herramienta de gestión ambiental: ISO 14040

El ACV contempla aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales, a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, utilización, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final, eso quiere decir que en términos generales es de la cuna hasta la tumba, o hasta el alcance de que determinado estudio presente, por ejemplo puede ser desde la producción de un producto o servicio hasta el consumidor, esto quiere decir de la cuna hasta la puerta (Van Hoof, 2008).

De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa ISO 14040: 2007 un estudio de ACV se puede dividir en cuatro fases: Definición de objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, evaluación del impacto e interpretación (ISO 14040, 2007). Tal y como ilustra la figura 2 estas cuatro fases no son secuenciales. El ACV es una técnica iterativa que permite ir incrementando el nivel de detalle en sucesivas interacciones (NTC ISO 14040, 2007).

Las Guías internacionales que contemplan el ACV, con cada una de sus etapas son la ISO 14040 Análisis de ciclo de vida-principios y metodología y la ISO 14044 Requisitos para llevar a cabo el ACV.

6.2.7.2 ACV como herramienta de análisis de impactos operacionales

Para la identificación de los impactos operacionales por medio del método ACV se siguieron los lineamientos de la NTC ISO 14040 sobre ACV en la cual se consideran cuatro etapas:

- *Definición del Objetivo y Alcance*

Objetivo

El objetivo de un estudio de ACV debe ser preciso sin ambigüedad. Según la ISO 14040 el objetivo debe tener en cuenta:

Alcance

Según la NTC ISO 14040: 2007, expresa que “El alcance debería estar suficientemente bien definido para asegurar que la amplitud, profundidad y el nivel del estudio sean compatibles y suficientes para alcanzar el objetivo establecido”. Por lo tanto, debe estar en congruencia con los estudios realizados y el objetivo establecido, y en caso de que se realicen modificaciones deben estar justificadas. El alcance incluye el sistema del producto a estudiar, las funciones del sistema del producto o funciones de los sistemas en el caso de realizarse estudios comparativos y

la unidad funcional, la cual debe ser claramente definida y medible, se define a partir de las funciones que cumple el producto (NTC-ISO 14040, 2007; Van Hoof, 2008).

- *Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (AICV)*

Según la NTC-ISO14040:2007, el ICV es la recopilación de datos que se obtienen en las 6 etapas que componen el CV: Adquisición de materias primas, fabricación y procesado, transporte y distribución, uso/reúso/mantenimiento, reciclado y gestión de residuos, así mismo se debe considerar algunos factores como son las entradas de energía y materia prima, y las salidas (emisiones ambientales de gases, líquidos y desechos sólidos), por lo que se requiere un gran volumen de datos, estos se pueden obtener de distintas maneras, ya sea una fuente directa con la empresa de producción, del gobierno, bases de datos comerciales o publicaciones científicas. La calidad del ICV depende en gran medida de las tecnologías utilizadas, las condiciones regionales y el alcance de la información, por lo que la falta de datos adecuados de ICV continúa siendo un obstáculo en la realización de ACV. (Du & Karoumi, 2014).

- *Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV)*

La fase de EICV de un ACV evalúa los impactos ambientales potenciales por la utilización de recursos y emisiones durante la fase de ICV, esto se realiza en diferentes fases: Categorización, caracterización, normalización y ponderación, de los posibles causantes de impactos (Díaz, 2014) (Díaz, 2014; NTC-ISO 14040, 2007).

Aunque se puede obtener algunas conclusiones directamente del ICV, se requiere una evaluación del impacto para realizar las aseveraciones de dichos datos obtenidos en el ICV, ya que el equilibrio entre las entradas y salidas del sistema debe ser un hecho (Thiebault, 2010).

- *Interpretación del Ciclo de Vida*

La interpretación es la fase de un ACV en la que se combinan los resultados de AICV con los de la EICV, para obtener las conclusiones del estudio; en ocasiones la interpretación puede implicar un proceso repetido de revisión y actualización del alcance, de igual manera la naturaleza y calidad de los datos recopilados para que sean coherentes con el objetivo y el alcance. Puede ir asociado con las herramientas de prevención de la contaminación industrial, tales como minimización de residuos, o rediseño de productos (Romero, 2008).

6.2.7.3 ACV como herramienta de evaluación de impactos en la minería

La minería como actividad extractiva de recursos naturales genera impactos al ambiente, estos pueden ser evaluados con diferentes metodologías dependiendo de las necesidades de cada organización o proyecto. Sin embargo, las herramientas con un enfoque de ciclo de vida han adquirido mayor importancia debido a que no se limita a evaluar el impacto puntual generado, sino que contempla otras dimensiones del ciclo de vida del producto. En este contexto, a pesar de la creciente implementación del ACV para la ingeniería en la evaluación de los sistemas y productos de esta, aún es muy limitada en la industria minera, puede ser debido a la falta de un pensamiento de ciclo de vida en la industria o quizás por lo puntos débiles que ACV representa para un estudio, ya que se discute su aplicación actual, por temas de subjetividad y complejidad, (Hernández & Rieznik, 2005). Sin embargo, los autores recomiendan que se sigan realizando investigaciones con enfoque de ACV en la minería, ya que con los datos que se obtienen al emplear esta herramienta, se puede tener una base más clara acerca de los impactos y mejoras de esta actividad, de esta manera se lograría alcanzar fortalecimientos de la ingeniería en la industria minera (Adepedjou & Awuah, 2010)

Entre tanto el ACV en la minería, principalmente se enfoca al rediseño de productos bajo el criterio de que los recursos energéticos y materias primas son limitados, y que normalmente, se utilizan más rápido de lo que se reemplazan o de lo que surgen nuevas alternativas. El ACV plantea manejar los residuos en una forma sustentable desde el punto de vista ambiental, minimizando todos los impactos asociados con el sistema de manejo (Mancini, Recchioni, Pennington, & Sala, 2014).

Por último, en el ACV de la minería también hay retos en el uso de una terminología normalizada en la evaluación del impacto para definir la entrada de recursos minerales (Drielsma, Drnek, RusselL, & Weihed, 2016).

6.2.7.4 ACV *En sector esmeralda*

El ACV en el sector esmeralda es un tema que no ha sido abordado por las compañías mineras o entidades competentes hasta el momento. Sin embargo, a partir de la ausencia de este tipo de estudios se desarrolló una investigación estudio de caso para una empresa minera titulado Análisis de Ciclo de Vida en la Explotación de Esmeralda en el Distrito Minero Muzo en el Occidente de Boyacá-Estudio de Caso para una Empresa Minera. El objetivo del estudio fue evaluar los impactos ambientales generados en la explotación de la empresa de esmeraldas ubicada en el distrito minero Muzo en el cinturón esmeraldífero del occidente de Boyacá. A partir de este estudio se determinaron los puntos críticos de esta actividad minera, específicamente para la etapa de explotación. Con base en los resultados del estudio se pretende que otros investigadores formulen propuestas o estrategias desde la gestión ambiental para mejorar el desempeño ambiental en la empresa de esmeraldas caso de estudio.

Para este se siguió el método de ACV NTC ISO 14040, la unidad funcional para este estudio fue un metro de avance en mina con las características geológicas del cinturón esmeraldífero occidental, el cual está asociado a formaciones específicas del Cretáceo Inferior. El yacimiento de la empresa pertenece a la Formación Muzo que cuenta con tres unidades litológicas, estas son Lutitas arcillosas o arcillolitas, Lutitas carbonosas y Lutitas carbonosas calcáreas.

La explotación de esmeraldas a diferencia de la minería de carbón u oro presenta altos niveles de incertidumbre debido a que los estudios para determinar la localización de los depósitos no son precisos. Por lo anterior, un metro de avance en mina es la unidad que permite establecer las relaciones entre el balance de masas y energía con menor grado de incertidumbre para esta actividad minera.

De igual manera se trató información del año 2016 ya que es el último registro de información del que se dispuso, esto se debe a que los registros más recientes no están completos y en los años anteriores al 2016 la empresa se encontraba realizando actividades de montaje y constitución legal.

Para la delimitación de este sistema, se contempló la etapa de obtención de materias primas, así como la etapa de explotación de la esmeralda, el cuál abarca procesos unitarios como: el sostenimiento de túneles, voladura de roca, lavado de estériles, instalación del sistema de ventilación e iluminación.

Por otro lado, se resalta que los datos para el desarrollo del ICV se recopilaron por medio de visitas técnicas a la empresa en los formatos establecidos por Mary Ann Curran, 2012 y que, dentro de las principales limitaciones encontradas para este estudio, estuvo la obtención de la

información y su verificación, puesto que la misma está sujeta al conocimiento de los empresarios, administradores de la mina y a los registros que lleva la empresa.

6.2.8 Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral

El cuadro de mando integral es una matriz de medición del rendimiento diseñado para determinar métricas financieras y no financieras que vinculan los factores críticos de éxito de una organización en relaciones de causa y efecto a la estrategia organizacional. Esta herramienta es ampliamente utilizada en negocios, gobierno, organizaciones sin ánimo de lucro, mediante esta se pueden evaluar las actividades para garantizar que una organización cumpla con su visión y estrategia con indicadores estrechamente alineados con la capacidad de la organización. Las métricas que se incluyen en esta herramienta son la satisfacción de clientes, procesos de calidad y producción, productividad, eficiencia, y empleados satisfechos (Houck, Speaker, & Fleming, 2012).

El cuadro de mando integral fue desarrollado por Robert Kaplan y David Norton de la Universidad de Harvard en la década de 1990. Cuando este es diseñado correctamente, el cuadro de mando integral también debería ayudar a los gerentes a equilibrar presiones de rendimiento a corto plazo contra objetivos a más largo plazo alineado con la misión, la visión y los valores centrales para lograr la estrategia general de la organización (Houck, Speaker, & Fleming, 2012) (Martínez & Milla, 2005).

Los principales problemas a los que atiende el BSC o CMI van desde el determinante del valor de las compañías que se basa cada vez más en los activos intangibles frente a los tangibles;

estrategias no implementadas, comunicación efectiva en todos los niveles de la organización, visión a corto plazo y excesiva concentración en indicadores financieros (Martínez & Milla, 2005).

Por lo tanto, un cuadro de mando integral o BSC es la herramienta que permite describir y comunicar una estrategia de forma coherente y clara. No se puede aplicar una estrategia que no se puede describir. Para esto, el CMI presenta una metodología que enlaza la estrategia de la empresa y la acción, es decir según Kaplan y Norton el objetivo fundamental del CMI es convertir la estrategia de una organización en acción y resultados a través de alineación de los objetivos desde las perspectivas financiera, procesos, clientes y capacidades estratégicas (Martínez & Milla, 2005).

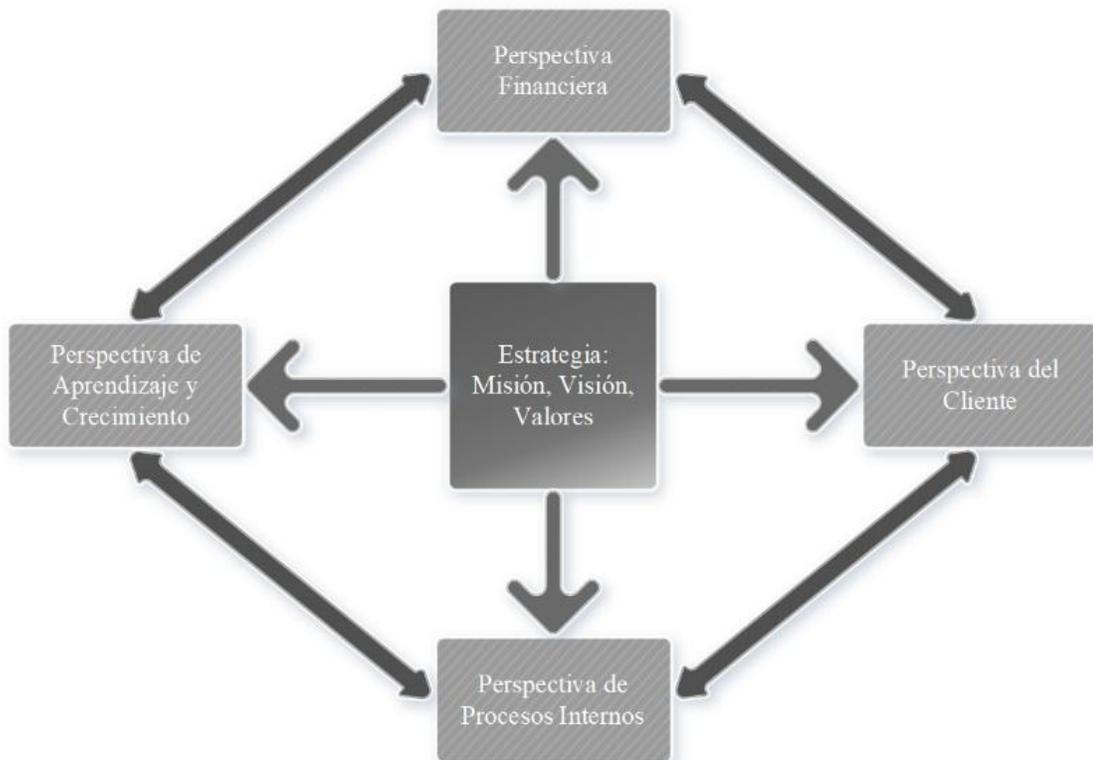


Figura 11. Perspectivas del BSC o CMI

Fuente: tomado y adaptado de (Houck, Speaker, & Fleming, 2012)

Como se evidencia en la figura anterior el CMI evalúa las cuatro perspectivas de la organización como rendimiento financiero, la perspectiva del cliente, los procesos internos y la perspectiva de aprendizaje y crecimiento, con múltiples medidas en cada uno. Estas medidas deben ser evaluadas a la luz de los objetivos establecidos (Houck, Speaker, & Fleming, 2012).

6.2.9 Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad

El cuadro de mando integral de la sostenibilidad o Sustainability Balanced Scorecard (SBSC), es una adaptación del BSC o CMI para abordar la gestión de la sostenibilidad. Este integra el problema de las contribuciones ambientales corporativas a la sostenibilidad. Es fundamental que las organizaciones contribuyan al desarrollo sostenible, por tanto, el desempeño corporativo debe atender a la mejora continua en las tres dimensiones de la sostenibilidad, económica, ambiental y social (Figge, Hahn, & Schaltegger, 2002).

La gestión de la sostenibilidad basada en el valor requiere del enfoque sistémico, por medio de esta se deben identificar y aprovechar las oportunidades de mejora de manera simultánea en las tres dimensiones para lograr cambios significativos para la sostenibilidad. En este sentido el SBSC es una herramienta que facilita la identificación y gestión de los aspectos ambientales y sociales que contribuyen a los objetivos comerciales y financieros de la organización. Como resultado se mejora el desempeño de la empresa no solo en términos económicos, sino que también ecológicos y sociales.

Cabe mencionar que la gestión de la sostenibilidad basada en el valor asegura la incorporación de las tres dimensiones de la sostenibilidad, ya que permite considerar aspectos

sociales y ambientales que por lo general no pueden ser monetizados. Por otro lado, la base conceptual del BSC propone un enfoque abierto, razón por la cual este puede apoyar la implementación de cualquier tipo de estrategias en organizaciones que se encuentran en la búsqueda de la sostenibilidad y la integración de factores de éxito claves como los aspectos ambientales y sociales (Figge, Hahn, & Schaltegger, 2002).

6.2.10 Estrategias Genéricas

El autor Michael Porter definió tres estrategias genéricas que una empresa puede utilizar para hacer frente a las cinco fuerzas y conseguir una ventaja competitiva. Cada una de estas tiene el potencial de permitir a una empresa superar los resultados de sus rivales dentro del mismo sector.

Estrategia de liderazgo en costes: está basada en la creación de una posición de bajo coste en relación con las empresas competidoras. Con esta estrategia, la empresa debe enfocar sus esfuerzos hacia las relaciones de la cadena de valor y buscar la reducción de costes en estas. La posibilidad de competir en precios depende directamente de la eficiencia de costes. Esta es aplicable a sectores donde el producto final es homogéneo, e este modo la empresa que ofrece la empresa que ofrece un producto o servicio similar a los demás, pero con precios más bajos podrá ofrecerlo a un menor precio, lo cual se traduce en una ventaja competitiva. Cabe resaltar que esta ventaja competitiva radica en tener los costes más bajos del sector no los precios más bajos (Porter, 1987).

Estrategia de diferenciación: esta consiste en crear diferencias en la oferta de productos o servicios de la empresa mediante la creación de alguna característica o atributo que es percibido y valorado como único por los consumidores con respecto al sector de la actividad. Estas

diferencias proporcionan una ventaja competitiva frente a las cinco fuerzas competitivas de Porter.

Es decir, la diferenciación ofrece protección frente a los rivales porque la fidelidad de la marca reduce la sensibilidad al precio y el incremento de márgenes. Además, al ofrecer mayores márgenes, reduce el poder de los proveedores y de los consumidores al reducir sus alternativas de compra. Con este tipo de estrategia la empresa gana alta nivel d fidelidad y tiene menos temor al poder de los productos sustitutos (Porter , 1987).

Estrategia de especialización: está basada en un segmento de mercado reducido competitivo dentro de un sector. Es la explotación de un nicho particular del mercado. Tiene dos variantes, una es la especialización por costes en un segmento objetivo y la especialización por diferenciación en un mercado objetivo. Con esta estrategia se busca ofrecer un mejor servicio que los competidores y satisfacer el segmento objetivo, pero a un precio más asequible globalmente. Estas características ofrecen ventajas frente a las fuerzas competitivas (Porter , 1987).

6.2.11 Estrategia Ambiental Corporativa

La estrategia ambiental, es un plan que tiene como finalidad mitigar los impactos ambientales como agotamiento de recursos naturales escasos, generación de residuos, emisiones entre otros, generados por las operaciones y productos de la organización. En este sentido la estrategia ambiental nace de un profundo análisis, formulación e implementación de diferentes medidas de protección ambiental que están encaminados a alcanzar ciertos objetivos relacionados con la rentabilidad. El análisis de la estrategia ambiental corporativa puede

abordarse desde tres perspectivas: el modelo del rendimiento social, el modelo de proceso estratégico y los modelos de gestión ambiental (Carmona & Magán, 2008).

El modelo del rendimiento social establece que la respuesta de la organización frente a asuntos relacionados con el ambiente es de tipo social, ya que se forja bajo concepciones internas de la empresa y no por factores regulatorios y económicos. Así, la estrategia ambiental nace como un análisis de conciencia por parte de la alta dirección de la organización en torno a los problemas ambientales de su entorno que pueden llegar a afectar la empresa directa o indirectamente y la búsqueda de soluciones a estos, para la toma de decisiones e implementación de mejoras a un nivel operativo (Carmona & Magán, 2008).

Por otro lado, el modelo de proceso estratégico se enfoca en el carácter emergente, organizativo y no planificado de la estrategia. Esta se concibe en los niveles medios y bajos de la organización por medio de procesos políticos y de asignación de recursos. En este modelo, la estrategia se mantiene en el tiempo y se orienta hacia las acciones de la organización para el cumplimiento normativo y mecanismos de acción voluntaria para reducir en mayor medida los impactos derivados de las operaciones. Finalmente, los modelos de gestión ambiental, que se dirigen a la mitigación de los impactos ya ocasionados. Estos contemplan un conjunto de disposiciones encaminadas a la optimización de recursos, mitigación de impactos ambientales, reducción de costos y el cumplimiento de los compromisos legales (Carmona & Magán, 2008). Con base en esto, el proceder de una empresa en temas ambientales depende de los factores que influyen en la adopción de medidas de protección ambiental y de los factores que dificultan la ejecución de dichas medidas (Sharma & Aragón, s.f.)

Cabe mencionar que existen diferentes clasificaciones y tipos de estrategia ambiental. Sin embargo, en este contexto se contempla la estrategia ambiental con enfoque proactivo, la cual se basa en la innovación, el diseño y alteración de productos o procesos para la prevención de impactos ambientales (Sharma & Vredenburg, 1998).

Según Sharma, 1998, la actitud proactiva de la organización hacia el ambiente va de la mano con la capacidad de integración de los actores involucrados o también definidos “stakeholders”, los procesos de mejora continua y el aprendizaje de alto nivel. Una estrategia ambiental con enfoque proactivo puede generar ventajas competitivas para la organización mediante un factor diferenciador o la reducción de costos, ya que es capaz de conferir mejoras en la competitividad, el rendimiento, el desarrollo y optimización de procesos y finalmente un aumento en la eficiencia de estos (Sharma & Vredenburg, 1998).

6.2.12 La esmeralda

La esmeralda es piedra más preciosa en el grupo de berilio $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$, su color se debe a que contiene pequeñas trazas de Cromo y/o Vanadio en sustitución de Aluminio en la estructura cristalina. La presencia de Cr y/o V en la estructura de berilo provoca una fluorescencia roja que mejora la luminosidad del color azul-verde. El Berilo puro químicamente es incoloro, por lo tanto, lo que le da el particular color verde a la gema es la sustitución de los átomos de Al por pequeñas (inferiores a 1% de peso) mezclas o trazas de Cr^{3+} o V^{3+} . Cabe mencionar que el berilio, es un elemento escaso en la corteza terrestre. Sin embargo, las mayores concentraciones se encuentran en rocas magmáticas ácidas acumulándose este elemento en las fases magmáticas tardías-pegmatíticas graníticas. Estas rocas constituyen el principal tipo de

yacimiento, que a veces puede llegar a formar cristales de esmeralda grandes con elevado valor económico (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Para que se origine una formación de esmeraldas, se necesita además la presencia de elementos como Silicio, Aluminio, Oxígeno, Berilio y Cromo que están asociados a litologías distintas, lo cual explica la rareza de formación de esmeraldas en la naturaleza. Las esmeraldas colombianas son de origen hidrotermal en vetas de calcita bituminosa. Las esmeraldas son pesadas en quilates (en inglés carate y sus siglas CTS), a continuación, se muestra su equivalencia en el Sistema Internacional de Unidades:

Tabla 1 . *Equivalencia del peso en el SI de la esmeralda*

Q uilate	Gram os	Pun tos
1	0,2 (1/5)	100
5	1	500

Fuente: Elaborado por Autor de acuerdo con entrevista realizada al gerente de la empresa en estudio

6.2.12.1 *Formación de la esmeralda*

La mayoría de los depósitos de esmeraldas del mundo, típicos de berilo, son depósitos pegmatíticos o hidrotermales, estos últimos encajados en rocas metamórficas. Los yacimientos colombianos están encajados en rocas sedimentarias, razón por la cual se diferencia con el resto. Los depósitos de Sudáfrica en las minas de Zambia, Tanzania y Rhodesia, se caracterizan por estar diques pegmatíticos o venas hidrotermales encajados en rocas metamórficas que cambian en su textura y composición mineralógica. (Gravilenko, 2003).

-Los depósitos de esmeralda a nivel mundial

A continuación, se describirán brevemente los principales yacimientos o depósitos de esmeraldas a nivel mundial.

Afganistán

Los principales sucesos de esmeraldas en Afganistán se encuentran en 400 kilómetros cuadrados en el Valle Panjshir. Las inclusiones de estas esmeraldas son altamente salinas, lo cual es una característica similar a las de Colombia, con lo cual se ha establecido que los depósitos de Panjshir, son similares a los de Colombia, es decir que están asociados a fluidos hidrotermales que derivan su alta salinidad provocada por la lixiviación de secuencias evaporíticas (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Australia

Las esmeraldas fueron descubiertas por primera vez en Australia en un yacimiento de estaño en una mina abandonada cerca Emmaville en el norte de Nueva Gales del Sur en 1890. Estas esmeraldas, se produjeron en las venas o vetas de cuarzo. (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Austria

El depósito de la esmeralda está situado en la Formación Habach. Estas piedras, se producen dentro de esquistos de biotita metasomáticos llamadas zonas "de paredes negras" desarrolladas entre estas rocas como resultado de metamorfismo regional con la participación intensa deformación (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Brasil

Estas esmeraldas fueron descubiertas por primera vez en Brasil en 1912 en Salininha; durante los años 1980, Brasil se convirtió en un importante productor de esmeraldas y hacia el final del siglo tuvo una exportación de \$50 millones anuales en esmeraldas. (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Colombia

La industria minera juega y ha representado un papel fundamental en el desarrollo de la economía colombiana. Su creciente importancia se ha dado, en parte, gracias al aumento internacional en los precios de las materias primas, además de una mejora en el entorno para la aplicación y producción de este sector. Este se caracteriza por comprender las actividades de extracción y producción de minerales como la esmeralda. (SIMCO, 2015)

Durante gran parte de la historia registrada Colombia ha producido los más grandes y más altos cristales esmeralda de calidad en el mundo. Se han encontrado más de 200 depósitos de esmeraldas en Colombia entre los cinturones esmeraldíferos occidental y oriental sobre la Cordillera Oriental, el distrito esmeraldero Muzo que comprende las minas de Coscuez, Maripí, Muzo, La Pava, Peñas Blancas, y los depósitos Yacopí está en el flanco occidental de la Cordillera Oriental (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Los depósitos esmeraldíferos del cinturón occidental se encuentran en los distritos mineros de Muzo, Coscuez, Peñas Blancas, La Palma, Yacopí y La Pita. Todos estos distritos presentan características similares en cuanto a la geología, paragénesis y mineralogía (Ingeominas, 2004).

6.2.12.2 *Características de la esmeralda colombiana*

La esmeralda colombiana se destaca por sus características propias de color, pureza, calidad de la talla y peso, razón por la cual cuando estas características son reunidas en una esmeralda su valorización económica aumenta considerablemente:

Color: corresponde al factor más importante, no sólo para esmeraldas sino para cualquier gema incluyendo los diamantes. El berilo se presenta en la naturaleza de diferentes colores, amarillo, rosado, blanco o incoloro, pero el verde esmeralda es el más valioso, ya que pese a existir en la naturaleza otros minerales de color verde intenso, la esmeralda es la única que lo posee en forma cristalina, lo cual explica su rareza y elevado valor. El color de una esmeralda nunca llega a ser muy oscuro, a no ser por la presencia de numerosas inclusiones internas o fisuras. Este no es el caso del rubí o del zafiro, en los que existe un límite de saturación del color, pasando a tonalidades demasiado oscuras y perdiendo su belleza. De esta manera puede decirse que en el caso de la esmeralda cuanto más verde, más valiosa.

Pureza: es un factor relativo para determinar la exclusividad y valor de la piedra, pues una esmeralda de color intenso, pese a tener algún grado de impurezas, puede llegar a ser sumamente valiosa dependiendo de la talla, no así algunos berilos, que, sin tener impurezas ni fisuras, resultan ser mucho más comunes que las esmeraldas tendiendo entonces un menor valor que una esmeralda de pureza inferior. En caso de comparar dos esmeraldas de similares características de color y brillo, indudablemente es más valiosa la que posea un mayor grado de pureza.

Peso: también corresponde a un factor relativo, comparable entre esmeraldas de similares características de color y pureza, la de mayor peso tendrá un valor mayor.

Calidad de la talla: la talla más común para las esmeraldas es la talla en galería o “talla esmeralda”, que se caracteriza por tener caras largas y anchas, lo cual realza el color de la piedra, que como ya se mencionó, es la característica más importante y que le otorga un mayor valor a la gema. La calidad de la talla depende de quien la realiza.

Un tallador profesional debe encontrar el equilibrio entre el peso y las proporciones perfectas, que en conjunto den como resultado un mayor valor para la piedra, pues se generan asimetrías en la forma de la piedra con el fin de aprovechar al máximo el tamaño y peso de ésta. El tallador debe priorizar peso o simetría en la forma. Así mismo, debido a las inclusiones (fisuras naturales), gasas, carbones y presencia de otros minerales e impurezas que son características de la esmeralda, se requiere de realización de tratamientos químicos, estos consisten principalmente en se llenar dichas fisuras o inclusiones con aceites naturales como aceite de cedro o aceites sintéticos para minimizar su impacto visual, posteriormente se hace una limpieza por medio de ultrasonidos, lo cual puede quitar o colorear estos aceites y hacer las fisuras mucho menos visibles (Gravilenko, 2003).

De igual forma las piedras talladas se clasifican según los tratamientos que se le realicen para mejorar sus características y minimizar los daños. En este orden, primero están las piedras sin aceite que son consideradas las más finas, Insignificante o insignificant con pequeñas cantidades de aceite, menor o minor con un poco más de aceite y otros tratamientos y finalmente moderado o moderate que son piedras con daños considerables.

La siguiente imagen muestra las partes básicas de una esmeralda con sus respectivos nombres:

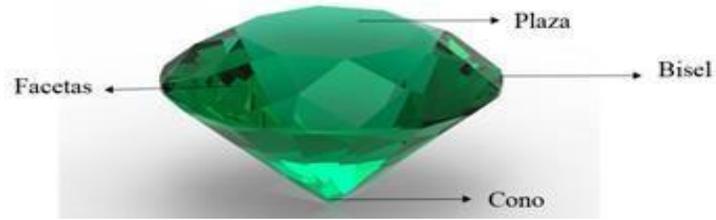


Figura 12. Partes de la esmeralda

Fuente: (Florés & García, 2017)

La forma en que se talla la esmeralda es de vital importancia, ya que con esto se puede valorizar económicamente o no. cabe resaltar que independientemente del tipo de talla el corte de la esmeralda debe ser equilibrado y simétrico con el fin de que produzca más brillo, por lo general se procura que el cono sea de 45 grados. Las formas de tallado de la esmeralda se muestran a continuación:



Figura 13. Formas de tallado de las esmeraldas

Fuente:(Fundación Museo Internacional de la Esmeralda, 2015; (Florés & García, 2017)

De igual forma, en el mercado de las esmeraldas se comercializan otro tipo de piedras, como:

Cabuchón: este un tipo de talla muy común en las esmeraldas y que se caracteriza por tener acabados lisos y redondeados, en ocasiones con algunos ángulos suaves dependiendo de su forma, por lo general se suele emplear en piedras con poca refracción

Canutillo: son formaciones de cristales hexagonales en bruto, que por lo general se suelen comercializar sin ningún tipo talla debido a que gozan de gran belleza.

Trapiche: los trapiches es quizás uno de los tipos de esmeralda menos comunes y de los más exóticos, se caracterizan por estar divididos en 6 partes y algunas veces con presencia de minerales oscuros que acentúan más la división, este tipo de gema siempre es tallada con el estilo del cabuchón.

Murralla o Morralla: esta clase de formación es rica en esmeraldas, cuarzos y otros minerales, es normalmente empleada para hacer pequeñas esculturas talladas de gran valor, que pueden llegar a tardar hasta meses en su elaboración. Sin embargo, también se comercializa en algunos artículos de joyería (Fundación Museo Internacional de la Esmeralda, 2015).

6.2.12.3 *Producción*

Las esmeraldas, son producidas en operaciones relativamente pequeñas y en regiones remotas de países en vía de desarrollo. Hasta el año 2013 Colombia, suministró aproximadamente el 60% de las esmeraldas del mundo. Debido a los descensos en producción se especula que las zonas productivas de esmeraldas en Colombia se están agotando y aunque no hay conceso en el porcentaje de participación en el mercado internacional, este se encuentra alrededor del 40% al

55%. Por su lado, Zambia, específicamente la zona Kafubu, es considerada como actualmente como el primer país productor de la gema, con una producción total anual de 20 millones de dólares, en términos de los valores de exportación declarados oficialmente de esmeralda en bruto. Seguidamente se encuentra Brasil, que actualmente representa aproximadamente el 10% de la producción mundial de esmeraldas y Zimbabue, Pakistán y Madagascar, con un 5 % de la producción mundial para cada uno (Giuliani, Marshall, & Groat, 2008).

Nacional

A pesar de la caída de la producción de esmeraldas, así como la pérdida de primer puesto a nivel mundial en el 2013 (Contraloría general de la República de Colombia, 2013), la formalización minera, junto la implementación de buenas prácticas y del cumplimiento de los más altos estándares, ha generado confianza para los inversionistas y un reconocimiento en los mercados nacionales e internacionales. Por lo anterior, el sector esmeraldero de Colombia atraviesa un buen momento. Para el 2015, la producción cerró con un aumento de 27 % en las exportaciones y según datos entregados por la Agencia Nacional de Minería (ANM) y el Ministerio de Minas y Energía (figura 9 y 10), lo que representó 2.167,11 miles de quilates aumentando en comparación al año 2014 con un total de 1.966.55 quilates. Las esmeraldas llegaron a representar el 14 % de los minerales producidos no metálicos y alrededor del 2,4 % del PIB minero. Así mismo la entidad asegura que de seguir así, el PIB del sector podría llegar a 3%, aumentando el crecimiento del país a 3,5% (FEDESMERALDAS, 2016).



Figura 14. Histórico de producción de quilates esmeraldas para exportaciones del año 2015.

Fuente: Elaborado por autor a partir de datos de producción del SIMCO (Sistema de Información Minero Colombiano-SIMCO, 2015).

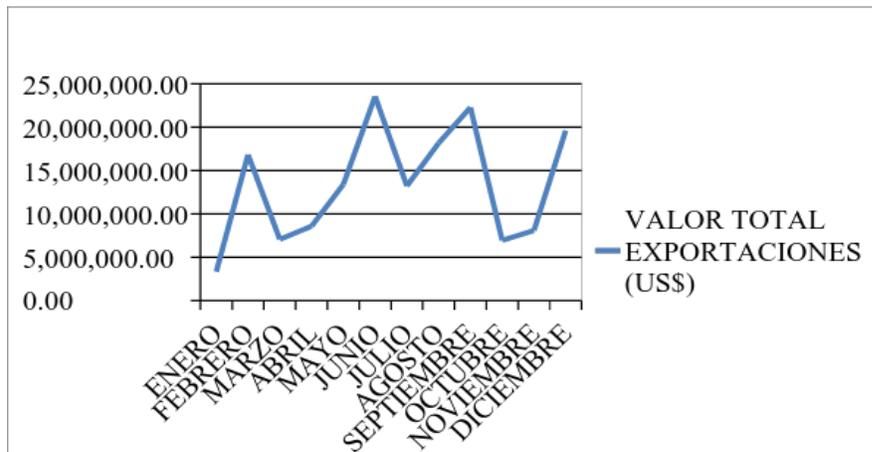


Figura 15. Exportaciones (USD\$) de esmeraldas para el año 2015

Fuente: Elaborado por autor a partir de datos de producción de la Agencia Nacional de Minería.

De acuerdo con las últimas cifras entregadas por el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO) la producción de esmeraldas llegó a en 2015, repuntando un 15 % en

comparación al 2014 donde fue de 1,5 millones a 1,7 millones de quilates en 2015 (Florés & García, 2017).

6.2.12.4 *Cadena de valor*

La cadena productiva de la minería de esmeraldas se puede dividir principalmente en 5 eslabones. La primera de ellas da lugar a la exploración del área de donde se espera extraer los metales y minerales, en donde se hace un estudio detallado del suelo y de los materiales que lo componen. Posteriormente se da paso a la extracción y producción, etapa que comprende la preparación, desarrollo, montaje y explotación del área seleccionada.

Una vez se extraen los minerales del interior del subsuelo se da lugar al lavado para seleccionar y posteriormente clasificarlos según sus características y propiedades. En el momento que se tengan seleccionados y clasificados los diferentes tipos de productos se da paso al transporte de estos, en donde se traslada desde la mina hasta los sitios de terminado y elaboración, allí se lleva a cabo finamente la comercialización. En esta etapa final se distribuyen los esmeraldas para ser talladas o exportadas (SIMCO, 2015).

6.2.12.5 *Mercados nacional e internacional*

Las esmeraldas de Colombia gozan de alto reconocimiento a nivel mundial. El país exporta el 95% de su producción a naciones como Estados Unidos, China, Tailandia, India, Japón, Italia, Alemania, España y Emiratos Árabes Unidos; dominando tradicionalmente una participación del 55% del mercado. Un factor que valoriza las esmeraldas es el lugar de origen, por ejemplo, los comerciantes prefieren las esmeraldas colombianas frente a las esmeraldas de

otras regiones. El precio de las esmeraldas no se transa en bolsa, por lo cual los precios son acordados entre el vendedor y el comprador y cabe recordar que el precio es relativo a las características de la gema.

La oferta y demanda de esmeraldas es una actividad legalizada en el país, se encuentra centralizada en Bogotá y de esta dependen cerca de 100.000 personas entre propietarios de minas, mineros, comerciantes, talladores, comisionistas, joyeros, personal de laboratorios de gemología y tratamiento y las casas comercializadoras internacionales. A continuación, se muestra la cadena de comercialización de la esmeralda en el país:

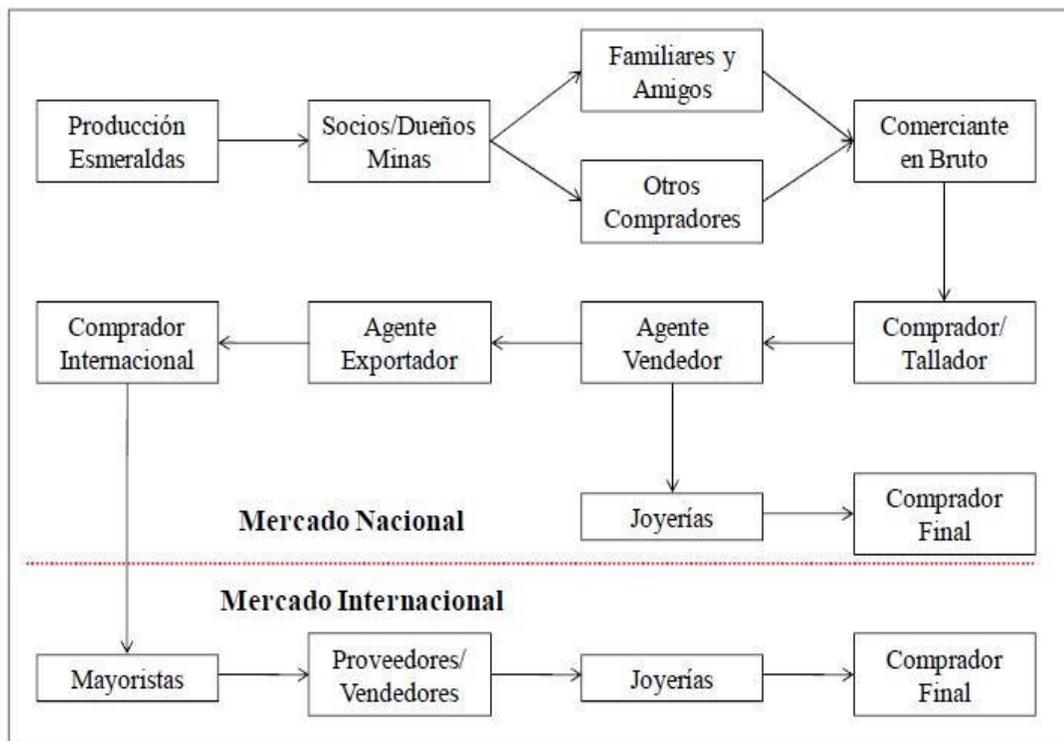


Figura 16. Cadena de comercialización de esmeraldas

Fuente: (Siñuela, 2014)

6.3 Marco Legal

Para la construcción de este marco, se tuvo en cuenta el modelo planteado por Hans Kelsen¹⁷, quien afirma que “el sistema jurídico no es un complejo de normas en vigor, unas junto a otras, sino una pirámide o jerarquía de normas que son superpuestas o subordinadas las unas a las otras, superiores o inferiores” (Ost, 1993).

Es así como se plantea que la base positiva de un ordenamiento es la constitución y, apoyándose en ésta, se encuentran los órganos legislativos que dictan las leyes y, a su vez, los órganos administrativos y judiciales, con base en esta legislación profieren los actos administrativos y las sentencias.

6.3.1 Normatividad Nacional

Colombia es un estado social de derecho, y la Constitución Política Nacional es norma de normas; la jerarquía normativa se basa en el sistema de organización de las normas jurídicas denominado pirámide de Kelsen, en donde la que la constitución ocupa el primer lugar en el ordenamiento legislativo interno del país, por ello todas las demás Leyes que se expidan no pueden ser contrarias a la máxima norma constitucional.

La Constitución Política de Colombia de 1991, toma como norma Constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, donde se reconoce su importancia para que todas las personas puedan gozar de un ambiente sano, siendo deber del Estado proteger la diversidad e integridad de éste. Lo anterior, se puede observar en los artículos 7, 8, 49, 58, 79, 80, 88, 95 y 334, los cuales garantizan la regulación y protección de los derechos e intereses colectivos relacionados con el ambiente (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

Mediante la Ley 99 de 1993 se crea el entonces Ministerio del Medio Ambiente (Actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, otorgó funciones a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), reguló los procedimientos de Licenciamiento Ambiental como requisitos para la ejecución de proyectos o actividades que puedan causar daño al ambiente y los mecanismos de participación ciudadana en todas las etapas de desarrollo de este tipo de proyectos. El Art. 50 de esta ley, hace referencia a la Licencia Ambiental y establece el contenido de la licencia de la siguiente forma: Art. 56. Diagnóstico Ambiental de Alternativas y Art. 57. Estudio de Impacto Ambiental y Permisos Ambientales Asociados (Gobierno Nacional, 1993).

6.3.2 Normatividad minera Colombia

Las pautas para la explotación minera en Colombia están descritas en la Ley 685 de 2001 (Código de Minas), el cual regula las relaciones jurídicas entre el Estado y los particulares por causas de los trabajos y obras de la industria minera en las diferentes fases como exploración, explotación, transformación, beneficio, transporte y promoción de minerales que se encuentran en el suelo o subsuelo ya sea de propiedad del estado o propiedad privada. Adicionalmente, establece el principio de sostenibilidad desde el manejo adecuado de los recursos naturales renovables y la integridad y disfrute del ambiente (Congreso de Colombia, 2001).

Por otro lado, el Artículo 112 de la Ley 1450 de 2012 (Plan Nacional de Desarrollo) ordena implementar medidas de control a la comercialización de minerales, indicando que se debe publicar la lista de los titulares mineros, así como la información de los agentes autorizados

para comercializar minerales. Con el fin de reglamentar este tema, el Decreto 2637 de 2012 le da vida al Registro Único de Comercializadores de Minerales (RUCOM), el cual busca apoyar la minería legal y controlar adecuadamente la comercialización de minerales.

Finalmente se cita la Resolución 90325 de 2014, la cual presenta la adopción de los criterios de los planes de mitigación en los sectores de energía eléctrica, minería e hidrocarburos (MinMinas, 2016). A continuación, se muestra la recopilación del principal marco regulatorio que rige al sector esmeraldero en el país.

Producción

Ley 685 de 2001-Código de Minas

Ley 1753 de 2015: Artículos
19,21,22,24,53,179
Plan Nal de Desarrollo

Decreto 2041 de 2014-
Licenciamiento Ambiental

Decreto 141 de 1994
Sistema Nacional de Regalías

Ley 1382 de 2010
Decreto 2715 de 2010
Decreto 1970 de 2012
Decreto 933 de 2012
Proceso de Formalización Minera

Ley 1658 de 2013
Decreto 480 de 2014
Subcontrato de formalización
Minera

Política Nacional de seguridad
Minera

Decreto 1335 de 1987
Reglamento de Seguridad en
las Labores Subterráneas

Comercialización

Ley 685 de 2001 Artículo 30
Procedencia Lícita

Ley 1450 de 2011 Artículo 112
Plan Nacional de Desarrollo
2010-214

Decreto Ley 2663 de 1950
Código Sustantivo del
Trabajo

Decreto 410 de 1971
Código de Comercio
Colombiano

Decreto 2637 de 2012
Decreto 0705 de 2013
Decreto 035 de 2007
RUCOM

Exportación

Decreto 2685 de 1999
Estatuto Aduanero

Decreto 624 de 1989
Estatuto Tributario

Decreto 380 de 2012
Actualización Marco
Normativo SCI

Ley 488 de 1998 Art 101
Decreto 2407 de 2000
Contribución parafiscal de la
esmeralda

Figura 17. Marco regulatorio para la cadena de valor de la esmeralda en Colombia

Fuente: tomado y adaptado de (*Fedesmeraldas, 2015*)

7. Metodología

7.1 Diseño metodológico

La investigación está enfocada a un caso en específico que es la empresa minera y como contexto la explotación de esmeraldas. En este orden de ideas, el estudio de caso se clasifica según su funcionalidad como instrumental, debido que se pretende examinar para proveer insumos de conocimiento al tema de ACV y dar solución a la necesidad insatisfecha de la empresa mediante propuestas de mejora y la planificación estratégica. Por el número de casos, se clasifica en un solo caso con una unidad de análisis, específicamente un estudio de caso holístico, por lo que se pretende confirmar o extender la teoría o hipótesis, en cuanto a los posibles puntos críticos de impacto ambiental en la etapa de explotación de la mina de esmeralda en estudio (Sampieri, Collado, & Baptista, 2010). Por lo anterior, la unidad de análisis del estudio es el impacto que genera la explotación de una mina de esmeralda teniendo como la muestra y población a la empresa caso de estudio.

7.1.1 Enfoque y tipo de investigación

Enfoque

La investigación se realizó bajo la conjugación de los métodos cualitativos y cuantitativos, lo que le da un enfoque mixto a la investigación, ya que promueve el desarrollo pertinente de obtención de información, procesamiento de esta y resultados fiables, que fomentan

una descripción real del objeto de análisis; todo esto para incrementar la validez del análisis y las inferencias.

Es decir que, con este enfoque, se obtuvieron resultados confiables que permiten establecer una comparación real, de los impactos ambientales negativos generados alrededor de los procesos de la explotación de la esmeralda y las falencias encontradas en la planificación estratégica en la empresa estudio de caso (Sampieri ,Collado & Baptista, 2010).

7.2 Diagnóstico empresarial de la organización

El análisis empresarial se basa en diagnosticar el estado actual de la empresa de explotación de esmeraldas y su contexto. Este diagnóstico se divide en tres secciones. La primera es la caracterización del proceso productivo de la esmeralda, tomando como estudio de caso la empresa de explotación de esmeraldas ubicada en el distrito minero Muzo al occidente de Boyacá. Seguidamente, se analiza el contexto externo de la organización por medio de las herramientas de análisis del entorno micro mediante la metodología PESTEL y el análisis del entorno macro o entorno competitivo con la metodología de las Cinco Fuerzas de Porter. Finalmente, se desarrolla el análisis empresarial del entorno interno mediante el análisis de las metas estratégicas y la cadena de valor.

7.2.1 Caracterización del proceso de explotación de la empresa minera

Para la caracterización del proceso de explotación de esmeraldas en la empresa minera se realizaron visitas técnicas al área del proyecto minero, así como entrevistas al personal técnico de la mina y al gerente operativo con el fin de hacer el levantamiento de la línea base para la investigación. Además, se tomaron registros fotográficos.

Los cuestionamientos se basaron en entender el proceso de explotación y las diferentes etapas alrededor de la minería de esmeraldas, identificación de impactos operacionales y esquema de planificación estratégica minera de la empresa.

7.2.2 Análisis del entorno general PESTEL (Macro)

Para el análisis de los factores del entorno se deben considerar elementos que pueden tener influencia en el sector minero en cual se desarrolla la organización de explotación de esmeraldas y se consignaran en un perfil estratégico del entorno general. Este consiste en identificar cada uno de los factores PESTEL, indicando el tipo de impacto para el sector, esta ponderación se establece con los valores Muy Positivo (MP), Positivo (P), Equilibrado (E), Negativo (N) y Muy Negativo (MN). Mediante este perfil se facilita la comprensión visual del análisis PESTEL y se identifican los principales elementos sobre los cuales la organización debe prestar mayor atención. Para desarrollar este análisis se consideraron las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los factores que pueden tener relevancia en el sector minero?
- ¿Cuáles de dichos factores tienen un impacto importante para la empresa minera de esmeraldas?
- ¿Cuál es la evolución prevista de estos factores en un horizonte de tiempo de 3 a 5 años?
- ¿Qué oportunidades o desventajas genera para la empresa minera de esmeraldas la evolución prevista de dichos factores?

Con base en estos cuestionamientos se procedió a establecer los factores que tienen relevancia para la organización.

A continuación, se muestra la tabla del perfil estratégico del entorno general que será desarrollada para el sector minero.

Tabla 2. Perfil estratégico del entorno general

Perfil Estratégico del Entorno						
Factores del entorno		N				P
Político	Situación política					
	Instrumentos políticos de inversión extranjera					
	Reforma Tributaria					
	Incentivos actividad extractiva					
Económico	PIB minero					
	Potencial de crecimiento económico					
	Crecimiento del sector minero					
	Competitividad					
	Inversión Extranjera Directa (IED)					
Social	Índice de pobreza extrema					
	Índice de pobreza multidimensional					

Perfil Estratégico del Entorno						
Factores del entorno		N				P
	Tasa de desempleo					
	Desarrollo social					
	Informalidad					
Tecnológico	Política de I+D					
	Porcentaje del PIB para I+D					
	Transferencia tecnológica					
Ecológico	Política ambiental					
	Potencial energético					
	Fortaleza institucional					
	Estrategias para el desarrollo sostenible					
Legal	Grado restrictivo legal					
	Seguridad Jurídica					
	Claridad del marco legal minero					
	Restricciones ambientales					

Fuente: autor

7.2.3 Análisis del entorno competitivo Cinco fuerzas de Porter (Micro)

Para el análisis del entorno interno de la organización se emplea la herramienta de análisis de las cinco fuerzas del entorno competitivo desarrollado por Porter. Para este análisis es fundamental comprender el entorno micro que tiene influencia sobre la organización de la empresa minera ya que es clave para lograr un posicionamiento estratégico en el mercado de las esmeraldas. Las fuerzas que se abordan son amenaza de nuevos participantes, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los compradores, la amenaza de productos o servicios sustitutos y la rivalidad entre competidores existentes. Para cada una de las fuerzas se tuvieron en cuenta los factores clave del mercado que afectan o tienen mayor influencia para la empresa minera. De esta manera, cada fuerza es evaluada y ponderada de acuerdo con su influencia para la empresa, positiva (+), negativa (-) y neutra (0). Este análisis se sintetiza en el siguiente diagrama.

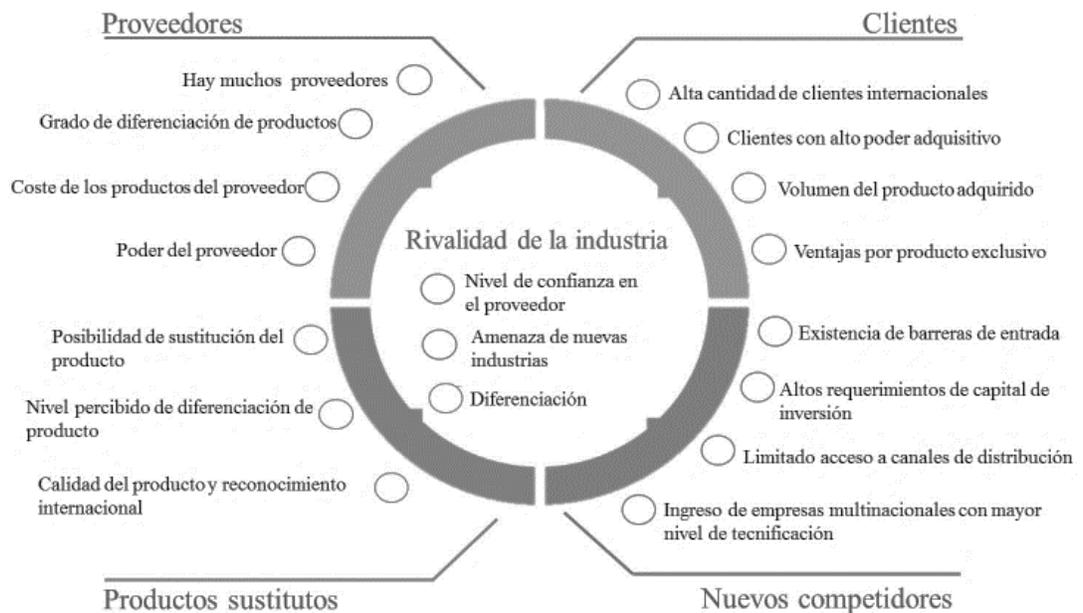


Figura 18. Diagrama de las cinco fuerzas de la competitividad

Fuente: autor

7.2.4 Análisis empresarial del entorno interno de la organización

El análisis empresarial del entorno interno de la empresa se realizó siguiendo la metodología de análisis de la cadena de valor desarrollada por Michael Porter y el análisis de las metas estratégicas.

7.2.4.1 Análisis de las metas estratégicas

- Visión
- Misión
- Valores

7.2.4.2 Análisis de la cadena de valor

Esta metodología contempla la empresa como una sucesión de actividades que van añadiendo valor al producto o servicio. Para su desarrollo se definen dos categorías diferentes de actividades. Estas son las actividades primarias, que contribuyen a la transformación del producto o servicio, su venta y transferencia a los compradores y sus servicios. Por otro lado, están las actividades de apoyo que añaden valor por sí solos o a través de las relaciones con las actividades primarias o entre sí mismas.

Actividades Primarias

Logística Interna: en este apartado se deben identificar las diferentes actividades asociadas a la recepción, almacenaje y distribución de materias primas hacia el producto. Así mismo se deben considerar la recogida de materiales, el control de existencias, la programación del transporte y las devoluciones a los proveedores. Esta actividad es fundamental para alcanzar la máxima eficiencia puesto que es donde se generan los retrasos de la producción.

Producción: para este se consideran las actividades asociadas a la transformación de la materia prima en el producto final. Incluye las operaciones de mecanizado, embalaje, ensamblaje, pruebas, pinturas y preparaciones de instalaciones.

Logística Externa: estas se asocian con la recogida, almacenaje y distribución del producto o servicio a los compradores. Incluyen los productos terminados, el almacenaje, la recogida del material, el reparto a través de operaciones de transporte.

Marketing y Ventas: están asociados a compras de productos y servicios por parte de los usuarios finales, así como los incentivos utilizados para hacerles comprar, actividades de publicidad, promoción de ventas y fijación de precios.

Servicios: esta actividad incluye los procesos para elevar o mantener el valor del producto, como la instalación, la reparación, la formación, el suministro de componentes y el ajuste del producto.

Actividades de Apoyo

Aprovisionamientos: se refiere a la compra del material utilizado en la cadena de valor de la empresa. Estos incluyen las materias primas, los suministros y otros elementos como maquinarias, equipos y edificaciones.

Desarrollo Tecnológico: conforma el conjunto de tecnologías empleadas para el desarrollo del producto o servicio.

Gestión de Recursos Humanos: consiste con las actividades relacionadas con el reclutamiento, la contratación, la formación y el desarrollo del talento humano.

Gestión General: consiste en la infraestructura de la empresa y los procesos asociados a la dirección general, la planificación, la contabilidad, entre otras (Martínez & Milla, 2005).

7.3 Análisis DAFO

Para el análisis DAFO se consideran los elementos del análisis interno y del análisis externo con el fin de identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la organización. Para esto se siguen los siguientes pasos:

1. Identificar los cambios clave en el entorno de la organización, siguiendo el tipo de análisis del entorno general (PESTEL) y competitivo (cinco fuerzas de Porter).
2. Analizar el perfil de los recursos y capacidades de la organización, siguiendo el tipo de análisis descrito en el análisis en el análisis interno (cadena de valor)
3. Representar gráficamente los resultados anteriores en una matriz de cuatro cuadrantes.

Los resultados consignados en la matriz DOFA, sirven para determinar qué tipo de estrategia es la que necesita la organización para lograr sus objetivos.



Figura 19. Matriz DOFA

Autor: Tomado y adaptado de (*Martínez & Milla, 2005*)

7.4 Análisis ambiental

Para el análisis ambiental se consideró la norma técnica ACV NTC ISO 14.040:2007 principios y marco de referencia, el cual fue aplicado como proyecto de grado del programa Ingeniería Ambiental y es el resultado de un trabajo co-investigativo con la estudiante del programa de pregrado de Ingeniería Ambiental Jessica Paola Flórez Murcia, titulado ACV en el proceso de explotación de una mina de esmeraldas. Por medio del software SimaPro 8.5 se identificaron los puntos críticos en el proceso de explotación de la mina en estudio y se evaluaron los escenarios prioritarios para intervención por medio del método Eco indicador 99 con el fin de buscar propuestas estratégicas que minimicen dichos impactos operacionales.

7.5 Plan de intervención empresarial y ambiental de la organización productiva

7.5.1 Estrategia Ambiental Corporativa:

Para la intervención en la estrategia ambiental corporativa se tienen en cuenta los resultados del diagnóstico empresarial y ambiental junto con los aspectos para la competitividad del sector esmeraldero. Se define una estrategia genérica de diferenciación bajo los lineamientos de Michael Porter.

7.5.2 Plan estratégico con el Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad

Debido a los cambios del mercado y a la presión que ejercen los aspectos ambientales y sociales, las empresas han procurado implementar sistemas de gestión ambiental que rara vez son orientados hacia el éxito financiero. Por esto las organizaciones deben tener la agilidad para discutir la estrategia en todos los niveles de esta.

El Balanced Scorecard es una herramienta de gestión estratégica, empleada para identificar los principales asuntos estratégicamente relevantes de una empresa. Describe la contribución causal de aquellos temas que contribuyen al logro exitoso de la estrategia de una empresa (Kaplan y Norton 1997). Por lo tanto, esta resulta ser una metodología ideal para integrar la gestión ambiental y social con la gestión general de una empresa.

El CMI o BSC ofrece el marco necesario para describir estrategias destinadas a crear valor. Los elementos que configuran el CMI son:

- Misión, visión, valores y estrategia

- El mapa estratégico que contiene las perspectivas, objetivos estratégicos y las relaciones causa-efecto.

- Las perspectivas: el método CMI divide los ejes de análisis de la empresa en cuatro perspectivas. Estas son:

Perspectiva financiera: describe los resultados tangibles de la estrategia en términos financieros tradicionales. Indicadores como la rentabilidad de la inversión, valor para los accionistas, crecimiento de ingresos, costes unitarios, etc., son los indicadores atrasados que muestran si la estrategia de la empresa tiene éxito o fracasa.

Perspectiva del cliente: define la proposición de valor para los clientes objetivo. Esta a su vez proporciona el contexto para que los activos intangibles creen valor.

Perspectiva de capacidades estratégicas: identifica los activos intangibles que son más importantes para la estrategia. Los objetivos de esta perspectiva identifican que trabajos (capital humano), que sistemas (capital tecnológico)

Perspectiva de procesos internos: se focaliza en los procesos internos que son críticos para atender las necesidades de los clientes, la cadena de valor y el proceso productivo contando con objetivos relacionados con la reducción de costes operativos, la mejora de las prestaciones de los productos o el aseguramiento de la calidad de nuestros productos.

7.5.3 Mapa Estratégico

Es la representación gráfica del plan estratégico de la empresa.

7.5.4 Estrategia Metodológica

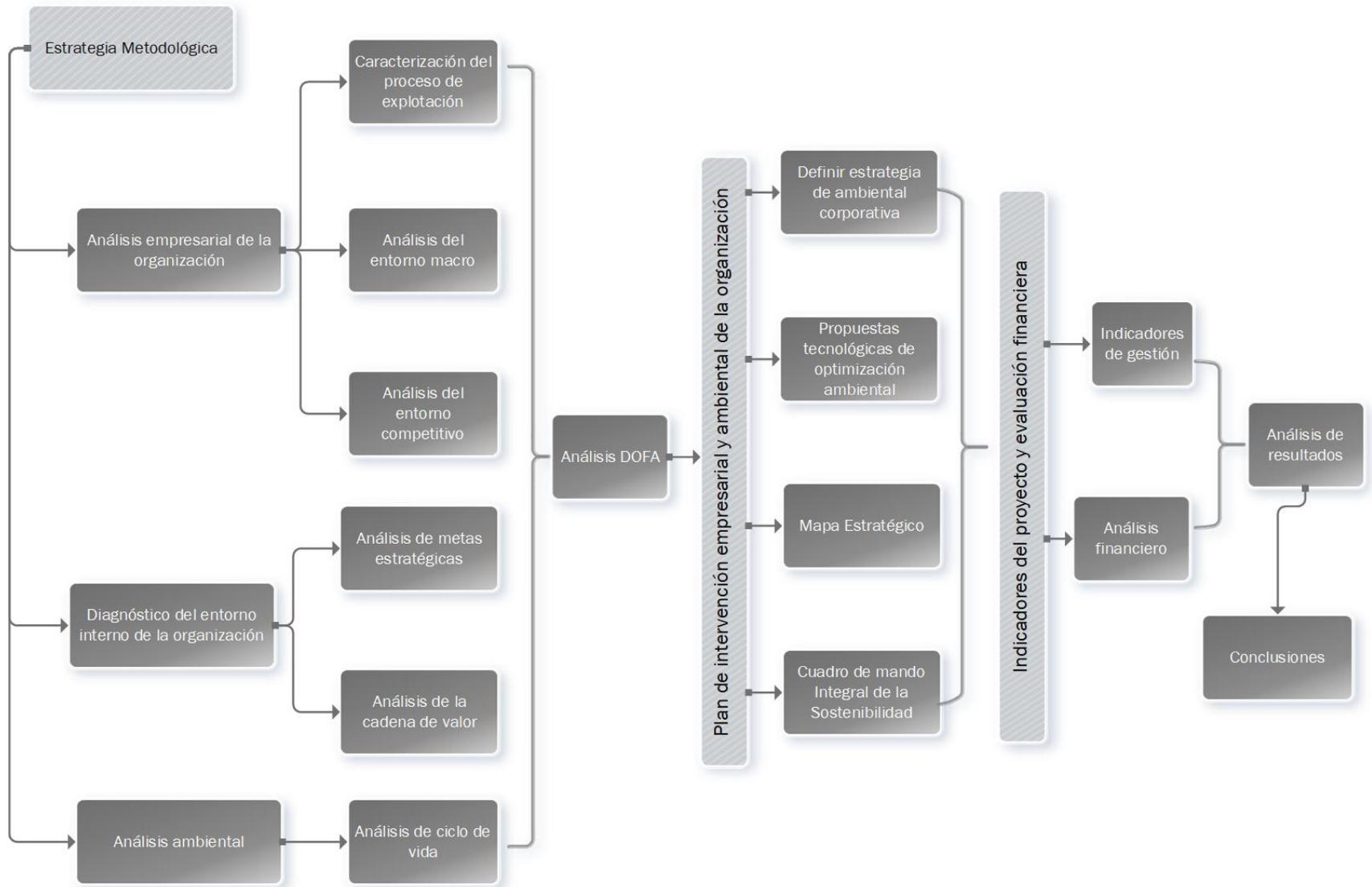


Figura 20. Estrategia metodológica

Fuente: Autor

8. Resultados

8.1 Diagnóstico empresarial de la organización

8.1.1 Caracterización del proceso de explotación en la empresa minera

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica y se realizaron dos visitas técnicas, la primera con el fin de identificar las necesidades de la empresa y la segunda para la recolección de información primaria, esto se documentó en un informe de visita técnica. La información acerca de la estructura organizacional se puede ver en el numeral 5.2.3 *Estructura organizacional de la empresa en estudio*.

De igual manera se tuvo acceso a la información suministrada por la empresa objeto de estudio, con la cual se caracterizó el ciclo de vida en la explotación de una mina subterránea de esmeraldas. Así mismo se indagó sobre el ciclo de vida de la esmeralda colombiana, el cual se consolidó en la *figura 22*. Proceso de explotación de una mina de esmeraldas. Este consta de cuatro eslabones principalmente, la recepción de materias primas, el montaje y explotación en mina, comercialización nacional e internacional junto con los procesos de tallado y tratamiento de la esmeralda y finalmente la fase de uso de la esmeralda y el cierre de la operación minera en frentes explotados.

El tipo de explotación que se realiza en la mina de la empresa en estudio es subterránea discontinua, utilizando para el arranque del material medios mecánicos como martillos neumáticos y eléctricos o explosivos; el material rocoso previamente fracturado se carga en canecas con palas y es sacado del pozo mediante una pluma con motorreductor, aquí se voltea a una vagoneta y se acumula en el sitio asignado como patio de estériles, donde se forma una escombrera por vertimiento libre; con el tiempo este material es arrastrado o es recogido en volquetas para reparar sectores de los accesos externos que requieren mantenimiento.

Una vez hallado el mineral esmeralda, se extrae la piedra rompiendo la veta, si es dura, con el empleo de un rompedor eléctrico o con un pico y/o una puñalita en el caso que el mineral se encuentre en una veta blanda o en una zona de brecha. Una vez se explota, totalmente una zona productiva se continua con la explotación por medio de la construcción de cruzadas en búsqueda del mineral esmeralda. Una vez encontrado el mineral esmeralda, se continua con galerías, pozos y/o tambores, según sean las condiciones presentes de la mineralización, hasta lograr la explotación total del sector; una vez esto, se avanza con cruzadas o galerías en el mismo nivel o a diferentes niveles en la búsqueda y extracción de la piedra. Sin embargo, el uso de materiales depende de las condiciones geológicas de la zona en la cual se esté laborando y de características como la dureza del material. Este proceso se muestra en la *figura 23*. Diagrama del proceso de explotación de la mina en estudio.

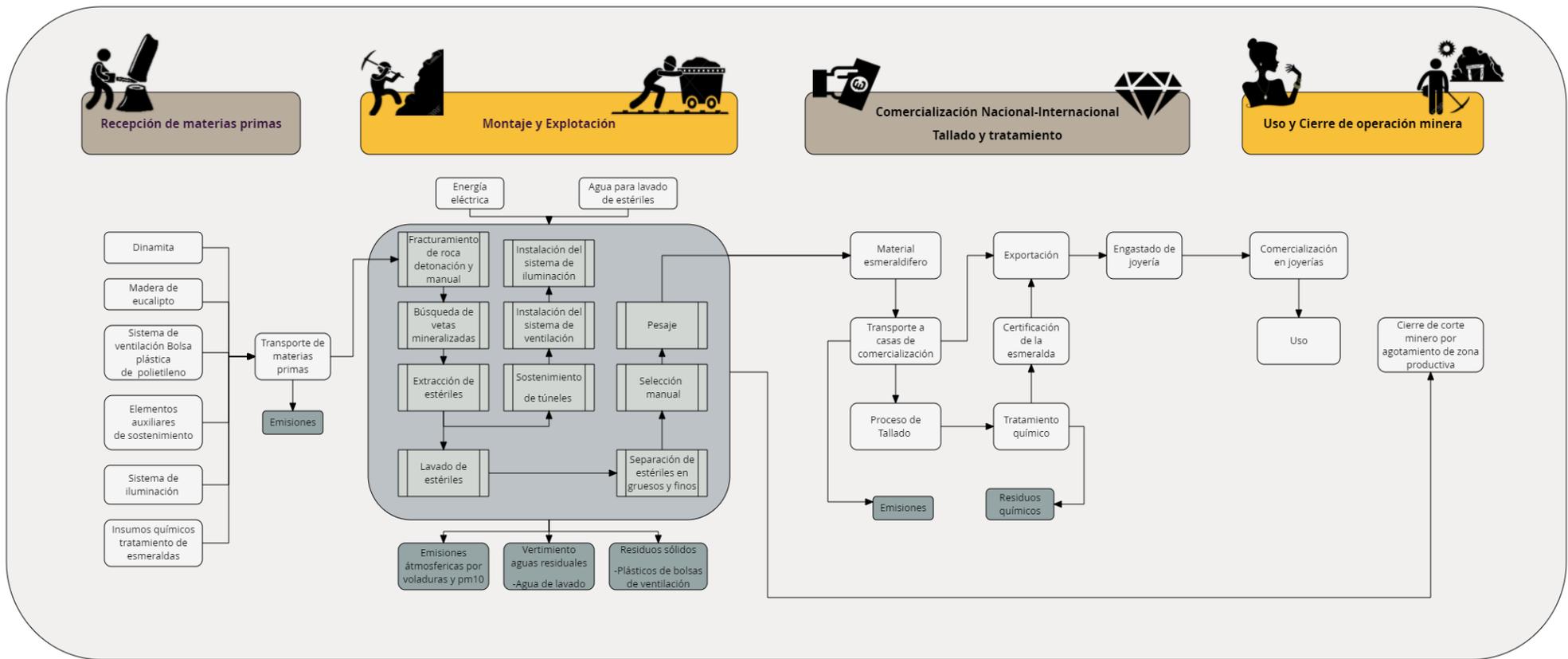


Figura 21. Proceso de explotación de una mina de esmeraldas

Fuente: (Florés & García, 2017)

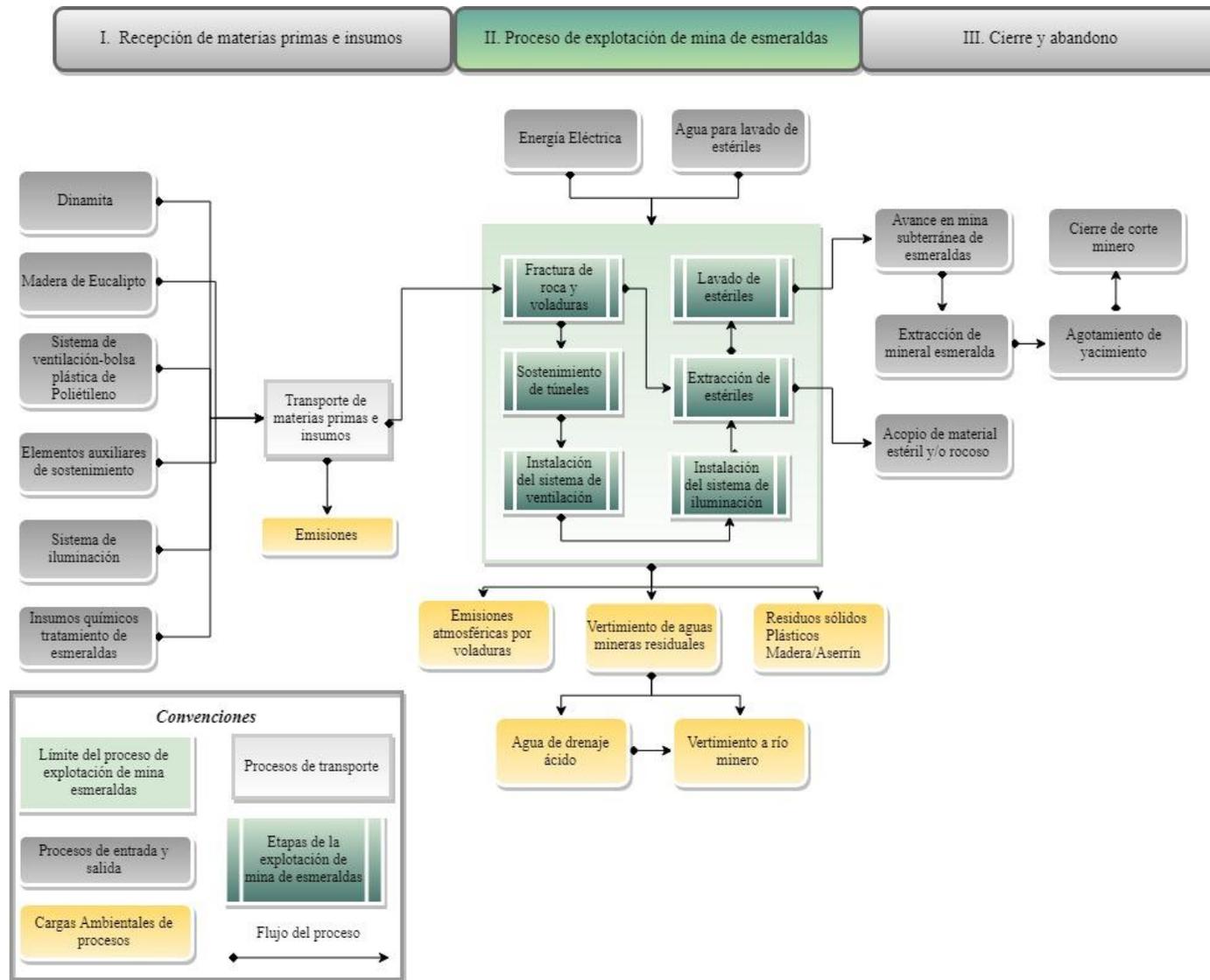


Figura 22. Diagrama del proceso de explotación de la mina en estudio

Fuente: (Florés & García, 2017)

Avance en túneles y pozo

Conforme se va avanzando en los túneles o pozos se hace necesario el sostenimiento de estos. Sin embargo, esto depende de las características que presente la zona, es decir si es de consistencia dura no es necesario el empleo de tablones de madera para el caso de los túneles. Para dicha labor se emplea madera de eucalipto proveniente del municipio de Simijaca, Boyacá.

Las dimensiones de los planchones que se usan para sostenimiento horizontal son 5cm de espesor por 15cm de ancho y 220cm de largo. Las dimensiones de las columnas para sostenimiento vertical son de 15cm de espesor por 15cm de ancho y 220cm de largo. Estas son cortadas de acuerdo con las necesidades del frente de trabajo. Durante el año 2016 la empresa utilizó 3120 unidades de planchones y 1680 unidades de columna.

Para el avance de explotación se hace el uso de barras de dinamita. El consumo es ante la brigada designada por la Industria Militar Colombiana (INDUMIL), se solicita por kilos. Sin embargo, la distribución dentro de Mina Real para los cortes se realiza en unidades, donde una caja contiene 25 Kilos; la mecha de seguridad se solicita por rollos o bobinas y el detonador común N°8, se solicita por cajas de 100 unidades. El consumo promedio al mes de dinamita en la empresa en estudio es de aproximadamente 50-65 cajas.

Como ya se mencionó el sostenimiento de las cruzadas o galerías en los sectores débiles es con madera de eucalipto, así mismo se reviste en concreto algunas partes del túnel (Florés & García, 2017).

Operación

Para la evacuación de la carga del pozo principal se utiliza una pluma con motorreductor y canecas metálicas de 0.09 m³ de capacidad; se emplea un malacate (ascensor) para transportar una canasta con capacidad de 4 vagonetas (carro tierrero) con un volumen de 0.25 m³ para evacuación de carga desde la profundidad del pozo.

En el caso de las cruzadas y/o galerías se utilizan carros tierreros o vagonetas que transportan la carga desde el frente de labor hasta el pozo principal y luego hasta patio de estériles en superficie. En el tambor se usan tolvas que comunican con una galería en un nivel inferior y son conducidos hasta el pozo principal y luego al nivel del patio.

En las labores de desarrollo y explotación se utilizan tres grupos de 6 hombres cada uno, laboran turnos de 20 días de trabajo por 10 de descanso, con dos escuadras trabajando y una en compensatorio; en dos turnos/día de ocho horas (Florés & García, 2017).

8.1.2 Análisis del entorno general PESTEL (Macro)

El análisis del entorno general realizado mediante la herramienta PESTEL y el perfil estratégico del entorno general arrojó los siguientes resultados:

8.1.2.1 *Político*

La constitución política de Colombia del año 1991 consagra a Colombia como un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista.

En el año 2016 fue promulgada la Reforma Tributaria 1819 que mediante el Artículo 365 concede incentivos a las empresas que incrementen sus inversiones en exploración y explotación de hidrocarburos y minería. Estos incentivos se realizan por medio de Certificado de Reembolso Tributario (CERT) y corresponde a un porcentaje del valor del incremento de la inversión, constituye un ingreso no constitutivo de renta ni ganancia ocasional y puede ser utilizado para el pago de impuestos de carácter nacional.

Este tipo de incentivos están contemplados en el Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Este constituye uno de los principales instrumentos establecidos por el Ministerio de Minas y Energía junto con el papel del Estado colombiano en materia de gestión estatal frente al sector minero para promover la actividad minera, estimular su desarrollo sostenible y fiscalizar el aprovechamiento minero. De esta manera el gobierno actual (2018 a 2022) está promoviendo políticas que se relacionan con la atracción de la inversión al sector para la exploración y explotación minera, y la eficiencia en todas las actividades relacionadas con los procesos de contratación y fiscalización (Ministerio de Minas y Energía, 2017).

De acuerdo con las predicciones se espera que la industria minera colombiana sea una de las más importantes de Latinoamérica y que se amplíe significativamente su participación en la economía nacional. Partiendo de lo anterior, se espera que estas iniciativas políticas del gobierno

tengan un efecto positivo para la industria minera y que impacte significativamente en el sector de los minerales no metálicos como son las esmeraldas.

8.1.2.2 *Económico*

Colombia es una nación emergente con un alto potencial de desarrollo, es considerada la cuarta economía de América Latina. Su economía se fundamenta en la producción de bienes primarios para la exportación y productos para el consumo interno, la ganadería, entre otras.

En el contexto externo la reactivación de la economía mundial ha favorecido la recuperación de la economía país. De acuerdo con las predicciones de organismos internacionales se estima un crecimiento mundial para 2018 por encima de 3,5%. Sin embargo, la capacidad potencial de crecimiento económico de Colombia se ubica sobre el 2,7% de acuerdo con Banco de la Republica, el FMI y la Cepal. Esto confirma que la dinámica económica seguirá mejorando de tal manera que en el 2019 se acercará a su nivel potencial de 3,3%. Esto representa un estímulo significativo a la inversión privada y al consumo, que fortalece la demanda interna (Banco de la República, 2018).

Según el DANE, el PIB creció 2,2% en el primer trimestre de 2018 y 2,8% en el segundo, frente a los mismos períodos del año pasado. En lo que respecta al PIB minero, la participación promedio del sector minero en el PIB colombiano en los últimos años ha sido del 2.2% (Ministerio de Minas y Energía, 2017). Este crecimiento sostenido en el sector minero se debe en parte a la inversión extranjera directa (IED). Cabe mencionar que la alta liquidez internacional durante la década pasada y principios de esta, acompañada del significativo crecimiento de las economías emergentes (China e India, entre otras), produjo incrementos en la inversión

extranjera directa en el mundo para todos los sectores económicos incluyendo la minería e hidrocarburos.

Así mismo el proceso de recuperación de la actividad económica se viene dando en un contexto de inflación baja y estable. En lo corrido del año la tasa de inflación anual disminuyó desde 4,09% a finales de 2017 a 3,10% en agosto de 2018, su nivel más bajo hasta el momento, situándose así muy cerca de la meta de 3%. Esto tiene implicaciones importantes para la dinámica financiera del país.

En términos de inversión extranjera, la carga impositiva es uno de los principales criterios de decisión de inversión en un país. En términos de minería, Colombia es uno de los países como más alta tasa de tributación para las compañías extranjeras. Por lo cual, el sector industrial propone la necesidad de pensar en un modelo más competitivo frente a los esquemas tributarios de países competidores como México y Perú y que permita recuperar la inversión minera.

En términos comparativos Colombia ocupa el puesto número 66 de 137 países evaluados en el ranking mundial de competitividad que evalúa los factores que impulsan la productividad y crecimiento económico, con respecto a la medición anterior el país descendió desde la posición 66. En este sentido, Colombia se encuentra relativamente estancada (World Economic Forum, 2017).

En lo que respecta a las exportaciones, la participación del sector minero en las exportaciones del país pasó de 2,7% en 1970 a 21,7% en 2016, representando el 68% del total de las exportaciones del sector minero. Le siguen el oro con una participación del 23%, la participación de los minerales no metálicos, como las esmeraldas fue de 17,4% del PIB minero en el tercer trimestre de 2017 y de 0,33% en el PIB total (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

8.1.2.3 *Social*

Colombia cuenta con una economía emergente, la cual se encuentra en un proceso de paulatina recuperación de la actividad económica y de una inflación baja y estable. La tasa de desempleo actual es de 9,2% no ha presentado cambios de importancia durante el año 2018 (Banco de la República, 2018).

En 2017 el índice de pobreza monetaria se ubicó en 26,9%, el cual disminuyó desde el 28% registrado en el año 2016. Así mismo, el índice de pobreza extrema presentó una reducción al pasar de 8,5% en 2016 a 7,4% en el 2017. Por otra parte, el índice de pobreza multidimensional bajó desde 17,8% en 2016 a 17% en 2017 (DANE, 2018).

El 68,3% de la población se encuentran entre los 14 y 64 años, el 22,5% lo conforma la población en el rango de 0 y 14 años y 9,2% de la población está representada por la población mayor de 64 años (DANE, 2018).

En lo que respecta al sector extractivo, constituye en promedio el 0,6% de los empleos del país con alrededor de 175 mil empleos. Así mismo, estos empleos se concentran principalmente en las zonas rurales del país y el 80% corresponde a mano de obra masculina. En cuanto al nivel educativo, solo el 9% de los empleados del sector cuenta con estudios de educación superior, el 33% con secundaria, 46% con primaria y el 12% sin ningún nivel de educación. Estas cifras demuestran que la minería es un sector que demanda principalmente mano de obra no calificada, representando alrededor del 90% de la población ocupada total. Por otro lado, el 97% de los ocupados son trabajadores por cuenta propia y empleados de empresa particular y solo el 30% cotiza a pensión, lo cual muestra un alto nivel de informalidad laboral en este sector (Ministerio de Minas y Energía, 2017).

8.1.2.4 *Legal*

El organismo regulador de la actividad minera en el país es el Ministerio de Minas y Energía cuya función es formular, adoptar, dirigir y coordinar la política nacional en materia de minería.

Entre las instituciones adscritas al Ministerio de Minas y Energía, se encuentra el Servicio Geológico Colombiano, cuyas funciones principales son la investigación científica del potencial de recursos del subsuelo, seguimiento y monitoreo de amenazas de origen geológico, control y aplicación de la ciencia y tecnología nuclear con fines pacíficos. De igual manera, con el fin de lograr una mayor eficiencia administrativa de los recursos mineros, se creó la Agencia Nacional de Minería (ANM). La ANM, es la entidad encargada de los procesos de titulación minera, registro, asistencia técnica, fomento, promoción y vigilancia de las obligaciones emanadas de los títulos y solicitudes de áreas mineras. De igual manera promueve el aprovechamiento sostenible de los recursos mineros del país (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, es el organismo técnico con autonomía administrativa y financiera, encargada del estudio, aprobación y expedición de licencias, permisos y trámites ambientales. Esta entidad también verifica que los proyectos mineros cumplan la normativa ambiental.

Entre las leyes más importantes que rigen el sector minero colombiano se destacan la Ley 685 de 200 Código de Minas, el Decreto-Ley 4134 de 2011, Por el cual se crea la Agencia Nacional de Minería y se determina su objeto y estructura orgánica, la Ley 1382 de 2010, que modifica el otorgamiento de concesiones mineras, la formalización de la minería artesanal, las zonas excluibles de minería, los requisitos de licencia ambiental para proyectos mineros y la

formulación del plan nacional de ordenamiento minero. Estas leyes, proporcionan las directrices para el desarrollo de la minería en el país y establecen que todo proyecto minero debe cumplir con el proceso jurídico y de licenciamiento ambiental para hacer uso de los recursos del subsuelo en el territorio nacional (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

Por otra parte, es importante mencionar que desde la década de los noventa los gobiernos de turno han impulsado un marco político cuyo objetivo ha sido incentivar la participación de inversionistas estratégicos en proyectos mineros en el país. Sin embargo, estas políticas no han sido suficientes debido a la inseguridad jurídica que comprende las consultas populares y constantes fallos de Corte Constitucional que frena proyectos de potencial minero.

8.1.2.5 *Tecnológico*

De acuerdo con el boletín de indicadores del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, la inversión en I+D en 2015 fue del 0,29% del PIB y la meta propuesta es llegar al 1%. Comparado con el porcentaje de la OCDE, si Colombia alcanzara esta meta, seguiría siendo muy inferior muy inferior al promedio de la OCDE con 2,38%.

Sin embargo, el nuevo gobierno estimó que la inversión en Colombia para actividades de ciencia, tecnología e innovación será de 6,15 billones de pesos, equivalentes al 0,67% del PIB. En cuanto a investigación y desarrollo (I+D), Colombia destinará este año 2,2 billones, lo cual equivale al 0,25% del PIB. De acuerdo con estas cifras se puede apreciar que la tendencia continua negativa y está lejos del alcanzar la meta del 1% (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2018).

Con base en lo anterior, el país se encuentra estancando en este tipo de inversión, la cual crucial para la generación de conocimiento que permita agregar valor a los recursos del país, aumentar las exportaciones y cambiar la dependencia tecnológica por una tecnología propia, acorde a los requerimientos nacionales del sector productivo y la sociedad.

En el año 2011, se creó el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación en el marco del Sistema General de Regalías, el cual destina el 10% del total de las regalías para fomentar el desarrollo y la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Esto ha contribuido a mejorar el indicador I+D, pero se requiere de mayores esfuerzos para superar las brechas de pobreza, desarrollo y disparidad regional como elementos centrales para garantizar una sociedad más igualitaria y con mayor calidad de vida (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2018).

El sector minero y de hidrocarburos en Colombia representa cerca del 50% de la Inversión Extranjera Directa (IED), lo cual favorece el nivel de transferencia de tecnología al país. Por otra parte, la Agencia Nacional de Minería cuenta con incentivos tributarios que promueven la protección del ambiente, la investigación, desarrollo tecnológico e innovación minera.

8.1.2.6 *Ecológico*

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es el ente encargado de diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar su conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente.

En materia ambiental Colombia ha tenido grandes avances, por ejemplo, el Decreto 050 de 2018, que articula los temas de planificación, ordenamiento y gestión de vertimientos con las actuales normativas en el tema e instrumentos como la Política para la Gestión Sostenible del Suelo. Así mismo, se formuló una estrategia nacional denominada Misión de Crecimiento Verde. Esta es liderada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) a través de la cual se busca definir los insumos y lineamientos de política pública para orientar el desarrollo económico del país hacia el crecimiento verde en el 2030, de manera comprensiva y acertada (Departamento Nacional de Planeación, 2017).

En síntesis, los resultados del análisis PESTEL se consolidaron en el perfil estratégico del entorno. El factor político, muestra que la situación política del país en materia de inversión extranjera, la reforma tributaria y las políticas del gobierno para impulsar el sector extractivo proporcionan un entorno positivo para el desarrollo de la minería en el país. De acuerdo con el factor económico, el crecimiento económico del país tiene una proyección positiva y ascendente lo cual influencia el crecimiento del sector minero y la inversión extranjera directa debido a la confianza que esto representa para los inversionistas.

En cuanto al factor social se puede apreciar que el desarrollo social en el país no atraviesa un buen momento, la tasa de informalidad es alta y la tasa de desempleo, aunque estable no se considera que el empleo informal ha crecido exponencialmente debido a la escasez de oportunidades laborales y al aumento de población inmigrante. Del factor tecnológico se observa un entorno neutral ya que la política de investigación y desarrollo y el nivel de transferencia tecnológica no muestran mejoras significativas que impulsen el desarrollo del país sumado a que el porcentaje destinado por el presupuesto nacional para investigación y desarrollo es insuficiente para generar aportes importantes. Por otra parte, el factor ecológico muestra un

entorno positivo para la industria minera del país, esto se debe al amplio marco regulatorio en materia ambiental y la autonomía de las autoridades ambientales para generar actuaciones acertadas en materia ambiental. Así mismo, el gobierno colombiano junto con los sectores productivos se encuentra impulsando estrategias para el desarrollo sostenible. En cuanto al sector de las esmeraldas, actualmente se desarrollan estrategias para aumentar la competitividad, la sostenibilidad y el desarrollo social en las áreas mineras.

Tabla 3. Perfil estratégico del entorno

Perfil Estratégico del Entorno						
Factores del entorno		MN	N	E	P	MP
Político	Situación política			*		
	Instrumentos políticos de inversión extranjera				*	
	Reforma Tributaria				*	
	Incentivos actividad extractiva					*
Económico	PIB minero					
	Potencial de crecimiento económico				*	
	Crecimiento del sector minero				*	
	Competitividad		*			
	Inversión Extranjera Directa (IED)					*
Social	Índice de pobreza extrema				*	
	Índice de pobreza multidimensional				*	
	Tasa de desempleo			*		
	Desarrollo social		*			
	Informalidad	*				
Tecnológico	Política de I+D			*		
	Porcentaje del PIB para I+D		*			
	Transferencia tecnológica			*		
Ecológico	Política ambiental					*
	Potencial energético				*	
	Fortaleza institucional			*		
	Estrategias para el desarrollo sostenible				*	
Legal	Grado restrictivo legal			*		
	Seguridad Jurídica		*			
	Claridad del marco legal minero					*
	Restricciones ambientales			*		

Fuente: Autor

8.1.3 Análisis del entorno competitivo Cinco fuerzas de Porter (Micro)

La herramienta de las Cinco Fuerzas de Porter es un modelo estratégico que permite analizar el nivel de competitividad de la organización productiva y apoya los procesos de diagnóstico para la formulación de estrategias, tanto para potencializar fortalezas y obtener mejores oportunidades del propio mercado o también para ejercer acciones sobre las amenazas detectadas para la organización.

Para la empresa minera de explotación de esmeraldas se realizó el análisis del entorno micro teniendo en cuenta la herramienta mencionada, aplicando sus conceptos y directrices de forma gráfica para efectos de mejor comprensión. Las cuatro primeras fuerzas son la amenaza de nuevos participantes, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los compradores y la amenaza de productos o servicios sustitutos, estas fueron ubicadas en forma circular y cíclica. En el centro se ubica la quinta fuerza que es la rivalidad entre competidores existentes, esto debido a que es el principal factor ambiental en toda empresa.

Para cada una de las fuerzas se tuvieron en cuenta los factores clave del mercado que afectan o tienen mayor influencia para la empresa minera. De esta manera, cada fuerza fue evaluada y ponderada de acuerdo con su influencia para la empresa, positiva (+), negativa (-) y neutra (0), de esta manera se obtuvo lo siguiente:

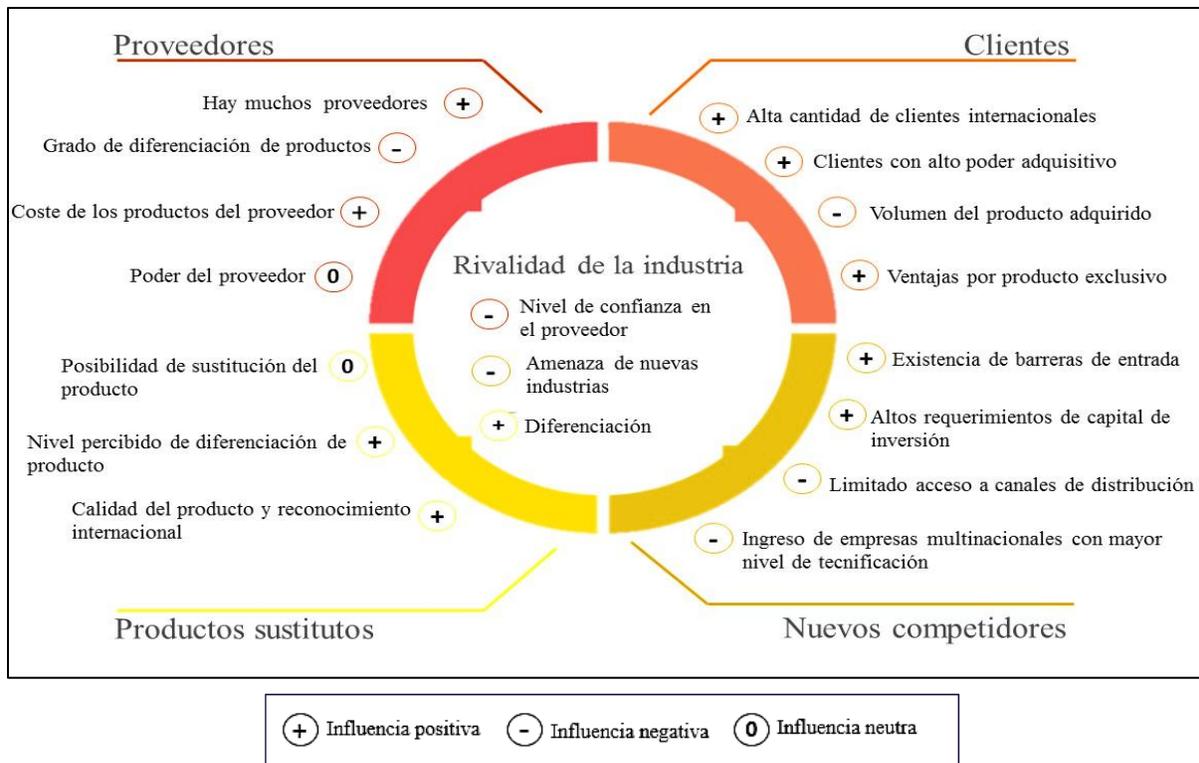


Figura 23. Diagrama de las cinco fuerzas de la competitividad

Fuente: Autor

1) *Amenaza de nuevos competidores*: las barreras de entrada para la industria minera de esmeraldas son restricciones de tipo ambiental, social y gubernamentales, sumado a las grandes inversiones para el montaje de un nuevo proyecto dificulta que de un momento a otro ingresen nuevos competidores, influenciando de manera positiva la empresa.

Por otra parte, la empresa no posee fuertes economías de escala debido a sus niveles de producción, por lo cual hay una fuerte amenaza por parte de las multinacionales de explotación de esmeralda con mayor grado de tecnificación y con mayores niveles de producción. Igualmente, las grandes multinacionales operan en toda la cadena valor de la esmeralda lo cual supone un limitado acceso a canales de distribución.

2) *Poder de negociación de los proveedores:* los principales proveedores de la empresa de explotación de esmeraldas son los proveedores de los equipos mineros (CAT, Liebherr, Bucyrus, Sandvic, etc.), los proveedores locales son los de insumos como madera, explosivos a cargo de INDUMIL y la empresa de servicios públicos de Boyacá EBSA que suministra la energía eléctrica. Existen múltiples proveedores para la mayoría de los insumos y equipos requeridos para la operación minera por lo tanto el poder de negociación muy pequeño para las compañías citadas. Por otra parte, el grado de diferenciación de algunos productos pueden afectar negativamente la empresa, tal es el caso del proveedor de madera, ya que no cuenta con certificación forestal. En general el poder de negociación de los proveedores es bajo y no afecta significativamente el microentorno de la empresa en cuestión.

3) *Poder de negociación de los compradores:* las esmeraldas colombianas cuentan con el 40% de la participación del mercado mundial, siendo el segundo en volúmenes de producción y el primero en calidad. El mercado mundial de las esmeraldas colombianas está diversificado en Japón, India, China, Tailandia, Alemania, USA, entre otros.

Esta gema, tiene un segmento privilegiado, ya que la esmeralda colombiana cuenta con ventajas competitivas debido a sus características de producto exclusivo y de calidad única a nivel mundial, por lo tanto, cualquier empresa de esmeraldas colombianas puede participar en este nicho de mercado, ya que tienen una alta demanda y por tanto los clientes tienen bajo poder de negociación.

4) *Amenazas de sustitutos:* la posibilidad de sustitución de la esmeralda es neutra, ya que es un producto de uso exclusivo y para consumidores con alto poder adquisitivo. Así mismo, la esmeralda colombiana posee características de calidad natural debido a sus procesos de

formación que la hacen única y no fácil de sustituir. Además, cuentan con reconocimiento internacional. Por lo anterior la amenaza de productos sustitutos no es relevante.

5) *Rivalidad entre competidores existentes:* los principales competidores de la industria de explotación de esmeraldas son las multinacionales Minería Texas Colombia (MTC) y Gemfields de mediana escala que cuentan con alto nivel de tecnificación y alto flujo de capital de riesgo para inversiones en tecnologías que aumenten la productividad y los volúmenes de esmeraldas extraídos. Así mismo, estos cuentan con el poder económico para comprar los proyectos de explotación de pequeñas y medianas empresas de explotación, lo cual reduce cada vez más el número de empresas, convirtiendo el sector minero de explotación de esmeraldas en un duopolio. Otro aspecto para considerar es que la empresa MTC trabaja bajo el mecanismo Mine to Market. Aunque esto tiene sus aspectos positivos, en el mercado nacional de la esmeralda tiene un impacto negativo ya que al exportarse la esmeralda en bruto se deja por fuera del mercado a los intermediarios y demás actores de la cadena de valor haciendo que los precios de estas gemas sean más competitivos. Por esto se puede decir que la rivalidad entre industrias es fuerte. Sumado a esto, los proveedores de maderas afectan a la empresa en cuestión al no contar con certificación forestal, de contar con este, el proveedor aumentaría los precios. Aun así, cualquier empresa que explote esmeraldas colombianas cuenta con un importante nicho de mercado a nivel nacional e internacional.

8.1.4 Análisis empresarial del entorno interno de la organización

Para el análisis del entorno interno de la organización se empleó la herramienta de análisis de la cadena de valor de Michael Porter con el fin de determinar el perfil de los recursos y capacidades de la organización (debilidades y fortalezas).

8.1.4.1 *Análisis de la cadena de valor*

En el análisis de la cadena de valor las actividades se clasifican en dos categorías, las actividades primarias y las actividades de apoyo. A continuación, se muestra la cadena de valor para la empresa de explotación de esmeraldas.

Actividades primarias

Las actividades primarias están relacionadas directamente con el proceso productivo de la empresa. Este proceso considera las actividades desde la obtención y o recepción de las materias primas para la elaboración del producto hasta las actividades finales como procesos de post venta del producto.

- **Logística interna:** en esta se encuentran todas las actividades relacionadas con las materias primas e insumos requeridos en la operación minera. Entre las más relevantes se encuentran la recepción y almacenamiento de materias primas e insumos. Suministro de recursos y servicios, transporte a la unidad minera. Control de inventarios, exploración geológica que consisten en labores de exploración en el área mediante perforaciones con recuperación de núcleos, esto con el fin de determinar el potencial productivo de las reservas mineras y las

características geológicas del subsuelo. Para la exploración del terreno también se realiza cartografía geológica de superficie y análisis de fotogeología. Todas estas actividades son desarrolladas previo a la operación y explotación de la mina, pero también se siguen realizando simultáneamente con la explotación.

CADENA DE VALOR

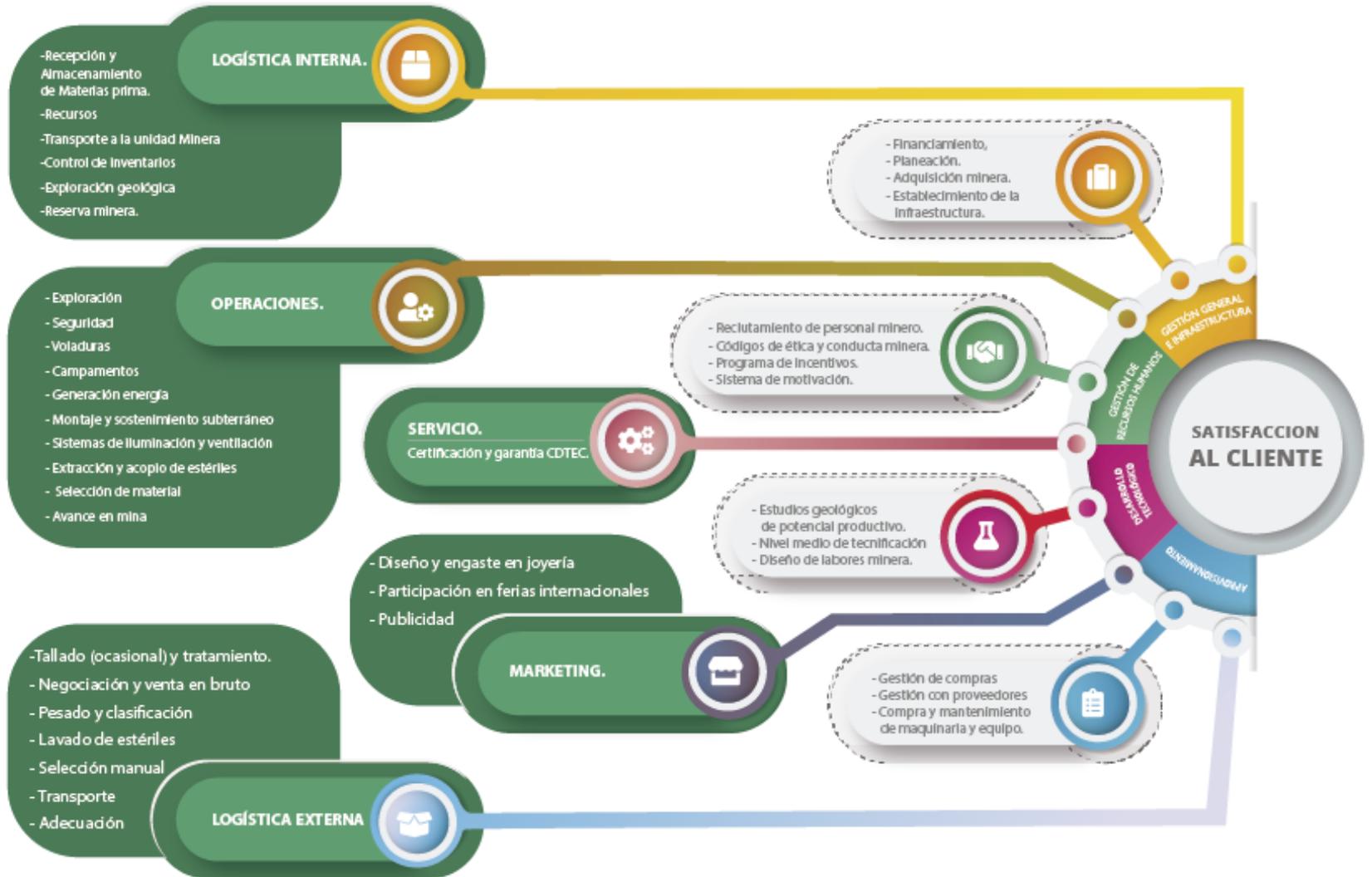


Figura 24. Cadena de valor de la empresa de explotación de esmeraldas

Fuente: Autor

La localización del área minera es en el municipio Muzo en el occidente de Boyacá. Las materias primas e insumos provienen de Bogotá, Chiquinquirá, Simijaca y otros municipios aledaños los cuales son transportados en diferentes tipos de vehículo dependiendo del volumen hasta las áreas del proyecto minero.

- Operaciones: esta actividad indica las actividades de transformación de las materias primas. Esta se explica detalladamente en la *sección 7.1.1 Caracterización del proceso de explotación*. La zona de estudio se ubica entre las veredas La Mina y Note. El área del proyecto minero comprende una extensión superficial de 127 hectáreas y 4.347 m². El método de exploración-explotación del área se realiza por el sistema de minería subterránea discontinua, empleando métodos de arranque mecánicos y explosivos. En esta etapa se encuentran las actividades de explotación y producción, montaje continuo de la mina subterránea, se construyen diseños estructurales como pozos, galerías, cruzadas y tambores, campamentos, instalación del sistema de iluminación y ventilación. Así mismo, todos los procesos relacionados con la explotación, voladuras, extracción y acopio de estériles. Posteriormente se da la selección del material de acuerdo con el tamaño de la partícula. En esta etapa también se realizan todos los protocolos y procedimientos de seguridad minera.

- Logística externa: La logística externa en la empresa de explotación de esmeraldas contempla el lavado de estériles y la selección manual del material que “pinta”, es decir el material mineralizado característico de vetas explotadas que tienen potencial de poseer

esmeraldas. Cuando se encuentra el mineral esmeralda este es pesado y clasificado de acuerdo con las características mencionadas en el numeral *5.3.12.2 Características de la esmeralda colombiana*. Posteriormente, se transporta el material en bruto hacia la ciudad de Bogotá donde se realiza la comercialización. Dependiendo del cliente se realizan los procesos de adecuación y tallado de la esmeralda.

Marketing: contempla las actividades de publicidad, promoción de ventas y fijación de precios. En el caso de la empresa minera, se engloban las actividades de diseño y engaste en joyería (a petición del cliente). Todas las esmeraldas comercializadas por la empresa minera cuentan con el Registro Único de Comercializadores de Minerales (RUCOM) mencionado en el numeral *5.4.2 Normatividad Nacional*, el cual es un mecanismo de control para la comercialización legal de minerales que además indica la procedencia del mineral y da fe de buenas prácticas de su extracción. Aunque esta es un mecanismo obligatorio actualmente es evadido por gran número de empresas por cuestiones de evasión de impuestos.

Por otra parte, la empresa tiene participación en ferias nacionales e internacionales como la feria anual Hong Kong International Jewellery Show, patrocinio de eventos como el Simposio Internacional de la Esmeralda que se realiza cada tres años en la ciudad de Bogotá, a través de esto se promueven los canales y relaciones publicitarias con actores de la cadena de valor y principalmente con clientes.

- Servicio: Antes de realizar los procesos de comercialización, las esmeraldas en bruto son trasladadas al laboratorio técnico para verificar la autenticidad de la piedra, identificación del origen geográfico y tratamientos de la piedra, certificación y garantía del laboratorio gemológico CDTEC.

Actividades de Apoyo

Las actividades de apoyo son aquellas actividades que agregan valor al producto pero que no están directamente relacionadas con la producción y comercialización de éste, sino que sirven de apoyo a las actividades primarias.

- **Aprovisionamiento:** esta comprende las actividades relacionadas con la gestión de compras y gestión de proveedores, en este sentido la empresa minera de esmeraldas cuenta con una integración vertical hacia atrás ya que requiere de proveedores de materias primas e insumos para la operación de la mina. Sus principales proveedores se encuentran en las ciudades de Chiquinquirá, Maripi y Bogotá, lo cual constituye una localización estratégica ya que se ahorran tiempos y costos de transporte. El proveedor de explosivos es la empresa Indumil. Sin embargo, la empresa concesionaria es la responsable de solicitar el material explosivo ante esta entidad y se debe encargar de la seguridad, tramites y transporte hasta el área del proyecto minero, este mecanismo se explica detalladamente en el numeral 5.2.2. *Descripción de la empresa en estudio.* El servicio de energía eléctrica es suministrado por la empresa EPSA mediante transmisión a subestación eléctrica. De igual manera, la empresa realiza periódicamente el mantenimiento a la maquinaria y equipo empleado en la operación minera, para lo cual subcontrata empresas especializadas en la materia.

- **Desarrollo tecnológico:** debido a que el proceso de explotación de la mina de esmeraldas se realiza simultáneamente con procesos de exploración, la empresa invierte considerablemente en estudios geológicos para determinar el potencial productivo de las zonas mineralizadas al interior de la mina. Estos estudios consisten cartografía geológica de superficie y análisis de fotogeología. El nivel de tecnificación de la mina es medio, debido a que las

inversiones se destinan principalmente a la operación de esta y el tamaño de la mina está clasificado como pequeña escala. De acuerdo con el decreto 1666 de 2016 del Ministerio de Minas y Energía relacionado con la clasificación de la minería en el país, establece que la minería en etapa de explotación para piedras preciosas y semi preciosas es de pequeña escala si el volumen de material extraído no supera las 20.000 toneladas al año. Por otra parte, la empresa realiza el diseño técnico de labores mineras teniendo en cuenta el marco técnico para minería subterránea. Adicionalmente cabe mencionar que la empresa minera se encuentra en un proceso de innovación para hacer frente a los cambios del mercado y participar en las estrategias del sector, por lo cual está dispuesta a realizar inversiones en tecnología e I+D+i.

- Gestión del talento humano: esta actividad es un proceso fundamental para el funcionamiento de la empresa minera. Entre las principales actividades se encuentran el reclutamiento del personal minero, la seguridad e integridad del minero, divulgación asertiva de códigos de ética y conducta minera, programa de incentivos y sistema de motivación. Todo esto se enfoca en los valores corporativos de la empresa ya que la complejidad cultural del entorno minero de la esmeralda es considerable, se pueden presentar robos de las esmeraldas y conflictos entre empleados, por esto la gestión del talento humano es uno de los pilares de la empresa de explotación de esmeraldas.

- Gestión general e infraestructura: comprende las actividades administrativas y de financiamiento, planeación y adquisición minera, establecimiento de la infraestructura. La empresa minera tiene como pilares básicos la seguridad con los mineros, responsabilidad con la comunidad, la honestidad con los inversionistas y procurar el cuidado con el ambiente. Esto con el fin de garantizar el éxito de la operación minera y la satisfacción de los involucrados en la

organización. En materia de infraestructura general, la empresa cuenta con su propia subestación eléctrica, con lo cual garantiza la continuidad de las operaciones.

En términos de protección ambiental la empresa no se encuentra realizando actividades más allá de las obligatorias por ley, como lo es la recolección de residuos sólidos, sin embargo, estos son quemados y enterrados en áreas aledañas a la zona del proyecto. De igual manera, las aguas servidas que genera la empresa antes de ser vertidas a los cuerpos de agua mediante son llevadas a un pozo séptico seguido de filtro anaeróbico. Una de las características fisicoquímicas más importantes de las aguas del drenaje de la mina es su acidez debido a la alta concentración de minerales como la pirita; sin embargo, la empresa minera no realiza control o mitigación del impacto generado. Esta sección se explica claramente en la sección *7.4 Análisis ambiental con herramienta ACV*.

En lo que respecta a la planeación minera, la empresa cuenta con tres inversionistas con el musculo financiero para realizar las inversiones requeridas para la operación. La planeación es una actividad que va de la mano con los procesos de exploración, por esto se hace uso de las herramientas tecnológicas apropiadas para los estudios de potencial productivo y toda la capacidad de trabajo para lograr las producciones que puedan compensar la inversión económica y generar utilidades que puedan hacer sostenible el proyecto. la adquisición es una actividad clave para la empresa de esmeraldas, como se mencionó en el numeral *5.2.3. Estructura organizacional de la empresa en estudio*. Aquí se resalta que la empresa está constituida como sociedad anónima y que funciona bajo un contrato de habilitación de minas con licencia de 30 años y con opción a renovación.

8.2 Análisis DOFA de la Empresa Minera

Tabla 4. Análisis DOFA

DOFA	
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Política de incentivos a la IED 2. Crecimiento del sector minero 3. Reconocimiento de producto a nivel internacional 4. Proyecto para denominación de origen y Marca País 5. Políticas para impulsar minería bien hecha 	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de compañías multinacionales con modelo de negocios Mine to Market 2. Inestabilidad jurídica 3. Debil presencia institucional en zona minera 4. Capital para inversión en negocio de alto riesgo
<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Empresa minera de pequeña escala con alto nivel de tecnificación 2. Excelencia en la gestión del talento humano 3. Estricto cumplimiento legal en materia de seguridad laboral 4. Calidad del producto 5. Infraestructura minera 	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Precaria gestión con proveedores 2. Falencias en la planificación estratégica minera 3. No hay estrategia ambiental definida 4. No hay desarrollo de la ventaja competitiva-potencial de diferenciación 5. Altos costos de producción 6. Desaprovechamiento de oportunidades estrategicas del sector esmeraldero

Fuente: Autor

8.3 Análisis ambiental con herramienta de ACV

En este apartado se incluyen los resultados de trabajo de investigación “Análisis de ciclo de vida en la explotación de esmeralda en el distrito minero Muzo en el occidente de Boyacá-

estudio de caso para una empresa minera ubicada en Muzo”. Este fue desarrollado junto a la estudiante Jessica Paola Flores Murcia. A partir de los resultados obtenidos en este estudio de ACV se pretende definir la estrategia ambiental corporativa para fortalecer el sistema de gestión empresarial de la empresa y plantear la propuesta de optimización con enfoque gerencial para la organización. De esta manera a continuación se presentan los resultados de las etapas finales del estudio de ACV mencionado con el fin de exponer los impactos operacionales generados en la explotación de la mina de esmeraldas (Florés & García, 2017).

8.3.1 Definición del objetivo y Alcance para el ACV de la esmeralda

8.3.1.1 *Objetivo*

El objetivo del estudio de ACV fue evaluar los impactos ambientales generados en la explotación de la empresa de esmeraldas ubicada en el distrito minero Muzo en el cinturón esmeraldero del occidente de Boyacá. A partir de este estudio se determinaron los puntos críticos de esta actividad minera. La divulgación de los resultados del estudio se realizó en el ámbito académico de la Universidad El Bosque y la empresa objeto de estudio, con el fin de que esta tenga insumos para su planeación estratégica.

8.3.1.2 Alcance

Siguiendo la metodología de ACV bajo los lineamientos de la NTC ISO 14040, la unidad funcional para este estudio fue un metro de avance en mina con las características geológicas del cinturón esmeraldero occidental, el cual está asociado a formaciones específicas del Cretáceo Inferior. El yacimiento de la empresa pertenece a la Formación Muzo que cuenta con tres

unidades litológicas, estas son Lutitas arcillosas o arcillolitas, Lutitas carbonosas y Lutitas carbonosas calcáreas.

La explotación de esmeraldas a diferencia de la minería de carbón u oro presenta altos niveles de incertidumbre debido a que los estudios para determinar la localización de los depósitos no son precisos. Por lo anterior, un metro de avance en mina es la unidad que permitió establecer las relaciones entre el balance de masas y energía con menor grado de incertidumbre para esta actividad minera.

De igual manera se trató la información del año 2016 ya que es el último registro de información del que se dispuso, esto se debe a que los registros más recientes no están completos y en los años anteriores al 2016 la empresa se encontraba realizando actividades de montaje y constitución legal.

Para la delimitación de este sistema, se contempló la etapa de obtención de materias primas, así como la etapa de explotación de la esmeralda, el cuál abarca procesos unitarios como: el sostenimiento de túneles, voladura de roca, lavado de estériles, instalación del sistema de ventilación e iluminación. Los límites del sistema se ilustran en la figura 8, donde se resaltan las etapas del ciclo de vida que se contemplaron para este estudio.

Por otro lado, se resalta que los datos para el desarrollo del ICV se recopilaron por medio de visitas técnicas a la empresa en los formatos establecidos por Mary Ann Curran, 2012 y que, dentro de las principales limitaciones encontradas para este estudio, estuvieron la obtención de la información y su verificación, puesto que la misma estuvo sujeta al conocimiento de los empresarios, administradores de la mina y a los registros que lleva la empresa.

8.3.2 Interpretación del Ciclo de Vida en la explotación de la mina de Esmeralda

De acuerdo con el desarrollo de la etapa del EICV de la explotación de la mina de esmeraldas, se evidenció que los procesos de transporte no aportan cargas significativas en la evaluación de los indicadores de las categorías de daño, por lo cual se excluyeron con el fin de centrar el análisis de las cargas ambientales sobre el proceso de explotación de la mina de esmeraldas y los diferentes procesos de entrada de materias primas y energía asociados al mismo.

Se clasificaron los flujos de procesos que mayores contribuciones representaron en los indicadores de categoría de impacto, los cuales fueron extracción, explosivo de dinamita tipo indugel, madera, cemento, gasolina y cableado.

Lo anterior se consolidó en la tabla 5. *Relación de los procesos con respecto a los indicadores de categorías y su porcentaje*, obtenida de las gráficas de caracterización y que relaciona los procesos de mayor carga ambiental con sus respectivos porcentajes de contribución para cada uno de los indicadores de categorías de impacto.

Tabla 5. *Relación de los procesos con respecto a los indicadores de categorías y su porcentaje.*

Indicadores de categorías	Procesos					
	Extracc.	Cemento	Explos. indugel	Madera	Cableado	Gasolina
Sustancias	15%	12,8%	41,0%	2,4%	9,8%	0,9%

Carcinógenas						
Respiración de sustancias orgánicas	80,5%	1,9%	1,8%	4,6%	0,9%	6,1%
Respiración de sustancias inorgánicas	65,6%	6,3%	11,5%	7,6%	1,0%	2,2%
Cambio climático	0,5%	29,1%	35,2%	15,3%	2,0%	5,6%
Radiaciones Ionizantes	-	28,9%	30,3%	-	4,2%	11,2%
Capa de Ozono	-	21,1%	31,0%	-	1,4%	17,4%
Ecotoxicidad	-	9,9%	32,5%	0,6%	10,7%	19,8%
Acidificación/eutrofización	79,4%	2,5%	4,1%	10,4%	0,2%	1,0%
Uso del suelo	100,0%	-	-	-	-	-
Agotamiento de minerales	-	6,0%	56,1%	-	14,2%	0,3%
Agotamiento de combustibles fósiles	-	12,2%	21,8%	29,6%	5,1%	9,3%

Fuente: (Florés & García, 2017)

8.3.3 Identificación de los puntos críticos dentro del ciclo de vida

Para la interpretación de los resultados de cada indicador, se muestran sus respectivas gráficas con las tendencias para cada categoría de daño con sus indicadores de categoría de

impacto, además de las cargas ambientales generadas por los principales procesos que inciden sobre el proceso de explotación de la mina de esmeralda.

A partir de los resultados obtenidos con base en la EICV para el CV de la explotación de la mina de esmeralda, se evidencia que los procesos que contribuyen de manera más significativa a la carga ambiental son el uso de dinamita y madera además de los daños generados por el uso del suelo (Florés & García, 2017).

Específicamente, la dinamita, es un explosivo con el principio de los explosivos ANFO el cual por sus composiciones y su reacción durante y después de las detonaciones, se lleva la carga ambiental más alta de todos los procesos. El uso de la dinamita es diario, y se realiza una vez en la JE con el empleo de 5 Kg por el metro de avance que es la unidad funcional.

En cuanto a la madera, este insumo es requerido para el proceso de sostenimiento de túneles, donde se requieren 140.59 Kg por el metro de avance, adicionalmente este es un proceso que se realiza en todas las JE, así que tanto este insumo y la dinamita, son indispensables para el proceso de explotación, pero pueden ser remplazados por insumos que cumplan las mismas funciones, pero con características que tengan menos cargas ambientales como los que se mencionan más adelante en las propuestas de gestión ambiental.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la EICV en la explotación de la mina de esmeraldas y la comprensión de su proceso de explotación junto con las demás etapas del ciclo vida, se plantearon algunas propuestas de recomendación desde la gestión ambiental, que contribuyan al mejoramiento del proceso de explotación y que suplan las necesidades de la empresa en relación a estrategias de mayor eficiencia en la utilización de los recursos que

disminuyan los impactos ambientales generados en su proceso extractivo, con el fin de vincular estrategias ambientales a su planeación estratégica.

De igual forma, estas propuestas de recomendación constituyen una herramienta para apoyar la toma de decisiones en la empresa y por lo tanto deben atender a optimizar el manejo de los impactos operacionales significativos que fueron identificados por medio del análisis del ciclo de vida. Cabe mencionar que estas medidas se clasifican como propuestas estratégicas y propuestas tecnológicas, estas están sujetas a la presentación y discusión con los empresarios mineros.

Los impactos operacionales a los que atienden las siguientes propuestas son los relacionados al explosivo indulgel del proceso unitario voladura de roca, y el insumo de madera asociado al proceso unitario de sostenimiento de túneles. El manejo de los impactos asociados al proceso unitario extracción no se contemplan directamente, ya que esta actividad impacta directamente sobre el subsuelo y corresponde a la empresa mitigarlos mediante la ejecución del plan de manejo ambiental incluido en la licencia ambiental del proyecto minero. Cabe resaltar que el alcance del presente proyecto es generar propuestas que vayan más allá del cumplimiento normativo por medio de la herramienta ACV y que contribuyan a la gestión empresarial ambiental en la empresa minera.

Sin embargo, las propuestas presentadas más adelante tienen una significativa influencia en la reducción del impacto ambiental que genera todo el proceso de explotación de la mina de esmeraldas y están basadas en estudios de caso de proyectos mineros.

8.3.3.1 *Salidas al agua*

Uno de los principales impactos generados en la extracción de minerales son los Drenajes Ácidos de Mina (DAM), que se generan a partir de la oxidación de sulfuros metálicos, especialmente los de hierro como la piritita (FeS_2), en presencia de oxígeno atmosférico y agua. Los drenajes ácidos son efluentes de trabajos mineros que contaminan fuentes hídricas superficiales y cuerpos de agua subterráneos porque presentan valores de pH entre 1,5 y 6, aportando una gran cantidad de acidez debida a la formación de ácido sulfúrico y elevadas concentraciones de metales pesados como el cobre, plomo, arsénico, entre otros; que son solubles a valores de pH bajos. En el caso del proceso de explotación de una mina de esmeraldas se debe remover el material estéril o rocoso de los túneles y se disponen en patios de estériles para procesos de lavado y disposición final (Aduvire, 2006).

8.3.3.2 *Salidas al suelo*

La movilización de los metales pesados y la clase de productos de reacción generados está controlada principalmente por la composición geoquímica de los materiales presentes (suelo de mina, estériles de escombreras) y el agua de lavado. Cuando estos drenajes migran desde los puntos de generación e ingresan al medio receptor, aportan una alta carga de metales pesados hacia los cuerpos de agua subterránea. generan sedimentos de color rojo – naranja debido a precipitados de hierro y de sulfatos que ocupan las áreas para el desove de los peces, se introducen entre sus branquias y permean los detritos que sirven como alimento. Por otra parte, la vegetación terrestre que pueda estar en contacto con los drenajes ácidos también se ve afectada ya que la acidez y concentración de iones como sulfatos y cloruros impide su normal crecimiento (Aduvire, 2006).

8.3.4 Propuestas para el manejo de los impactos operacionales asociados a la madera

Para empezar, hay que tener en cuenta las siguientes características de la madera que se emplea actualmente en la mina, esta madera es obtenida por una empresa que no cuenta aún con un sistema sostenible para la producción de madera, esta solo cuenta con permisos de aprovechamiento. Por lo tanto, la carga ambiental que se recibe por parte de la mano de obra que se emplea en dicha empresa es alta. El proceso de producción de madera incluye insumos que generan alto impacto ambiental. Uno de estos es el Diesel para la operación de la maquinaria, así como su método de extracción de madera en bosques no certificados con métodos de secados en hornos. Adicionalmente la alta demanda de madera en la mina aumenta la carga ambiental en aspectos de uso de materiales.

Por lo anterior, esta propuesta de gestión ambiental incluye tres variables para la disminución de la carga ambiental en la madera, estas son: recomendaciones para la compra en empresas de madera certificadas, cambiar el diseño para la mejora de rendimiento y soporte y por último cambiar el material por madera plástica.

8.3.4.1 *Diseño de Madera rolliza con modelo Propsetter*

Actualmente, la empresa emplea el diseño rectangular de cuatro puntas, donde de acuerdo con estudios de tecnología para soporte de cubierta subterránea, se encontró que este tipo de diseño requiere de una alta mano de obra para su instalación y mantenimiento, además que su duración es corta en comparación a otros tipos de tecnologías de soporte. Según el estudio de (Barczak, 2010) , las tasas de instalación mejoran hasta en un 200% con el modelo de soporte de Propsetter en comparación a la del soporte de cuatro puntas, este sistema es un poste de madera

de diseño cilíndrico con cortes en los terminales y tres aros de acero. Así mismo (McCartney, 1995) comparó el Propsetter de 216 mm de diámetro con la madera de 4 puntos de 914 mm y encontró que se maneja un 72% menos de material cuando se usa un Propsetter de 1,829 m de largo. El Propsetter reduce la resistencia de ventilación en un 76% y el mantenimiento de soporte es reducido por la contracción de la madera. Estos estudios, demuestran que el sistema Propsetter cumple con las necesidades asociadas con efectividad en sistemas de soporte.

Las características físicas, capacidad y beneficios consiste principalmente en tres partes: el prop de cuña, el poste de rendimiento, una base/cabecera de varios diseños y los anillos de acero (Figura 26). La base se utiliza para distribuir la carga y evitar perforar el techo y piso de la mina, el puntal de cuña consiste en cuatro cortes de fondo en las puntas del poste, el ahusamiento de la punta permite el efecto de cepillado que ocurre cuando el Propsetter sostiene la carga. Así mismo, tres anillos de acero confinados los cuales ayudan a controlar el efecto de cepillado permitiendo que el sistema gane capacidad de soporte, cada anillo es 6 mm de alambre de acero (Brown, 2018).

Con base a lo anterior, esta propuesta consiste en que la empresa compre la madera rolliza de un distribuidor en la zona, que, de acuerdo con el ministerio de medio ambiente, hay alrededor de 15 empresas de madera en Boyacá de los cuales 5 cuentan con permisos de aprovechamiento forestal. Estas empresas cuentan con diferentes contratistas regionales que poseen la maquinaria y manejan las logísticas de acopio, bloqueo de trozas, transporte, consecución de permisos de aprovechamiento y licencias de movilización (MinAmbiente, 2016).

Posterior a la compra de la madera rolliza se sugiere que, en el taller de carpintería de la empresa, se realicen los cortes de acuerdo con el sistema Propsetter y la adhesión de los anillos de acero.

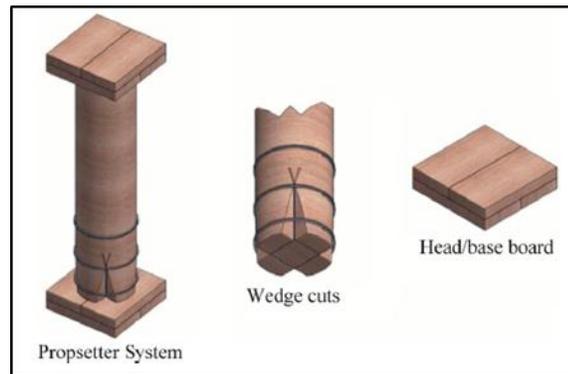


Figura 25. Sistema Propsetter

Fuente: (Brown, 2018)

8.3.4.2 *Madera Plástica*

La estructura de sostenimiento de túneles es construida en madera con el fin de brindar el soporte y la estabilidad mecánica de muros y techos del túnel y evitar accidentes por desprendimientos inesperados de las rocas. La cantidad de accidentes ocurridos debido a una deficiencia o falla en la estructura es de alrededor del 38%. Adicionalmente, el crecimiento de un árbol para alcanzar el tamaño óptimo para corte es de mínimo 4 años, esto hace que haya una alta demanda permanentemente de madera estructural para uso en minería como lo es el eucalipto. Asociado a esto, los costos son altos debido a la alta demanda y al aumento del flete por la necesidad de usar bosques cada vez más lejanos a los sitios de operación minera. Generalmente, el costo de la madera oscila entre el 8 y el 10% del total de los costos de explotación (Bolivar & Garcia, 2015).

La madera plástica atiende a las necesidades de soporte, peso y estructuración, esta tiene como propósito reemplazar el uso de madera natural como soportes estructurales. Su sustitución permite ciclos de tiempo apropiados para la renovación de bosques, disminuye la presión sobre estos sistemas naturales y conlleva a la reducción de la demanda por materias primas naturales. Por otra parte, se generan relaciones de apoyo a nuevas industrias en el mercado colombiano dedicadas a la recuperación y reutilización de materiales plásticos (REXCO, 2013).

Sus características físicas:

- No se degrada al aire, ni por contacto con arena o agua, resistente a la humedad
- No genera reacciones con los materiales presentes en la mina.
- Vida útil de 100 años, no requiere mantenimiento para su conservación
- Buena resistencia mecánica, material duradero, inmune a microorganismos, roedores e insectos, seguro, no se agrieta ni produce astilla. Piorresistente: alta resistencia al fuego y a los procesos de voladuras.
- Contribuye a mejorar la seguridad laboral, pues este material presente características más duraderas para su uso en las estructuras de las minas.

Para su uso en minería, la madera plástica empleada es en forma de postes de sección cuadrada las medidas son de (30x30) cm y longitudes entre los 2 y 4 metros, su peso es de 309 kg. Estos postes son utilizados para reemplazar las estructuras de la madera convencional en las minas, ya que por sus características físico-químicas son más resistentes. Esta madera es constituida por una mezcla de poli-olefinas (polipropileno, polietileno de alta densidad y

polietileno de baja densidad) y algunos contaminantes como el aluminio presente en varios envases.

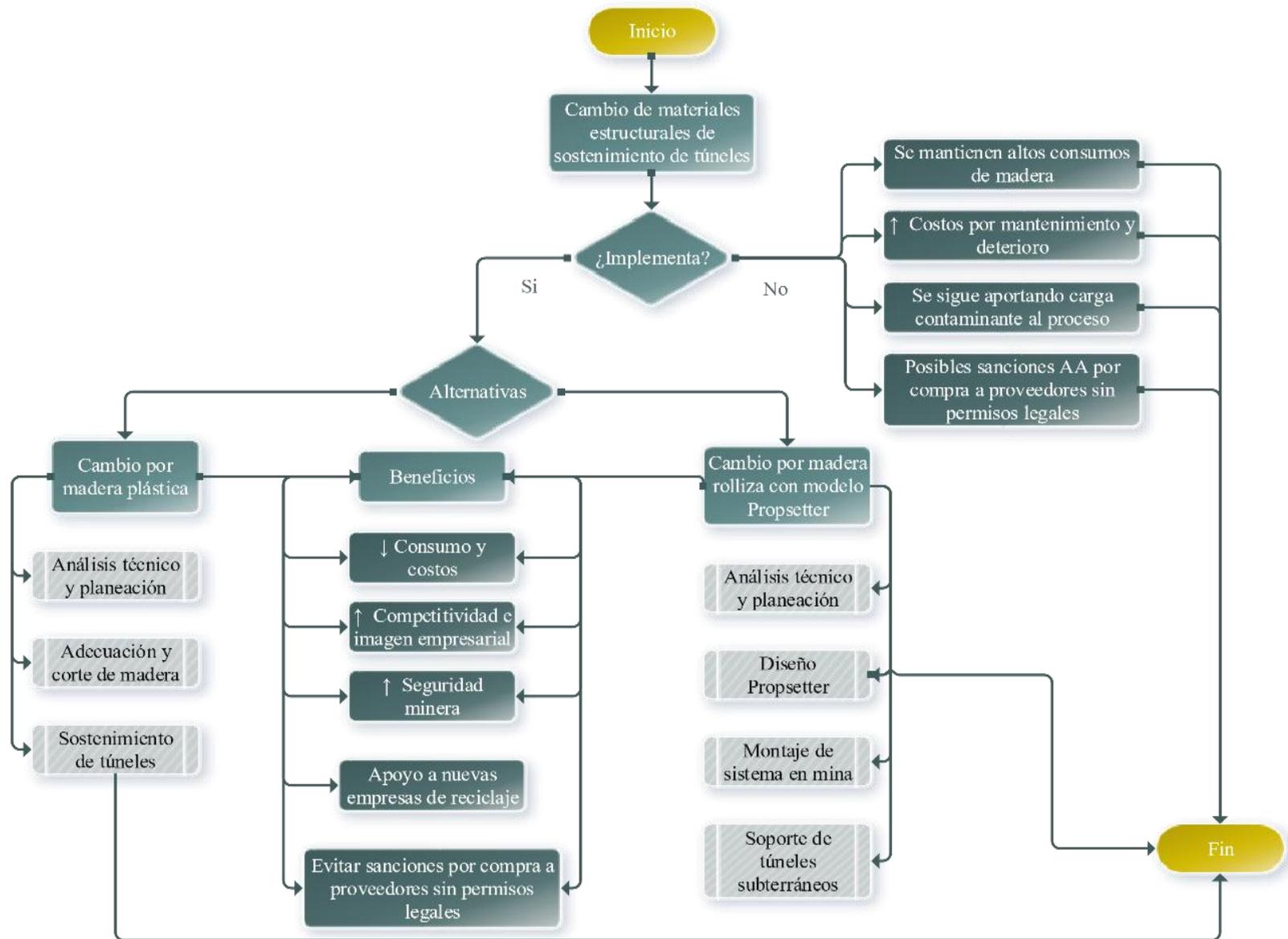


Figura 26. Escenario de cambio tecnológico para la madera

Fuente: (Florés & García, 2017)

8.3.5 Propuestas para el manejo de los impactos operacionales del explosivo indugel

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ACV de la explotación de una mina subterránea de esmeraldas, se encontró que el proceso que mayor genera afectaciones al ambiente es el asociado a los procesos de voladuras con el explosivo indugel. Entre las principales afectaciones se encuentran la inhalación de sustancias orgánicas e inorgánicas debido al material particulado generado por las voladuras. Además de efectos ionizantes, la acidificación del suelo y generación de drenajes ácidos al agua por residuos de compuestos químicos como óxidos de nitrógeno, aluminio y amonio, provenientes de la reacción de la voladura con explosivo indugel. Así mismos impactos como vibraciones en el suelo, ruido, explosión de aire sobre presión, voladura de rocas sin control, generación de grandes cantidades de estériles y respuesta humana (Torres, Gozales, & Tapia, 2009).

En el proceso de voladura con explosivos convencionales se generan grandes cantidades de material rocoso sin tamaños predeterminados, por lo cual su manejo aumenta los costos de extracción desde el interior de la mina hacia los patios de estériles y dificulta el desarrollo de los procesos de lavado y separación de acuerdo con el tamaño.

Por esto, se realizó una búsqueda de alternativas para la realización de voladuras con menor impacto sobre el ambiente y la salud del personal minero, que mejore la eficiencia del proceso de explotación. A partir de esto se encontró que existen en el mercado tecnologías que

mejoran significativamente este proceso. Una de estas son los detonadores electrónicos. Dentro de las principales marcas del mercado se encuentra el Sistema eDev II Electronic Tunnel Blasting System, para la aplicación en desarrollo de túneles. El sistema provee de la precisión y flexibilidad del timing electrónico con operaciones rápidas y fáciles en túneles. Con su aplicación se aumentan la seguridad, eficiencia y rendimiento. Por medio de este se puede hacer un diseño de voladura que produzca el tamaño de fragmentación requerida por parte del proceso, reduciendo significativamente la cantidad de estériles en las escombreras y optimiza los demás procesos (Orica, 2018). Entre sus ventajas están:

- Aumenta la velocidad del avance global del proyecto
- Mejora de la uniformidad del tamaño de las partículas
- Aumento de la productividad de la excavación.
- Ahorro de costos en operaciones de excavación
- Fragmentación mejorada en la pila de escombreras.
- Mejor aceptación pública de las voladuras.
- Un beneficio adicional de los detonadores electrónicos. es decir, el control mejorado de las vibraciones inducidas por la explosión y del chorro de aire.
- No hay exposición física humana a la voladura (Orica, 2018).

Desde el programa del sistema se puede operar las medidas deseadas de la voladura, el tiempo, control de vibración, ruido entre otras que hacen de este proceso una actividad exacta de

los resultados esperados y reduce significativamente los impactos ambientales asociados a la explotación (Steyn, 2017).

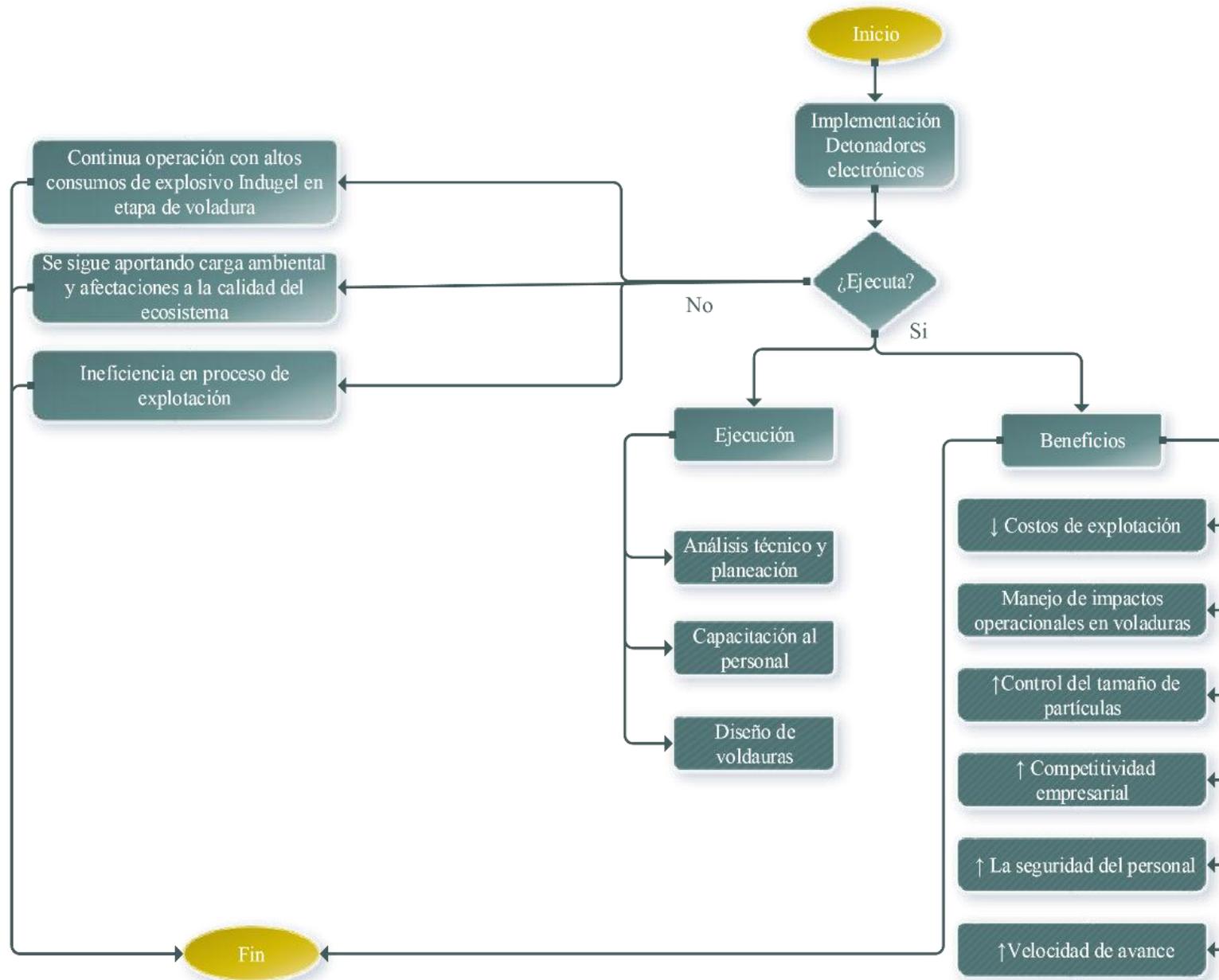


Figura 27. Escenario de cambio tecnológico para la detonación electrónica

Fuente: (Florés & García, 2017)

8.3.5.1 Datos Detonadores electrónicos

Para los datos del detonador electrónico, se tomó la información proporcionada por Austin Australia en su ficha de seguridad de detonadores eléctricos y electrónicos (tabla 6), la cual muestra la composición interna de los detonadores electrónicos.

Tabla 6. Composición interna del DE

Name	Product Identifier	% (w/w)
Zinc	CAS No. 7440-66-6	0-60%
Copper	CAS No. 7440-50-8	0-60%
Aluminum	CAS No. 7429-90-5	0-40%
Cyclonite (RDX)	CAS No. 121-82-4	0-15%
Hexanitrostilbene (HNS)	CAS No. 20062-22-0	0-15%
Pentaerythritol tetranitrate (PETN)	CAS No. 78-11-5	0-15%
Barium chromate	CAS No. 10294-40-3	0-5%
Boron	CAS No. 7440-42-8	0-5%
Lead Azide	CAS No. 13424-46-9	0-5%
Lead tetraoxide	CAS No. 1314-41-6	0-5%
Tungsten (W)	CAS No. 7440-33-7	0-5%
Silicon	CAS No. 7440-21-3	0-2%

Fuente: (Austinpowder , 2017)

Para el avance horizontal de 1000 metros la duración de total del desarrollo de trabajo empleando el sistema eDev, se puede disminuir hasta en dos meses.

Para lograr 1000 metros de avance con explosivos convencionales se deben realizar 500 voladuras; mientras que con detonadores electrónicos eDev se reducen a 333 voladuras. Esta diferencia se traduce en 167 voladuras no realizadas, lo cual se traduce en un beneficio económico al ahorrar material explosivo y gastos de operación (Torres, Gozales, & Tapia, 2009).

Con el correcto uso de estos equipos, la implementación de detonadores electrónicos puede generar una reducción significativa en los costos de operación. Todo esto sumado a los aspectos de seguridad, la facilidad de manejo que proporciona y la precisión de su uso, sin descartar los demás beneficios mencionados con anterioridad.

8.3.5.2 *Simulación con Madera rolliza y DE en SimaPro*

Se realizó la modelación de las propuestas tecnológicas con el fin de determinar la carga ambiental y la evidenciar la reducción sobre los indicadores de categoría de impacto. Así, la EICV para este nuevo. En la gráfica 28, se puede observar que las nuevas entradas madera rolliza y DE, presentan una contribución significativa en las categorías de impacto recursos fósiles y ecotoxicidad respectivamente. Esto se debe a que en el proceso del insumo madera rolliza, se realiza el empleo de combustión de Diesel para la maquinaria que se usa en el corte y moldeamiento de la madera, y aunque el uso del material es menos para el soporte de túnel, el uso de tal recurso fósil sigue contribuyendo al aspecto del uso de energías no renovables. Para el caso del DE, su carga ambiental que es representativa en la categoría de impacto ecotoxicidad, se debe a sus componentes internos (ver tabla 6), los cuales son dispersados al aire, suelo y agua después de las voladuras.

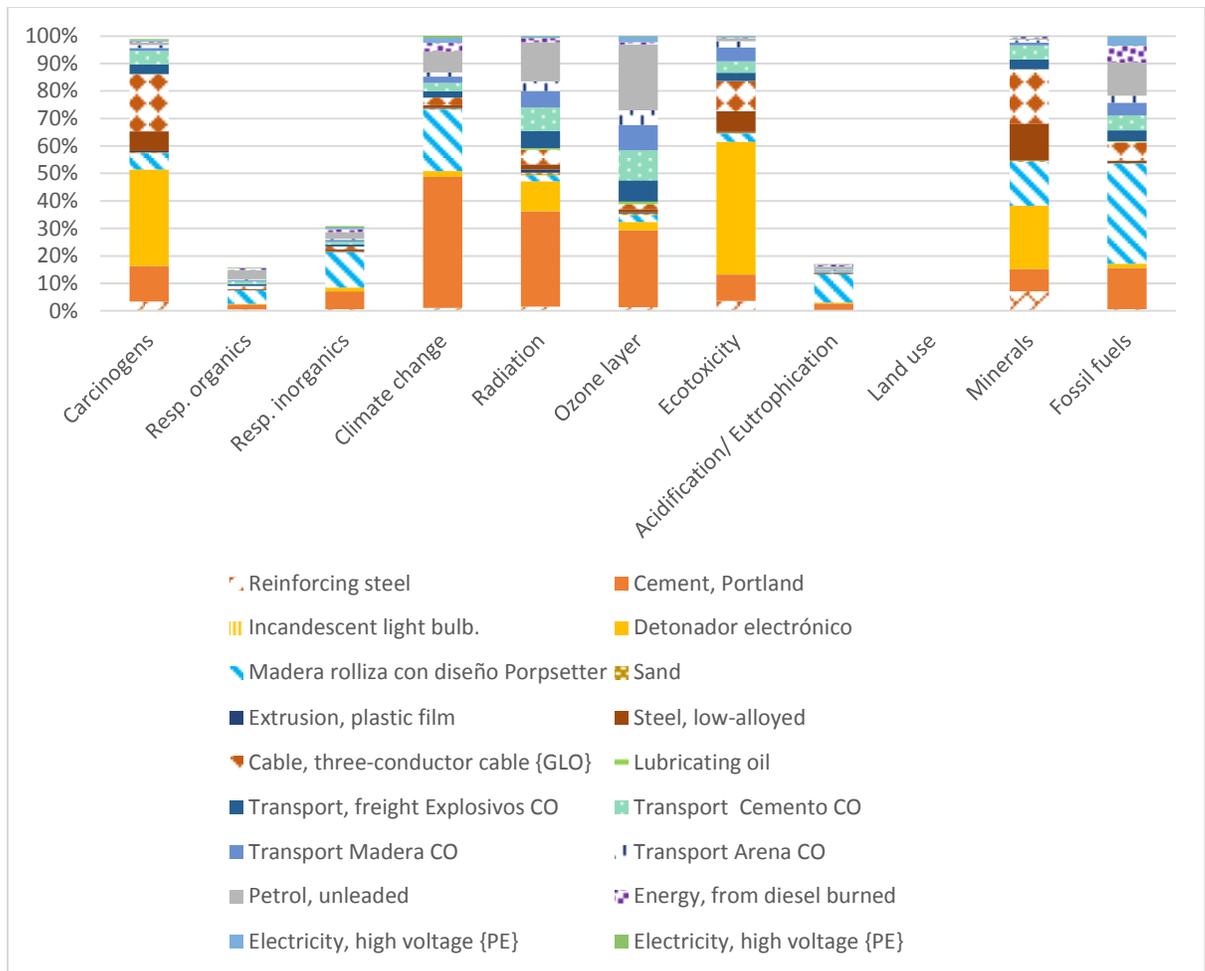


Figura 28. Normalización para la simulación del proceso de la explotación de esmeraldas con la madera rolliza y DE en la empresa caso de estudio

Fuente: (Florés & García, 2017)

8.3.5.3 Simulación con madera plástica y DE en SimaPro

La EICV para este escenario, en la gráfica 29, se puede observar que las nuevas entradas madera plástica y DE, presentan una contribución significativa en las categorías de minerales y ecotoxicidad respectivamente. Esto se debe a que en el proceso del insumo madera plástica, se realiza el empleo de. Para el caso del DE, su carga ambiental que es representativa en la

categoría de impacto ecotoxicidad, se debe a sus componentes internos, los cuales son dispersados al aire, suelo y agua después de las voladuras.

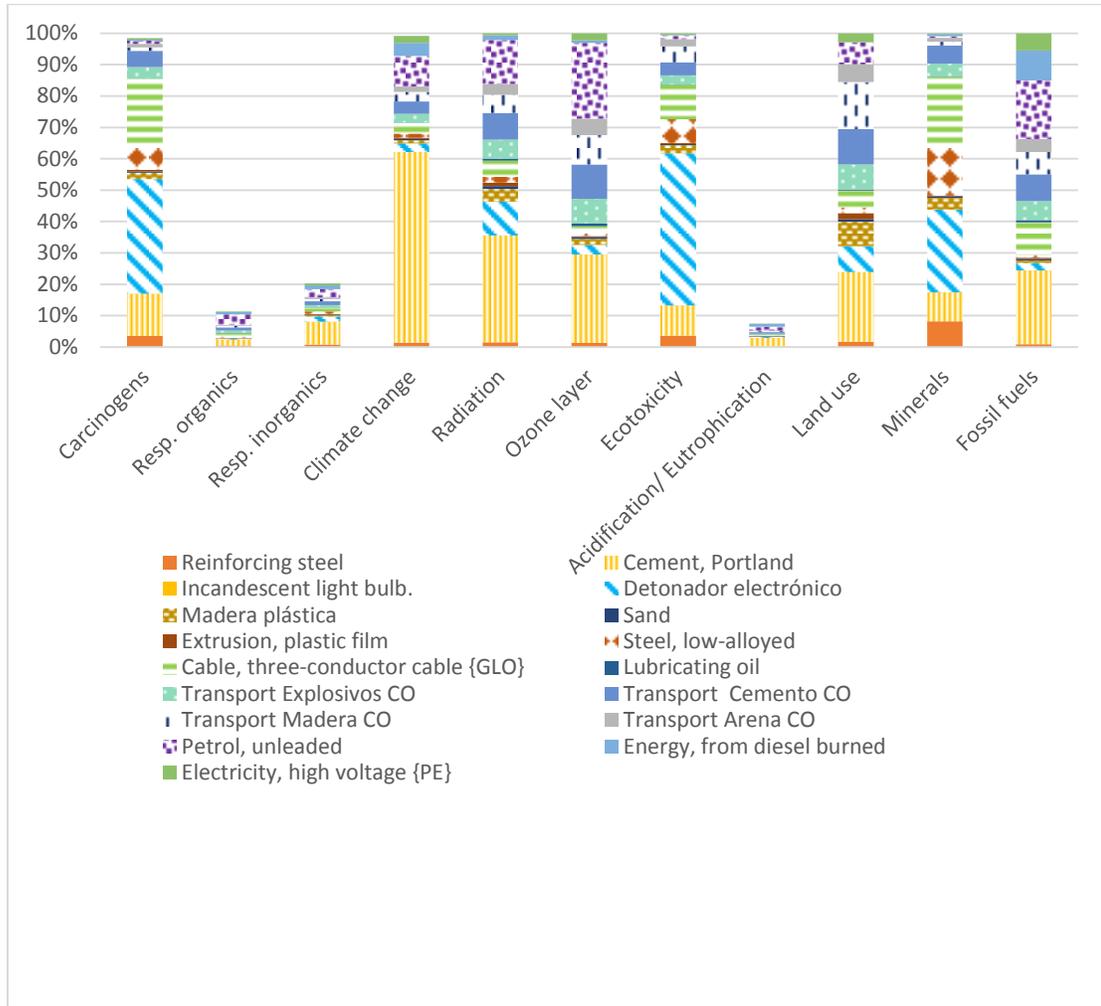


Figura 29. Normalización por categorías de impacto en el ciclo de vida del proceso de explotación con las propuestas tecnológicas madera plástica y DE

Fuente: (Florés & García, 2017)

8.3.5.4 Simulación del análisis comparativo con el uso de las propuestas tecnológicas

El análisis comparativo con el uso de las tres propuestas tecnológicas (madera rolliza con sistema propsetter, madera plástica y DE), se desarrolló situando las entradas de las simulaciones: madera rolliza y De, madera plástica y DE y el proceso de explotación con las previas entradas (madera y explosivo indugel). A partir de esto, se pudo observar una ventaja en la implementación de las propuestas tecnológicas, en la categoría de impacto cambio climático se puede observar que cerca del 20% de la carga ambiental disminuye. En la categoría de impacto recursos fósiles la carga ambiental disminuye alrededor del 77% con las propuestas. Entre las dos simulaciones, la simulación con madera plástica y DE, presenta una leve ventaja en cuanto a menos carga ambiental, frente a la de la simulación con madera rolliza y DE, esto se debe principalmente por que en el proceso de la madera rolliza se emplea la combustión de un recurso no renovable (Diesel). A pesar de esto, la importante reducción en aspectos relacionados con la salud humana debe considerarse a la hora de analizar el impacto en la salud y calidad de vida de los involucrados.

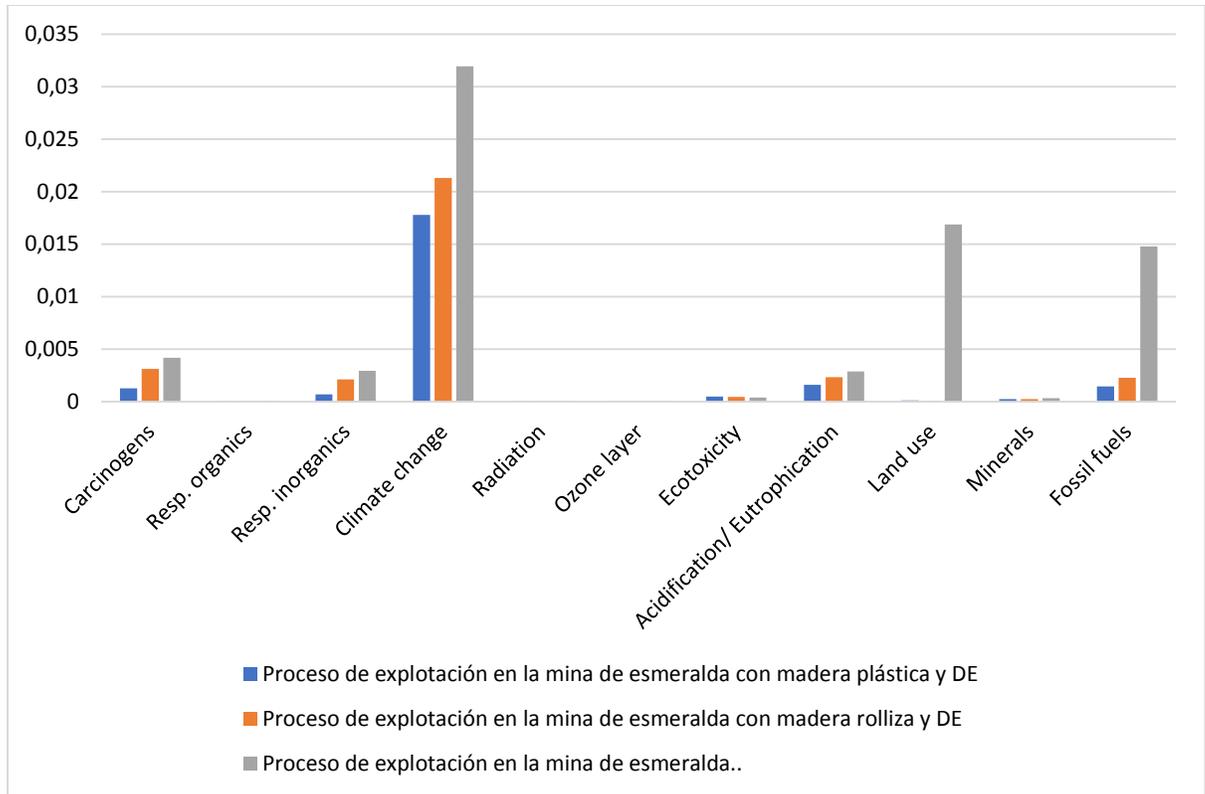


Figura 30. Análisis comparativo entre los tres procesos

Fuente: Fuente: (Florés & García, 2017)

8.4 Plan de intervención empresarial y ambiental de la organización productiva

El plan de intervención de la empresa de explotación de esmeraldas se basa en la definición de una estrategia ambiental, la cual está enmarcada como una estrategia de diferenciación y se emplea el Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad como herramienta de apoyo de dicha estrategia. Así mismo se definió una estrategia de desempeño minero, teniendo en cuenta la importancia que tiene la gestión del talento humano para la empresa de explotación de esmeraldas.

8.4.1 Plan estratégico con Sustainability Balanced Scorecard o CMIS

Para la realización del CMIS se siguieron las siguientes etapas:

Análisis de metas estratégicas de la empresa como los valores, objetivos estratégicos, la visión y misión existentes fueron reformuladas adecuadamente a los nuevos lineamientos estratégicos de la organización. Posteriormente se definió la estrategia con enfoque de diferenciación y se establecieron los objetivos estratégicos alineados a esta. Finalmente se desarrolla el mapa estratégico y el CMIS con los indicadores de gestión.

8.4.1.1 *Análisis de metas estratégicas*

En este análisis se consideran las metas estratégicas actuales de la empresa minera y se comparan con la propuesta definida de acuerdo con la estrategia ambiental corporativa.

Tabla 7. *Análisis de metas estratégicas de la empresa*

Metas Estratégicas	Actual	Propuesto de acuerdo con estrategia
Misión	<p>Desarrollar una minería responsable para reducir el impacto ambiental y trabajar cumpliendo las normas que rigen a la industria minera nivel nacional e internacional.</p> <p>Trabajar con ética para mejorar el rendimiento con la mayor responsabilidad y transparencia para que el proyecto sea viable y sostenible</p>	<p>Somos una empresa dedicada a la exploración y explotación de esmeraldas, que se diferencia por desarrollar una minería bien hecha garantizando la satisfacción y el beneficio actores involucrados.</p>
Visión	<p>La visión de la empresa es ser los mejores, constituirse en una empresa líder y reconocida, que</p>	<p>Ser la empresa líder en minería de esmeraldas de pequeña escala, que</p>

	obtenga reconocimiento nacional e internacional por su manejo integral del recurso humano y económico con redistribución social de parte de sus utilidades	desarrolle una minería bien hecha procurando las mejores prácticas en responsabilidad social empresarial en armonía con las comunidades, el ambiente y el desarrollo sostenible.
Valores Corporativos	Honestidad, transparencia y confianza. Los valores de la organización están enfocados en el comportamiento transparente y de confianza entre todos los niveles de la organización	Honestidad, transparencia, confianza y sentido de pertenencia

8.4.1.2 *Lineamientos para la Estrategia Ambiental Corporativa*

Para la definición de esta estrategia de diferenciación se contemplaron los siguientes aspectos:

El mercado de las esmeraldas está demandando productos que cuenten con aval de buenas prácticas a nivel social y ambiental. La empresa percibe un impacto positivo por parte de sellos y certificaciones voluntarias como el sello de minería bien hecha y que pueden representar una ventaja competitiva. La Agencia Nacional de Minería – ANM y la Asociación Colombiana de Minería - ACM lanzaron el sello “Minería bien hecha: progreso para Colombia” con el cual se mostrarán las cualidades de una actividad económica legítima que históricamente ha beneficiado al país, no solo en materia de empleo, sino también de impuestos y regalías, trayendo desarrollo y bienestar. La iniciativa busca generar progreso, promoviendo las mejores prácticas en responsabilidad social, y armonía con las comunidades, el ambiente, y el desarrollo sostenible.



Figura 31. Logo Minería Bien Hecha

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

-Alineación estratégica con programas e iniciativas del sector para impulsar el desarrollo del sector esmeraldero del país en cada uno de los eslabones de la cadena de valor.

-Apoyar los procesos de posicionamiento que buscan impulsar el mercado de las esmeraldas colombianas mediante la marca de esmeraldas Mothergem y la denominación de origen-marca país

-Las empresas del sector esmeraldero deben estar en capacidad de garantizar a sus compradores finales la certificación de origen RUCOM. Esta certificación acredita toda la información acerca de los procesos de extracción de la gema, la mina de procedencia, el proceso de corte, tratamiento y talla. Esta certificación es garantía de que los procesos corresponden a una minería legal, responsable a nivel social y ambiental.

-Gemas de Comercio Justo, estas gemas se rastrean desde la mina de extracción hasta el mercado para garantizar que cada gema se haya manejado de acuerdo con protocolos

estrictos. Los protocolos incluyen protección ambiental, prácticas laborales justas en las fábricas de corte y joyería, una estrecha cadena de custodia que elimina la posibilidad de que se introduzcan gemas tratadas o productos sintéticos en la cadena de suministro. Así mismo, el programa Fair Trade Gems también extiende la responsabilidad a los consumidores.

Por otra parte, es importante que las medidas de gestión empresarial y ambiental propuestas se enfoquen en un modelo de gestión integral alineado con el código de prácticas responsables del Consejo de Joyería Responsable (RJC, por su sigla en inglés), que facilite la alineación de la “Minería Bien Hecha” con estándares internacionales de prácticas líderes en sostenibilidad que además mejorar el posicionamiento de las esmeraldas, brindándoles a los clientes una certificación de origen y trazabilidad .



Figura 32. Esmeraldas Colombiana Marca País

Fuente: (FEDESMERALDAS, 2015)

-La estrategia ambiental corporativa para la empresa de explotación de esmeraldas debe estar alineada con el modelo de desarrollo sectorial para la productividad y competitividad de la cadena de valor de la esmeralda. Este plan fue formulado por el gremio de esmeraldas del país

con el objetivo de superar los factores limitantes, potenciar los aspectos positivos e integrar la promoción del desarrollo social. El modelo está compuesto por cinco pilares estratégicos y 12 líneas de acción, con el propósito de redireccionar la gestión del sector y promover el desarrollo local. Todo esto, de forma articulada y en alianza con las entidades locales, regionales y nacionales involucradas.



Figura 33. Modelo de desarrollo sectorial para la esmeralda colombiana

Fuente: (Fedesmeraldas, 2015)

Por otro lado, debido a que la esmeralda no tiene un valor de transferencia no genera las regalías y tributos que deben ser, haciendo que el impacto económico de la industria esmeraldera en Colombia sea subestimado. A esto se suma la exportación en bruto que tiene el mineral, lo que hace que la plusvalía quede en el exterior y el beneficio económico que recibe el país es poco. De acuerdo con los actores involucrados, los procesos de adecuación y joyería son los eslabones donde la esmeralda genera valor agregado y aseguran que no es rentable exportar el

mineral en bruto. Debido a esto, algunos actores del gremio presentaron ante la Cámara de Representantes del Congreso de la República de Colombia el proyecto de ley 216 de 2016 que buscaba regular la producción, comercialización y exportación de la esmeralda, sin embargo, este fue archivado por tránsito de legislatura.

La ganancia ocasionada por el valor agregado que produce la exportación de la esmeralda tallada beneficia a los municipios productores e impulsa la economía en todo el territorio nacional. Así mismo, se generan nuevos canales de empleo, trazabilidad de la esmeralda y una adecuada tributación en la comercialización de esmeraldas y demás piedras preciosas, toda producción de material en bruto proveniente de la explotación de un título minero vigente, antes de ser transformada o exportada, debería ser tratada y tallada en el país con el fin de generar valor agregado a la cadena de valor.

Con los procesos de adecuación en la esmeralda, estas adquieren un valor 2 o 3 veces superior a la piedra en bruto, de ahí la importancia de fortalecer este eslabón por medio de las capacidades y competencias técnicas y productivas favoreciendo la productividad y competitividad de la cadena.

La estrategia ambiental corporativa debe considerar los resultados del análisis ambiental obtenidos en el Análisis de Ciclo de Vida mediante los lineamientos de la norma técnica NTC ISO 14040 de 2007. A partir de esto, se deben considerar las propuestas tecnológicas establecidas como medidas de mitigación de los impactos operacionales identificados.

Cultura y arraigo del minero: se debe tener en cuenta la cultura del minero, ya que tiene arraigadas costumbres y mitos ancestrales con respecto a la esmeralda. Esto se debe usar para enfocar al minero y darle sentido de pertenencia. Encontrar una esmeralda significa ser un

elegido por la madre naturaleza, por encontrar una roca de color verde entre toneladas de material rocoso. La pasión con la que los mineros entran a la mina subterránea es tan fuerte que muchos no quieren salir ni siquiera al momento de las comidas. Algunas personas trabajan largas jornadas y hasta cierto grado la búsqueda por el mineral verde se convierte en una obsesión. Nunca pierden la esperanza y siempre lo intentan. Hay mineros que trabajan gran parte de sus vidas dentro de túneles de tierra en condiciones no aptas para el ser humano, sin siquiera encontrar algo de valor que les cambie la vida. Los guaqueros, por ejemplo, cuando tienen suerte venden la esmeralda en bruto al mejor postor, pero la riqueza obtenida es temporal y luego de un tiempo vuelve a la mina porque tienen la esperanza de que encontraran el mineral verde.

8.4.1.3 *Estrategia Ambiental Corporativa*

La empresa en estudio manifiesta interés en agregar valor a las esmeraldas explotadas en la mina como una iniciativa de carácter voluntario para incrementar su rentabilidad y explorar nuevas unidades estratégicas de negocio en la cadena de valor. Así mismo, en el marco del cumplimiento de una minería bien hecha y con base en el diagnóstico empresarial y ambiental realizado con la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida, la empresa reconoce que una de sus principales falencias en planificación estratégica está relacionada con la falta de una estrategia ambiental para mitigar los impactos operacionales generados en la explotación minera. En este sentido, el ACV es una herramienta que proporciona las bases para la optimización de procesos y de esta manera se busca aumentar la competitividad empresarial facilitando el ingreso a nichos de mercado diferenciales y mejora la imagen corporativa. Con estas iniciativas la empresa hará frente a las necesidades del mercado y tiene participación en las estrategias para el desarrollo sectorial del gremio esmeraldero.

De acuerdo con los resultados del Análisis de Ciclo de Vida y lo anteriormente expuesto se propone la siguiente estrategia ambiental corporativa para la empresa en estudio:

“Desarrollar la ventaja competitiva de la empresa de explotación de esmeraldas generando valor agregado a las esmeraldas en bruto extraídas de la mina con proceso de minería bien hecha y el desarrollo de las etapas de adecuación (tallado y tratamiento) como una iniciativa para aprovechar las oportunidades del mercado e incrementar la rentabilidad corporativa”

8.4.1.4 **Objetivos Estratégicos**

A partir del análisis anterior, se establecieron los objetivos estratégicos, destacándose dos (en negrilla) que a su vez son considerados temas estratégicos para la empresa de explotación de esmeraldas. El cuadro presenta la matriz de objetivos estratégicos que apoyan en cumplimiento de la estrategia, los cuales consideran tanto las cuatro perspectivas del cuadro de mando integral como las dimensiones de la sostenibilidad.

- **Controlar y reducir los impactos operacionales** identificados en el ACV para alcanzar los estándares de la Minería Bien Hecha por medio de la implementación de las propuestas tecnológicas de gestión ambiental
- **Aumentar la rentabilidad** de la empresa por medio del desarrollo del proceso de adecuación (talla y tratamiento) generando valor agregado que permita la exploración de nuevas unidades estratégicas.

Tabla 8. *Objetivos estratégicos*

Dimensión	Económico	Social	Ambiental
Perspectiva			
Financiera	Aumentar la rentabilidad Fortalecer la gestión estratégica de costos	Desarrollar Minería Bien Hecha	
Clientes	Garantizar la trazabilidad de esmeraldas	Incrementar la satisfacción de los clientes	Mejorar la imagen corporativa
Capacidades Estratégicas	Generar valor agregado a las esmeraldas producidas	Incrementar la eficiencia del proceso de explotación	Controlar y reducir los impactos operacionales
Aprendizaje y crecimiento	Promover la integración y el desempeño del personal	Mantener la satisfacción del minero	Promover la cultura de la sostenibilidad empresarial y la formación sobre los resultados ambientales

Fuente: Autor

8.4.2 Mapa estratégico

DESARROLLAR MINERÍA BIEN HECHA

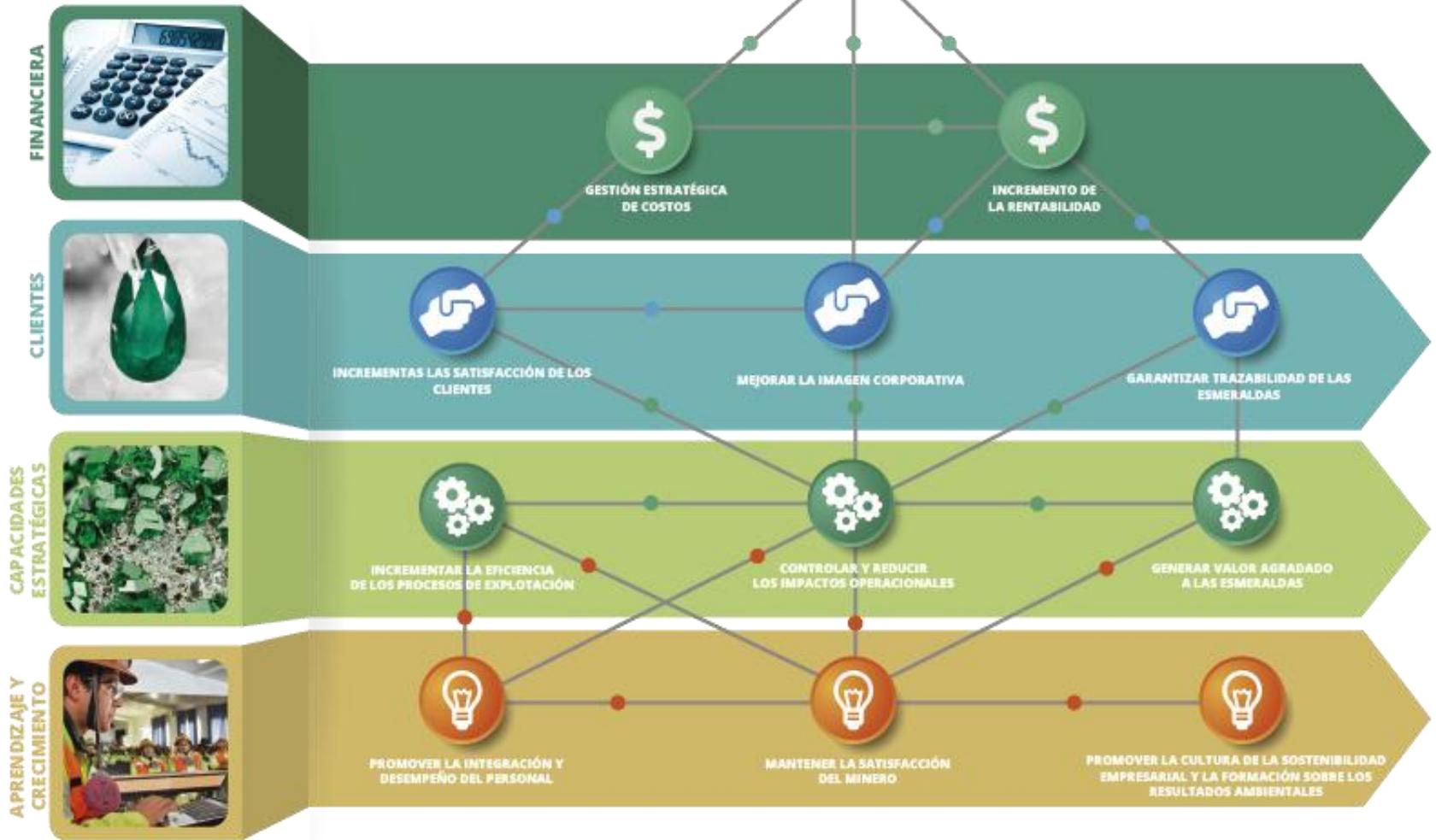


Figura 34. Mapa estratégico

Fuente: autor

La interpretación del CMIS se realiza en forma ascendente desde la perspectiva inferior aprendizaje y crecimiento hasta la perspectiva financiera. En este orden para la perspectiva de aprendizaje y crecimiento se consideraron los objetivos estratégicos:

Promover la integración y el desempeño del personal, promover la cultura de la sostenibilidad empresarial y la formación sobre los resultados ambientales y mantener la satisfacción del minero. Estos hacen referencia a los mecanismos que emplea la empresa de explotación de esmeraldas para fomentar el trabajo en equipo, aumentar la productividad del personal y controlar la seguridad minera.

8.4.2.1 *Programa de desempeño minero*

Para el apoyar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la perspectiva de aprendizaje y crecimiento se definió el programa estratégico para fomentar el desempeño minero.

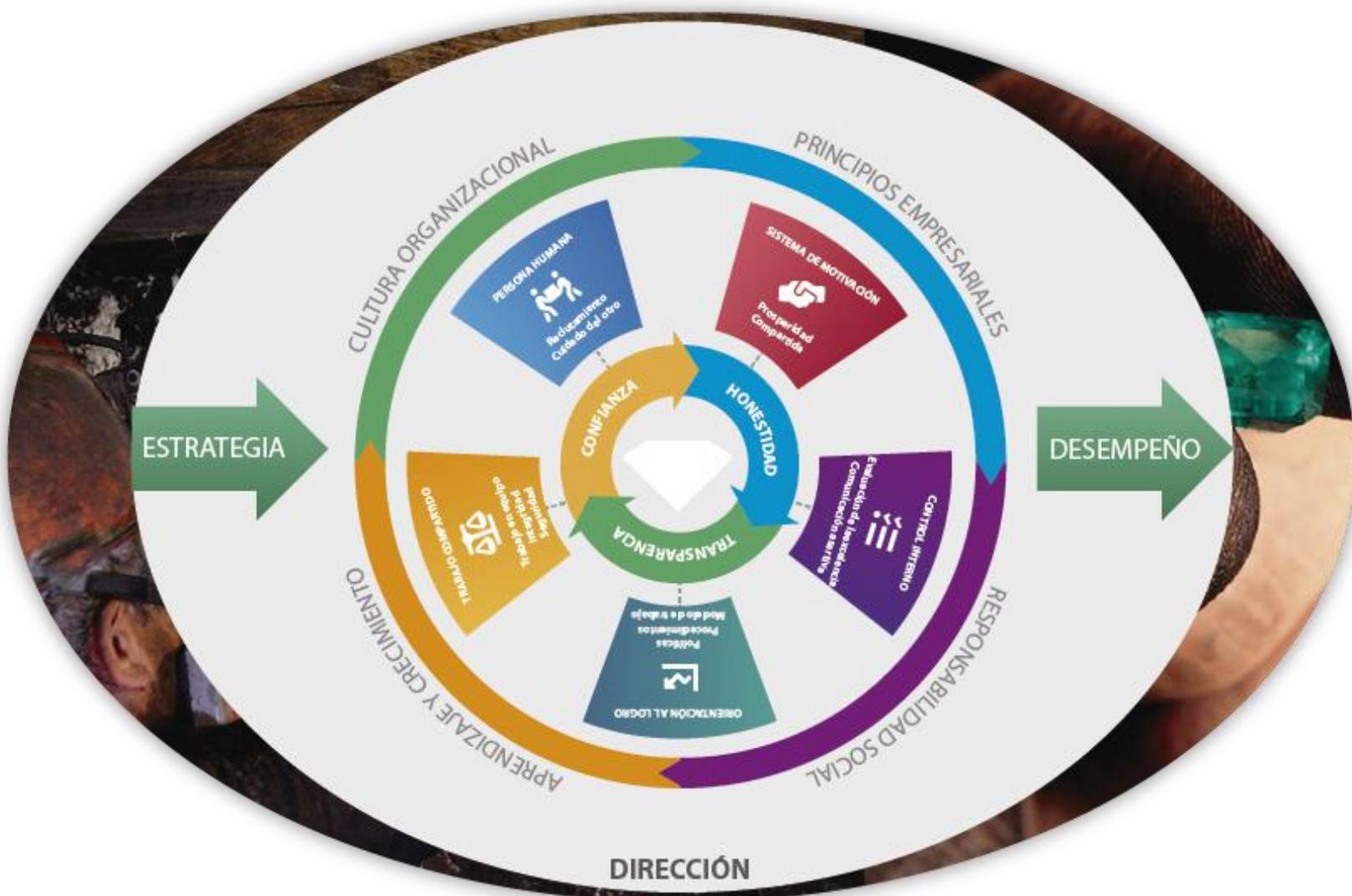


Figura 35. Estrategia para el desempeño minero

Fuente: Autor

El eje estratégico de desempeño minero se define debido a la necesidad que tiene la empresa minera de fortalecer la cultura organizacional y promover la productividad en toda la organización por medio de la promoción de los valores estratégicos. Estos son la transparencia, la honestidad y confianza. Debido a la complejidad de la operación minera la empresa debe tener un control estricto sobre las esmeraldas producidas con el fin de evitar usufructos del material, la seguridad minera y la colaboración entre todos sus empleados.

De acuerdo con lo anterior, se establecieron cinco pilares estratégicos para el desempeño minero, los cuales están alineados con los valores estratégicos de la empresa. Así, la confianza se desarrolla por medio del pilar estratégico persona humana y trabajo compartido. El primero se fundamenta en dos aspectos. El reclutamiento y el cuidado del otro. El trabajo compartido por su parte se enfatiza en el trabajo en equipo, la integridad y la seguridad. La honestidad se enfoca en el control interno, que se rige bajo la evaluación de la excelencia y la comunicación asertiva. Por su parte el sistema de motivación hace referencia a que la empresa minera otorga un reconocimiento económico al minero que halle una veta productiva de esmeraldas e informe oportunamente acerca del hallazgo, esto se denomina prosperidad compartida. Por último, el pilar de orientación al logro, que se orienta a las diferentes políticas, procedimientos y modelos de trabajo para desarrollar una minería segura para el personal y la infraestructura de la empresa.

La siguiente perspectiva de análisis es capacidades estratégicas, en estas se contemplaron los objetivos estratégicos: incrementar la eficiencia del proceso de explotación, controlar y

reducir los impactos operacionales generados en la actividad minera de esmeraldas y generar valor agregado a las esmeraldas producidas por la empresa minera. Estos objetivos tienen relaciones causales con los objetivos de la perspectiva de aprendizaje y crecimiento.

Para el objetivo estratégico controlar y reducir los impactos operacionales identificados mediante el estudio de Análisis de Ciclo de Vida realizado para la empresa minera se propone la implementación de las propuestas tecnológicas de optimización ambiental definidas en el numeral 8.3.3 y 8.3.4. y que además fueron modeladas en el software Simapro para verificar la reducción del impacto ambiental, estos resultados se evidencian en el estudio de ACV citado a lo largo del documento. Estas propuestas apoyan de manera paralela al objetivo estratégico de incrementar la eficiencia del proceso de explotación. De igual manera, para el cumplimiento del objetivo estratégico generar valor agregado a las esmeraldas producidas por en la mina se propone realizar los procesos de adecuación a las piedras en bruto. Esta es una iniciativa de la empresa para diversificar su unidad estratégica de negocio e incrementar sus ingresos.

En cuanto a la perspectiva de clientes los objetivos estratégicos planteados son incrementar la satisfacción de los clientes, mejorar la imagen corporativa y garantizar la trazabilidad de las esmeraldas, este último es una certificación que acredita toda la información acerca de los procesos de extracción de la gema, la mina de procedencia, el proceso de corte, tratamiento y talla. Esta certificación es garantía de que los procesos corresponden a una minería legal, responsable a nivel social y ambiental. Cabe resaltar que la imagen corporativa responde a las percepciones que tienen los grupos de interés con los que se relaciona la empresa. Es decir, es el resultado del comportamiento desarrollado por la empresa a lo largo del tiempo y describe su capacidad para distribuir valor a los grupos de interés. Por lo tanto, el objetivo “mejorar la

imagen corporativa”, está alineado con los demás objetivos planteados por medio de relaciones causales.

Por último, la perspectiva financiera que contiene los objetivos estratégicos aumentar la rentabilidad y fortalecer la gestión estratégica de costos. Todos estos conducen hacia el desarrollo de una Minería Bien Hecha.

8.4.3 Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad

Indicadores de gestión

A continuación, se presentan los objetivos estratégicos para cada perspectiva, junto a su indicador y su fórmula de cálculo, acompañada de una breve descripción de dicho indicador.

Tabla 9. *Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad*

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Ecuación	Meta	Periodicidad
Financiera	Incremento de la rentabilidad	ROI	$\frac{\textit{Beneficios netos}}{\textit{Capitales propios}}$	5% ³	Anual

³ Rentabilidad requerida por los inversionistas para mantener los activos en proyecto minero. Se aclara que debido a la complejidad de la minería de esmeraldas la rentabilidad es muy subjetiva porque los yacimientos son muy variables y puede que la mina no produzca rendimientos. La rentabilidad puede ser menor o mayor a la esperada (Entrevista con gerente de la empresa minera). Sin embargo, mediante la implementación de las propuestas tecnológicas se estima reducción en los costos operativos (ver análisis financiero).

	Gestión estratégica de costos	%Disminución del costo de la producción (%DC)	$\frac{Costos_t - costos_{t-1}}{costos_{t-1}} * 100$	5%-10% ⁴	Anual
Clientes	Incrementar la satisfacción del cliente	Grado de satisfacción de acuerdo con encuestas	$\frac{Clientes\ satisfechos}{Total\ clientes} * 100$	100%	Trimestral
	Garantizar trazabilidad de las esmeraldas	%Esmeraldas con RUCOM (%EsmRU)	$\frac{Clientes\ satisfechos}{Total\ clientes} * 100$	100%	Mensual
Capacidades estratégicas	Incrementar la eficiencia del proceso de explotación	Índice de Productividad de mano de obra	$\frac{Metros\ de\ avance\ mina}{Horas - Hombre\ empleado}$	100%	Mensual
		Productividad Total	$\frac{Metros\ de\ avance\ mina}{Total\ de\ insumos}$	-	Mensual
	Consumo de explosivos (eDev) ⁵	$\frac{Gramos\ de\ explosivo}{Toneladas\ de\ material\ roca}$	1000 metros de avance con 333 voladuras	Mensual	
	Controlar y reducir los impactos operacional	%Uso de materiales reciclados	$\frac{Madera\ plástica^7}{Total\ madera\ empleada} * 100$	50%	Mensual

⁴ Valor tomado de la disminución de costos estimada por implementación de propuestas tecnológicas.

⁵ Ver sección 8.3.4 Propuesta detonadores electrónicos. El explosivo Indugel requiere de 500 voladuras para avanzar 1000 metros horizontales, mientras que con eDev se requieren 333 voladuras por cada 1000 metros en las mismas condiciones.

	es ambientales ⁶	Calidad del aire	<i>Material particulado menor a 10 micras</i>	-	Mensual (Laboratorio)
		%Cantidad de agua utilizada por Ton de estériles (lavado)	$\frac{\text{Metros cúbicos } \frac{\text{agua}}{\text{Ton}} \text{ estériles}}{\text{Consumo agua total}} * 100$	60% ⁸	Mensual
		%Emplazamiento de escombreras	$\frac{\text{Superficie total modificada}}{\text{Superficie reforestada}} * 100$	70%	Annual
	Generar valor agregado a las esmeraldas	%Esmeraldas talladas y tratadas	$\frac{\text{Esm Adecuación}}{\text{Total producido}} * 100$	60%	Mensual
Aprendizaje y crecimiento	Promover la integración y el desempeño del personal	%Cumplimiento de tareas asignadas	$\frac{\text{Tareas cumplidas}}{\text{Total tareas asignadas}} * 100$	100%	Mensual
	Mantener la satisfacción del minero	Grado de satisfacción del empleado	$\frac{\text{Empleados satisfechos}}{\text{Total empleados}} * 100$	100%	Mensual
	Realizar capacitaciones en educación	% Personal capacitado	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Total personal}} * 100$	100%	Semestral

⁷ La madera plástica se presenta como alternativa para reducir los consumos de recursos naturales como la madera de Eucalipto.

⁶ Basado en Indicadores de la Guía Minero Ambiental de Explotación del Ministerio de Minas y Energía (Ministerio de Minas y Energía, 2002).

⁸ El consumo actual de agua para lavado de estériles es del 90%. La meta propuesta se establece con base el tamaño de material optimizado con eDev.

	ambiental				
--	-----------	--	--	--	--

Fuente: Autor

9. **Análisis financiero**

Para el desarrollo de una Minería Bien Hecha, se tomaron los resultados del Análisis de Ciclo de Vida donde se plantean propuestas tecnológicas para el control y mitigación de los impactos operacionales. El objetivo de estas propuestas es además mejorar el comportamiento ambiental y aumentar la eficiencia productiva de la empresa. En este sentido, este análisis comprende la implementación de las tres propuestas descritas en el apartado 8.3.3 Y 8.3.4. Para esto, se realizó la estimación de inversión de cada medida tecnológica, a partir de esta información se hizo la diferencia de costos entre los nuevos insumos de dichas medidas y los que se utilizan actualmente en la empresa. Finalmente, se agrega el análisis financiero para la inversión de las medidas aplicando los indicadores Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Periodo de Recuperación (PR) y la curva de costo de capital utilizando hojas de cálculo en el software Excel.

9.1 **Flujo de caja**

El análisis financiero, se realizó para las propuestas tecnológicas descritas anteriormente y que están asociadas al cambio de madera de eucalipto por madera plástica o por madera rolliza con el modelo Propsetter, así como el cambio del explosivo indugel por el sistema de detonación electrónica. Así mismo, se propuso agregar valor a las esmeraldas en bruto producidas por medio de los procesos de adecuación.

En este análisis se contemplaron los costos de cada una de las propuestas, los cuales fueron recogidos por medio de cotizaciones proporcionadas por algunas empresas. Se tuvo en cuenta el consumo anual por cada una de las propuestas para continuar la operación minera sin disminuir el avance promedio de explotación. De igual forma, se realizó una comparación de cada una de las propuestas tecnológicas teniendo en cuenta la diferencia en costos con respecto al insumo actual.

Así mismo, tomando como guía el libro Finanzas Corporativas (Ehrhardt & Brigham, 2007) se aplicaron algunos indicadores de conveniencia económica para la inversión en las propuestas presentadas, entre estos el Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR), Periodo de Recuperación (PR) y Retorno de la Inversión (ROI), los cuales fueron desarrollados en hojas de cálculo de Excel, siguiendo el libro Matemáticas Financieras (Gutiérrez, 2012)

9.1.1 Estimación de la inversión

Para estimar la inversión de cada una de las propuestas tecnológicas se tuvo en cuenta el consumo anual actual para la operación de la mina de esmeraldas y se consideraron los rendimientos que genera cada una de las propuestas con respecto a este. En el caso del sistema de detonación electrónica se consideró el consumo anual requerido en cajas para la operación y se contabilizó el valor de los equipos que se adquieren una sola vez. Sin embargo, se mantienen los consumos de las cajas de detonadores. En la madera se consideraron los consumos actuales y en la madera rolliza con sistema Propsetter se tuvieron en cuenta los rendimientos en el consumo que genera la implementación de este sistema.

Tabla 10. *Presupuesto de inversión de las propuestas*

Propuestas Tecnológicas de Optimización				
Ítem	Cantidad anual	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Propuesta 1. Detonador electrónico				
eDev II detonadores (cajas de 40 ud)	12,2	Cajas	\$ 1.627.384	\$ 19.854.080
Blast Box 610	1	Equipo (se compra una vez)	\$ 11.675.913	\$ 11.675.913
eDev™ II Tester	1	Equipo (se compra una vez)	\$ 5.101.952	\$ 5.101.952
Scanner 260	1	Equipo (se compra una vez)	\$ 9.417.771	\$ 9.417.771
Subtotal				\$ 46.049.715
Propuesta 2. Madera plástica				
Madera plástica	3025	Postes	\$ 3.285	\$ 9.937.125
Transporte	24	Viajes	\$ 1.300.000	\$ 31.200.000
Subtotal				\$ 41.137.125
Propuesta 3. Madera rolliza con modelo Propsetter				
Madera rolliza	1220	Postes	\$ 40.000	\$ 48.800.000
Base de madera	3	Metros cúbicos	\$ 1.284	\$ 626.592
Alambre de acero	1806	Metros	\$ 1.652	\$ 2.983.512
Transporte	24	Viajes	\$ 1.884.656	\$ 45.231.750
Subtotal				\$ 97.641.854,00

Fuente: Autor

De acuerdo con la tabla 10 se puede apreciar que la inversión del sistema de detonación electrónica tiene un costo de \$46.049.715 COP, la madera plástica supone una inversión de \$41.137.125 COP y la inversión requerida para la madera rolliza con modelo Propsetter es de \$97.641.854 COP.

Adicionalmente, en la tabla 11 se realizó una comparación de las diferencias económicas entre los insumos empleados en la operación del 2017 y las propuestas presentadas. Para el caso del explosivo Indugel comparado con el sistema de detonación electrónica se obtiene una

diferencia en el costo de \$11.370.285 COP. La madera de eucalipto comparada con la madera plástica arroja una diferencia de \$33.394.625 COP y finalmente la diferencia entre la madera de eucalipto y la rolliza con modelo Propsetter es de \$8.712.636 COP.

Tabla 11. *Comparación de propuestas tecnológicas*

Comparación explosivos	
Insumo	Costo Anual
Explosivo Indugel	\$ 57.420.000
Detonador electrónico	\$ 46.049.715
Diferencia con DE	\$ 11.370.285
Comparación madera plástica	
Insumo	Costo Anual
Madera eucalipto	\$ 60.500.000
Transporte madera eucalipto	\$ 45.231.750
Subtotal	\$ 105.731.750
Madera plástica	\$ 9.937.125
Transporte madera plástica	\$ 31.200.000
Subtotal	\$ 41.137.125
Diferencia Madera plástica (MP)	\$ 64.594.625
Comparación madera Propsetter	
Insumo	Costo Anual
Madera rolliza y Propsetter	\$ 52.410.104
Transporte madera rolliza	\$ 45.231.750
Subtotal	\$ 97.641.854
Diferencia con madera rolliza y Propsetter (MRP)	\$ 8.089.896

Fuente: Autor

De acuerdo con lo anterior se evidencia que en el caso del cambio de la madera de eucalipto por la madera plástica presenta una mayor diferencia en los costos que la madera rolliza con modelo Propsetter. Y la implementación del sistema de detonación electrónica genera una disminución significativa con respecto al explosivo Indugel.

Para tener una proyección de estas diferencias se consideraron dos escenarios, en el primero la implementación de las propuestas sistema de detonación electrónica con madera plástica (DE+MP) y en el segundo la implementación de las propuestas sistema de detonación electrónica con madera rolliza y Propsetter (DE+MRP). Se maneja un incremento anual de 3,5% correspondiente al Índice de Precios al Consumidor (IPC), el cual se obtuvo del promedio de enero a septiembre reportado en el boletín de indicadores económicos del Banco de la República (Banco de la República, 2018)

Tabla 12. *Proyección de diferencias*

Años	Proyección de diferencias (disminución de costos)					
	0	1	2	3	4	5
Proyección de diferencia con DE+MP	\$ 75.964.910	\$ 78.623.682	\$ 81.375.511	\$ 84.223.654	\$ 87.171.481	\$ 90.222.483
Proyección de diferencia con DE+MRP	\$ 19.460.181	\$ 20.141.287	\$ 20.846.232	\$ 21.575.851	\$ 22.331.005	\$ 23.112.590

Fuente: Autor

De acuerdo con los resultados de la tabla 12 se evidencia que la propuesta DE+MP genera una mayor disminución en los costos, para el año 0 la inversión inicial corresponde a \$44.764.910 COP y al año 5 la disminución en los costos asociados a estos insumos será de \$53.166.671 COP.

Además, de acuerdo con los resultados obtenidos en la modelación en el software SimaPro de estas propuestas se determinó que la propuesta de la madera plástica con el sistema de detonación electrónica genera menor carga ambiental al proceso de explotación de la mina comparada con la propuesta de la madera rolliza con modelo Propsetter y el sistema de detonación electrónica (ver apartado 8.3.4.4).

Teniendo en cuenta lo anterior y los valores obtenidos en la tabla 12 proyección de diferencias, se desarrolló el análisis financiero de inversiones proyectado a 5 años de la propuesta DE+MP.

9.1.2 Análisis de conveniencia económica de inversiones proyectado a cinco años

Para el análisis financiero a 5 años se tuvo en cuenta la generación de ingresos por producción de esmeraldas y los egresos de la empresa minera asociados a los costos. Para la proyección de estos se consideró la tasa de inflación del 3,5% (IPC) mencionada anteriormente. Cabe aclarar, que la propuesta DE+MP solo requiere la inversión para el año 1 (2019) por esto el costo de esta propuesta se gravó solo para el año actual. Sin embargo, los consumos de explosivos se mantienen fijos sin contar la inversión de los equipos del sistema de detonación, los cuales a partir del año 1 son \$63.125.897 COP. Finalmente se relacionaron las inversiones para la propuesta DE+MP para calcular el flujo de efectivo anual.

Tabla 13. *Flujo Efectivo Anual*

Flujo de Caja Anual						
	Año 0	1	2	3	4	5
Porcentaje de inflación proyectada (IPC fuente BanRep)		3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
Ingresos						
Producción de esmeraldas		\$ 620.354.500	\$ 642.066.908	\$ 664.539.249	\$ 687.798.123	\$ 711.871.057
Egresos						
Inversión	\$ 87.186.840	\$ 63.125.897	\$ 65.335.303	\$ 67.622.039	\$ 69.988.810	\$ 72.438.419
Costos de producción		\$ 505.620.000	\$ 523.316.700	\$ 541.632.785	\$ 560.589.932	\$ 580.210.580
Gastos administrativos		\$ 7.681.479	\$ 7.950.331	\$ 8.228.592	\$ 8.516.593	\$ 8.814.674
Impuestos		\$ 11.818.654	\$ 12.232.306	\$ 12.660.437	\$ 13.103.552	\$ 13.562.177
Total egresos		\$ 588.246.030	\$ 608.834.641	\$ 630.143.853	\$ 652.198.888	\$ 675.025.849
Flujo de efectivo	-\$ 87.186.840	\$ 32.108.470	\$ 33.232.267	\$ 34.395.396	\$ 35.599.235	\$ 36.845.208
Flujo acumulado	-\$ 87.186.840	-\$ 55.078.370	-\$ 21.846.103	\$ 12.549.293	\$ 48.148.528	\$ 84.993.737

Fuente: Autor

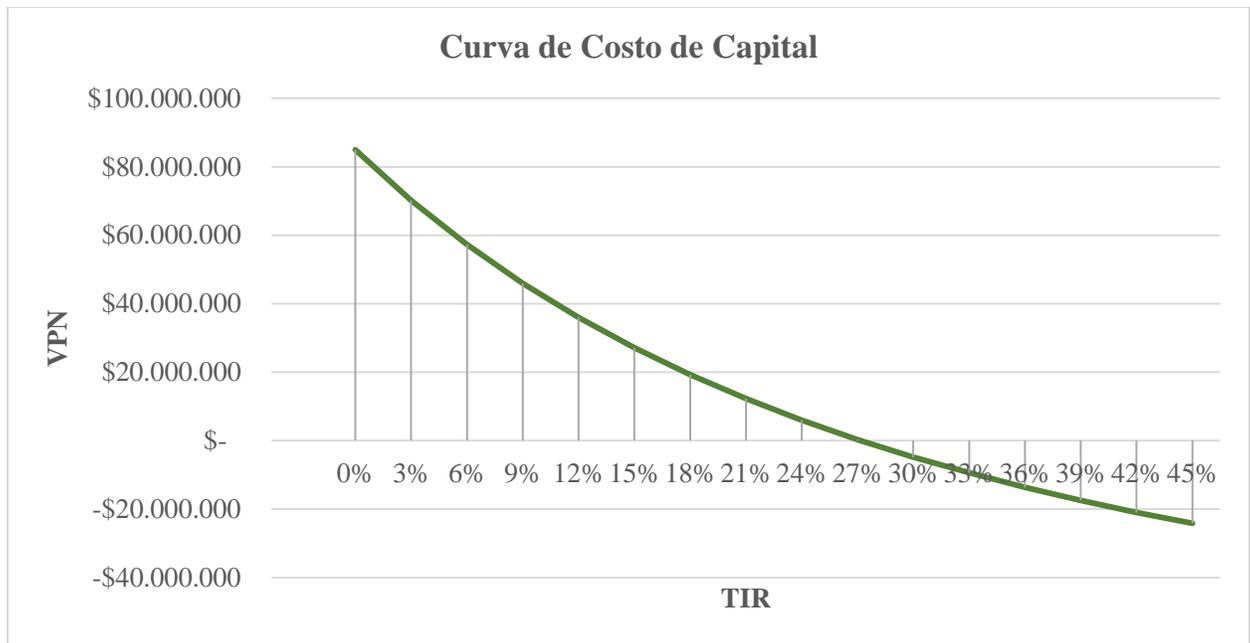
Con base en la tabla anterior se calcularon los indicadores de viabilidad económica de inversión para las propuestas, estos indicadores se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. *Indicadores de proyección financiera*

Indicador	VPN	TIR	ROI	PR (años)
Valor	\$ 67.926.544	27%	10%	2,64

Fuente: Autor

Con base en los valores obtenidos para cada indicador se determinó que con el costo de la propuesta DE+MP por un valor de \$87.186.840 COP y el flujo de efectivo del primer año por un valor de \$32.108.470 COP se obtuvo una TIR del 27%, lo cual indica una alta rentabilidad con respecto a la propuesta de inversión y considerando que esta va encaminada a la reducción de costos. Con respecto al VPN se obtuvo un valor positivo de \$ 67.926.544, lo cual indica que con la implementación de las propuestas evaluadas agregan valor a la empresa minera. Por otra parte, el ROI arrojó un porcentaje del 10% evidenciando una alta utilidad obtenida por la empresa por la inversión realizada en la implementación de las propuestas evaluadas. Finalmente, el Periodo de recuperación (PR) fue de 2,6 años; Es decir que el PR se alcanza en el mes a los 18 meses. Esto indica la favorabilidad de las propuestas evaluadas ya que la recuperación de la inversión se realiza rápidamente. Finalmente, se graficó la curva de costo de capital con el fin de visualizar el comportamiento de los flujos con respecto a la variación de la tasa de rendimiento. Aquí se evidencia que la ejecución de las propuestas solo es viable cuando se alcanza la TIR del 27%.



Fuente: Autor

Finalmente, cabe mencionar que la propuesta evaluada (DE+MP) representa una significativa reducción de costos operativos para la empresa minera. Sin embargo, debido a la cultura arraigada en el sector minero de las esmeraldas con respecto a las prácticas tradicionales de explotación, esta propuesta puede suponer incertidumbres para los empresarios. Debido a que son cambios tecnológicos e innovadores. Por ejemplo, la propuesta de madera plástica está siendo implementada por la empresa en áreas de la mina como proyectos pilotos para verificar en campo la efectividad de esta. Con respecto a las demás propuestas su implementación está sujeta a cambios graduales para evaluar en terreno su efectividad.

9.1.3 Análisis para propuesta de adecuación de esmeraldas

Para dar valor agregado a las esmeraldas producidas por la empresa de explotación de esmeraldas por medio del proceso de adecuación (tallado y tratamiento) se propone realizar

outsourcing por medio de alianzas estratégicas con talladores expertos en este proceso. En este sentido, el precio de la talla de una piedra en bruto varía en relación con la calidad y peso de la piedra. Así mismo el valor de la talla aumenta dependiendo de la experticia o reconocimiento del tallador. Una piedra de buena calidad cuesta en promedio 5 millones COP por quilate y su talla oscila entre \$100.000 COP y \$150.000 COP por quilate. Por otro lado, si la esmeralda es de calidad normal a bajo el precio varía entre \$50.000 COP y \$90.000 COP.

Tabla 15. *Precio Unitario de talla de esmeralda*

Calidad de piedra	Valor por quilate	Precio promedio de talla por quilate
Buena	\$ 5.000.000	\$ 125.000
Normal	\$ 3.000.000	\$ 90.000
Baja	\$ 500.000	\$ 50.000

Fuente: Entrevista a tallador

Como se mencionó anteriormente, el proceso de adecuación es la etapa de la cadena de valor donde es posible agregar valor a la esmeralda. Este puede llegar a ser dos o tres veces mayor al precio de la misma piedra en bruto (sin proceso de adecuación).

10. Análisis de resultados

El análisis empresarial y ambiental proporcionan un contexto sobre el entorno actual de la minería de esmeraldas en el país y de la situación actual para la empresa en estudio. En este sentido, el análisis del perfil de los recursos y capacidades de la organización, se resaltan los aspectos relevantes en la cadena de valor por medio de las actividades primarias y de apoyo. De las actividades primarias se destaca la operación, este es la actividad más importante para la

empresa de explotación de esmeraldas, es alrededor de esta que se concentran las demás actividades de apoyo que son fundamentales para la eficiencia operativa.

Una de estas es la gestión del talento humano, ya que la empresa cumple estrictamente con los protocolos de seguridad minera, pero más allá de eso le da un valor estratégico al personal minero para que el entorno de trabajo sea agradable y se mantenga productividad de la empresa. Otra actividad de apoyo es el desarrollo tecnológico, cabe resaltar qué, aunque es una empresa clasificada como minería de pequeña escala cuenta con un alto nivel de tecnificación si se compara con proyectos similares con prácticas más rudimentarias. Esto representa una ventaja frente a las empresas competidoras, debido al grado de optimización y productividad.

Por otro lado, los resultados del análisis PESTEL consolidados en el perfil estratégico del entorno mostraron que actualmente el entorno macro presenta algunas ventajas que aportan al desarrollo de la minería en el país. Así, el factor político en el país en materia de inversión extranjera, la reforma tributaria y las políticas del gobierno para impulsar el sector extractivo proporcionan un entorno positivo para el desarrollo de la minería en el país. De acuerdo con el factor económico, el crecimiento económico del país tiene una proyección positiva y ascendente lo cual influye en el crecimiento del sector minero y la inversión extranjera directa debido a la confianza que esto representa para los inversionistas.

En cuanto al factor social se puede apreciar que el desarrollo social en el país no atraviesa un buen momento, la tasa de informalidad es alta y la tasa de desempleo, aunque es estable no se considera que el empleo informal ha crecido exponencialmente debido a la escasez de oportunidades laborales y al aumento de población inmigrante.

Del factor tecnológico se observa un entorno neutral ya que política de investigación y desarrollo y el nivel de transferencia tecnológica no muestran mejoras significativas que impulsen el desarrollo del país sumado a que el porcentaje destinado por el presupuesto nacional para investigación y desarrollo es insuficiente para generar aportes importantes. Por otra parte, el factor ecológico muestra un entorno positivo para la industria minera del país, esto se debe al amplio marco regulatorio en materia ambiental y la autonomía de las autoridades ambientales para generar actuaciones acertadas en materia ambiental. Así mismo, el gobierno colombiano junto con los sectores productivos se encuentra impulsando estrategias para el desarrollo sostenible. En cuanto al sector de las esmeraldas, actualmente se desarrollan estrategias para aumentar la competitividad, la sostenibilidad y el desarrollo social en las áreas mineras.

En cuanto al análisis de los impactos operacionales por medio de la aplicación de la metodología ACV en el estudio del proceso de explotación de la mina de esmeraldas, se identificaron los puntos críticos del proceso, es decir los impactos ambientales significativos. Estos están asociados a los procesos de extracción, uso del explosivo Indugel en el proceso unitario de voladuras y la madera en el proceso de sostenimiento de túneles.

Así mismo se pudo observar que la mayor carga ambiental se encuentra sobre el indicador de categoría de impacto uso de suelo en todo el ciclo de vida de la explotación, primordialmente por la transformación del suelo y el uso para la unidad funcional metro de avance. Sin embargo, no se contempla una propuesta de mejoramiento para esta carga ambiental debido a que la empresa aborda estos impactos por medio del Plan de Manejo Ambiental. Cabe aclarar, que la recuperación parcial del territorio transformado solo es posible si se realiza una rehabilitación adecuada, esta misma declaración la realiza el estudio de ACV realizado a cuatro minas de carbón (2 a cielo abierto y 2 subterráneas) en Sudáfrica por Mangena & Brent (2006). Este afirma

que las operaciones de extracción mineral no pueden abordar en gran medida la alta carga ambiental en el suelo debido a la naturaleza inherente de la industria (Mangena & Brent, 2006).

Por otra parte, en el proceso de la madera la carga ambiental se deriva principalmente de los procesos de combustibles asociados a la operación de la maquinaria empleada para la extracción del recurso. Igualmente, en el flujo del proceso del explosivo Indugel, la carga ambiental se deriva de los procesos de producción del nitrato de amonio, el cual es su principal componente y con respecto al proceso de cemento, su carga ambiental se deriva de los procesos contribuyentes como el proceso de producción de Clinker, el cual requiere de altos consumos de combustible.

La herramienta de ACV promueve el fortalecimiento del sector minero ya que el conocimiento de los impactos operacionales en la cadena de valor facilita la formulación de estrategias de mayor eficiencia en la utilización de recursos enfocadas hacia la gestión ambiental empresarial, la cual debe contemplar todos los agentes en la cadena de valor de las operaciones mineras e incluso el usuario final.

La estrategia ambiental corporativa, fue definida teniendo en cuenta el resultado del diagnóstico empresarial y los resultados del ACV. A partir de este análisis se encontró que el mercado de las esmeraldas está demandando productos que cuenten con aval de buenas prácticas a nivel social y ambiental. En este sentido, la estrategia ambiental corporativa, formulada engloba el conjunto de acciones encaminadas al control de riesgos significativos mediante el manejo de los impactos operacionales y el aprovechamiento de las oportunidades de mercado relacionadas con consideraciones ambientales, teniendo como marco estratégico la necesidad de la empresa de entregar valor a los accionistas y desarrollar una Minería Bien Hecha.

Finalmente, se plantearon los objetivos estratégicos de acuerdo con la estrategia definida. Estos objetivos están definidos de acuerdo con las perspectivas financiera, clientes, capacidades estratégicas y aprendizaje y crecimiento del cuadro de mando integral. Estos están además alineados con las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, económico y social). De esta manera se construyó el mapa estratégico que muestra las relaciones causales entre los diferentes objetivos y perspectivas. A partir de esto se formuló el cuadro de mando integral de la sostenibilidad con sus respectivos indicadores, formulas, metas y periodicidad.

Cabe mencionar que los indicadores planteados están alineados con la Guía Minero Ambiental de Explotación y con los indicadores de sostenibilidad para la industria extractiva Mineral. (Ministerio de Minas y Energía, 2002) (Valencia, 2002)

A partir de la estrategia definida la empresa fortalece sus falencias en planificación estratégica, de tal manera que los objetivos estratégicos planteados influyen en el producto ofrecido para los clientes, así como en la relación con los stakeholders y se mejora la imagen corporativa, lo que en definitiva hará que la organización mejore su beneficio económico y los resultados finales de la implementación de un CMIS pueden observarse en el largo plazo.

11. Conclusiones

- El diagnóstico empresarial realizado con arrojó que el sector esmeraldero en Colombia atraviesa por un buen momento, ya que los diferentes actores del gremio en conjunto con el Ministerio de Minas y Energía y la Agencia Nacional de Minería se encuentran impulsando estrategias para apoyar procesos de posicionamiento que buscan impulsar el

mercado de las esmeraldas colombianas a nivel internacional mediante la marca de esmeraldas Mothergem y la denominación de origen-marca país. Se resalta que el mercado internacional está demandando esmeraldas que garanticen la trazabilidad en todos los procesos y demuestren buenas prácticas a nivel ambiental y social con que son producidas.

- De acuerdo con el estudio de Análisis de Ciclo de Vida se determinaron los principales riesgos significativos asociados a los impactos operacionales ambientales generados en la explotación de la mina de esmeraldas. Cabe resaltar que el análisis de Ciclo de Vida contempla también los procesos de obtención de materias primas con el fin de analizar los impactos generados a lo largo de la cadena de valor de la esmeralda. Estos impactos están cuantificados por metro de avance en la mina subterránea y tienen en cuenta los recursos e insumos utilizados para la operación minera. En este sentido los principales impactos se asocian a la extracción, uso del explosivo Indugel en el proceso unitario de voladuras y la madera en el proceso de sostenimiento de túneles. La mayor carga ambiental se encuentra sobre la categoría de impacto uso de suelo en todo el ciclo de vida de la explotación, principalmente por la transformación del suelo y el uso para la unidad funcional metro de avance.

- Con respecto al uso de recursos naturales, en la etapa de sostenimiento de túneles con madera, la carga ambiental se deriva principalmente de los procesos de combustibles asociados a la operación de la maquinaria empleada para la extracción del recurso y la adecuación para los soportes de la mina. Igualmente, en los procesos asociados con las voladuras con el explosivo Indugel, la carga ambiental se deriva de los procesos de producción del nitrato de amonio, el cual es su principal componente y con respecto al proceso sostenimiento con cemento, su carga ambiental se deriva de los procesos contribuyentes como el proceso de producción de Clinker, el cual requiere de altos consumos de combustible.

- La estrategia ambiental corporativa fue planteada de acuerdo con el diagnóstico empresarial y los resultados del ACV. Por medio de esta estrategia la empresa busca desarrollar una Minería Bien Hecha, con buenas prácticas a nivel social y ambiental. Las propuestas tecnológicas planteadas están encaminadas al control y mitigación de los impactos operacionales, pero también están formuladas para lograr una gestión estratégica de costos de producción, que de acuerdo con el análisis financiero se evidencia disminución en los costos operativos y la eficiencia en utilización de los recursos.

- El análisis de ciclo de vida es una herramienta idónea para obtener insumos para la planeación estratégica de la empresa objeto de estudio, teniendo como base la gestión ambiental empresarial. Esto se demuestra por medio de las propuestas tecnológicas planteadas, ya que demuestran su eficiencia en la reducción de consumos de materias primas e insumos y en la optimización del proceso extractivo. Además, se evidenció en el apartado del análisis financiero que la propuesta del sistema de detonación electrónica junto con la madera plástica genera altos rendimientos sobre su inversión, lo cual representa una aproximación de la rentabilidad de la incorporación de estrategias ambientales.

- Se evidenció que la herramienta Cuadro de Mando Integral de la Sostenibilidad es un instrumento idóneo para abordar los aspectos ambientales y sociales en la estrategia corporativa. En este contexto, se complementó el CMI con la herramienta de gestión ambiental ACV, y de esta manera se logró traducir la estrategia en términos operativos por medio de indicadores medibles y metas alcanzables, lo cual hace que el cuadro de mando integral de la sostenibilidad sea considerado como una herramienta para el control estratégico para la empresa de explotación de esmeraldas objeto de estudio.

12. Bibliografía

- Adekpedjou, K., & Awuah, A. (2010). Application of life cycle assessment in the mining industry. En *Life Cycle Assess*, 16(1). (págs. 82-89). doi:10.1007/s11367-010-0246-6 .
- Álvarez, B. (2014). Análisis de ciclo de vida social en la exploración aurífera a cielo abierto: estudio de caso en el proyecto la Colosa-Cajamarca, (Tolima). *Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125>
- Austinpowder . (2017). *Electric & Electronic Detonators Safety Data Sheet*. Obtenido de COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS : http://www.austinpowder.com/blasters_guide/4-SDS_Catalog.pdf
- Banco de la República. (09 de 04 de 2018). *Boletín de Indicadores Económicos*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/bie.pdf>
- Banco de la República. (2018). *Informe del Gerente 2018: la economía colombiana y la fuerte volatilidad internacional*. Bogotá: BanRep.
- Barczak, T. (2010). *A RETROSPECTIVE ASSESSMENT OF LONGWALL ROOF SUPPORT WITH A FOCUS ON CHALLENGING ACCEPTED ROOF SUPPORT CONCEPTS AND DESIGN PREMISES*. Obtenido de Center for desiasiase Control and Prevention (CDC): <https://www.cdc.gov/niosh/mining/userfiles/works/pdfs/araol.pdf>

Brown, C. (2018). Development process for a higher capacity Propsetter system. *International Journal of Mining Science and Technology* 28, 121-126.

Camargo, P., & Chiappetta, C. (2017). Information systems and sustainable supply chain management towards a more sustainable society: Where we are and where we are going. *International Journal of Information Management*, 241-249.

CDTEC. (20 de 05 de 2018). *CDTEC GEMLAB*. Obtenido de <http://www.gemlabcdtec.com/service/en>

Congreso de Colombia. (2001). *LEY 685 DE 2001*. Obtenido de Código de Minas y: <http://www.bdlaw.com/assets/htmldocuments/Colombia%20-%20Ley%20658%20de%202001%20Mining%20Law.PDF>

Coutts, B. (2009). Integrated Strategic Planning at EKATI Diamond Mine. *Orebody Modelling and Strategic Mine Planning*, 139-146.

DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de Departamento Nacional de Estadística: <https://sitios.dane.gov.co/cnpv-presentacion/src/#cuantos00>

Dcosta, A. (19 de 05 de 2011). *Bright Hub Project Management*. Obtenido de PESTLE Analysis History and Application: <https://www.brighthubpm.com/project-planning/100279-pestle-analysis-history-and-application/>

Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Política de Crecimiento Verde* . <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Paginas/Politica-crecimiento-verde.aspx>.

- Díaz, M. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida. La ecología industrial. Teoría, concepto y herramientas. Retrieved* . Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana:
http://148.206.107.15/biblioteca_digital/capitulos/4235758djj.pdf
- Du, G., & Karoumi, R. (2014). Life cycle assessment framework for railway bridges: literature survey and critical issues. *Structure and Infrastructure Engineering, 10*.
- Ehrhardt, M., & Brigham, E. (2007). Finanzas Corporativas. En *Principios básicos de la presupuestación de capital: Evaluación de los flujos de efectivo* (págs. 313-318). México D.F.: Cengage Learning.
- Fedesmeraldas. (2015). *Estudio de caracterización del sector esmeraldero así como de la cadena productiva colombiana de la esmeralda y la joyería*. Bogotá: Portex .
- FEDESMERALDAS. (2015). *Federación Nacional Colombiana de Esmeraldas*. Obtenido de <http://www.fedesmeraldas.com.co/Institucional/>
- Figge, F., Hahn, T., & Schaltegger, S. (2002). *The Sustainability Balanced Scorecard –Theory and application of a tool for value-based sustainability management*. Gothenburg: Greening of Industry Network Conference .
- Figge, F., Hahn, T., Schaltegger , S., & Wagner, M. (2002). *The Sustainability Balanced Scorecard -Theory and Application of a Tool for Value-Based Sustainability Management*. Gothenburg: Center for Sustainability Management.
- Friedman, A. L. (2006). *Stakeholders: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.

- García, E. (2007). El cuadro de mando integral para el desarrollo de una estrategia de sostenibilidad. *Revista Virtual Pro*, 59-65.
- Garraín, D., Vida, R., & Franco, V. (2016). *Análisis del ciclo de vida del reciclado del polietileno de alta densidad*. Obtenido de Repositori Universitat Jaume I: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/30030/29497.pdf?sequence=1>
- GEMSELECT. (02 de 2011). *La esmeralda*. Obtenido de Gemselect: <http://www.gemselect.com/spanish/gem-info/emerald/emerald-info.php>
- Gobernación de Boyacá . (29 de 05 de 2012). *Localización y ubiación geográfica de Boyacá*. Obtenido de <http://www.boyaca.gov.co>
- Gobernación de Boyacá. (21 de 10 de 2008). *Departamento de Boyacá, División provincial*. Obtenido de <http://www.boyaca.gov.co>
- Gobierno Nacional. (1993). *Ley 99 de 1993* . Obtenido de Ley General Ambiental de Colombia: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Gutiérrez, J. (2012). Matemáticas Financiera: con formulas, calculadora financiera y Excel. En *Indicadores de Conveniencia Económica* (págs. 299-309). Bogotá: ECOE Ediciones.
- Hélio, F., & García, M. (2015). A Life Cycle Assessment study of iron ore mining. *Elsevier Ltd*.
- Houck, M., Speaker, P., & Fleming, A. (2012). The balanced scorecard: Sustainable performance assessment for forensic laboratories. *Science and Justice* , 209–216.
- Ingeominas. (2004). *Estado del conocimiento de la exploración de esmeraldas en Colombia*. Obtenido de <http://aplicaciones1.ingeominas.gov.co>

ISO 14040. (2007). *Iso.org*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en>

Lavandaio, E. (2008 de 2008). *Conozcamos más sobre Minería*. Argentina: ISSN 0328-2317.

Mangena, S., & Brent, A. (2006). Application of a Life Cycle Impact Assessment framework to evaluate and compare environmental performances with economic values of supplied coal products. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1071e1084.

Martínez, D., & Milla, A. (2005). *La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. Bogotá: Ediciones Díaz de Santos.

McCartney, C. (1995). The design and application of propsetter in underground coal mines. In: Proceedings of the 14th international conference on ground control in mining. Morgantown. WV: West Virginia University, 1-13.

Medel, F., & García , L. (2011). Integración de herramientas para la gestión ambiental empresarial. *Revista electrónica Sistemas & Gestión*, 583-597.

MinAmbiente. (2016). *Estudio de estimación y caracterización del consumo de madera en los sectores de vivienda y grandes obras de infraestructura*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/11._Estudio_de_Estimacion_y_caracterizacion_del_consumo_de_madera.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2002). *Guía Minero Ambiental de Explotación*. Bogotá: Minminas.

Ministerio de Minas y Energía. (2016). *Política Minera de Colombia: bases para la minería del futuro*. Bogotá: MinMinas.

Ministerio de Minas y Energía. (2017). Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Colombia: Unidad de Planeación Minero Energética.

Ministerio de Minas y Energía. (08 de 2018). *MINMINAS*. Obtenido de Normatividad Minera: <https://www.minminas.gov.co/normatividad>

MinMinas. (2016). *POLÍTICA MINERA DE COLOMBIA Bases para la minería del futuro*. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/Pol%C3%ADtica+Minera+de+Colombia+final.pdf/c7b3fcad-76da-41ca-8b11-2b82c0671320>

Möller, A., & Schaltegger, S. (2005). The Sustainability Balanced Scorecard as a Framework for Eco-efficiency Analysis. *Journal of Industrial Ecology*,, 73-83.

Norgate, T., & Haque, N. (2015). Life cycle assessment of iron ore mining and processing, In *Iron Ore*. Woodhead Publishing, 615-630.

NTC ISO 14041. (2000). *Gestión Ambiental- Análisis de Ciclo ed Vida- Definición del Objetivo y alcance y análisis del Inventario*. Obtenido de <http://archives.valoryempresa.com/archives3/14041txt.pdf.pdf>

NTC-ISO 14040. (2007). *Gestión ambiental análisis de ciclo de vida. Principios y marco referencial*. Obtenido de <http://files.control-ambiental5.webnode.com.co>:

http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007%20Analisis_CicloVida.pdf

Observatorio de Ciencia y Tecnología. (2018). *Boletín de Indicadores de Ciencia y Tecnología* .
Obtenido de <http://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2018/07/indicadores-2017-web.pdf>

Olivero, J. (2014). *Efectos de la minería en Colombia sobre la salud humana*. Obtenido de <http://concienciaciudadana.org/wp-content/uploads/2017/06/Efectos-de-la-Miner%C3%ADa-en-Colombia-sobre-la-Salud-Humana-Jes%C3%BAs-Olivero-Verbel.pdf>

Porter , M. (1987). *Ventaja competitiva : creación y sostenimiento de un desempeño superior*.
Buenos Aires: CECSA.

Porter, M. (2007). Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia. *Harvard Business School*, 2-15.

Porter, M. (2009). La ventaja competitiva de la naciones. En M. Porter, *Ser competitivo* (págs. 163-175). Barcelona: Harvard Business School.

Responsible Jewellery Council . (2009). *Principles and Code of Practices* . Londres: RCJ.

Rodriguez, R., & Traconis, G. (2012). Gestión ambiental de la vitivinicultura: aplicación del cuadro de mando. *Economía Gestión y Desarrollo*, 93-119.

Romero, T. (2008). Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Herramienta de Gestión Ambiental. .
Revista tendencias tecnológicas, 91-97. ISSN 2174-6850. .

- Sampieri, H., Collado, F., & Baptista, L. (2010). *Estudios de caso. La metodología de la investigación (Capítulo 4)*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- SAIC. (2006). Life Cycle Assessment: Principles and Practice. *Scientific Applications International Corporation (SAIC)*,. (M. A. Curran, Ed.) OHIO 4526: EPA.
- Shalhevet, S., Haruvy, N., & Sphari, I. (2012). Strategic planning in response to global environment changes : the case of Israeli agriculture. *Journal of Financial Management & Analysis*, 71-77.
- Steyn, A. (2017). The Benefits of using electronic detonators in both opencast and undergrounds mines . En Pradeep, Singh, Singh, & K. & Roy, *NexGen Technologies for Mining and Fuel Industries (Volume I and II)* (págs. 291-298). Johannesburg, South Africa: Allied Publishers.
- Thiebault, C. (. (2010). *Design of railway bridges considering LCA. KTH- Science, art & engineers* . Stockholm, Sweden: Vincent Thiebault. Royal Institute of Technology (KTH). ISSN 1103-4297.
- Turner-Sad, G. (2011). Joint cut and fill mining and mineral processing methodology for the strategic mine planning process. *2nd. Int. Seminar on mining planning* (págs. 16-22). Antofagasta: Sd.
- UPME . (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero energética.

UPME. (08 de 09 de 2004). *Unidad de Planeación Minero Energética: Plan de Infraestructura de Transporte y Portuaria*. Obtenido de

<http://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/1276/5/RESUMEN%20EJECUTIVO.pdf>

Valdivia, S., & Ugaya, c. (2011). Life cycle inventories of gold artisanal and small-scale mining activities in Peru: Toward indicators for South America. (Y. University, Ed.) UNEP DTIE—SCP Branch, 15(6), . 922-936.

Valencia, H. (2002). Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral: Propuesta para la Minería Aurífera de Colombia. En C. Beinhoff, & R. Villas , *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral* (págs. 263-281). Rio de Janeiro: CYTED.

Van Hoof. (2008). La herramienta de análisis de ciclo de vida. In B. Van Hoof, N.Monroy , & A. Saer, *Producción más limpia : paradigma de gestión ambiental*. Bogotá: Alfaomega.

Wharton, C. (2009). Coal mining in the Hunter Valley-A strategic mine planing, case study. . *AusIMM Orebody Modelling and Strategic Mine Planning*, 1-6.

World Economic Forum. (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. WEF: Geneva.

Anexos

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	Empresa Minera de Explotación de Esmeraldas en el Distrito Minero Muzo en el Occidente de Boyacá	
FECHA: 2017-2		
LUGAR: Bogotá		
RESPONSABLE DISEÑO: Juliana García		
CARACTERÍSTICAS	ASPECTOS IDENTIFICADOS DE LA ORGANIZACIÓN	AJUSTES DE ACUERDO CON ESTRATEGIA
VALORES PRIORITARIOS	Honestidad, transparencia y confianza. Los valores de la organización están enfocados en el comportamiento transparente y de confianza entre todos los niveles de la organización	Se deben tener en cuenta los demás factores que afectan la organización como calidad, productividad y la relación prioritaria con los clientes
MISIÓN	La misión de la empresa es desarrollar una minería responsable para reducir el impacto ambiental y trabajar cumpliendo las normas que rigen a la industria minera nivel nacional e internacional. Trabajar con ética para mejorar el rendimiento con la mayor responsabilidad y transparencia para que el proyecto sea viable y	NA

		sostenible	
	VISIÓN	La visión de la empresa es ser los mejores, constituirse en una empresa líder y reconocida, que obtenga reconocimiento nacional e internacional por su manejo integral del recurso humano y económico con redistribución social de parte de sus utilidades.	NA
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	OBJETIVO GENERAL	Desarrollar el proyecto de minería de esmeraldas asumiendo total compromiso responsabilidad y honestidad.	NA
	OBJETIVO DE MARCA	La empresa no define objetivos de marca	Definir objetivos de marca que fortalezcan la diferenciación del producto
	OBJETIVO DE CALIDAD	Generar confianza y trabajar en armonía conjuntamente con la empresa concesionaria. Generar empleo, brindar bienestar a los trabajadores y garantizar sus derechos laborales.	NA
ESTRATEGIAS CORPORATIVAS	ESTRATEGIA A CORTO PLAZO	Aplicar el conocimiento y toda la capacidad de trabajo para lograr las producciones que puedan compensar la inversión económica y generar utilidades que puedan hacer sostenible el proyecto. Proteger la vida de	Definir una estrategia para la planificación estratégica minera de la empresa

		todos quienes trabajan en la empresa, con la meta de eliminar los accidentes fatales y las enfermedades profesionales.	
	ESTRATEGIA A MEDIANO PLAZO	La empresa no tiene definida una estrategia a mediano plazo	NA
	ESTRATEGIA A LARGO PLAZO	La empresa no tiene definida una estrategia a largo plazo	NA
POLÍTICAS EMPRESARIALES	POLÍTICA DE CALIDAD	Mejorar la eficiencia del proceso extractivo y prácticas de extracción para garantizar la calidad de las esmeraldas y cumplir con las exigencias y requerimientos de los clientes.	NA
	POLÍTICA AMBIENTAL	La empresa no tiene definida la política ambiental	Es importante la definición de la política ambiental para dar cumplimiento a los objetivos estratégicos organizacionales
	POLÍTICA DE TALENTO HUMANO	La empresa tiene estatutos para la contratación de personal Cuenta con programa de incentivos del 1% sobre el valor de la esmeralda para quienes hallen el material en las vetas, promoviendo la transparencia y honestidad.	La empresa debe ofrecer estímulos a sus trabajadores para promover la transparencia mediante diferentes mecanismos
	TALENTO HUMANO	El talento humano se compone por 80 personas distribuidas en cargos:	

<p style="text-align: center;">ACTIVOS INTANGIBLES</p>		<ul style="list-style-type: none"> ●Junta directiva: nombrada por los socios y constituida por 5 miembros encargados de diseñar y propender para que las políticas de la empresa se cumplan. ●Gerente general: es quien debe desarrollar las políticas y propósitos que la empresa se ha trazado con la mayor eficiencia y la dirección de la misma. ●Dirección administrativa: tiene la responsabilidad del manejo administrativo en la sede principal y en la operadora. ●Dirección técnica: responde por el desarrollo técnico y seguro de las labores mineras y aquellas relacionadas con las obligaciones adquiridas y referidas en el contrato de operación suscrito y junto con la dirección administrativa vela por que las normas de higiene y seguridad social se cumplan. ●Personal operativo mina: realizan, según la función y el cargo asignado, las labores de exploración-explotación, mantenimiento y logística en la operadora. 	<p style="text-align: center;">NA</p>
	<p style="text-align: center;">CAPITAL TECNOLÓGICO</p>	<p style="text-align: center;">La empresa proporciona manuales de procedimientos y guías muy parciales e incompletas sobre técnicas para ejecución de</p>	<p style="text-align: center;">Definir los manuales de procedimientos y guías técnicas en un lenguaje</p>

		actividades con lenguaje muy técnico, por lo cual se generan malinterpretaciones y errores especialmente en áreas operativas.	adecuado y de fácil entendimiento para los diferentes niveles de la empresa
	CAPITAL ORGANIZACIONAL	La empresa no tiene documentado su capital organizacional, desorden de información	Definir estrategias para documentar la información relevante de la empresa.
ACTIVOS TANGIBLES	EQUIPOS Y MAQUINAS	La empresa cuenta maquinaria robusta para minería y equipos de las marcas CAT, Liebherr, Bucyrus, Sandvic, etc Sin embargo, la empresa requiere fuertes inversiones para elevar el grado de tecnificación y aumentar su productividad.	NA
	INMUEBLES	La empresa cuenta con diferentes inmuebles: Infraestructura de mina Campamentos para personal Oficina administrativa	NA
	EQUIPO LOGISTICO	No se encuentra estructurado este componente	NA
ENTROPÍA ECOLÓGICA	MANEJO DE AGUA	La empresa requiere de altas cantidades de este recurso para proceso de lavado del material estéril. La empresa no realiza	Determinar medidas de manejo del recurso hídrico mediante la definición de una

		ningún tratamiento a las aguas que utiliza en su proceso productivo, son dispuestas en el cuerpo de agua “Quebrada Río Minero”	estrategia ambiental corporativa y la política ambiental
	MANEJO DE AIRE	La empresa no realiza mediciones ni monitoreos sobre las emisiones generadas en voladuras, remoción de material estéril e incineración de residuos sólidos.	Determinar medidas de manejo de las emisiones mediante la definición de una estrategia ambiental corporativa y la política ambiental
	MANEJO DE RESIDUOS	La empresa da disposición final a sus residuos mediante incineración debido a las limitaciones para recolección por parte de empresa de servicios públicos, se generan emisiones contaminantes.	Definir un PGIRS, el cual debe estar contemplado en la política ambiental de la empresa
ENTROPÍA SOCIOLÓGICA	N CORRUPCIÓN	La empresa reporta en promedio 3 casos de corrupción por parte de algunos mineros, ya que se apropian del material esmeraldífero	Definir medidas de seguimiento y pecuniarias. Fortalecer mecanismos de selección del personal
	ENFERMEDADES LABORALES	La empresa cuenta una política de salud y seguridad en el trabajo y da cumplimiento estricto al marco normativo laboral minero	NA

Fuente: autor

Imágenes de caracterización de la empresa caso de estudio



Figura 1. Subestación eléctrica de la mina de estudio

Fuente: Autor



Figura 2. Bomba estacionaria ubicada en el sitio del tanque de rebombeo

Fuente: autor



Figura 3. Pozo principal de 100 metros de profundidad y túnel en la mina de estudio

Fuente: Autor



Figura 4. Acopio de madera y frente de trabajo después de voladura

Fuente: Autor



Figura 5. Sistema de malacate para extraer estériles hasta superficie

Fuente: Autor

Grupo o Institución		Función o actividad	Intereses	Potenciales	Limitaciones	Consecuencias /implicaciones proyecto
des ales	CorpoBoyacá CorpoChivor	Otorgan licencias ambientales y fiscalizan la gestión ambiental de los proyectos Otorgan concesión de aguas en el proyecto minero	Ejercer máxima autoridad ambiental en su jurisdicción	Suficiente información sobre planes programas y proyectos ambientales	No hay buena articulación entre instituciones ambientales, para el manejo de trámites y procesos relacionados con proyectos mineros	Fuente de info acerca del estado ambiental del esmeraldero
	Ministerio de Minas y Energía	Administrar los recursos naturales no renovables del país	Asegurar la mejor y mayor utilización de los recursos no renovables	Máxima autoridad en el país en el sector minero	Débil fiscalización de títulos mineros por falta de personal técnico especializado para efectuar revisión documental y visitas de campo	Fuente de info
	SGC (Servicio Geológico Colombiano)	Investigar el potencial de recursos del subsuelo del territorio Nacional	Caracterizar Zonas potenciales para estudios de planeación y aprovechamiento	Conocimientos Técnicos en la información geológica del sector esmeraldero	Deficiencias en la actualización de mapas geológicos Baja calidad y cobertura de la información	Fuente de info de la formación geológica esmeraldas en Distrito Minero de Mu

nes	UPME (Unidad de planeación Minero Energética)	Planear de manera integral el desarrollo minero energético, apoyar la formulación de política	Administrar el SIMCO(Sistema de Información Minera de Colombia), para producir y divulgar información para toma decisiones del sector	Información de Carácter genérico, útil para un segmento de expertos en el sector	Falta de coordinación interinstitucional para satisfacer otros sectores de la administración pública y de los interesados de la actividad minera	Fuente de info
	Agencia Nacional de Minería	Responsable de los procesos de titulación, registro, asistencia técnica, fomento, promoción y vigilancia de las obligaciones emanadas de los títulos y solicitudes de áreas mineras. También le compete administrar el Catastro Minero y del Registro Minero Nacional.	Liquidar y recaudar y transferir regalías y contraprestaciones Administrar recursos minerales del estado para exploración y explotación	Fuerte capacidad de integración	Débil presencia de la institucionalidad minera en regiones con bajo desarrollo minero	Fuente de info
ralda	APRECOL (Asociación de Productores de Esmeraldas Colombianas)	Mantener integración y vinculación en el mercado nacional e internacional	Permanencia en el Mercado y mantenerlo	Integración y capacitación de comerciantes	Incertidumbre en la permanencia en el Mercado a nivel internacional	Información a estado actual niveles de pro de la esmeralda
	ACODES (Asociación Colombiana de Exportadores de Esmeralda)	Promover y fortalecer la exportación de la Esmeralda colombiana, el crecimiento y defensa de sus asociados	Exportación de la esmeralda tanto nacional como internacionalmente, buscando el aumento y la calificación de su demanda	Amplia experiencia en procesos de exportación	Lenta adaptabilidad a los cambios constantes en la normatividad para exportación de gemas en el país.	Información s valores de exportaciones de la esmeralda
	ASOCOESMERAL (Asociación Colombiana del Comercio de la Esmeralda)	Mantener integración y vinculación en el mercado nacional e internacional	Permanencia en el Mercado y mantenerlo	Integración y capacitación de comerciantes	Incertidumbre en la permanencia en el Mercado a nivel internacional	Información a la oferta y la de la esmeralda

de	(Anónima)	Explotar concesión minera de esmeraldas	Producir esmeraldas y maximizar valor para accionistas	Buenas prácticas laborales y de seguridad	Falta de instrumentos de planificación minera y cumplimiento de la normatividad en material ambiental	Información p ICV
----	------------------	---	--	---	---	----------------------

Fuente: autor