



**Diseño de un Esquema para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO
14001:2015 en una mina de cobre y un enfoque desde los Objetivos de Desarrollo
Sostenible: Caso de estudio Minera El Roble. El Carmen de Atrato, Chocó**

Freiman Ayala Rivera

Lilliana Isaza Jaramillo

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Asesores:

John Dairo Zapata Ochoa. Ingeniero Ambiental, Magíster (MSc) en Geografía

Darney Ceballos Espinosa. Ingeniero Forestal. Magíster (MSc) En Sistemas Integrados de
Gestión de la PRL, la Calidad, el Medio Ambiente y la RSC.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión Ambiental
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Ayala Rivera & Isaza Jaramillo, 2022)
Referencia	Ayala Rivera, F., & Isaza Jaramillo, L. (2022). <i>Diseño de un Esquema para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015 en una mina de cobre y un enfoque desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Caso de estudio Minera El Roble. El Carmen de Atrato, Chocó</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Gestión Ambiental Virtual, Cohorte XIII.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Juan Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Freiman: Principalmente a Dios y especialmente a mis padres por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. A mis familiares y amigos por su apoyo y motivación.

Liliana: A Matías por aguantar no salir temprano, las noches en vela y mucho más... a mi familia por aguantar no estar presente.

Agradecimientos

A la empresa Minera El Roble (MINER S.A), por prestarse como sujeto de estudio y al ingeniero Darney Ceballos E, por su tiempo en la asesoría, revisión y aportes al documento.

Al grupo de profesores de la especialización que de forma directa o indirecta aportaron desde la formación transmitida a la consolidación de este trabajo.

Gracias a los Profesores del Postgrado que no ven a la minería como un enemigo sino a una actividad humana por mejorar.

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1. Planteamiento del problema.....	17
1.1 Antecedentes	19
2. Justificación	23
3. Objetivos	26
4.1 Objetivo general	26
Objetivos específicos.....	26
4. Hipótesis	27
5. Marco teórico.....	28
5.1 Minería del Cobre.....	28
5.2 Sistema de Gestión Ambiental ISO 140001:2015.....	31
5.3 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	37
5.4 Normatividad Ambiental.....	37
6. Metodología	39
6.1 Fuentes de información	39
6.1.1 Fuente primaria	39
6.1.2 Fuente secundaria.....	39
6.2 Manejo de la información.	39
7. Resultados	41
7.1 Proceso de Extracción del Concentrado de Cobre	41

7.2 Esquema de implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la norma ISO 14001:2015.....	44
7.2.1 Contexto de la organización.....	45
7.2.2 Liderazgo	47
7.2.3 Planificación	48
7.2.4 Apoyo.....	54
7.2.5 Operación	55
7.2.6 Evaluación de desempeño.....	56
7.2.7 Mejora.....	57
7.2.8 Esquema de Implementación del Sistema de Gestión Ambiental	58
7.3 Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Producción y Consumo Responsable.....	60
8. Conclusiones	62
9. Recomendaciones.....	64
10. Referencias	66
11. Anexos.....	71

Lista de tablas

Tabla 1. Interpretación de la Norma ISO 14001:2015. Fuente: Lara Barrera, 2016.....	33
Tabla 2. Documentos básicos para determinar el contexto de la organización.....	45
Tabla 3. Documentos básicos para determinar el contexto de la organización.....	46
Tabla 4. Impactos Ambientales Estandarizados. Fuente: MADS, 2020.	49
Tabla 5. Matriz de ejemplo descripción de aspectos e impactos ambientales – Fase exploración.	52
Tabla 6. Objetivos ambientales	53
Tabla 7. Matriz de oportunidades.....	53
Tabla 8. Documentos de apoyo – Proceso de gestión documentada.....	54
Tabla 9. Documentos de apoyo – Planificación y control operacional	55
Tabla 10. Documentos de apoyo - Evaluación de desempeño	57
Tabla 11. Documentos de apoyo- Mejora continua	58
Tabla 12. Normatividad Ambiental empleada (Anexo 1).....	71
Tabla 13. Normatividad para el componente Agua (Anexo 1)	73
Tabla 14. Normatividad para el componente Aire (Anexo 1).....	74
Tabla 15. Matriz de Riesgos Ambientales. (Anexo 2.)	78
Tabla 16. Matriz de Impactos Ambientales Específicos (Anexo 3.).....	81

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la Mina El Roble.....	14
Figura 2. Relación entre el modelo PHVA y el marco de referencia en esta Norma Internacional.	24
Figura 3. Ciclo PHVA.....	32
Figura 4. Esquema de implementación – Planificar.....	59
Figura 5. Esquema de implementación - Hacer, Verificar, Actuar.	60

Lista de Anexos

Anexo 1 Normatividad Ambiental para emplear en el SGA.....	71
Anexo 2. Matriz de riesgos ambientales	78
Anexo 3. Impactos Ambientales Específicos	81

Siglas, acrónimos y abreviaturas

SGA: Sistema de Gestión Ambiental

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PMA: Plan de Manejo Ambiental

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PHVA: Ciclos Planear, Hacer, Verificar y Actuar

ISO: International Organization for Standardization

ANM: Agencia Nacional de Minería

Nota: Al referirnos en el presente documento de relaves, de acuerdo con el Decreto 40599 del 2015 Glosario Minero; corresponde a las colas del procesamiento del mineral, definidas en la citada norma como:

“**Colas:** material resultante de procesos de lixiviación y concentración de minerales que contiene muy poco metal valioso. Pueden ser nuevamente tratadas o desechadas”. (Ministerio de Minas y Energía, 2015)

Resumen

Se presenta un esquema de implementación del Sistema de Gestión Ambiental siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015, en la única mina subterránea actualmente en producción de concentrado polimetálico cobre de Colombia. La Mina El Roble, ubicada en el Municipio de El Carmen de Atrato en el departamento del Chocó. Se realizó un análisis con un enfoque descriptivo de la información primaria suministrada por la empresa y una revisión bibliográfica; lo que permitió concluir que, Minera El Roble (MINER) cumple desde un principio con varios elementos del Sistema de Gestión, comenzando por la aplicación de la normatividad ambiental, política de gestión integrada, el compromiso de la Alta Gerencia, la identificación de los procesos que se realizan en la empresa y la identificación de los aspectos e impactos del proyecto minero. Se presentan a manera de esquema, los requerimientos para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental aplicados a la condición actual de la empresa de tal manera que sean una base para la generación de las diferentes estrategias, formatos y acciones a desplegar para la aplicación del Sistema de Gestión en el proyecto minero. Finalmente, se mencionan algunas herramientas que puede realizar la empresa para cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 12, Producción y Consumo Sostenible.

Palabras clave: Minería, concentrado polimetálico de cobre, Sistema de Gestión Ambiental, mejora continua, aspectos e impactos ambientales.

Abstract

A schema for the implementation of the Environmental Management System with the guideline of the Norm ISO 14001:2015, in the only underground mine that produces copper-polymetallic concentrate of Colombia, El Roble Mine, which is located at El Carmen de Atrato, Choco, is presented in this document. The analysis was made with a descriptive approach of the primary information provided by the company and a bibliographic review; which allowed us to conclude that la Minera El Roble (MINER) fulfill from the beginning several elements of the Management System, beginning with the application of environmental regulations, the commitment of Senior Management, the identification of the processes carried out in the company and the identification of the aspects and impacts of the mining project. The requirements for the implementation of the Environmental Management System applied to the current condition of the company are presented as a diagram, in such a way that they are a basis for the generation of the different strategies, formats and actions to be deployed for the application of the Management System in the mining project. Finally, some tools that the company can carry out to comply with Sustainable Development Goal No. 12, Sustainable Production and Consumption are mentioned.

Keywords: Mining, copper-polymetallic concentrate, environmental management system, continuous improvement, environmental aspect and impacts.

Introducción

Un mineral es una sustancia inorgánica natural, con una estructura y composición químicas definidas, que se encuentran en el suelo o subsuelo, de los cuales se extraen: metales, recursos energéticos, abonos, entre otros, que se usan en nuestra vida diaria, como la sal o en este caso, el cobre (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

De acuerdo con el Banco Mundial, 2020, (Tabelin, y otros, 2021), entre los 17 metales/materiales críticos, el cobre se clasifica de múltiple interés en al menos 8 de las tecnologías en energías renovables y almacenamientos limpios. El cobre es usado en baterías recargables, motores eléctricos, alambres y conectores eléctricos y estaciones de carga, así como en la infraestructura de soporte necesaria para conectar la energía renovable para mantener la red eléctrica principal, (Idem, 2021).

Para el 2050, se prevé que la demanda de cobre aumente en aproximadamente 29 millones de toneladas métricas desde el 2019 (asumiendo el escenario de un calentamiento global de 2°C, 2DS), siendo la distribución de tal aumento de demanda, así: 38,8% para paneles solares, 35,2% para turbinas de viento, 4,4% para generación hidroeléctrica, 3,8% para baterías y almacenamientos de energía y 1,3% para plantas de energía geotermal (Tabelin, y otros, 2021). Para poner este aumento de la demanda en perspectiva, se han producido aproximadamente 550 millones de toneladas métricas de cobre por al menos 5000 años y esta cantidad se necesita en los próximos 25 años (Tabelin, y otros, 2021).

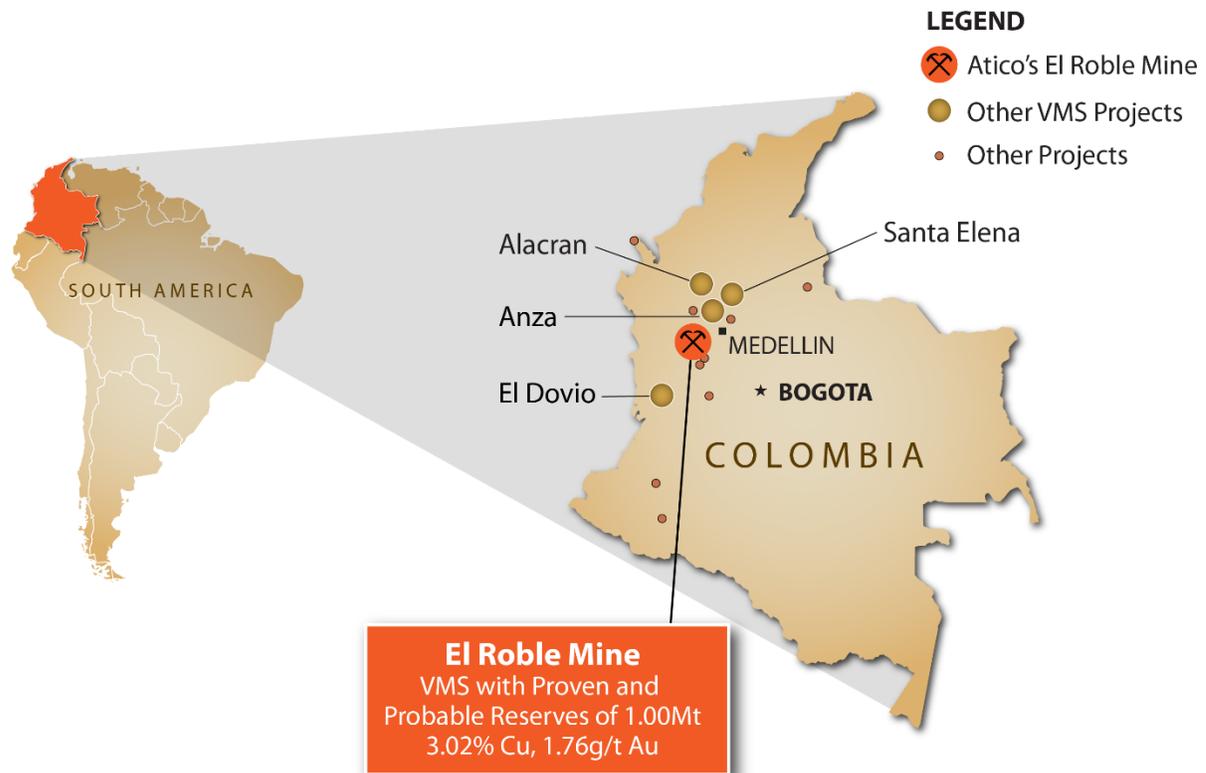
La minería es una actividad que se encarga de la extracción de las materias primas minerales, es decir, de tomarlos del suelo o subsuelo y convertirlos en sustancias aprovechables para el humano, pero estas actividades requieren recursos naturales (agua, energía, otros compuestos químicos) y generan a su vez, desechos que deben ser manejados.

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) ayuda a que una organización controle todas las actividades, servicios y productos que causan o pueden causar, algún impacto sobre el medio ambiente, y representa una herramienta que además ayuda a minimizar todos los impactos ambientales que genera la operación. (Quiroga Rueda & Silva Morales, 2020).

Desde el punto de vista ambiental, las empresas son reguladas mediante la normatividad legal vigente y por las normas internacionales ISO 14000, cuya norma ISO 14001 es certificable y busca la responsabilidad medioambiental empresarial mediante la implementación de los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) (Quiroga Rueda & Silva Morales, 2020).

En Colombia, actualmente la única mina en producción de concentrado polimetálico de cobre, se llama La Mina El Roble, la cual extrae el mineral de las montañas del Choco y es vendido como concentrado del mismo, desde el año 1990 y hasta el año 2022 ha procesado aproximadamente 1,8 millones de toneladas de minerales de cobre (Atico Mining Corporation, 2022). La mina se ubica en el municipio de El Carmen de Atrato en el Departamento del Chocó, como se muestra en la siguiente

Figura 1. Ubicación de la Mina El Roble.



Fuente: <http://aticomining.com/el-roble-mine/snapshot/>

A la fecha, la mina cuenta con los permisos ambientales requeridos para su operación y un adecuado manejo ambiental en cada uno de sus macroprocesos, sin embargo, de cara a la futura demanda de cobre, se hace necesario que la empresa tenga herramientas que le permitan la mejora continua del manejo y control de las actividades propias de la extracción del concentrado polimetálico de cobre, de tal manera que se puedan minimizar aun mas los impactos que generados al medio ambiente y los riesgos ambientales.

Alineado al consumo responsable de los recursos, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, los cuales son una advertencia a las personas sobre el planeta, para que estas asuman una postura responsable sobre el medio ambiente. Dentro de este llamamiento, el cobre desempeña un papel fundamental (International Copper Association, 2022), ya que este metal es básico para el desarrollo y la generación de las energías renovables no contaminantes siendo un metal 100% reciclable, que no pierde sus propiedades químicas o físicas, aunque el proceso se repita. La capacidad del cobre para ser reciclado infinitamente sin perder sus propiedades ayuda a reducir los residuos globales. En promedio, los productos de cobre contienen un 35% de contenido reciclado, y cada año se reciclan 9 millones de toneladas de cobre (International Copper Association, 2022). Debido a la resistencia del cobre y a su uso a largo plazo en aplicaciones, la producción primaria de cobre sigue siendo necesaria, sin embargo, con el fin de mejorar el uso de este, los grandes productores de cobre a nivel mundial se han unido en la Asociación Internacional del Cobre, adoptando, entre otros objetivos de desarrollo sostenible, el No. 12 correspondiente a garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Este objetivo significa: "...del uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo que minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes sobre el ciclo de vida, de tal manera que no se ponen en riesgo las necesidades de futuras generaciones". (Organización de las Naciones Unidas, 2022)

El presente trabajo busca presentar un esquema de implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015 en la Mina El Roble, localizada en el municipio de El Carmen de Atrato departamento del Chocó, enfocando parte de la implementación en el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 12, referente a garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Es así, como el desarrollo de este trabajo analizará los aspectos e impactos más relevantes al momento de la implementación de un SGA en una empresa minera de cobre, lo que permitirá diseñar un plan de acción enfocado en el logro de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible especialmente el número 12, correspondiente a la producción y consumos responsables

1. Planteamiento del problema

La explotación de minerales como el cobre, se realiza en varias partes del mundo desde hace mucho tiempo. En Colombia, la minería de cobre solo se realiza en El Carmen de Atrato, Choco, en la compañía Minera El Roble, la cual extrae el mineral de manera subterránea produciendo concentrados polimetálicos de cobre, Sin embargo, debido a la importancia del cobre en la transición energética del país, se proyectan en el corto y mediano plazo, el desarrollo de varios proyectos de explotación de este mineral especialmente por estar definido como un mineral de interés estratégico para el país (UPME, 2017).

El desarrollo de proyectos mineros en ocasiones trae consigo problemáticas y/o conflictos socioambientales, especialmente por el rechazo de las comunidades sobre el adelanto de estos proyectos en sus territorios, todo esto enmarcado en el desconocimiento y en los antecedentes históricos y tradicionales que ven a la minería como una actividad de explotación de recursos destructiva para el medio ambiente.

La producción de cobre en Colombia se hace como concentrado, exportando entre 10.000-15.000 Toneladas de concentrado (La República, 2021), con un tenor de 3,46% de Cobre, lo que equivaldría, con una recuperación del 98% a 339-508 Toneladas de Cobre refinado. Chile, mayor productor mundial de cobre, exportó 6,26 millones de Toneladas de concentrado de cobre lo cual es 6,13 millones de Toneladas para el 2019 (Comisión Chilena del Cobre, 2019). Estos volúmenes muestran la poca participación de Colombia en el mercado del cobre, sin embargo, para la región donde se ubica el proyecto este es fuente de empleo y genera ingresos por el pago de regalías que se invierten en el beneficio del municipio donde se ubica la extracción.

Así mismo, la actividad extractiva que no está regulada genera impactos, los cuales se ven relacionados con problemas ecológicos (Sentencia del Río Atrato, Sentencia T-622 de 2016 expedida por la Corte Constitucional) y de salud. La compañía, cuenta con un plan de manejo ambiental aprobado, donde se gestionan los impactos a partir del conocimiento de los procesos y el mejoramiento continuo de estos.

Los aspectos e impactos ambientales dentro del licenciamiento se encuentran detallados, sin embargo, a medida que se ejecutan las actividades estas cambian con el tiempo, debiéndose actualizar los impactos en un proceso de mejora continua permanente.

La implementación del Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001:2015, permite, entre otros aspectos, una clave para las relaciones con la sociedad y es mejorar la comunicación de la empresa con la comunidad, que a su vez le permite competir en el mercado, mostrando su compromiso social y ambiental, atrayendo inversionistas que pueden inyectar capital y mejorar las técnicas y tecnologías usadas en la extracción del concentrado de cobre; de ahí la importancia de la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) como una herramienta poderosa en las empresas para mejorar el manejo ambiental, establecer un compromiso ambiental por parte de la empresa en búsqueda de reducir los impactos. Se debe mencionar que la norma ofrece un esquema de trabajo bajo el cual se puede mejorar la gestión ambiental pero esta labor no solo se realiza bajo el amparo de un sistema, sino que la gestión ambiental es una obligación en todas las empresas ambientalmente responsables, convirtiéndose en una cultura de trabajo que puede alinearse a cualquier estándar de calidad ambiental que se decida adoptar.

La implementación adecuada de Sistemas de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015, con respecto a la minería del cobre, implican un mejor aprovechamiento y uso del agua, un mejor tratamiento de sus residuos líquidos y manejo adecuado de residuos sólidos. Finalmente, la implementación del SGA basado en la norma ISO 14001:2015, habilita la posibilidad de diseñar un plan de acción que se enfoque en la producción y consumo responsable.

Además, alinear el Sistema de Gestión Ambiental con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) cuyo objetivo es procurar el desarrollo de la humanidad sin el deterioro del medio ambiente, garantizará los recursos naturales para las generaciones futuras. Los ODS son 17 con 169 metas y 231 indicadores, que contienen lineamientos para la acción en materia de inclusión social, sostenibilidad ambiental y desarrollo económico. Estos objetivos tienen una visión al año 2030 cuya característica esencial es el reconocimiento de que el desarrollo social y económico depende de la gestión sostenible del medio ambiente natural y sus recursos. Así el sector minero tiene una amplia capacidad para lograr estos objetivos, a través de la movilización de recursos económicos y tecnológicos.

1.1 Antecedentes

El 01 de Julio de 1987 el Ministerio de Minas y Energía y la empresa El Roble Exploración y Explotación S.A. (EERESA) firmaron contrato de concesión que se encuentra contenido y solemnizado en la escritura pública No. 1723 de la Notaria Octava (8) del Círculo de Bogotá y aclarada mediante la escritura pública No. 2062 del 29 de julio de 1987, para la exploración técnica de un yacimiento de sulfuros metálicos con un volumen mínimo anual de cuarenta y ocho mil toneladas (48.000t.) anuales por una duración de treinta (30) años, contados a partir de la finalización del periodo de montaje, el cual finalizó el 16 de agosto de 1990 y se cuenta el inicio de la etapa de exploración a partir del 17 de agosto de 1990. Tal contrato fue inscrito en el Registro Minero Nacional el 20 de marzo de 1990. En la cláusula séptima (7) de la escritura pública No. 1723 de la Notaria Octava (8) del Círculo de Bogotá, se establece que es el titular, es decir la empresa dueña de la explotación, quien debe establecer las medidas de manejo ambiental, las cuales fueron presentadas en el informe de montaje y estas deben estar de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2477 de 1986. De acuerdo con lo establecido en el Decreto 500 de 2.006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la empresa titular tiene viabilidad ambiental que corresponde a lo señalado en el Artículo cuarenta (40) del mencionado decreto (Isaza-Jaramillo, 2009). Este contrato minero solicitó prórroga al mismo en el año 2022, la cual se encuentra en proceso de evaluación (López Suárez, 2022).

En cuanto al aspecto ambiental, actualmente el título minero donde se desarrollan las actividades extractivas, cuya placa o identificación en el Registro Minero Nacional es 9319, tiene impuesto un plan de manejo ambiental (PMA) por parte de la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó, CODECHOCO, en Resolución 0030 del 22 de enero 2001. Esta resolución donde se impone un PMA, se encuentra enmarcada en el Decreto 1753 de 1.994 en materia ambiental. Desde el primer Decreto reglamentario, donde se establecen los parámetros para el licenciamiento ambiental, hasta el vigente, se ha establecido un régimen de transición. Es así como los proyectos, obras o actividades que con anterioridad a la expedición de este Decreto

iniciaron todos los trámites tendientes a obtener los permisos, licencias, concesiones y autorizaciones de carácter ambiental exigidos por las leyes en ese momento vigentes, continuarán su trámite de acuerdo con las mismas y en caso de obtenerlos podrán adelantar el proyecto, obra o actividad, pero la autoridad ambiental podrá exigirles, mediante providencia motivada, la presentación de planes de manejo, recuperación o restauración ambiental. Ya que la mina el Roble inició sus operaciones desde antes del mencionado decreto y antes de la Ley de 99/93, la autoridad ambiental aprobó las medidas de manejo ambiental aportadas en el plan aprobado.

Se debe puntualizar que a partir de la Ley 99 de 1993, se han expedido varias leyes en las cuales se han establecido los lineamientos para el licenciamiento ambiental: Decreto 1728 de 2002, Decreto 1180 de 2003, Decreto 1220 de 2005, Decreto 2820 de 2010, Decreto 2041 de 2014 y el Decreto 1076 del 2015, cumpliendo la empresa con lo reglamentado por la ley

Además, la empresa hace entrega de manera semestral los Informes de Cumplimiento Ambiental, los cuales de acuerdo con la resolución 188 del 2013, corresponden al instrumento de manejo y control ambiental en el cual se informa a la autoridad ambiental sobre el avance, efectividad y cumplimiento tanto de los programas de manejo ambiental que conforman el Plan de Manejo Ambiental (PMA) como de las obligaciones impuestas en el acto administrativo que autoriza su ejecución. Así, el proyecto minero cumple con las obligaciones ambientales para el manejo, conforme a la ley ambiental colombiana a la fecha. Se debe mencionar que la empresa se encuentra certificada con la norma ISO 45001 que corresponde a Sistemas de Gestión de la Salud y la Seguridad en el Trabajo (OHSMS) Con respecto a las normas ISO 14001, para el 2017 de las 407 empresas mineras registradas en el país (Superintendencia de Sociedades, 2018), el 27% estaban certificadas bajo ISO 14001; 2020, se tenían 120 empresas mineras certificadas (ISO, 2022) que corresponde al 4% de todas las empresas certificadas en el país para eso año. Como se observa, el tema es de interés para el sector, ya que los inversionistas internacionales (Asociación Colombiana de Minería, 2021) de donde provienen la mayoría del capital, requieren que las empresas tengan una fuerte responsabilidad ambiental (Ídem, 2021).

Revisando las empresas mineras que se han certificado en ISO 14001, corresponden, en su gran mayoría a empresas carboneras (Drummond, Cerrejón, entre otras) como se observa en sus páginas web, ya que estas son uno de los reglones más importantes de las exportaciones de Colombia

(Legis, 2022), seguidos por las empresas que producen oro, (Ídem, 2022), muestran un sector para el cual las exportaciones son importantes. Como Colombia forma parte de organismos multinacionales como la OECD, por sus siglas en inglés (Organización para el Comercio y Desarrollo Económico), las empresas colombianas que exportan deben cumplir con unas debidas diligencias (Due Diligence, por sus siglas en inglés) bajo las cuales se debe hacer la comercialización de los minerales, donde el manejo ambiental que se haga en las mismas es bastante importante (Pérez Vásquez, 2020).

En cuanto a las investigaciones que se han realizado respecto a la ISO 14001:2015 y los Sistemas de Gestión Ambiental, se observa que se han sido pocas las que se han publicado pero dentro de lo que se ha podido recopilar, los más antiguos hacen referencia a los materiales de construcción, donde se comienza a indagar por los impactos causados por la minería en los tejares y ladrilleras, en el trabajo dirigido de grado para el título de Ingeniero de Minas y Metalurgia del señor Jaime Sanchez Betancur en 1991, “Aspectos ambientales del complejo ladrillero guayabal y tejar el rosal” (Sánchez Betancur, 1991). Se tienen más trabajos respecto a la minería pero enfatizando el estudio de los aspectos e impactos ambientales en la minería de carbón (Manual para el control de los factores de degradación ambiental en la minería subterránea del carbón / Presentado por: Juan David Pérez Schile, Héctor De la Cruz Morales, Elkin Vargas Pimiento, 1997; Metodología para la recuperación de áreas degradadas por la pequeña minería del carbón en la cuenca carbonífera de la Sinifana : estudio de caso minas bellavista y la bonita, Angelópolis / Mónica del Pilar Rada Tobón, 1999; entre otros), seguido por los materiales de construcción (Propuesta metodológica para la gestión ambiental de la explotación de ladrilleras y canteras en el Valle de Aburrá / Alberto Florentino Peña Castro, 2001; entre otros), además en el 2002, el Ministerio de Ambiente publica dos guías: Gestión ambiental en el sector carbonífero y la Guía ambiental pequeña y mediana minería del oro. Como se observa, en los títulos que se mencionan se hace referencia a la gestión ambiental pero no desde el enfoque sistémico que permite evaluar el desempeño de este. Los trabajos que se pueden encontrar publicados a partir del 2016 ya comienzan a involucrar el componente sistémico y de la norma ISO 14001:2015, sin embargo, Mineros S.A. (minería de oro)

y Drummond (minería de carbón), tienen las certificaciones ISO ambientales desde hace 10 años, haciendo eco de las necesidades ambientales de sus entornos.

Siendo la mina El Roble, la única mina en producción de concentrado de cobre del país, no hay referentes en estudios que se puedan encontrar en el país, respecto a la implementación de un SGA basado en la norma ISO:14001 2015.

2. Justificación

La implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015 se requiere para garantizar el manejo del medio ambiente, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente, buscando las medidas necesarias para prevenir, mitigar o corregir o compensar los impactos generados por la extracción minera de concentrado polimetálico de Cobre.

La norma ISO 14001:2015 presenta los lineamientos asociados a los macroprocesos de las empresas que buscan la protección del medio ambiente, respondiendo a los cambios de este y equilibrando las necesidades socioeconómicas (ISO, 2022), lo que permite a largo plazo, (IDEAM 2022):

- La protección del medio ambiente, mediante la prevención o mitigación de impactos ambientales adversos.
- La mitigación de efectos potencialmente adversos de las condiciones ambientales sobre la organización.
- El apoyo a la organización en el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos.
- La mejora del desempeño ambiental.
- El control o la influencia sobre la forma en la que la organización diseña, fabrica, distribuye, consume y lleva a cabo la disposición final de productos o servicios, usando una perspectiva de ciclo de vida que pueda prevenir que los impactos ambientales sean involuntariamente trasladados a otro punto del ciclo de vida.
- El logro de beneficios financieros y operacionales que puedan ser el resultado de implementar alternativas ambientales respetuosas que fortalezcan la posición de la organización en el mercado.
- La comunicación de la información ambiental a las partes interesadas pertinentes.

La gestión ambiental a través de este sistema provee una herramienta sistemática para disminuir los impactos sobre el medio ambiente, mejorando este tanto para la empresa como para la comunidad que se encuentra en la zona.

La base del sistema se fundamenta en el ciclo: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA). Este modelo permite a las empresas el mejoramiento continuo pues es un ciclo que en cada vuelta (Figura 2), permite aumentar y mejorar las metas impuestas al sistema. También es una oportunidad de disminuir costos, si se piensa más en la prevención de los impactos.

Figura 2. Relación entre el modelo PHVA y el marco de referencia en esta Norma Internacional.



Fuente: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>

El Sistema de Gestión Ambiental permite controlar los efectos de las actividades sobre el medio ambiente, mejorando el desempeño ambiental. Esta mejora, a su vez, muestra un compromiso con el desarrollo sustentable, específicamente con el ODS 12 *Consumo y producción sostenibles*, ya que al pensarse desde la prevención de impactos y la producción realizada pensando en el cuidado del medioambiente, se cuida la manera en que se realiza la producción, buscándose usar en la cadena productiva, los insumos que menores impactos generen y controlando el uso de la energía y el agua, como elementos más usados en este tipo de industrias

Ahora bien, si el cobre es uno de los metales necesarios para el cambio en la matriz energética mundial, como se explicó anteriormente, y su consumo aumentara en la próxima década, es cierto que las actividades que permiten su obtención impactan el medio ambiente, por tanto, la búsqueda del mejoramiento de las condiciones bajo las cuales se da la extracción de cobre y la disminución de los impactos que se causan, es una necesidad para la humanidad.

Este documento, hace un aporte dentro del ámbito nacional, sobre el mejoramiento del desempeño ambiental de la única mina en producción de concentrado de cobre en Colombia, buscando que los procesos que se realizan en esta sean menos impactantes en el medio ambiente, buscando la sostenibilidad ambiental y consolidándose como productores responsables.

3. Objetivos

4.1 Objetivo general

Realizar un esquema de implementación del Sistema de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2005, en una empresa minera de cobre, con enfoque en la producción y consumo responsable de los recursos y su articulación con los demás Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivos específicos

- Describir y analizar los macroprocesos para la extracción y beneficio del cobre y sus implicaciones ambientales.
- Revisar el marco normativo ambiental aplicado a la minería de cobre en Colombia.
- Identificar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los cuales se podría enfocar la empresa a partir de un Sistema de Gestión Ambiental.
- Realizar un esquema de cómo se implementará el Sistema con enfoque en la producción y consumo responsable de los recursos en el marco del Sistema de Gestión Ambiental.

4. Hipótesis

A través de la realización de un esquema para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental ISO:14001 2015 para un proyecto minero, se espera tener mejoras en el desempeño ambiental de la misma, mejorando el manejo y control de los aspectos e impactos ambientales que se dan en la explotación minera, mejorando los procesos e instructivos de la operación minera con el componente ambiental.

5. Marco teórico

5.1 Minería del Cobre

Dentro de los minerales usados para lograr el desarrollo de la humanidad, se encuentra el cobre, el cual hizo parte de los minerales que se usó en la edad de metales, incluso existe la edad de cobre también llamada Calcolítico o Eneolítico es una etapa cultural prehistórica que sucedió después del Neolítico (la nueva Edad de la Piedra), período que señaló el inicio del uso de los metales y el consiguiente desarrollo de las técnicas metalúrgicas. Los humanos prehistóricos aprendieron el proceso de la metalurgia del cobre —el cual era fácil de obtener debido a su presencia en la superficie terrestre mezclado con otros minerales— a través de la experimentación o de la casualidad, posiblemente al caerse cobre en una fogata con algún mineral. Así construyó vasijas y armas cuyo uso combinaron con la piedra pulimentada. (Patrimonio Inteligente, 2022).

Este uso de los metales ha hecho que la minería de cobre sea importante en el planeta, pues el cobre tiene propiedades importantes como ser reciclable, catalítico, fácil de alear, no magnético, dúctil, antibacteriano, resistente a la corrosión, buen conductor térmico y buen conductor eléctrico. (Flores, 2021). Estas propiedades, sobre todo la conductividad, ha hecho del cobre uno de los metales que debe ser usado en las nuevas tecnologías que permiten el uso de energías alternativas, estableciéndose que la demanda de cobre aumentará en un 43% para el 2035 (Olaeta, 2018).

La minería del cobre generalmente, como mueve grandes volúmenes de materiales, se hace a cielo abierto, aunque la explotación que se realiza en Colombia es subterránea (Ministerio de Minas y Energía, 2022), y el procesamiento para la obtención de este requiere agua, así como energía. El cobre, se encuentra en la corteza terrestre en una abundancia natural promedio de alrededor de 60 miligramos por kilogramo, mg/Kg; mientras que en los depósitos minerales alcanza concentraciones entre 5.000 y 50.000 mg/Kg 0,5-5% (CODELCO, s.f.). Un yacimiento minero corresponde a una concentración anómala, mayor a la concentración normal en la corteza terrestre,

del mineral o material de interés y cuyo volumen amerita extraerse (Agencia Nacional de Minería, 2016).

Así, la explotación de yacimientos minerales, se hace cuando se tengan las condiciones óptimas desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental (Agencia Nacional de Minería, 2016) y tiene como propósito extraer las rocas con mayor proporción de mineralización desde el macizo rocoso, con la menor dilución posible (menor cantidad de material estéril posible), y posteriormente, disminuir el tamaño de la roca que contiene el mineral, para lograr una granulometría que permite liberar el elemento de interés, luego, beneficiarlo y/o refinarlo, para lo cual se requiere el uso de agua, algunas sustancias químicas y energía.

Para el caso del cobre, se identificaron los siguientes procesos y subprocesos que son relevantes en la utilización de agua y energía en la extracción y beneficio del cobre, según Lewinsohn, 2021, citado en Colombia Water Center (CWC), 2017:

- Extracción mina: perforación, polución de caminos, aspersores de polvo.
- Planta de Beneficio: molienda, pulpas, flotación, concentrados (tratamiento y transporte).
- Fundición y refinación.
- Procesos metalúrgicos: lixiviación, extracción por solventes, electro obtención.
- Servicios (transversales a todos los procesos).

Estas operaciones unitarias son vinculadas principalmente a la extracción del cobre, sin embargo, se podría indicar que los procesos en la extracción mina (superficiales y subterráneos) son similares en la mayoría de los yacimientos de minerales metálicos (perforación, voladura, cargue y transporte, y trituración primaria), solo se ajustan al método de explotación, a la capacidad productiva y a las condiciones específicas de cada yacimiento (Lewinsohn, 2021).

Los procesos metalúrgicos de las distintas menas¹ (Ministerio de Minas y Energia, 2015) de minerales, muestran mayores diferencias, por ejemplo, en la obtención de oro, procesos como la cianuración, concentración gravitacional o amalgamación, tienen características distintas, más

¹Minerales que presentan interés económico en un yacimiento.

aún si se las compara a la metalurgia extractiva del cobre (lixiviación de los óxidos o flotación de los sulfuros), además, el nivel de producción del cobre normalmente es masivo, mientras que el del oro es selectivo, por esas razones se explican las diferencias en el uso unitario de agua y energía (Lewinsohn, 2021).

En cada proceso indicado, tanto del cobre como del oro, es indispensable el uso del agua y energía, estos insumos aún son insustituibles y la falta de estos significaría, dejar de realizar la actividad. En consecuencia, sin agua y energía, en estos momentos sería imposible la explotación minera.

En relación con los aspectos técnicos, la disminución en la calidad de los yacimientos durante la vida útil de la mina impulsa el aumento del consumo hídrico y energético, debido a que se debe tratar mayor cantidad de mineral para obtener una tonelada de producto, como también, mayor energía para la conminución (trituración y molienda de minerales), debido a la dureza de la roca (minería profunda y otros tipos de minerales con durezas mayores a los generalmente extraídos); otros costos a considerar son el aumento de las distancias de acarreo de material y la energía para el bombeo de agua (desde el mar hasta la faena). Aun cuando se mejore la eficiencia del uso y reciclaje del agua y la energía, el consumo debe tener un seguimiento ininterrumpido de manera de gestionar y controlar los nuevos costos asociados al aumento de estos insumos. Por todas las razones expuestas, la cuantificación de estos insumos estratégicos se hace indispensable (Lewinsohn, 2021).

Como establece Lewinsohn, (2021, p.21): “Los nuevos desafíos ambientales que implica el cambio climático han modificado la concepción del uso de agua y energía, los que se han convertido en prioridad al momento de hacer los estudios de factibilidad y trade-off en las etapas de proyecto. La seguridad del suministro de estos insumos en la vida útil del proyecto es parte fundamental en la toma de decisiones. En conjunto con el licenciamiento social -el cual aún no existe en Colombia- y ambiental, son de suma importancia y claves al momento de definir si se llevará a cabo o no un proyecto minero”.

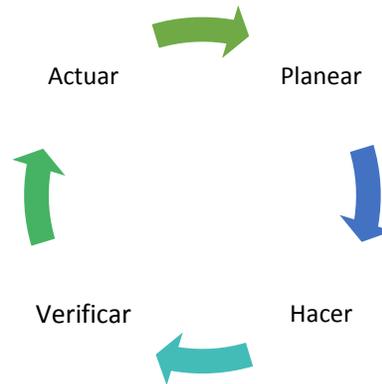
5.2 Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es la vía por la cual una organización puede identificar y manejar sistemáticamente sus aspectos e impactos ambientales, generados a partir de las actividades industriales. De esta forma, los SGA permiten a las empresas controlar los procesos susceptibles de generar daños al ambiente, minimizando los impactos ambientales de sus operaciones o mejorando el rendimiento de sus procesos. Desde el punto de vista ambiental, las empresas son reguladas mediante la normatividad legal vigente y por las normas internacionales ISO 14000, cuya norma ISO 14001 es certificable y busca la responsabilidad medioambiental empresarial mediante la implementación de los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) (Quiroga Rueda & Silva Morales, 2020).

Un SGA adoptado en forma correcta ofrece como ventajas, entre otras, la flexibilidad de adaptación a la realidad de la empresa y su gestión y consistencia en la política de Desarrollo Sostenible, con las regulaciones y exigencias de los consumidores. Es así, como adoptando un SGA en las empresas podrán incluso, no solo cumplir las políticas internas, sino buscar cumplir los ODS, lo que se observa en algunas compañías en Colombia como El Cerrejón y Anglo Gold Ashanti. Es decir que, con el cumplimiento de las obligaciones ambientales, de las acciones de mejoramiento de los procesos en virtud del cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental como reducir el consumo de agua y realizar las operaciones mineras con el uso de energías renovables y accesibles, se cumplen indirectamente los Objetivos de Desarrollo Sostenible, (Quiroga Rueda & Silva Morales, 2020).

La Norma ISO otorga a las empresas una herramienta para la protección del medio ambiente y le permite a la organización afrontar los cambios de la naturaleza (Naranjo Calderon & Rivera Muñoz, 2020). El enfoque establecido en la Norma ISO 14001:2015 para la formulación de un Sistema de Gestión Ambiental, usa como base el ciclo PHVA, el cual significa: Planear, Hacer, Verificar y Actuar (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2015) (ver figura 3). La descripción del ciclo que se hace para la mejora continua es:

Figura 3. Ciclo PHVA



Fuente: Elaboración propia, 2022

De acuerdo con la norma ISO 14001:2015, IDEAM, 2015, estas etapas del ciclo son:

- Planificar: establecer los objetivos ambientales y los procesos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.
- Hacer: implementar los procesos según lo planificado.
- Verificar: hacer el seguimiento y medir los procesos respecto a la política ambiental, incluidos sus compromisos, objetivos ambientales y criterios operacionales, e informar de sus resultados.
- Actuar: emprender acciones para mejorar continuamente.

La ejecución de este ciclo permite la implementación del Sistema de Gestión Ambiental que se propone. La norma ISO 14001:2015 puede usarse en cualquier tipo de empresa que desee crear, mantener y mejorar un Sistema de Gestión Ambiental, lograr su certificación por una empresa certificadora externa, haciendo su autoevaluación y autodeclaración según la norma (Caldrón Narajo & Rivera Muñoz, 2020). El acogimiento de la norma se caracteriza por:

- Ser de carácter voluntario.
- Aplicabilidad a cualquier tipo y tamaño de empresa.
- Establecer una metodología de gestión basada en una mejora continua.

Para una mejor interpretación de lo que se requiere para implementar la Norma ISO 14001:2015, Lara Barrera, 2016, hace un resumen de cómo debería aplicarse la norma y sus requisitos en una tabla:

Tabla 1. Interpretación de la Norma ISO 14001:2015.

NUMERAL	REQUISITOS DE LA NORMA	INFORMACIÓN DE ENTRADA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO (SALIDA)
4.1 Conocimiento de la organización y su contexto	Determinar las cuestiones internas y externas que son pertinentes a su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión medioambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Estados financieros Obligaciones • Legales Misión • Visión • Organigrama 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis DOFA • Ciclo PHVA • Diagrama Causa – Efecto
4.2 Conocimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Determinar las partes interesadas y las necesidades y expectativas de estas partes interesadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedad • Clientes • Empleados • Accionistas Proveedores • Gobierno 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento partes interesadas • Diagrama de Flujo • Video
5.1 Liderazgo	La Alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Asignación de recursos • Comprensión del contexto y requisitos de la Organización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación del SGA • Entrevista con el gerente • Objetivos Ambientales • Política Ambiental • Presupuesto para el SGA • Comunicación (Intranet, circulares, página web)
5.2 Política Ambiental	La Alta Dirección debe establecer, implementar y mantener una política ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza de la organización • Partes interesadas • Requisitos legales y voluntarios • Magnitud e impactos ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicados Página Web • Correos Electrónicos • Entrevistas al personal • Carteleras • Correos electrónicos a las partes interesadas.
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades	La Alta Dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes se asignen y comuniquen dentro de la organización para facilitar una gestión ambiental eficaz.	<ul style="list-style-type: none"> • Norma ISO 14001:2015 • Auditorias o revisión al SGA 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de funciones • Perfil de cargo • Reuniones • Comunicados intranet

NUMERAL	REQUISITOS DE LA NORMA	INFORMACIÓN DE ENTRADA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO (SALIDA)
6.1.2 Aspectos Ambientales	Determinar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puede controlar y de aquellos en los que puede influir y sus impactos ambientales asociados, desde una perspectiva de ciclo de vida.	<ul style="list-style-type: none"> • Normatividad Legal • Identificación de situaciones potenciales o de emergencia. • Aspectos ambientales: Emisiones al aire, vertidos al agua, las descargas al suelo, Uso de Materias Primas y Recursos Naturales, uso de energía, generación de productos y subproductos y el uso del espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades, productos o servicios modificados. • Matriz de aspectos e impactos ambientales • Plan de manejo ambiental • Comunicados Intranet
6.1.3 Requisitos legales y otros requisitos	Identificar y tener acceso a las obligaciones de cumplimiento relacionadas con sus aspectos ambientales. Determinar cómo se aplican estas obligaciones de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Normatividad Legal Ambiental • Diario Oficial • Internet 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de requisitos legales y ambientales • Divulgación del sistema: Comunicados intranet, videos, página web, capacitaciones (registro de asistencia de capacitaciones).
6.2.1 Objetivos Ambientales	Establecer los objetivos ambientales en las funciones y niveles pertinentes teniendo en cuenta los aspectos ambientales significativos, sus obligaciones de cumplimiento, sus riesgos y oportunidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Coherencia con la política ambiental • Indicadores de seguimiento. • Obligaciones de cumplimiento (Matriz Legal y Matriz de aspectos e impactos ambientales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas Ambientales • Objetivos Ambientales
7.2 Competencia	Determinar la competencia necesaria de las personas que realizan bajo su control, un trabajo que afecta a su desempeño ambiental y su capacidad de cumplir las obligaciones de cumplimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de la norma, legales y voluntarios • Seguimiento a las funciones del empleado. • Educación, formación y experiencia del empleado 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de Vida • Registro de Capacitaciones • Reasignación de personal • Contratación o subcontratación de personal
7.3 Toma de conciencia	Asegurar que las personas que realizan trabajos bajo el control de la organización tengan conciencia de: <ul style="list-style-type: none"> • La política ambiental • Aspectos ambientales significativos y sus impactos reales • Su contribución a la eficacia del sistema • Las implicaciones de no cumplir con los requisitos del sistema de gestión ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión Ambiental • Política Ambiental • Aspectos e impactos ambientales significativos relacionados con el trabajo • Personal de la Organización 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicados Intranet • Simulacros • Indicadores de gestión ambiental • Resultados de auditoria • Documentos de avances y eficacia del SGA

NUMERAL	REQUISITOS DE LA NORMA	INFORMACIÓN DE ENTRADA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO (SALIDA)
7.4 Comunicación	Planificar e implementar los procesos de las comunicaciones internas y externas pertinentes al sistema de gestión ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión Ambiental • Normatividad ambiental • Obligaciones de cumplimiento • NTC ISO 14001:2015 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicados internos (intranet, circulares, carteleras, comités primarios y actas de comités) • Comunicados externos a entidades gubernamentales, proveedores y clientes) • Informes de Sostenibilidad
7.5 Información Documentada	Incluir: <ul style="list-style-type: none"> • La información documentada requerida por esta norma internacional. • La información documentada que la organización ha determinado que es necesaria para la eficacia del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos legales y voluntarios • Naturaleza de la Organización • Operaciones de la Organización Competencia del personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Política Ambiental • Objetivos Ambientales • Formatos (Electrónico o papel) requeridos por el SGA • Fichas Técnicas: Control de cambios y versiones; de acceso; recuperación y uso; almacenamiento y preservación; retención y disposición.
8.1 Planificación y control operacional	Cumplir los requisitos del sistema de gestión ambiental e implementar las acciones determinadas en los apartados 6.1 y 6.2, mediante: <ul style="list-style-type: none"> • El establecimiento de criterios de los procesos de acuerdo con los criterios de operación. • La implementación del control de los procesos de acuerdo con los criterios de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión Ambiental • Normatividad Ambiental • Objetivos Ambientales • Ciclo de vida del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de Aspectos e impactos ambientales • Controles de ingeniería • Contratos y cláusulas con proveedores Comunicaciones a proveedores y contratistas (circulares, página web, correos electrónicos, reuniones) • Actas de disposición final de residuos
8.2 Preparación y respuesta ante Emergencia	Establecer, implementar y mantener los procesos necesarios acerca de cómo prepararse y responder a las situaciones potenciales de emergencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de Aspectos e impactos ambientales • Normatividad legal ante emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de acción ante emergencias • Simulacros • Comunicados de los resultados de planes de acción a las partes interesadas (electrónico o papel) • Registro de capacitaciones
9.1.1 Seguimiento, Medición, análisis y Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar seguimiento, medir, analizar y evaluar su desempeño ambiental • Asegurarse de que se usan y mantienen equipos de seguimiento y medición calibrados o verificados 	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de seguimiento, medición y control: Indicadores ambientales. • Mantenimiento de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de mantenimiento de equipos • Comunicación a las partes interesadas (electrónico, papel) • Indicadores de seguimiento • Cronograma de auditorías o inspecciones

NUMERAL	REQUISITOS DE LA NORMA	INFORMACIÓN DE ENTRADA	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO (SALIDA)
9.2 Auditoría Interna	<p>Llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados, para proporcionar información acerca de si el sistema de gestión ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cumple: los propios requisitos de la organización para su Sistema de Gestión Ambiental; os requisitos de esta norma internacional. está implementado y mantenido eficazmente. 	<ul style="list-style-type: none"> Cronograma de auditorías. Cumplimiento de criterios (Legales, organizacionales, norma). Programas de auditorías (frecuencia, métodos, responsables, requisitos de planificación y elaboración de informes de auditoría). 	<ul style="list-style-type: none"> Informes de auditoría No conformidades Acciones correctivas
9.3 Revisión por la dirección	<p>Revisar el sistema de gestión ambiental de la organización a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Gestión Ambiental Informe de auditoría Actualización en la normatividad de gestión ambiental Requisitos de partes interesadas Matriz de riesgos y oportunidades Objetivos Ambientales No conformidades Resultados de indicadores de seguimiento 	<p>Informe de la Alta dirección: Conveniencia del SGA, cambios, mejoras, reasignación de recursos, acciones necesarias en el no cumplimiento del sistema.</p>
10.2 No conformidades y acciones correctivas	<ul style="list-style-type: none"> Reaccionar ante la no conformidad Implementar cualquier acción correctiva necesaria Evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad Revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada Si es necesario hacer cambios al sistema de gestiona ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Gestión Ambiental Naturaleza de la No conformidad Evaluaciones de acciones correctivas 	<ul style="list-style-type: none"> Informe de auditoría Resultado de las acciones correctivas
10.3 Mejora Continua	<p>Mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión ambiental, para mejorar el desempeño ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Gestión Ambiental Norma ISO 14001 Resultado de las acciones correctivas 	<p>Cambios en las políticas y objetivos del SGA, con compromisos más retadores.</p>

Fuente: Lara Barrera, 2016

5.3 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adoptados por las Naciones Unidas en 2015 contienen la agenda global más ambiciosa aprobada por la comunidad internacional para movilizar la acción colectiva en torno a objetivos comunes. Si bien se proponen luchar contra la pobreza extrema, integran y equilibran tres dimensiones esenciales del desarrollo sostenible como son la económica, la social y la ambiental, proporcionando una valiosa hoja de ruta para articular la formulación de políticas mundiales (Gomez Gil, 2017). Así, la implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la minería del cobre y los ODS, especialmente el ODS número 12 (Consumo y Producción sostenibles), se complementan, teniendo en cuenta que ambas herramientas plantean respuestas sistémicas a una visión global e interrelacionada del desarrollo sostenible que afronta cuestiones tan importantes como la desigualdad y la pobreza extrema, los patrones de consumo no sostenibles y la degradación ambiental.

5.4 Normatividad Ambiental

La legislación ambiental del país es abundante enfocada al sector minero, pero dependiendo del tamaño de la minería (subsistencia, pequeña, mediana y gran minería), el método de explotación (cielo abierto, subterráneo o submarino) y el mineral a ser extraído (metálico, carbón y materiales de construcción), será o no aplicable. Se debe mencionar la importancia que tiene el cumplimiento y el seguimiento al cumplimiento de esta legislación para el correcto funcionamiento de las empresas. Esta normatividad cubre los principios generales, así como por componente biótico (fauna y flora) y abiótico (suelo, agua y aire). Una tabla que muestra la normatividad ambiental se encuentra en el Anexo 1. Normatividad Ambiental para emplear en el SGA.

Si bien dentro del contexto internacional, las 20 primeras minas productoras de cobre y concentrado de cobre, 11 se encuentran en Suramérica (Tabelin, y otros, 2021) y de estas, las 2 primeras, Escondida y Collahuasi, se encuentran en Chile, es en relación con los requisitos que impone el cumplimiento de la normatividad ambiental de Chile que se revisa las normas colombianas ambientales.

Para Chile, los proyectos mineros con producciones superiores a 5.000T. de mineral deberán obtener una Resolución de calificación ambiental favorable antes de comenzar la construcción y operación. Para ellos el dueño del proyecto debe someterlo a un proceso de evaluación realizada por una Agencia de Evaluación Ambiental. El dueño del proyecto remite una Declaración de Impacto ambiental (se revisa para corroborar que no haya impactos y esto toma de 6-12 meses), si el proyecto no genera muchos impactos y si los genera, un Estudio de Impacto Ambiental (requiere una evaluación más intensiva, involucra a la población y comunidades étnicas, durando de 12 a 24 meses). El cumplimiento de la respectiva Resolución de Calificación Ambiental es supervisado por una Superintendencia Ambiental, quien puede emitir sanciones que puede ser cambiadas después por las cortes ambientales. Si el proyecto produce menos de 5.000 T., una carta de consulta, junto con la información de soporte, debe ser sometida a evaluación por el dueño del proyecto a la Agencia de Evaluación Ambiental, la que decide si el proyecto debe ingresar o no al sistema de evaluación ambiental. (Bertrand-Galindo, Barrueto, & Bertrand-Galindo, 2021).

En el sistema colombiano se hacen Estudios de Impacto Ambiental, comenzando desde la pequeña minería, de acuerdo con los volúmenes fijados en el Decreto 1666 del 2016, siendo la aprobación de este estudio, la base para el otorgamiento de la Licencia Ambiental. En virtud del proceso de licenciamiento y según las afectaciones que se tengan, se hacen audiencias con participación de terceros, así como la consulta previa, debido a la existencia de pueblos étnicos de la zona de influencia del proyecto minero. Como se observa, los sistemas de licenciamiento ambiental colombiano y chileno son muy similares, en cuanto a la necesidad de tener instrumentos que permitan establecer los impactos de los proyectos y cómo serán manejados.

6. Metodología

El presente documento corresponde a un estudio de investigación tipo monografía con enfoque descriptivo, donde se describen de manera secuencial los procesos de la explotación minera del cobre, se analizan los aspectos más importantes sobre la implementación del Sistema de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015 con un enfoque desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible especialmente el número 12, donde se plantea un plan de acción relacionado con la producción y el consumo responsable de los recursos.

6.1 Fuentes de información

6.1.1 Fuente primaria

La información primaria fue suministrada por la empresa Minera el Roble S.A, con previa solicitud formal para el uso de los datos y la información entregada. La información está relacionada con los procesos de explotación y producción de concentrado de cobre de la compañía, incluido el avance que han desarrollado para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental.

6.1.2 Fuente secundaria

Como fuente de información secundaria, se emplearon estudios de investigación relacionados al tema y casos de estudios a nivel internacional relacionados con la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental en proyectos mineros. Así mismo, se consultó legislación ambiental aplicable al sector minero tanto en el país como a nivel internacional.

6.2 Manejo de la información.

Por ser una investigación de tipo descriptiva, el manejo de la información se realizó de la siguiente manera:

La información primaria fue, organizada por procesos de exploración, explotación y beneficio del mineral. En cada una de las etapas se evaluaron los aspectos e impactos ambientales

generados y las medidas de manejo de acuerdo con los lineamientos del Sistema de Gestión Ambiental.

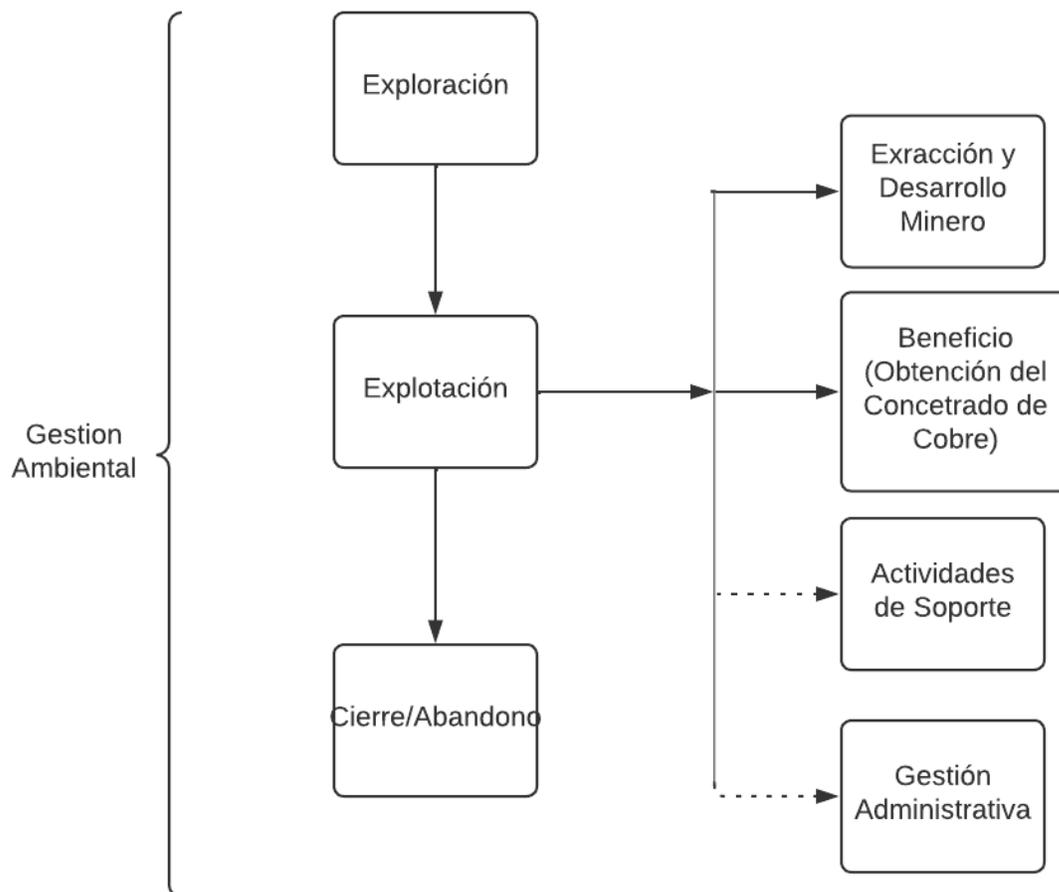
Para el caso de la información secundaria se utilizó como soporte y apoyo a los procesos de mejora que garanticen una adecuada implementación del Sistema de Gestión Ambiental. Finalmente, después de haber diagnosticado la situación actual de la empresa con relación a la gestión ambiental y a las mejoras y lineamientos para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la Norma ISO 14001:2015, se propuso un plan de acción con enfoque en la producción y consumo responsable de los recursos en el marco del Sistema de Gestión Ambiental.

7. Resultados

7.1 Proceso de Extracción del Concentrado de Cobre

Inicialmente se deben identificar las etapas básicas que hacen parte de la extracción de cobre. Los procesos se describen en la figura 4:

Figura 4. Diagrama de Etapas.



Fuente: Elaboración propia, 2022

Las etapas mostradas en la figura 4 para la extracción de cobre, corresponden a:

- **Exploración:** Búsqueda de depósitos minerales mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un depósito mineral en un área específica. La exploración regional es la etapa primaria de un proyecto de exploración encaminada a la delimitación inicial de un depósito mineral identificado en la etapa de prospección, con evaluación preliminar de la cantidad y la calidad. Su objetivo es establecer las principales características geológicas del depósito y proporcionar una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido; el grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios de prefactibilidad minera y una exploración detallada. La exploración detallada comprende el conjunto de actividades geológicas destinadas a conocer tamaño, forma, posición, características mineralógicas, cantidad y calidad de los recursos o las reservas de un depósito mineral. La exploración incluye métodos geológicos, geofísicos y geoquímicos (Ministerio de Minas y Energía, 2015).
- **Explotación:** 1. Proceso de extracción y procesamiento de los minerales, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el depósito mineral. 2. Es la aplicación de un conjunto de técnicas y normas geológico, minera y ambiental, para extraer un mineral o depósito de carácter económico, para su transformación y comercialización. 3. El Código de Minas (Artículo 95 de la Ley 685 de 2001) define la explotación como "el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacentes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura". 3. Etapa de la fase de Producción del Ciclo Minero. Durante esta etapa se recuperan las inversiones realizadas, se extraen y procesan los materiales de interés económico, se readecuan los terrenos intervenidos y se conduce la mina, lenta y progresivamente, apoyada por un riguroso plan de mitigación ambiental, hacia su fin. Así como algunas actividades de prospección se pueden traslapar con la exploración y de hecho en muchos casos es muy difícil distinguir las; durante la etapa de desarrollo se realizan algunas tareas de explotación y durante la explotación se ejecutan operaciones de

desarrollo, esto principalmente por razones técnicas y económicas, ya que sería imposible pretender desarrollar una mina de una sola vez, sin ejecutar actividades que permitan su mantenimiento y explotación. Durante esta etapa se ejecutan una serie de actividades y ciclos que permiten que la mina permanezca en operación y producción. Estas son denominadas operaciones unitarias y se clasifican entre las ejecutadas para desprender el mineral - Arranque-; para cargarlo -Cargue-; y para transportarlo hasta la planta o sitio de mercado - Transporte-. Estas operaciones se apoyan en las denominadas operaciones auxiliares. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

- **Cierre:** Terminación de actividades mineras o desmantelamiento del proyecto originado en renuncia total, caducidad o extinción de los derechos del titular minero. Es la última etapa del desarrollo de una mina y se presenta cuando los márgenes de rentabilidad no son los adecuados por los bajos tenores o agotamiento de las reservas que no la hacen competitiva con otras minas. 2. Acto de cerrar cualquier labor minera, generalmente subterránea, cuando finalizan las labores extractivas, con el fin de evitar riesgos de accidentes y facilitar la recuperación de los terrenos. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).
- **Abandono:** Fase del Ciclo Minero durante la cual tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y la restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y la mitigación de los impactos ambientales por el cierre de la operación. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Si bien los procesos anteriores hacen parte del proyecto minero, la gestión ambiental es transversal a todos los procesos, siendo necesaria desde la exploración hasta el cierre definitivo, e incluso, en el post-cierre.

- **Gestión Ambiental:** Para Guhl & Leyva, 2015, en Naranjo Calderon & Rivera Muñoz, 2020, la gestión ambiental es entendida como el manejo participativo de las situaciones ambientales de una región por los diversos actores, mediante el uso y la aplicación de

instrumentos jurídicos, de planeación, tecnológicos, económicos, financieros y administrativos, para lograr el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de la población dentro de un marco de sostenibilidad. Por ello esta actividad es compartida por todas las fases del proyecto minero.

7.2 Esquema de implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la norma ISO 14001:2015

Se plantea un esquema como base para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015, en la Mina El Roble, que además de ser un compromiso por parte de la alta dirección, supone un reto importante de asumir.

A continuación, se relacionan los lineamientos que debe seguir la empresa para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental SGA bajo los lineamientos de la norma ISO 14001; iniciando por el *objeto y campo de aplicación*, que, en coherencia con la política y compromiso ambiental, los resultados esperados de un SGA incluyen:

- La mejora del desempeño ambiental
- Cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos
- Logro de objetivos ambientales.

En este sentido la empresa Minera El Roble ha trabajado durante los últimos años en la mejora continua del desempeño ambiental, que implica el cumplimiento de requisitos legales alineado a una de las políticas del sistema integrado de gestión de la compañía “*Identificar, evaluar, eliminar o controlar por medio de una adecuada priorización de controles, los peligros, aspectos ambientales y reducir los riesgos en los casos donde la eliminación no sea posible*”; con el fin de cumplir con los objetivos ambientales propuesto en su programa de manejo ambiental, que incluye acciones encaminada al uso adecuado de los recursos, al manejo de residuos sólidos, vertimientos líquidos y emisiones atmosféricas.

7.2.1 Contexto de la organización.

En Minera El Roble la determinación de cuestiones internas y externas, ayudan a planificar y trabajar alineado con las políticas ambientales donde se evalúan las condiciones ambientales capaces de afectar o verse afectadas con el desarrollo de la operación, por lo cual, lo importante que son las partes interesadas en el desarrollo de un modelo de gestión ambiental capaz de reducir los impactos asociados a la actividad.

Dentro del alcance del sistema de Gestión Ambiental se han delimitado los límites y la capacidad que tiene la empresa, como también su responsabilidad en el cuidado y protección del medio ambiente. Para esto, se han determinado: Las cuestiones internas y externas, el cumplimiento de requisitos legales, los límites físicos que tiene la organización y la descripción clara de actividades junto con la capacidad instalada con la que se cuenta para ejercer control.

Para este aparte se plantea un matriz DOFA (acrónimo de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas); como una herramienta de estudio que permite a la organización analizar su situación actual frente a las cuestiones internas y externas

Tabla 2. Documentos básicos para determinar el contexto de la organización

TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE	CONSIDERACIONES
Matriz	Caracterización - Gestión Medio Ambiente	Se definen mapa de procesos. Identificación del contexto externo e interno; control de riesgos y oportunidades. Se asegura la operación eficaz de los procesos, actividades y procedimientos del SGA.
Matriz	Partes interesadas	Se definen las acciones de manejo y la frecuencia de atención a los requerimientos de las partes interesadas.
Matriz	Matriz DOFA	Herramienta de gestión y análisis que permite generar estrategias a partir de la identificación de los factores internos y externos.

Fuente: Minera el Roble, 2022

Se presenta a manera de ejemplo una matriz DOFA que no representa la situación actual de la empresa, sino como guía para determinar las cuestiones internas y externas incluyendo factores que se pueden presentar en la explotación minera de concentrado de cobre.

Tabla 3. Documentos básicos para determinar el contexto de la organización

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> • Alta dirección comprometida con el SGA • Inversión en tecnología ambiental • Comunicación efectiva dentro de la compañía: redes sociales (Mina y Robledo) • Captación de aguas lluvias • Fortalecimiento de los sistemas de contención ante fallas de tuberías • Se cuenta con laboratorio ambiental de monitoreo de aguas dentro del proyecto • Personal idóneo para el manejo del área ambientales • Se cuenta con el presupuesto destinado al área ambiental • Se cuenta con equipos de monitoreo y alertas tempranas del Río Atrato (piezómetros, calidad de agua, modelos de fallas de estructuras) • Reutilización de relaves en mina • Buena relación con la comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta capacitación a la brigada de emergencias temas ambientales • Pocos simulacros de emergencias ambientales • Pasivos ambientales (Bocaminas cerradas, Nivel 2162) • Falta de procedimientos e instructivos • Conducción por Tubería de relaves que requiere mantenimiento continuo y automatización. • Falta de automatización del consumo del recurso hídrico • Falta implementación del programa de uso y ahorro eficiente del agua • Mayor compromiso por parte de los contratistas en temas ambientales • Falta de procesos en la gestión de compras para las necesidades del área ambiental • Falta de proveedores locales en manejo de residuos peligrosos
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
FACTORES EXTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> • Automatizar los sistemas de control ambiental (medidores) • Aplicar buenas prácticas de minera Estándar Canadiense adoptado para Colombia- TSM • Reducción de impuestos por implementación de tecnología ambiental • Alianzas con entidades públicas (SENA) • Educación ambiental hacia la comunidad • Oportunidad de alianzas con ONG o grupos ambientales (conservación y manejo ambiental) • Cálculo de huella de carbono, cálculo de huella hídrica, adaptación al cambio climático • Implementación del Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001 • Implementación de programas ambientales con proveedores locales • Implementación de economía circular en otras áreas del proyecto • Cierre ambiental y social de la Presa 4 para convertirla en parque mirador • Reutilización de aguas tratadas en la operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos largos en las respuestas por parte de las autoridades competentes • Cercanía al Río Atrato (avenidas torrenciales, inundaciones, derrames, derrumbes) • Cambios en la normatividad ambiental • Desastres naturales (terremotos, sismos de gran magnitud) • Poca disponibilidad de área para desarrollar compensaciones ambientales • Derrumbes o movimientos en masa en las vías o en la operación • Accidentalidad en las vías de proveedores o contratistas que transportan sustancias químicas, grasas y concentrado

Fuente: Minera el Roble, 2022

7.2.2 Liderazgo

El compromiso de la alta gerencia es parte importante al momento de la implementación del SGA, ya que de ella dependen los recursos económicos que garanticen la implementación y mantenimiento del SGA. Para lograr esta implementación, la empresa Minera El Roble integra todos los procesos y actores, facilita los recursos necesarios y apropia el personal, para lograr el objetivo del SGA en la compañía, el cual es un sistema aliado de las políticas ambientales de la empresa, que busca conservar en las mejores condiciones, los medios naturales que rodean la operación, pero esto no sería posible sin el compromiso y liderazgo de la Alta Gerencia, a la cual le interesa, apoya e impulsa un modelo de gestión que cumpla con los lineamientos ambientales, acordes con las políticas y compromisos de la empresa, la cual busca hacer una explotación responsable del recurso minero.

A continuación, se nombran a manera de ejemplo las acciones que debe seguir la compañía para dar cumplimiento con el numeral 5 de la norma (Liderazgo):

- Conocer y tener clara la política integral y los objetivos ambientales.
- Cumplir los procedimientos establecidos dentro del Sistema de Gestión, enfocados al cumplimiento de los requisitos de las partes interesadas, legales, normativos y de la compañía para la mejora continua, el resultado de objetivos y metas de la organización.
- Tener claros los aspectos e impactos ambientales asociados con las actividades que realiza y las implicaciones de no cumplir las normas establecidas por la organización y los requisitos legales.
- Acatar las políticas, normas y procedimientos definidos por la compañía en cuanto a la preservación del medio ambiente.
- Participar de las capacitaciones y programas establecidos por la compañía, que promueven la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente.

- Informar oportunamente las condiciones ambientales peligrosas o actos inseguros que puedan provocar accidentes de trabajo, enfermedades y/o deterioro del medio ambiente, con el fin de tomar medidas oportunas de corrección o mitigación.
- Reportar inmediatamente todo accidente o incidente ambiental que ocurra o daños ocurridos en la infraestructura que puedan generar impactos sobre el medio ambiente.
- Aportar a la mejora continua del sistema de gestión ambiental.
- Comunicar oportunamente al área ambiental los cambios en los materiales, procesos, insumos, etc. que puedan tener impacto en el medio ambiente.

Como parte de la Gestión Ambiental, Minera el Roble cuenta con la política ambiental, como compromiso primordial en cada uno de los procesos que realiza la operación, política que se encuentra debidamente documentada y disponible por las partes interesadas. Para lo cual, la alta dirección asegura el cumplimiento de la política ambiental, alineada a las responsabilidades y compromisos ambientales en el ejercicio productivo.

7.2.3 Planificación

En la planificación se asegura cumplir con los requisitos legales y otros requisitos contenidos dentro de la gestión ambiental de la compañía, lo que permite determinar potenciales situaciones de emergencias, determinar los riesgos y oportunidades relacionados con los aspectos e impactos ambientales y sus medidas de manejo, con el objetivo de lograr la mejora continua, garantizando el uso razonable de los recursos y la protección al medio ambiente.

En el año 2002, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, expidió las Guías Minero Ambientales, las cuales cubren las actividades de exploración, explotación y beneficio. Tales guías fueron acogidas en la resolución 18-0861 del 2002, la cual en su artículo 2 establece que:” Las Guías Minero Ambientales que por este acto se adoptan son un instrumento de consulta obligatoria y orientación de carácter conceptual, metodológico y procedimental,...”. Estas guías corresponden a un primer acercamiento para la descripción de los impactos generados por las actividades y se dan unas primeras medidas de manejo a los impactos causados, de manera rápida y generalizada.

En el año 2020, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), publicó un documento donde se listan y nombran adecuadamente los impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental, así mismo, el MADS, Publicó el documento: “Indicadores Para la Evaluación y el Seguimiento De Impactos Ambientales”. Estos impactos específicos se dividen en estandarizados; que son aquellos que se encuentran en todos los Estudios de Impacto Ambiental y unos específicos que son encontrados en ciertos proyectos y se muestran en el Anexo. 2. Tomando en cuenta los anteriores documentos, se copia la tabla de los impactos estandarizados y se elabora una de impactos específicos que se sugiere sean tomados en cuenta para la realización de Estudios de Impacto Ambiental en el sector minero.

Tabla 4. Impactos Ambientales Estandarizados.

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	DEFINICIÓN	
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones generadas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.	
		Alteración a las propiedades físicas del aire	Cambio en las propiedades físicas del aire, tales como: velocidad, dispersión refractiva y/o reflectiva de la luz, potencia o capacidad de generación energética, densidad, temperatura entre otras, que como consecuencia de las actividades del proyecto modifiquen las condiciones iniciales del componente	
		Alteración en los niveles de presión sonora	Cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido de un proyecto, obra o actividad.	
		Alteración en los niveles de radiación	Cambio en los niveles de radiación ionizante y no ionizante, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad	
		Generación de olores ofensivos	Cambio en la concentración de los contaminantes en el aire, producto de la emisión de sustancias generadoras de olores ofensivos, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.	
	Geológico	Geomorfológico	Alteración de las condiciones geológicas	Alteración de las unidades litológicas y rasgos estructurales como consecuencia de un proyecto, obra o actividad
			Alteración de la geoforma del terreno	Cambio en la forma del terreno continental y/o marino costero como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que modifica la dinámica existente de los procesos geomorfológicos.
	Geotecnia	Hidrogeológico	Alteración de las condiciones geotécnicas	Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno y/o los macizos rocosos, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
			Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas subterráneas o su zona de recarga como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
			Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) en un acuífero determinado o sus zonas de recarga que causan una modificación en la oferta de aguas subterráneas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	DEFINICIÓN
Biótico	Hidrológico	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	Cambios en la dinámica hidrogeomorfológica del sistema fluvial y/o sedimentológico generado por un proyecto, obra o actividad que origina cambios de cauce, activación de procesos erosivos, represamientos, inundaciones, movimientos en masa, entre otros.
		Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Cambios en las características fisicoquímicas, microbiológicas y/o hidrobiológicas de las aguas superficiales como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
		Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	Cambio de los caudales y/o volúmenes en un cuerpo de agua superficial que causan una modificación de la oferta hídrica como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
	Oceanográfico	Alteración en las condiciones oceanográficas	Cambio en los patrones de oleaje y corrientes como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
		Alteración de las condiciones morfológicas de la línea de costa	Cambio en el patrón sedimentológico que modifica el perfil de playa por procesos de erosión y acreción
	Suelo	Alteración a la calidad del suelo	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
	Ecosistema	Alteración a ecosistemas terrestres	Cambio en los ecosistemas terrestres como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generan: i) Cambios en estructura y composición, ii) Modificación de la conectividad funcional ecológica, entre otras
	Cobertura	Alteración a cobertura vegetal	Cambio en la extensión (área), forma (geometría) y distribución de las coberturas vegetales como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generan: i) Disminución de coberturas, ii) efectos de borde, iii) fragmentación de coberturas, entre otros.
	Flora	Alteración a comunidades de flora	Cambio en las comunidades de flora como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generen: i) Disminución de individuos o ejemplares de una o más especies, ii) Modificación de poblaciones, iii) Cambio en su composición, estructura y función, iv) Fragmentación de ecosistemas, entre otras.
Fauna	Alteración a comunidades de fauna terrestre	Cambio en las comunidades de fauna como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generen: i) Cambio en la composición, estructura y función, ii) Desplazamiento de fauna, iii) cambio en las cadenas tróficas, entre otras.	
Ecosistemas	Alteración a ecosistemas acuáticos	Cambio en los ecosistemas acuáticos, marino-costeros y/o continentales como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generan: i) Cambios en la estructura, función y composición, ii) Cambio en la conectividad ecosistémica, entre otras.	
Fauna-Hidrobiota	Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Cambio en las comunidades de hidrobiota (Fauna acuática, Vertebrados, Peces, Bentos, Macrófitas, Perifiton, Plancton) como consecuencia de un proyecto, obra o actividad que generan: i) Alteración de las poblaciones y/o comunidades acuáticas, ii) Alteración de número de especies, iii) Cambios en la composición, abundancia y diversidad, entre otras.	

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	DEFINICIÓN	
Socioeconómico	Demográfico	Cambio en las variables demográficas	Cambio en la estructura demográfica y en la distribución espacial de la población y sus efectos en la dinámica de la población como consecuencia de un proyecto, obra o actividad	
	Cultural	Alteración en la percepción visual del paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje como consecuencia de un proyecto, obra o actividad	
	Político Administrativo	Generación y/o alteración de conflictos sociales	Alteración de las causas que generan conflicto relacionadas con: i) Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de un recurso natural, y/o ii) Cambio en la organización comunitaria, y/o iii) Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, iv) Modificación de las instancias y mecanismos de participación, v) Generación de expectativas, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.	
	Espacial		Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Cambios en los flujos, frecuencias, tipos de movilidad, acceso de las comunidades a centros nucleados, tiempos de desplazamiento, seguridad vial, entre otros, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad.
			Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales, como consecuencia de un proyecto, obra o actividad, relacionadas con: i) Agua para consumo humano y actividades económicas ii) Servicios de salud, iii) educación, iv) Energía y telecomunicaciones, v) Gestión de residuos líquidos y sólidos, vi) infraestructura/equipamiento
		Económico	Modificación de las actividades económicas de la zona	Cambio en los incentivos, estímulos y/o condiciones para el desarrollo de las actividades económicas como consecuencia de un proyecto, obra o actividad, que generan: i) Modificación en la estructura de la propiedad, dependencia y formas de tenencia ii) Cambio en actividades productivas de los sectores primario, secundario y terciario, iii) Cambio en las actividades económicas tradicionales y/o el turismo y/o la recreación, iv) Modificación de programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, v) Cambio en las características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y su condición laboral, vi) Cambio en la tendencias del empleo en el corto y mediano plazo, vii) afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia, entre otros.
	Cultural		Cambio en el uso del suelo	Modificación en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo como consecuencia de las actividades de un proyecto, obra o actividad.
	Traslado involuntario de población		Traslado involuntario de población	Relocalización involuntaria de unidades sociales residenciales, productivas o mixtas, como consecuencia de las actividades de un proyecto, obra o actividad

Fuente: MADS, 2020.

Dentro de la planificación se han determinado los aspectos ambientales (Anexo 3.), resaltando, especialmente los que presentan un impacto significativo sobre el medio ambiente, teniendo en cuenta las condiciones geográficas de la zona.

En la descripción de los aspectos e impactos ambientales, se observan 3 etapas. En estas etapas a su vez se tienen:

- Exploración: Tiene 2 procesos: Prospección (3 subprocesos y 5 actividades) y Exploración del subsuelo (2 subprocesos y 8 actividades).
- Explotación: Tiene 4 procesos: Extracción y Desarrollo Mineros (2 subprocesos y 7 actividades), Beneficio (11 subprocesos y 23 actividades), Actividades de Soporte (6 subprocesos y 33 actividades) y Gestión Administrativa (2 subprocesos y 2 actividades).
- Abandono/Cierre: Cierre y Abandono (10 subproceso y 13 actividades).

En cada uno de los procesos mencionados anteriormente se describen los aspectos e impactos ambientales de acuerdo con la metodología de Conesa, metodología empleada para la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales.

Tabla 5. Matriz de ejemplo descripción de aspectos e impactos ambientales – Fase exploración.

ETAPA	PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIO
PROSPECCION	Muestreo de Sedimentos	Muestreo con pala auger	Toma de sedimentos de una corrientes de agua	Generación de sedimentos	Aumento de los sedimentos en la corriente de agua	Abiotico
			Remoción de Suelos	Remoción de suelos	Alteración en la cantidad de suelo	Abiotico
		Muestreo de Apiques	Remoción de Cobertura Vegetal	Remoción de Cobertura Vegetal	Disminución de la población de flora	Biotico
			Auyentamiento de fauna	Auyentamiento de fauna	Disminución de la diversidad de fauna	Biotico
			Remoción de Suelo	Remoción de Suelos	Alteración en la cantidad de suelo	Abiotico
	EXPLORACIÓN	Perforaciones desde Superficie	Remoción de subsuelo	Remoción del material del subsuelo	Alteración en la estabilidad del talud	Abiotico
				Remoción de Cobertura Vegetal	Disminución de la población de flora	Biotico
			Ubicación y preparación del Equipo	Auyentamiento de fauna	Disminución de la diversidad de fauna	Biotico
				Remoción de Suelos	Alteración en la cantidad de suelo	Abiotico
				Consumo de combustible	Agotamiento de Recursos Naturales No Renovables	Abiotico
EXPLORACIÓN DE SUBSUELO	Perforaciones Subterranas	Preparación de lodos de perforación	Uso de Agua	Disminución de los recursos naturales renovables	Abiotico	
			Generación de material particulado	Aumento en el PM 2,5	Abiotico	
		Perforación	Generación de residuos sólidos	Incremento de la generación de residuos sólidos ordinarios	Abiotico	
			Remoción de Suelos	Alteración en la cantidad de suelo	Abiotico	
			Cambio en los niveles de ruido	Incremento en la presión sonora	Abiotico	
	Recuperación de testigos	Ubicación y preparación del Equipo	Consumo de combustible	Agotamiento de Recursos Naturales No Renovables	Abiotico	
			Generación de material particulado	Aumento en el PM 2,5	Abiotico	
		Perforación	Generación de vertimientos	Alteración de la calidad del agua	Abiotico	
			Generación de residuos sólidos	Incremento de la generación de residuos sólidos ordinarios	Abiotico	
			Consumo de combustible	Agotamiento de Recursos Naturales No Renovables	Abiotico	
Recuperación de testigos	Preparación de lodos de perforación	Uso de Agua	Disminución de los recursos naturales renovables	Abiotico		
		Generación de material particulado	Aumento en el PM 2,5	Abiotico		
	Perforación	Generación de residuos sólidos	Incremento de la generación de residuos sólidos ordinarios	Abiotico		
		Remoción de Suelos	Alteración en la cantidad de suelo	Abiotico		
		Cambio en los niveles de ruido	Incremento en la presión sonora	Abiotico		

Fuente: Minera El Roble, 2022

Así mismo, se presenta a manera de descripción la matriz de riesgos ambientales (Anexo 2), como mecanismo para la prevención de efectos no deseados, incluyendo la posibilidad de que condiciones externas, como las amenazas naturales afecten a la organización, especialmente los fenómenos de remoción en masas, eventos muy presentes en la zona debido a las condiciones geográficas del sitio.

De igual manera, se cuenta con la matriz legal (Anexo 1), que relaciona el conjunto de normas ambientales de obligatorio cumplimiento en los procesos que realiza la empresa.

Como objetivos ambientales, a manera de ejemplo se plantean los siguientes.

Tabla 6. Objetivos ambientales

OBJETIVOS AMBIENTALES	
General	Implementar y cumplir estándares mediante los cuales la mina El Roble asegure un equilibrio social, económico y medio ambiental en su proceso productivo; a través de la gestión integral y la mejora continua para la conservación de la biodiversidad y el manejo y uso eficiente de los recursos.
Específicos	Aplicar los estándares de minería sostenible basados en protocolos de gestión del agua, gestión de la biodiversidad, cambio climático, cierre minero, gestión de crisis y comunicaciones, manejo de relaves y relacionamiento comunitario.
	Incorporar la gestión integral del recurso hídrico en la operación de la Mina El Roble mediante el uso eficiente y sostenible del agua recirculando 60% del total de agua vertida. Implementar estrategias alineadas con los principios de economía circular a través de la reutilización del 45% de los residuos de la operación (relaves) en otras actividades de Mina El Roble.

Fuente: Minera el Roble, 2022

Otro de los aspectos importantes en la implementación de la norma ISO 14001:2015, y que hace parte de este apartado es la descripción de oportunidades, relacionada con los aspectos ambientales, los requisitos legales, acciones que deben abordarse desde el SGA para asegurar que el sistema de gestión logre los resultados previstos.

Tabla 7. Matriz de oportunidades

OPORTUNIDADES	BENEFICIOS
Aplicar buenas prácticas de minería Estándar Canadiense adoptado para Colombia- TSM	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir los impactos ambientales que se generan con la actividad minera. • Buena imagen corporativa

OPORTUNIDADES	BENEFICIOS
Educación ambiental hacia la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgación del control ambiental de Miner • Difundir estrategias del cuidado de los recursos naturales.
Implementación del Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr un mejor rendimiento ambiental • Certificación ISO 14001
Implementación de economía circular en otras áreas del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la generación de residuos • Reducir costos de operación • Reutilizar residuos en la operación minera
Reutilización de aguas tratadas en la operación	<ul style="list-style-type: none"> • Reuso de agua • Reducción del caudal captado de las fuentes hídricas autorizadas

Fuente: Minera el Roble, 2022

7.2.4 Apoyo

El capítulo 7 (Apoyo) de la norma, hacer referencia a los recursos económicos, la competencia técnica y profesional del personal, la toma de conciencia ambiental, los procesos de comunicación interna y externa y el manejo de la información documentada desde la creación, actualización y control de la información documentada, relacionada con el SGA. Por lo cual, la organización con apoyo de la alta gerencia debe disponer de los recursos económicos y asumir los costos que se requieran para la implementación del SGA. Así mismo, deben asegurar la competencia del personal que estará liderando el SGA, con la capacidad para dar cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos exigidos dentro del SGA.

La toma de conciencia por parte del personal de apoyo es responsabilidad de la empresa, la cual debe asegurarse, que los colaboradores conozcan las temáticas ambientales que lidera la empresa.

Para el cumplimiento de esta obligación, a manera de ejemplo se listan los formatos y procedimientos mínimos requeridos, dentro del proceso de gestión documental

Tabla 8. Documentos de apoyo – Proceso de gestión documentada

TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE	CONSIDERACIONES
Procedimiento	Procedimiento de gestión documental	Establece los lineamientos para la elaboración, revisión, aprobación, actualización, divulgación y control de los documentos y el control de los registros del Sistema de Gestión Ambiental de la organización

Formato	Control de registro Interno/Externo	Incluir tipo de almacenamiento, ubicación, tiempo de conservación, disposición final
Formato	Listado maestro de documentos internos/externos	Relación de todos los documentos, incluida la versión y la distribución en las diferentes áreas de la organización
Matriz	Matriz de comunicación Interna/Externa	Lista los temas a comunicar. Incluye las partes interesadas en el proceso, cómo se comunica y la programación de comunicación
Matriz	Matriz de competencias	Establece las competencias y conocimientos con base en la formación o experiencia del personal bajo control, que garantice el cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos del SGA. Se debe conservar información documentada como evidencia de la competencia
Matriz	Matriz de roles, funciones y responsabilidades	Relación puntual de responsabilidades de cada uno de los niveles jerárquicos frente al SGA

Fuente: Minera el Roble, 2022

7.2.5 Operación

Este capítulo de la norma hace referencia a la planificación y control operacional de cada uno de los procesos que son necesarios para satisfacer los requisitos del SGA; también incluye la preparación y respuesta ante potenciales situaciones de emergencias. Para este aparte, se requiere mantener la información documentada de todo el proceso, teniendo en cuenta que, la planificación de los procesos es fundamental para generar confianza en las partes interesadas.

Dentro de la planificación y controles operacionales se incluyen a manera de ejemplo los siguientes.

Tabla 9. Documentos de apoyo – Planificación y control operacional

TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE	CONSIDERACIONES
Procedimiento	Cargue y transporte de combustible (ACPM)	Establece el procedimiento y la metodología para el cargue y transporte de ACPM de los equipos en los frentes de trabajo de la operación.
Procedimiento	Gestión de Permisos Ambientales por cambios y/o modificaciones en la operación minera	Establece el procedimiento para la gestión de trámites y permisos ambientales que se requieran en caso de cambios y/o modificaciones en el desarrollo de las actividades de la operación.

TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE	CONSIDERACIONES
Procedimiento	Instructivo para el cargue, descargue y transporte de Relaves	Establece el procedimiento seguro de la actividad cargue, descargue y transporte de materiales de relaves, con el fin de prevenir accidentes laborales y contingencias ambientales.
Procedimiento	Procedimiento estratégico de compras	Establece los lineamientos para determinar los requisitos ambientales en la compra de productos y servicios, alineado al ciclo de vida de los productos.
Procedimiento	Gestión de cambios	Proporcionar una metodología que le permita a la empresa, evaluar el impacto sobre la SST y Medio Ambiente que puedan generar los cambios internos (nuevos procesos, cambio de instalaciones, métodos de trabajo, nuevos materiales o insumos, entre otros) o externos (cambios en la normatividad legal)
Procedimiento	Plan de Prevención y Preparación de Respuesta Ante Emergencias	Documento soporte para la atención de situaciones que lleva consigo consecuencias que van desde lesiones a las personas, daños materiales, alteraciones en los procesos, pérdidas económicas, efectos negativos en la imagen corporativa y/o deterioro del medio ambiente
Procedimiento	Manual de contratistas	Se relacionan los requisitos del SGA para contratistas y proveedores
Formato	Reporte de incidentes ambientales	Relacionar descripción y análisis del incidente, análisis de causas, impacto ambiental asociado, plan de acción y lecciones aprendidas.
Formato	Gestión de cambios	Descripción del cambio, proceso, responsables, motivo del cambio, resultado esperado
Matriz	Análisis de amenazas y vulnerabilidad	Describir el tipo de amenaza, fuente, impacto y calificación
Matriz	Requisitos de compras	Establece los requisitos necesarios para la realización de productos o servicios requerido en las diferentes áreas de la operación

Fuente: Minera el Roble, 2022

7.2.6 Evaluación de desempeño

Con el objetivo de garantizar la continuidad del SGA, la organización debe hacer seguimiento, mediciones, análisis y evaluación del desempeño ambiental de la compañía; En este apartado de la norma, es fundamental la comunicación interna y externa pertinente al desempeño ambiental y la evidencia de la información documentada, que incluya los resultados del seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación del dicho desempeño.

Uno de los mecanismos empleados para cumplir este apartado es por medio de las auditorías internas, mecanismo que de primera mano proporcionará información acerca del SGA,

especialmente si se cumplen los requisitos de la norma y si se implementa y se mantiene eficazmente. Así mismo, la revisión por la alta dirección es fundamental para darle soporte y continuidad al SGA, donde se revise la pertinencia de las partes interesadas, la gestión de cambios, la adecuación de recursos; todo esto enfocado especialmente en determinar oportunidades de mejora.

Tabla 10. Documentos de apoyo - Evaluación de desempeño

TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE	CONSIDERACIONES
Formato	Programa de auditoría interna	Se define el alcance y los criterios de auditoría, se evalúan procesos, requisitos y documentos de referencia. Se relaciona equipo auditor y auditado.
Formato	Evaluación de auditores	Se evalúan las competencias, el conocimiento, la habilidad y la actitud del potencial equipo auditor
Formato	Lista de chequeo de auditoría	Confrontación por medio de preguntas y evidencias sobre el cumplimiento de los apartes de la norma. Se definen los hallazgos.
Formato	Informe de auditoría interna	Se definen objetivos, alcance, criterio de auditoría. Se reportan los hallazgos relacionados a cada numeral de la norma.
Procedimiento	Auditoría interna	Establece la metodología para realizar auditoría interna al Sistema de Gestión Ambiental SGA
Formato	Informe de revisión por la dirección	Incluye revisión de cambios en el SGA, desempeño ambiental, cumplimiento de requisitos legales ambientales y seguimiento a las acciones de mejora
Procedimiento	Revisión por la dirección	Describe el procedimiento que debe seguir la dirección para la revisión del SGA
Matriz	Indicadores del SGA	Incluye indicadores de cumplimiento y eficacia de los procesos aplicados a la minería sostenibles, incluye avances y cumplimientos del SGA

Fuente: Minera el Roble, 2022

7.2.7 Mejora

En este apartado la organización debe determinar las oportunidades de mejora y así mismo, implementar acciones necesarias para lograr los resultados previstos en su SGA. El paso acertado para cumplir con este apartado es por medio de los resultados de las auditorías internas, donde se debe dar manejo adecuado a los productos no conformes, en este caso, la organización debe tomar

las acciones correctivas necesarias para controlar o corregir los productos no conformes. De igual manera, como parte del compromiso de la dirección con el SGA, la organización debe mejorar continuamente la conveniencia, educación y eficacia del SGA para mejorar el desempeño ambiental.

Tabla 11. Documentos de apoyo- Mejora continua

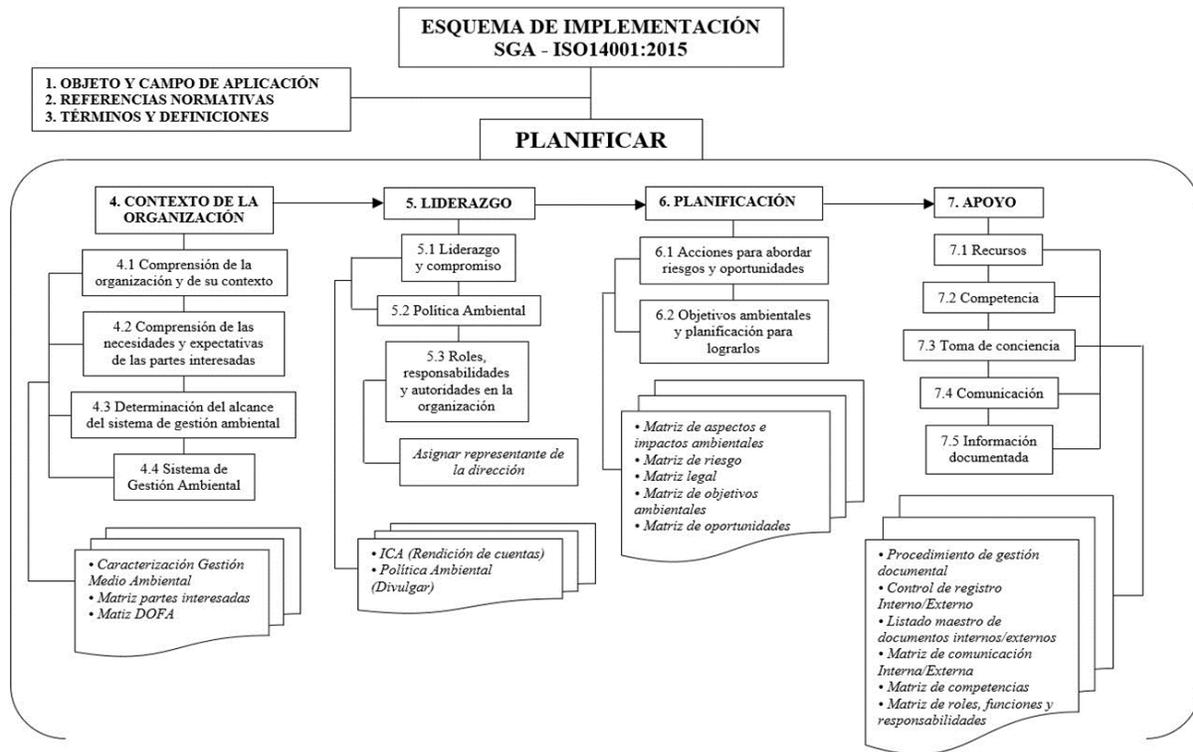
TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE	CONSIDERACIONES
Formato	Acciones correctivas y mejora	Se registran las acciones correctivas y de mejora. Se describen causas, tipo de corrección, plan de acción, plazos, seguimiento y efectividad de la medida.
Formato	Inspecciones ambientales	Se evalúan por componentes (Agua, aire, suelo), se describe el nivel de cumplimiento y gravedad, se anota la prioridad de atención y las recomendaciones del caso.
Procedimiento	Acciones correctivas y mejora	Establece las actividades y los controles para identificar, analizar y hacerle seguimiento a las acciones correctivas y oportunidades de mejora, para contribuir con la mejora continua del SGA

Fuente: Minera el Roble, 2022

7.2.8 Esquema de Implementación del Sistema de Gestión Ambiental

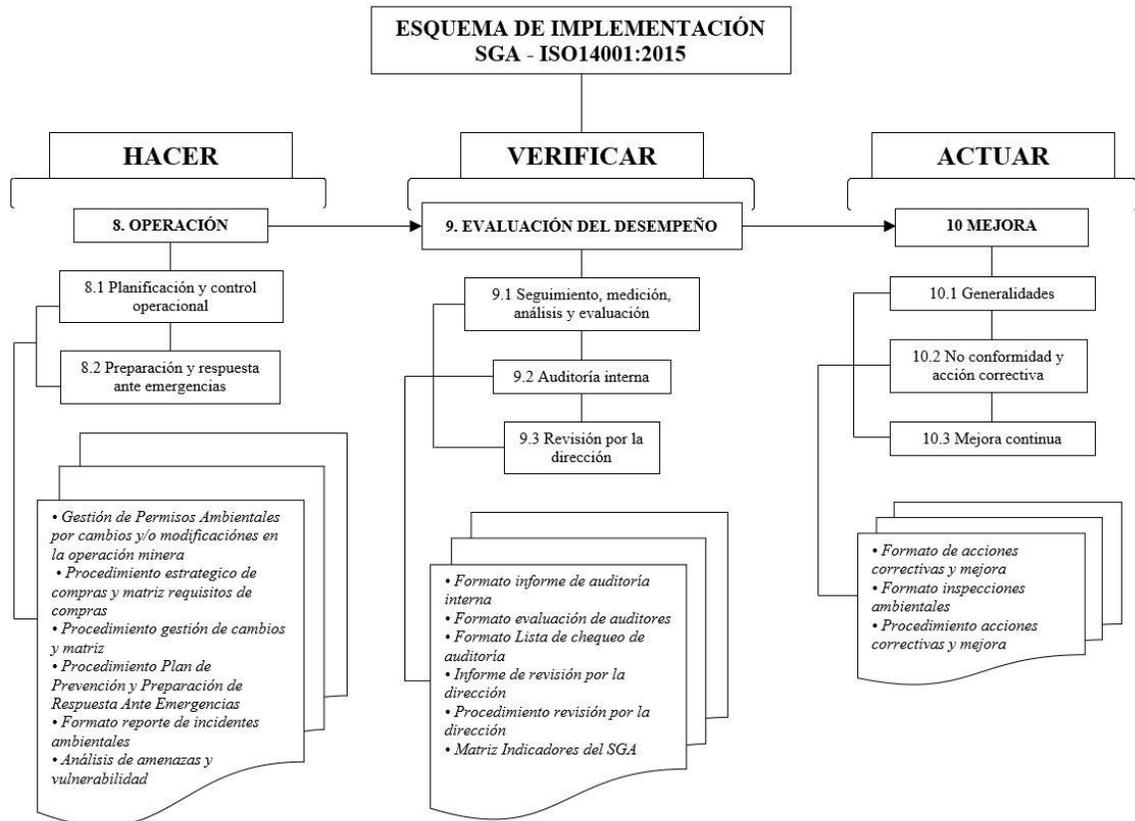
Se presenta el esquema de implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015, dividido en las cuatro etapas del proceso; planificar, hacer, verificar y actuar, como herramienta de ayuda en la implementación del SGA en el sector minero. Se incluye un listado de los requisitos mínimos requeridos en cada uno de los apartes de la norma.

Figura 4. Esquema de implementación – Planificar



. Fuente: Propia, 2022

Figura 5. Esquema de implementación - Hacer, Verificar, Actuar. .



Fuente: Elaboración propia, 2022

7.3 Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Producción y Consumo Responsable

Los ODS fueron definidos por las Naciones Unidas en el año 2015 como una ruta de trabajo de la Agenda 2030 que debe ser aplicada universalmente en todos los países y que además incluye responsabilidades sobre los sistemas de producción y consumo de los recursos naturales y su uso sostenible. Los ODS, se dividen en diecisiete objetivos, 169 metas y 232 indicadores, los cuales están conceptualizados desde tres dimensiones principales: la económica, social y ambiental (ONU, 2015).

Para la industria minera, revisando todos los ODS, se observa que uno de los más importantes es la producción y consumo responsables, ya que el mismo permite regular el consumo de las materias primas, mediante la implementación de prácticas como el reciclaje, y las compras responsables, que incluyen a su vez el análisis del ciclo de vida, de tal manera que lo que se requiere comprar, tenga los menores impactos negativos al entorno y que tenga máximos los impactos positivos. El medir, además, como es el consumo de los recursos naturales para la obtención del concentrado de cobre, permite controlar mejor los procesos, evitando el consumo en exceso de los recursos, buscando una mejor gestión de estos, siendo entonces necesario la medición de las huellas hídricas (azul y gris) y de carbono. En cuanto a estas dos últimas metodologías, en los grandes productores de cobre, como lo es Chile, ya se hacen mediciones de huella hídrica, donde en minas como El Teniente, la cual es la mina subterránea de cobre más grande del mundo, donde se tiene que el consumo es de 40-61 m³/Ton (Garcés Valenzuela, 2011). lo que equivale al consumo mensual de agua de 4.1, familias (de 4 personas) (Uso Inteligente del Agua, 2022) o a producir 10 kilos de carne de cerdo (Fundación Aquae, 2022), sin embargo la aplicación de esta metodología debe ser adaptada dependiendo de las leyes ambientales de los países (para la huella hídrica gris); para la huella de carbono, la industria ha planteado, incluso en las refinerías el uso de fuentes de energía renovables como la solar y la eólica, esto para Chile, se deberá, para el caso de El Roble, establecer cuánto de la energía consumida proviene de dichas fuentes y buscar que por ejemplo, la iluminación de los campamentos y otras zonas de la mina donde se encuentre la infraestructura, pueda realizarse con fuentes alternativas, como la solar.

8. Conclusiones

El esquema de implementación de la norma ISO 14001 en la empresa minera El Roble, se basó principalmente en relacionar los procesos de la extracción y producción de concentrado de cobre, con los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del proceso y las medidas de control a tomar, así mismo, se entrelazaron los apartes de la norma y las herramientas de gestión que se requieren para implementación y puesta en marcha del SGA.

Dentro de las etapas del proceso de producción de concentrado de cobre, se resalta la importancia de incluir la gestión ambiental en todas las etapas del proceso, pasando desde el proceso de exploración, explotación hasta la fase de abandono o cierre; es así como la gestión ambiental acompaña cada una de las etapas productivas de la empresa, aportando siempre a la mejora continua del desempeño ambiental de la empresa junto con los requisitos legales y otros requisitos.

Dentro del esquema de implementación de la norma ISO 14001 en la empresa minera El Roble se observa que ya se tienen partes de los requerimientos para la implementación de la norma con los cuales ya se cumple; es decir se cuenta con adelanto importante que permitirá en el corto plazo materializar la implementación del SGA, teniendo en cuenta las etapas de acuerdo al esquema planteado en este estudio.

Uno de los retos más importantes para la compañía, está relacionado con el manejo adecuado del recurso hídrico, teniendo en cuenta la ubicación geográfica de la empresa, en una zona de alto potencial hídrico y que además es atravesada por el río Atrato, es cual es sujeto de derecho según la sentencia T-622 de 2016 expedida por la Corte Constitucional. Por lo cual, existe un compromiso por parte de la empresa en implementar acciones para garantizar un consumo responsable del recurso, el plan de ahorro y uso eficiente del agua y que los procesos impacten lo menor posible las fuentes superficiales.

Si la empresa logra la implementación del SGA bajo la norma ISO 14001, se convierte en una herramienta importante para la gestión ambiental de la misma lo que le permitirá manejar de mejor manera los impactos ambientales negativos, pudiéndose reducir los riesgos ambientales de la operación minera, ya que se contribuye a la mejora continua de la operación, mediante el uso del ciclo PHVA, herramienta básica del sistema.

9. Recomendaciones

Es posible realizar la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001:2015, siempre y cuando la empresa esté dispuesta a realizar los cambios necesarios para mejorar su desempeño ambiental. Sin embargo, la completitud del sistema hace que se deban realizar cambios desde el nivel directivos, que a su vez lleguen hasta la base de la organización para que la puesta en práctica del sistema no sea un simple requisito, sino que sea una forma de trabajo del proyecto minero.

Los cambios que se deben hacer a nivel de la organización para implementar el Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001:2015, deben comenzar desde las políticas de la empresa, hasta la normatividad que se debe aplicar, pasando por la identificación de los procesos y procedimientos de la empresa, junto con los impactos causados al medio ambiente por el proyecto, de tal manera que, al identificarlos se puedan buscar cómo controlarlos desde la gestión ambiental; esto implica un trabajo comprometido de todas las partes de la organización para lograr que el sistema pueda ser implementado.

En cuanto a los ODS, el objetivo No. 12, correspondiente a la producción y consumo responsable; para el caso de Minera el Roble, sus macroprocesos, deben estar dirigido a buscar técnicas que permitan mejorar el uso de las materias primas que se requieren para la producción del concentrado de cobre y buscar los máximos beneficios tanto para las comunidades como para el medio ambiente. Las herramientas que se pueden usar para lograr este objetivo requieren la máxima responsabilidad de la empresa que las aplica, ya que el Sistema de Gestión Ambiental, son adoptados de manera libre por las mismas. Hace falta, además de lo que se puede lograr en la empresa, que el consumidor final, también se haga responsable del consumo que hace de los productos de cobre, siendo consciente del proceso y los requerimientos de materias primas que se necesitan para el producto terminado. Se debe mencionar que, si bien la empresa se compromete a cumplir con el citado ODS, no se tiene como establecer si se cumple o no con este, pues no se tiene como cuantificarlo.

Se debe mejorar el conocimiento de las personas tanto de la empresa como de los usuarios finales, de los procesos que se realizan en el país respecto a la producción de concentrado de cobre, para evitar los mitos y malentendidos respecto a la producción de concentrado de cobre.

Se deben crear herramientas que faciliten la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental en proyectos mineros, de todos los tamaños, pues la gestión ambiental es necesaria ya que va más allá del simple cumplimiento de la normatividad ambiental; su aplicación ayuda a que la explotación minera sea responsable con el medio ambiente.

Se deben buscar maneras de cuantificar o establecer metas de cumplimiento para que la organización que se comprometa con un objetivo de desarrollo sostenible sepa que efectivamente está haciendo una contribución al mismo. Por ellos es necesario la generación de un proceso de investigación que permita diseñar indicadores e índices para cuantificar el desempeño de la empresa en el cumplimiento de los ODS.

10. Referencias

- Agencia Nacional de Minería. (16 de Mayo de 2016). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Resolución 40599 del 2015 Glosario Técnico Minero: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/res_40599_15_glosario_tecnico_minero.pdf
- Asociación Colombiana de Minería. (12 de Junio de 2022). *ACM- Boletín Económico*. Obtenido de <https://acmineria.com.co/economia/>
- Atico Mining Corporation. (22 de Marzo de 2022). *Atico Mining Corporation*. Obtenido de <http://aticomining.com/>
- Bertrand-Galindo, I., Barrueto, J. T., & Bertrand-Galindo, M. (01 de Noviembre de 2021). *The Law Reviews*. Obtenido de *The Mining Law Review: Chile*: <https://thelawreviews.co.uk/title/the-mining-law-review/chile-mining-law#:~:text=In%20Chile%2C%20any%20person%20is,these%20activities%20must%20be%20indemnified.>
- Calderón Naranjo, M. C., & Rivera Muñoz, M. C. (2020). *Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental basado en la NTC ISO 14001:2015 para la Cantra Agregados e Inversiones Casablanca, Barranquilla, Colombia. [Trabajo Dirigido de Grado para optar al título de Ingeniera Ambiental]*. Universidad El Bosque. Repositorio insitucional de la Universidad El Bosque. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/4261>
- Columbia Water Center (CWC). (s.f. de Diciembre de 2017). *Mining and Water Risk: Diagnosis, Benchmarking, and Quantitative*. (E. Institute, Ed.) Obtenido de <https://water.columbia.edu/files/2015/05/NBIM-Synthesis-Chapter-FInal-4.11.18.pdf>
- Comision Chilena del Cobre. (s.f. de Diciembre de 2019). *COCHILCO*. Obtenido de Proyección de la producción esperada de cobre en Chile 2019 - 2030: <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Proyecci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20esperada%20de%20cobre%202019%20-%202030%20Vfinal.pdf>
- Corporación Geoambiental Terrae. (23 de Abril de 2022). *Resultados*. Obtenido de 2016 - 2017. Elaborar concepto técnico sobre impactos físicos y ambientales de la explotación minera

- subterránea de cobre El Roble en el Alto Atrato, Carmen de Atrato, (Chocó - Colombia). Fase I y Fase II. World Wildlife Fund. WWF.: https://www.terraegeoambiental.org/_files/ugd/302d3c_2f52ae69769f41fa988c1a62406be7ef.pdf
- Corporación Nacional del Cobre, CODELCO. (23 de Abril de 2022). *CODELCO Educa*. Obtenido de Propiedades del cobre "el cobre es más de lo que piensas": <https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/edic/base/port/propiedades.html>
- Corporación Nacional del Cobre, CODELCO. (s.f.). *Sustentabilidad*. Obtenido de El Cobre y La Buena Salud: https://www.codelco.com/el-cobre-y-la-buena-salud/prontus_codelco/2011-08-04/120719.html#:~:text=En%20el%20suelo%3A%20La%20abundancia,2%20y%20500%20mg%2FKg.
- Flores, O. (01 de Enero de 2021). *Minerales en línea*. Obtenido de Metales: Cobre: <https://mineriaenlinea.com/metales/cobre-14/>
- Fundación Aquae. (12 de Junio de 2022). *Campus La Revolución de las Ideas*. Obtenido de ¿Cuánta agua se necesita para producir alimentos?: <https://www.fundacionaquae.org/cuanta-agua-se-necesita-para-producir-alimentos/>
- Garcés Valenzuela, M. A. (2011). *Análisis técnico de la huella hídrica como indicador de sustentabilidad del uso del agua en la producción del concentrado de cobre en División El Teniente de Codelco [Memoria para optar al título de Ingeniero Civil]*. Universidad de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104068>
- Gomez Gil, C. (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 107-118.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001:2015*. Obtenido de https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf
- International Copper Association. (22 de Marzo de 2022). *Copper Alliance*. Obtenido de <https://copperalliance.org/es/sustainable-copper/un-sdgs/>

- International Organization for Standardization, ISO. (23 de Abril de 2022). *ISO*. Obtenido de ISO 14001:2015 Sistema de Gestion Ambiental-Requisitos con orientación para su uso: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- International Organization for Standardization, ISO. (15 de Abril de 2022). *The ISO Survey*. Obtenido de <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>
- La Republica. (28 de Abril de 2021). *El potencial de la exploración y la explotación que tiene el cobre en la economía del país*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/el-potencial-real-que-tiene-colombia-para-la-exploracion-y-explotacion-de-cobre-3160537>
- Lara Barrera, D. P. (2016). *Gestion Sostenible del Sector Minero, Acorde a la Norma NTC ISO 14001 [Ensayo para el Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión ISO 9001- ISO 14001- OHSAS 18001]*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Legis. (16 de Febrero de 2022). *Conocimiento Experto Legis*. Obtenido de Los principales productos que exporta Colombia: <https://blog.legis.com.co/comercio-exterior/principales-productos-que-exporta-colombia>
- Lewinsohn, J. (25 de 01 de 2021). *Comisión Económica para Latinoamerica y El Caribe*. Recuperado el 25 de 03 de 2022, de Estado del arte de las estadísticas mineras del uso de agua y energía en los países andinos: intercambio metodológico entre Chile y el Perú en el marco de la cooperación Sur-Sur: <https://www.cepal.org/es/eventos/estado-arte-estadisticas-mineras-uso-agua-energia-paises-andinos-intercambio-metodologico>
- López Suárez, A. (2022). Única mina que produce cobre busca acordar sobre deuda de regalías. *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/unica-mina-que-produce-cobre-busca-acordar-sobre-deuda-de-regalias-561044>
- Ministerio de Minas y Energia. (27 de Mayo de 2015). Resolución 40599 de 2015. *por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. DO 49.524*. Obtenido de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/res_40599_15_glosario_tecnico_minero.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (25 de Marzo de 2022). *Minera El Roble*. Obtenido de Minera El Roble S.A. (90% Atico Minign Corporation): <https://www.minenergia.gov.co/pire-choco>

- Naranjo Calderon, M. C., & Rivera Muñoz, M. C. (2020). *Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental basado en la NTC ISO 14001:2015 en la Cantera Agregados e Inversiones Casablanca Barranquilla Colombia [Trabajo Dirigido de Grado para Optar al Título de Ingeniera Ambiental]*. Bogotá : Universidad El Bosque.
- Olaeta, I. (26 de Febrero de 2018). *Interempresas*. Obtenido de El reciclaje de metales no es una opción, es la solución: <https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/209140-El-reciclaje-de-metales-no-es-una-opcion-es-la-solucion.html>
- Organización de las Naciones Unidas. (22 de Marzo de 2022). *Naciones Unidas-Crónica ONU*. Obtenido de Objetivo 12—Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles: un requisito esencial para el desarrollo sostenible: <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-12-garantizar-modalidades-de-consumo-y-produccion-sostenibles-un-requisito-esencial-para-el>
- Patrimonio Inteligente. (25 de Marzo de 2022). *Patrimonio Inteligente*. Obtenido de ¿Que fue el calcolítico?: <https://patrimoniointeligente.com/que-fue-el-calcolitico/>
- Pérez Vásquez, M. A. (2020). Retos de la Política Ambiental Colombiana frente a los Desafíos de la OCDE y los ODS. *Análisis Político*, 33(99), 101-120. doi:<https://doi.org/10.15446/anpol.v33n99.90970>
- Quiroga Rueda, H., & Silva Morales, L. T. (2020). *Barreras y Limitaciones para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental del Sector Minero Colombiano [Trabajo de Grado para optar el título de Contador Público]*. Santa Fe de Bogotá, Santa Fe de Bogotá, Colombia: Repositorio de la Fundación Universitaria de las Americas. Obtenido de https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3136/Silva_Luisa_Quiroga_Lizzeth_2020.pdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Sanchez Betancur, J. A. (1991). *Aspectos ambientales del complejo ladrillero guayabal y tejar el rosal [Titulo Ingeniero de Minas y Metalurgia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Mdellín]*. Medellín. Obtenido de http://168.176.5.96/F/NL5A26TKSQ6XRFYCLRF1T5R1FM4646JTP58V2V7TVF2PLUY9E-00740?func=full-set-set&set_number=395852&set_entry=000065&format=999

Superintendencia de Sociedades. (13 de Agosto de 2018). *Superintendencia de Sociedades*.

Obtenido de SuperSociedades revela el ranking de las empresas mineras más grandes del país: <https://www.supersociedades.gov.co/Noticias/Paginas/2018/SuperSociedades-revela-el-ranking-de-las-empresas-mineras-mas-grandes-del-pais.aspx>

Tabelin, C. B., Park, I., Phengsaart, T., Jeon, S., Villacorte-Tabelin, M., Alonzo, D., . . . Hiroyoshi, N. (2021). Copper and critical metals production from porphyry ores and E-wastes: A review of resource availability, processing/recycling challenges, socio-environmental aspects, and sustainability issues. *Resources, Conservation & Recycling*, 1-36.

Uso Inteligente del Agua. (12 de Junio de 2022). Obtenido de Empresas Públicas de Medellín: <https://www.epm.com.co/site/Portals/2/documentos/Uso%20inteligente%20del%20agua.pdf>

11. Anexos

Anexo 1 Normatividad Ambiental para emplear en el SGA

La normatividad ambiental que se encuentra implicada en la minería, en cuanto a su manejo ambiental corresponde:

Tabla 12. Normatividad Ambiental empleada (Anexo 1)

ENTIDAD	NORMA
Asamblea Nacional Constituyente de 1991	Constitución Nacional de la República de Colombia.
Ministerio de Minas y Energía	1. Ley 685 del 2001, Código de Minas. 2. Decreto Ley 1075 del 2015 (Decreto reglamentario del Sector Minas)
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	1. Ley 2 de 1959 (Reserva forestal y protección de suelos y agua). 2. Decreto ley 2811 de 1.974 (Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR, la defensa del ambiente y sus elementos). 3. Resolución 0316 de 1974 (Veda indefinida de las especies vegetales: pino colombiano, hojarasco, molinillo, caparrapí y roble). 4. Resolución 213 de 1977 (Veda total de líquenes y quiches). 5. Resolución 0801 de 1977 (Veda permanente de helechos arborescentes). 6. Resolución 0463 de 1982 (Veda parcial de la especie vegetal Vara de la Costa Pacífica). 7. Ley 99 de 1993 (Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos. Los principios que se destacan y que están relacionados con las actividades portuarias son: La definición de los fundamentos de la política ambiental, la estructura del SINA en cabeza del Ministerio del Medio Ambiente, los procedimientos de licenciamiento ambiental como requisito 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.). 8. Ley 165 de 1994 (Ratificación del Convenio de Diversidad Biológica). 9. Ley 373 de 1997 (Uso eficiente y ahorro del agua). 10. Ley 388 de 1997 (Ley de Desarrollo Territorial). 11. Decreto 901 de 1997 (Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua). 12. Decreto 4741 de 2005, Capítulo IV. (Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral). 13. Decreto 4741 de 2005 (Prevención y manejo de residuos sólidos o desechos peligrosos con el fin de proteger la salud y el medio ambiente). 14. Resolución 627 de 2006. (Se adopta la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental: parámetros permisibles, procedimientos técnicos y metodológicos para la medición de ruido, presentación de informes, y otras disposiciones). 15. Resolución 909 de 2008 (Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones). 16. Resolución 1309 de 2010 (Por la cual se modifica la Resolución 909 del 5 de junio de 2008). 17. Decreto 3930 de 2010 (Usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones).

ENTIDAD	NORMA
	<ol style="list-style-type: none"> 18. Decreto 3573 de 2011 (Creación de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales). 19. Resolución 110 de 2022 (Requisitos para la Sustracción de Área de Reserva Forestal). 20. Resolución 754 de 2014 (metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos). 21. Decreto 1076 del 2015 (Reglamentario del Sector Ambiente, donde se encuentran los requisitos para la obtención de la Licencia Ambiental y los requisitos para los permisos ambientales; también establece los requisitos para el cierre de mina). Dentro de esta norma están los requisitos para los siguientes permisos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Artículos 2.2.3.2.9.1 a 2.2.3.2.9.13. Concesión de aguas superficiales. ○ Artículos 2.2.3.2.16.4 a 2.2.3.2.16.12. Permiso de exploración de aguas subterráneas. ○ Artículos 2.2.3.2.16.13; 2.2.3.2.16.14.; 2.2.3.2.16.21; 2.2.3.2.9.1 a 2.2.3.2.9.13. Concesión de aguas subterráneas ○ Artículos 2.2.3.3.5.1 – 2.2.3.3.5.17. Permiso de Vertimientos ○ Artículos 2.2.3.2.12.1; 2.2.3.2.19.1; 2.2.3.2.19.2; 2.2.3.2.19.5 a 2.2.3.2.19.16. Autorización para Ocupación de Cauce ○ Artículos 2.2.1.1.3.1 a 2.2.1.1.7.25 Aprovechamientos Forestales: Persistentes, Únicos y Domésticos ○ Artículos 2.2.1.1.1.1; 2.2.1.1.9.1 a 2.2.1.1.9.6 Aprovechamientos Árboles Aislados. ○ Artículos 2.2.2.9.2.1. a 2.2.2.9.2.14. Permiso de Recolección de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales. ○ Artículos 2.2.5.1.7.1 a 2.2.5.1.7.16 Permiso de Emisiones Atmosféricas. ○ Artículos 2.2.2.3.1.1 a 2.2.2.3.11.1. Licencia Ambiental. 22. Resolución: 2206 del 2016 "Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de explotación de proyectos mineros y se toman otras determinaciones" 23. Resolución 256 del 2018 (Por el cual se adopta el manual de compensaciones ambientales del componente biótico y se toman otras determinaciones). 24. Decreto 465 de 2020 (Concesiones de agua). 25. Decreto 1232 de 2020 (Modificación a la Ley de Desarrollo Territorial). 26. Decreto 1210 de 2020 (Registro de Usuarios del Recurso Hídrico). 27. Resolución 447 de 2020 (TdR del Estudio de Impacto Ambiental para el trámite de la licencia global para Pequeña Minería). 28. Resolución MADS 448 de 2020- Licencia Ambiental Temporal para Formalización Minera. 29. Resolución 699 del 6 de julio de 2021 (mediante la cual se fijaron los parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas Tratadas-ARD-T al suelo). 30. Resolución 370 de 2021 (Se otorga plazo para acogerse al manual de compensaciones del componente biótico).
<p>Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p> <p>Ministerio del Interior</p>	<p>Resolución 18-0861 de 2002 (por medio de la cual se adoptan las guías minero-ambientales y se establecen otras disposiciones.).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ley 21 de 1992 (Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989 El convenio 169 de la OIT establece la necesidad de consultar a las comunidades étnicas). 2. Decreto 2157 del 2017 (por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012).

Sin embargo, a nivel de cada componente la normatividad usada es:

Tabla 13. Normatividad para el componente Agua (Anexo 1)

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	EMISOR
Agua	Generación de vertimientos	Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Presidencia de la República de Colombia
	Consumo de agua, Generación de vertimientos	Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI - parte III - libro II y el título III de la parte III - libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	Presidencia de la República de Colombia
	Uso y consumo de agua	Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua	Congreso de Colombia
	Uso y consumo de agua	Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua	Presidencia de la República de Colombia
	Generación de vertimientos	Resolución 0075 de 2011	Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el cumplimiento de la norma de vertimiento puntual a alcantarillado público	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Generación de vertimientos	Resolución 1207 de 2014	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Consumo de agua	Resolución 1781 de 2014	Por la cual se establecen los lineamientos y se adoptan los formatos e instructivos para el reporte de información al que se refiere el artículo 14 del Decreto 953 de 2013.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Generación de vertimientos	Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Generación de vertimientos	Resolución 2659 de 2015	Modifica el artículo 21 de la resolución 631 de 2015, donde amplía la vigencia a partir del 1 de enero de 2016 sobre los permisos de vertimientos no domésticos al alcantarillado público	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Uso y consumo de agua, Generación de vertimientos	Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	EMISOR
	Generación de vertimientos	Resolución 689 de 2016	Adopta el reglamento técnico sobre los límites de fósforo y la biodegradabilidad que deben estar presentes en los detergentes y jabones que se distribuyan en Colombia.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Uso y consumo de agua	Resolución 1257 de 2018	Establece el contenido y la estructura de los Programas para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua, el cual aplica para las autoridades ambientales y proyectos que obtengan una concesión de aguas.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Uso y consumo de agua	Decreto 1090 de 2018	Adiciona una subsección al Decreto 1076 de 2015 para reglamentar la Ley 373 de 1997 frente a la reglamentación del Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua de entidades con concesiones de aguas.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Generación de vertimientos	Resolución 1770 de 2018	Modifica los artículos 6, 7 y 12 y el anexo técnico de la resolución 689 de 2016 sobre el reglamento técnico que estableció los límites máximos de fósforo y la biodegradabilidad en detergentes y jabones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
	Uso y consumo de agua	Resolución 76 de 2021	Por la cual se adopta el Plan Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico rural y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
	Uso y consumo de agua	Resolución 943 de 2021	Por la cual se compila la regulación general de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, y se derogan unas disposiciones	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
	Generación de vertimientos	Resolución 699 de 2021	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas Tratadas al suelo, y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Uso y consumo de agua	Resolución 1256 de 2021	Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Para el componente aire, tenemos:

Tabla 14. Normatividad para el componente Aire (Anexo 1)

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	EMISOR
Aire	Emisión de gases	Resolución 1351 de 1995	Por medio de la cual se adopta la declaración denominada Informe de estado de emisiones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

DISEÑO DE UN ESQUEMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001:2015 EN UNA MINA DE COBRE Y UN ENFOQUE DESDE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: CASO DE ESTUDIO MINERA EL ROBLE. EL CARMEN DE ATRATO, CHOCÓ...

75

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	EMISOR
	Emisión de gases	Resolución 8321 de 1983	Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.	Ministerio de Salud
	Emisión de gases	Decreto 244 de 2006	Por el cual se crea y reglamenta la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Prevención y el Control de la Contaminación del Aire, Conaire.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Generación de ruido	Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 910 de 2008	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 651 de 2010	Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 2153 de 2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y se adoptan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 1309 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 909 de 2008. Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 1632 de 2012	Por la cual se adiciona el numeral 4.5 al capítulo 4 del protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas adoptado a través de la resolución 760 de 2010 y ajustado por la resolución 2153 de 2010 y se adoptan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 591 de 2012	Por la cual se modifica el último párrafo del numeral 4.4 del Capítulo 4 del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución número 760 de 2010 y ajustado por la Resolución número 2153 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 1807 de 2012	Por la cual se modifica el numeral 4.4 del capítulo 4 del protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas adoptado a través de la resolución 760 de 2010 y ajustado por la resolución 2153 de 2010 y 0591 de 2012 y se adoptan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Emisión de gases	Resolución 1111 de 2013	Por la cual se modifica la resolución 910 de 2008 Deroga artículos 3 y 29 modifica artículo 32	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

DISEÑO DE UN ESQUEMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001:2015 EN UNA MINA DE COBRE Y UN ENFOQUE DESDE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: CASO DE ESTUDIO MINERA EL ROBLE. EL CARMEN DE ATRATO, CHOCÓ...

76

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	EMISOR
Emisión material particulado	de	Resolución 1541 de 2013	Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión material particulado	de	Resolución 1490 de 2014	Por la cual se amplía el plazo de entrada en vigor de la Resolución 1541 de 2013 y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases		Resolución 131 de 2014	Por la cual se establecen medidas para controlar las exportaciones de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono y se adoptan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases		Resolución 672 de 2014	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1541 de 2013.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases		Resolución 1377 de 2015	Por la cual se modifica la Resolución 909 de 2008 y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases / Emisión material particulado	de	Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases		Resolución 2254 de 2017	Reglamenta la normatividad ambiental sobre la calidad del aire o nivel de inmisión y disposiciones para la gestión del recurso aire en Colombia, para garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases / Emisión material particulado	de	Resolución 40807 de 2018	Por medio de la cual se adopta el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el Sector Minero Energético (PIGCC).	Ministerio de Minas y Energía
Emisión de gases		Resolución 2267 de 2018	Por la cual se modifica la Resolución 909 de 2008 y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Emisión de gases		Ley 1972 de 2019	Reglamenta las medidas tendientes a reducir las emisiones contaminantes en el aire provenientes de fuentes móviles que circulen en Colombia.	Poder público - Rama legislativa
Emisión de gases		Resolución 6589 de 2019	Por la cual se modifican los artículos 6o, 9o, 10, 11, 12, 21, 22, 27, 30 de la Resolución 3768 de 2013 “por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para su habilitación, funcionamiento y se dictan otras disposiciones”.	Ministerio de Transporte
Emisión de gases		Resolución 40099 de 2021	Por el cual se aclaran condiciones de exigibilidad del etiquetado de algunos requisitos establecidos en el anexo general del Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ. (Incluye refrigeración doméstica,	Ministerio de Minas y Energía

DISEÑO DE UN ESQUEMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001:2015 EN UNA MINA DE COBRE Y UN ENFOQUE DESDE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: CASO DE ESTUDIO MINERA EL ROBLE. EL CARMEN DE ATRATO, CHOCÓ...

COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	NORMA APLICABLE	DESCRIPCIÓN	EMISOR
			Acondicionamiento de Aire, Motores eléctricos, etiquetado de productos en general).	
	Emisión de gases	Resolución conjunta N° 20213040039485 de 2021	Por la cual se reglamentan los lineamientos técnicos necesarios para realizar la revisión técnico-mecánica y de emisión de gases a vehículos eléctricos que deben realizar los Centros de Diagnóstico Automotor y el descuento en el valor que debe cancelar el usuario por el servicio de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes para vehículos eléctricos.	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible - Ministerio de transporte

Anexo 2. Matriz de riesgos ambientales

Tabla 15. Matriz de Riesgos Ambientales. (Anexo 2.)

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	CAUSA	EFEECTO
Estratégico	Fenómenos de remoción en masa	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvias prolongadas • Deforestación 	<ul style="list-style-type: none"> • Muertes • Lesiones personales • Interrupción de actividades • Pérdida de biodiversidad • Afectaciones a cuerpos de agua • Pérdidas económicas
Estratégico	Fallo de la presa de relaves	<ul style="list-style-type: none"> • Licuefacción de la presa • Falta de seguimiento al nivel de la presa • Elevación de los niveles freáticos en los relaves • Sismo o terremoto • Erosión • Condiciones de conformación y manejo del depósito (Cimentaciones, manejo de agua, sistemas de drenaje y subdrenaje, conformación y compactación) 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible daño humano o posibles muertes. • Afectación a la comunidad • Contaminación de suelos cercanos, cauces de agua, agua subterránea en caso de infiltración. • Afectación de la imagen de la compañía
Estratégico	Desastres naturales (inundación, sismos, avalanchas, derrumbes)	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvias • Deforestación • Cambio climático • Desestabilización del terreno • Áreas desprotegidas y no recuperadas adecuadamente • Filtraciones de agua • Suelos intervenidos, no recuperados, inestabilidad de los mismos 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños materiales, pérdidas humanas y económicas • Paro de actividades
Estratégico	Desabastecimiento de bienes y servicios necesarios para el control ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Incumplimiento por parte de Proveedores y contratistas (bienes y servicios) • No realizar una adecuada selección • No verificar los requisitos exigidos • No definir los requisitos ambientales para los bienes y servicios • No definir los requisitos ambientales para los bienes y servicios • Cierre de vías, desabastecimiento del mercado por pandemias, desastres naturales u otros 	<ul style="list-style-type: none"> • Paros operacionales • Pérdida económica • Incumplimiento legal • Fallas en los controles operacionales • Contaminación ambiental

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	CAUSA	EFEECTO
Estratégico	Incumplimiento del plan de manejo ambiental y demás requisitos legales	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de actualización • Falta de seguimiento • Falta de recursos • Poca disponibilidad de área para desarrollar compensaciones ambientales • Tiempos largos en las respuestas por parte de las autoridades competentes • Falta de procedimientos, instructivos o programas frente al manejo de recursos naturales • Falta de establecimiento de responsabilidades frente a los procesos • Falta de capacitación y entrenamiento por parte del personal que ejecuta las actividades • Falla en el sistema de tratamiento de aguas de planta • Aprovechamiento forestal no autorizado • Manejo inadecuado del recurso forestal • Fallas en los equipos de seguimiento y medición • Manejo inadecuado de la fauna 	<ul style="list-style-type: none"> • Multas, Sanciones • Afectación de la imagen de la compañía • Pérdida de clientes • Medidas preventivas • Contaminación ambiental
Estratégico	Pérdida de información	<ul style="list-style-type: none"> • No contar con una herramienta que permita almacenar la información • No realizar back up de la información • No contar con la seguridad informática adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Multas o sanciones • No continuar con la certificación del SGA
Estratégico	Protestas de la comunidad, paros y otros que no permitan el ingreso al proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Mal relacionamiento • Falta de comunicación, incumplimiento de acuerdos, no responder a las PQRS de la comunidad • Contratación de Mano de obra no local • Generar contaminación ambiental (material particulado, aguas) 	Pérdidas económicas
Estratégico	Uso ineficiente del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conciencia • Maquinaria obsoleta • Fallas en la operación • Falta de procedimientos e instructivos para realizar actividades como lavado de tanques • Falta de sistemas de control • Fugas en instalaciones hidrosanitarias o mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> • Incumplimiento legal • Sanciones o multas • Altos costos de operación • Reducción de la oferta del recurso hídrico
Estratégico	Demoras en la presentación de información a la autoridad ambiental (respuesta a requerimientos, informes periódicos, reporte de contingencias, etc)	<ul style="list-style-type: none"> • Por falta de personal • Por falta de seguimiento • Por falta de una herramienta adecuada de gestión del PMA 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de licencia ambiental • Multas o sanciones

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	CAUSA	EFEECTO
Operativo	Manejo inadecuado de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de proveedores autorizados • Falta de capacitación • Falta de recursos para la contratación de gestor externo • Falta de control a contratistas • Fallas en compostera • Falta de personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de suelos y agua, • Multas o inicio de procesos sancionatorios • Olores ofensivos y proliferación de plagas y vectores • Enfermedades al personal por riesgo biológico
Operativo	Derrame de sustancias químicas peligrosas y/o generación de reacciones no controladas	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en maquinaria y equipos de la operación • Falta de mantenimiento maquinaria y equipos de la operación • Falta de capacitación • Fallas en tanques y diques de contención • Fallas en el cargue y descargue de carrotanques • Fallas en el transvase de estos productos • Falta de equipos para el transvase • Falta de seguimiento al manejo de sustancias químicas • Falta de procedimiento o instructivo para el cargue y descargue de combustible • Fenómenos naturales • Rebose en las pozas de contingencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de suelo y aguas • Pérdidas económicas
Operativo	Derrames de sustancias químicas, residuos peligrosos u otros en vías	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentalidad de proveedores o contratistas en las vías que transportan sustancias químicas, grasas y concentrado • Fallas en tanque o vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación al suelos, agua y aire • Multas • Afectación a la comunidad • Pérdidas económicas
Operativo	Explosión, incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Falla en controles de procesos y operacionales • Falta de capacitación y entrenamiento • Fallas humanas • Almacenamiento inadecuado de sustancias químicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del suelo o aire • Afectación a la comunidad • Muertes
Operativo	Inadecuada identificación de aspectos e impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • No cobertura a todos los procesos • Desactualización de la matriz debido a nuevos procesos y/o actividades. • Falta de comunicación • Falta de competencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Inadecuado control operacional • Contaminación ambiental
Operativo	Derrame de relaves	<ul style="list-style-type: none"> • Fallos en el transporte y bombeo por tubería de relaves • Rotura o despalme de las tuberías de evacuación de relaves. • El caudal de bombeo aumenta. • Deslizamiento de materiales. • Sismos. • Taponamiento de la tubería • Ruptura de la bomba 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de aguas y suelos

Anexo 3. Impactos Ambientales Específicos

De los documentos mencionados en el numeral 8.2.3 Planificación, también se extrajeron los impactos específicos, los cuales deben ser aplicados de acuerdo con lo que se genera con respecto a cada proyecto. En el documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020, se informa que: “Es importante considerar que en los casos en los que se describe el impacto como - incremento o disminución- o -deterioro o mejora-, en realidad corresponde a dos impactos que tendrían que evaluarse de manera independiente, ya que las medidas de manejo a considerar en el plan de manejo ambiental (PMA) –por lo general- son diferentes. Siendo necesario aclarar que, fueron redactados en conjunto para sintetizar las posibles opciones de impactos específicos. Igualmente se resalta que los impactos señalados en cursiva están relacionados con la definición propia de la *Categoría Estandarizada de Impacto Ambiental*.”

Tabla 16. Matriz de Impactos Ambientales Específicos (Anexo 3.)

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> ● Alteración de ciclos biogeoquímicos ● Incremento o disminución de la concentración de amoníaco ● Incremento o disminución de la concentración de azufre ● Incremento o disminución de la concentración de benceno ● Incremento o disminución de la concentración de bifenilos policlorados (PCB) ● Incremento o disminución de la concentración de aerosoles ● Incremento o disminución de la concentración de bioaerosoles ● Incremento o disminución de la concentración de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) ● Incremento o disminución de la concentración de butano ● Incremento o disminución de la concentración de carbón elemental

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la concentración de cloruro de hidrógeno (HCl) ● Incremento o disminución de la concentración de compuestos carcinogénicos ● Incremento o disminución de la concentración de compuestos halocarbonados ● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC) ● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos persistentes (COP) ● Incremento o disminución de la concentración de contaminantes aéreos peligrosos (HAP-Hazardous Air Pollutants) ● <i>Incremento o disminución de la concentración de contaminantes criterio</i> ● Incremento o disminución de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) ● Incremento o disminución de la concentración de dioxina ● Incremento o disminución de la concentración de etano (C₂H₆) ● Incremento o disminución de la concentración de fluoruro de hidrógeno (HF) ● Incremento o disminución de la concentración de formaldehído ● Incremento o disminución de la concentración de furanos ● Incremento o disminución de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) ● Incremento o disminución de la concentración de gases nobles ● Incremento o disminución de la concentración de halones. ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos alifáticos ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<p>concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos aromáticos polihalogenados (PHAHs) ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos aromáticos volátiles ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos totales ● Incremento o disminución de la concentración de hollín ● Incremento o disminución de la concentración de humos tóxicos ● Incremento o disminución de la concentración de material particulado de 10 micras (PM₁₀) ● Incremento o disminución de la concentración de material particulado de 2.5 micras (PM_{2.5}) ● Incremento o disminución de la concentración de metales pesados ● Incremento o disminución de la concentración de metano (CH₄) ● Incremento o disminución de la concentración de monóxido de carbono (CO) ● Incremento o disminución de la concentración de negro de humo ● Incremento o disminución de la concentración de óxido nitroso (N₂O) ● Incremento o disminución de la concentración de óxidos de azufre (SO_x) ● Incremento o disminución de la concentración de óxidos de carbono (CO_x) ● Incremento o disminución de la concentración de óxidos de nitrógeno (NO_x) ● Incremento o disminución de la concentración de ozono troposférico (O₃) ● Incremento o disminución de la concentración de plomo ● Incremento o disminución de la concentración de propano (C₃H₈)

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la concentración de sílice ● Incremento o disminución de la concentración de sulfuro de hidrógeno (H₂S) ● Incremento o disminución de la concentración de sustancias bioacumuladoras ● Incremento o disminución de la concentración de sustancias persistentes ● Incremento o disminución de la concentración de vapor de agua ● Incremento o disminución de la concentración de vapores tóxicos ● Incremento o disminución de la fijación de carbono ● Incremento o disminución de lluvias ácidas ● Incremento o disminución de partículas suspendidas totales ● Incremento o disminución de la niebla o smog fotoquímico ● Incremento o disminución del material particulado ● Incremento o disminución del número de partícula ● Incremento o disminución del polvo
Abiótico	Atmosférico	Alteración a las propiedades físicas del aire	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Cambio en el clima</i> ● <i>Cambio en el microclima</i> ● <i>Cambio en la dirección de los vientos locales</i> ● <i>Incremento o disminución de la evaporación</i> ● <i>Incremento o disminución de la evapotranspiración</i> ● <i>Incremento o disminución de la humedad</i> ● <i>Incremento o disminución de la humedad relativa</i> ● <i>Incremento o disminución de la precipitación</i> ● <i>Incremento o disminución de la temperatura</i> ● <i>Incremento o disminución de la temperatura local</i> ● <i>Incremento o disminución de la velocidad del viento</i>
Abiótico	Atmosférico	Alteración en los niveles de	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Cambio en los niveles de ruido</i> ● Incremento o disminución de ruido de

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
		presión sonora	baja frecuencia <ul style="list-style-type: none"> • Incremento o disminución de ruido impulsivo • Incremento o disminución de ruido tonal • Incremento o disminución de la presión sonora
Abiótico	Atmosférico	Alteración en los niveles de radiación	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cambio en los niveles de radiación ionizante</i> • <i>Cambio en los niveles de radiación no ionizante</i> • Generación de campos electromagnéticos • Incremento o disminución de partículas radioactivas
Abiótico	Atmosférico	Generación de olores ofensivos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cambio en la concentración de los contaminantes generadores de olores ofensivos</i> • Incremento o disminución de olores ofensivos o desagradables
Abiótico	Geológico	Alteración de las condiciones geológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Activación de fallas • Cambio en la geología • <i>Cambio en las características de las unidades litológicas</i> • <i>Cambio en los rasgos estructurales</i> • Translocación de capas litológicas
Abiótico	Geomorfológico	Alteración de la geoforma del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de las unidades geomorfológicas • <i>Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos</i> • <i>Cambio en la forma del terreno continental y/o marino costero</i> • Cambio en las geoformas • Cambio en los procesos morfodinámicos • Cambios en la estabilidad del terreno • Cambios en la morfología del terreno • Cambios en la topografía
Abiótico	Geotecnia	Alteración de las condiciones geotécnicas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cambios en las características geomecánicas de estabilidad de los macizos rocosos</i> • <i>Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno</i> • Desestabilización de taludes • Deterioro de las condiciones geotécnicas

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Abiótico	Hidrogeológico	Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de la sismicidad ● Incremento o disminución de la estabilidad del terreno ● Incremento o disminución de procesos de socavación ● Incremento o disminución del riesgo de deslizamientos ● Incremento o disminución del riesgo de movimientos en masa <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ● Cambio en las características físicas de las aguas subterráneas ● Cambio en las características microbiológicas de las aguas subterráneas ● Cambio en las características químicas de las aguas subterráneas ● Cambios en el color ● Cambios en el sabor ● Incremento o disminución de coliformes fecales ● Incremento o disminución de coliformes termo-tolerantes ● Incremento o disminución de coliformes totales ● Incremento o disminución de infiltraciones de sustancias peligrosas ● Incremento o disminución de la capacidad de dilución de sustancias ● Incremento o disminución de la concentración de amoníaco (NH₃) ● Incremento o disminución de la concentración de antimonio (Sb) ● Incremento o disminución de la concentración de arsénico (As) ● Incremento o disminución de la concentración de asfáltenos ● Incremento o disminución de la concentración de bacterias ● Incremento o disminución de la concentración de bario (Ba) ● Incremento o disminución de la concentración de benceno (C₆H₆) ● Incremento o disminución de la concentración de bentonita ● Incremento o disminución de la concentración de berilio (Be) ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			concentración de bifenilos policlorados (PCB)
			● Incremento o disminución de la concentración de bromo (Br)
			● Incremento o disminución de la concentración de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos)
			● Incremento o disminución de la concentración de cadmio (Cd)
			● Incremento o disminución de la concentración de calcio (Ca)
			● Incremento o disminución de la concentración de ceras
			● Incremento o disminución de la concentración de cianuro (CN ⁻)
			● Incremento o disminución de la concentración de cloro (Cl)
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos clorofenacéticos
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos fluorocarbonados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos fosforados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos nitrogenados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos organoclorados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos organofosforados
			● Incremento o disminución de la concentración de cromo (Cr)
			● Incremento o disminución de la concentración de estroncio (Sr)
			● Incremento o disminución de la concentración de etano (C ₂ H ₆)

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Abiótico	Hidrogeológico	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	<ul style="list-style-type: none"> ● Abatimiento del nivel freático ● <i>Cambio en la oferta de aguas subterráneas</i> ● <i>Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) de los acuíferos</i> ● Incremento o disminución de la recarga de acuíferos ● Incremento o disminución del nivel freático ● Incremento o disminución del volumen de las aguas subterráneas ● Pérdida de la capacidad de recarga de los acuíferos
Abiótico	Hidrológico	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Activación de procesos erosivos</i> ● Alteración del ciclo hidrológico ● Cambio de sistemas lenticos a loticos ● Cambio de sistemas loticos a lenticos ● Cambio en el patrón de drenaje ● Cambio en el régimen hidrológico ● <i>Cambio en la dinámica hidrogeomorfológica del sistema fluvial</i> ● <i>Cambio en la dinámica sedimentológica</i> ● Cambio en la geometría del canal ● <i>Cambios de cauce</i> ● Cambios en el curso de las aguas ● Incremento o disminución de los procesos sedimentológicos ● Incremento o disminución de la escorrentía ● Incremento o disminución de la infiltración ● <i>Incremento o disminución de la ocurrencia de inundaciones</i> ● <i>Incremento o disminución de la ocurrencia de represamientos</i> ● Incremento o disminución de la ocurrencia de sequías ● <i>Incremento o disminución de la ocurrencia movimientos en masa</i> ● Incremento o disminución de la pendiente ● Incremento o disminución de la profundidad del canal ● Incremento o disminución de las tasas de sedimentación fluvial y lacustre

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de nacimientos de agua ● Incremento o disminución del ancho del canal ● Incremento o disminución del bosque de ribera ● Interrupción de la continuidad fluvial ● Interrupción del drenaje
Abiótico	Hidrológico	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	<ul style="list-style-type: none"> ● Cambios en el color ● Cambios en el sabor ● Cambios en las características físicas de las aguas superficiales ● Cambios en las características hidrobiológicas de las aguas superficiales ● Cambios en las características microbiológicas de las aguas superficiales ● Cambios en las características químicas de las aguas superficiales ● Incremento o disminución de coliformes fecales ● Incremento o disminución de coliformes termo-tolerantes ● Incremento o disminución de coliformes totales ● Incremento o disminución de infiltraciones de sustancias peligrosas ● Incremento o disminución de la capacidad de dilución de sustancias ● Incremento o disminución de la concentración de amoníaco (NH₃) ● Incremento o disminución de la concentración de antimonio (Sb) ● Incremento o disminución de la concentración de arsénico (As) ● Incremento o disminución de la concentración de asfáltenos ● Incremento o disminución de la concentración de bacterias ● Incremento o disminución de la concentración de bario (Ba) ● Incremento o disminución de la concentración de benceno (C₆H₆) ● Incremento o disminución de la concentración de bentonita ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			concentración de berilio (Be)
			● Incremento o disminución de la concentración de bifenilos policlorados (PCB)
			● Incremento o disminución de la concentración de bromo (Br)
			● Incremento o disminución de la concentración de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos)
			● Incremento o disminución de la concentración de cadmio (Cd)
			● Incremento o disminución de la concentración de calcio (Ca)
			● Incremento o disminución de la concentración de ceras
			● Incremento o disminución de la concentración de cianuro (CN ⁻)
			● Incremento o disminución de la concentración de cloro (Cl)
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos clorofenacéticos
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos fluorocarbonados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos fosforados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos nitrogenados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos organoclorados
			● Incremento o disminución de la concentración de compuestos organofosforados
			● Incremento o disminución de la concentración de cromo (Cr)
			● Incremento o disminución de la concentración de estroncio (Sr)

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la concentración de etano (C₂H₆) ● Incremento o disminución de la concentración de fenoles (C₆H₆O) ● Incremento o disminución de la concentración de fósforo (P) ● Incremento o disminución de la concentración de gases nobles ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos ● Incremento o disminución de la concentración de hierro (Fe) ● Incremento o disminución de la concentración de lignita ● Incremento o disminución de la concentración de litio (Li) ● Incremento o disminución de la concentración de magnesio (Mg) ● Incremento o disminución de la concentración de materia orgánica (Saprobización) ● Incremento o disminución de la concentración de mercurio (Hg) ● Incremento o disminución de la concentración de metales pesados ● Incremento o disminución de la concentración de metano (CH₄) ● Incremento o disminución de la concentración de nutrientes en el agua (Eutrofización) ● Incremento o disminución de la concentración de plomo (Pb) ● Incremento o disminución de la concentración de propano (C₃H₈) ● Incremento o disminución de la concentración de residuos aceitosos ● Incremento o disminución de la concentración de residuos de medicamentos ● Incremento o disminución de la concentración de sales ● Incremento o disminución de la concentración de sulfuros ● Incremento o disminución de la concentración de sustancias radiactivas ● Incremento o disminución de la concentración de tensoactivos

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Abiótico	Hidrológico	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la concentración de zinc (Zn) ● Incremento o disminución de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) ● Incremento o disminución de la demanda química de oxígeno (DQO) ● Incremento o disminución de la densidad del agua ● Incremento o disminución de la dureza ● Incremento o disminución de la ecotoxicidad acuática ● Incremento o disminución de la sedimentación ● Incremento o disminución de la temperatura ● Incremento o disminución de la turbidez ● Incremento o disminución de la viscosidad del agua ● Incremento o disminución de los sólidos disueltos ● Incremento o disminución de los sólidos sedimentables ● Incremento o disminución de los sólidos suspendidos ● Incremento o disminución de microorganismos patógenos ● Incremento o disminución de olores ofensivos – desagradables en el agua ● Incremento o disminución de residuos sólidos en el agua ● Incremento o disminución del oxígeno disuelto ● Incremento o disminución del pH (alcalinización - acidificación)
			<ul style="list-style-type: none"> ● Cambio de la oferta hídrica ● Cambio de los caudales de un cuerpo de agua superficial ● Cambio de los volúmenes de un cuerpo de agua superficial ● Incremento o disminución de la disponibilidad de agua para los ecosistemas ● Incremento o disminución de la ocurrencia de inundaciones ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ocurrencia de sequías Incremento o disminución de la oferta hídrica para consumo humano Incremento o disminución de la oferta hídrica para uso recreativo Incremento o disminución de la oferta hídrica para usos agropecuarios Incremento o disminución de la oferta hídrica para usos industriales Incremento o disminución del caudal Incremento o disminución del caudal ambiental Incremento o disminución del caudal ecológico Incremento o disminución del consumo de agua Incremento o disminución del volumen de agua
Abiótico	Oceanográfico	Alteración en las condiciones oceanográficas	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en las corrientes costeras profundas a nivel local Cambio en las corrientes costeras superficiales a nivel local Cambio en los patrones de mareas a nivel local Cambio en los regímenes de mareas Cambios en patrones de oleaje a nivel local Incremento o disminución de los fenómenos de marejadas
Abiótico	Oceanográfico	Alteración de las condiciones morfológicas de la línea de costa	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en el patrón sedimentológico Cambio en el perfil de playa Cambio en las condiciones hidrosedimentológicas Incremento o disminución de los procesos de acreción costera Incremento o disminución de los procesos de erosión costera
Abiótico	Oceanográfico	Alteración de la calidad del agua y sedimentos marinos	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en las características físico-químicas del agua marina Cambio en las características físico-químicas del sedimento marino
Abiótico	Suelo	Alteración a la calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en el drenaje interno Cambio en la consistencia del suelo Cambio en la estructura del suelo Cambio en la plasticidad del suelo Cambio en la textura del suelo Cambio en las características biológicas

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<p>del suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cambio en las características físicas del suelo ● Cambio en las características microbiológicas del suelo ● Cambio en las características químicas del suelo ● Eliminación del horizonte orgánico ● Eliminación del potencial de producción ● Incremento o disminución de fenómenos de remoción en masa ● Incremento o disminución de la calidad sanitaria ● Incremento o disminución de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) ● Incremento o disminución de la concentración de aluminio (Al) ● Incremento o disminución de la concentración de azufre (S) ● Incremento o disminución de la concentración de bario (Ba) ● Incremento o disminución de la concentración de benceno (C₆H₆) ● Incremento o disminución de la concentración de boro (B) ● Incremento o disminución de la concentración de calcio (Ca) ● Incremento o disminución de la concentración de cenizas ● Incremento o disminución de la concentración de cianuros (CN⁻) ● Incremento o disminución de la concentración de cloro (Cl) ● Incremento o disminución de la concentración de cobre (Cu) ● Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos ● Incremento o disminución de la concentración de fósforo (P) ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos ● Incremento o disminución de la concentración de hierro (Fe) ● Incremento o disminución de la concentración de magnesio (Mg)

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la concentración de manganeso (Mn) ● Incremento o disminución de la concentración de metales pesados ● Incremento o disminución de la concentración de molibdeno (Mo) ● Incremento o disminución de la concentración de nitrógeno (N) ● Incremento o disminución de la concentración de nutrientes ● Incremento o disminución de la concentración de potasio (K) ● Incremento o disminución de la concentración de sodio (Na) ● Incremento o disminución de la concentración de zinc (Zn) ● Incremento o disminución de la conductividad eléctrica ● Incremento o disminución de la densidad aparente (Compactación - Descompactación) ● Incremento o disminución de la desertificación ● Incremento o disminución de la materia orgánica ● Incremento o disminución de la porosidad ● Incremento o disminución de la profundidad efectiva ● Incremento o disminución de la proporción de arcillas ● Incremento o disminución de la proporción de arenas ● Incremento o disminución de la proporción de limos ● Incremento o disminución de la salinización ● Incremento o disminución de las especies microbiológicas edáficas ● Incremento o disminución de sustancias radiactivas ● Incremento o disminución del horizonte orgánico ● Incremento o disminución del pH (alcalinización - acidificación) ● Incremento o disminución del potencial de producción

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Pérdida de capas de suelo ● Pérdida de la estructura del suelo ● Pérdida de suelo – Erosión ● Pérdida del humus vegetal
Biótico	Ecosistema	Alteración a ecosistemas terrestres	<ul style="list-style-type: none"> ● Cambio en la composición de las especies ● Cambio en la conectividad ecológica funcional ● Cambio en la estructura de las especies ● Disminución del hábitat ● Fragmentación del hábitat ● Incremento o disminución de la abundancia ● Incremento o disminución de la biodiversidad ● Incremento o disminución de la riqueza ● Incremento o disminución de la dispersión (hace referencia a la introducción de especies en un territorio) de especies invasoras ● Incremento o disminución de la expansión (hace referencia a la ampliación en el área cubierta por la especie) de especies invasoras ● Pérdida de nichos ecológicos ● Pérdida del hábitat
Biótico	Cobertura	Alteración a cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> ● Cambio de la fisionomía vegetal ● Cambio en la dinámica de regeneración vegetal ● Cambio en la distribución de la cobertura vegetal ● Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal ● Cambio en la forma (geometría) de la cobertura vegetal ● Fragmentación de la cobertura vegetal ● Incremento o disminución de la absorción mineral en las plantas ● Incremento o disminución de la biomasa vegetal ● Incremento o disminución de la cobertura vegetal ● Incremento o disminución de la fotosíntesis ● Incremento o disminución de la ocurrencia de incendios forestales ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Biótico	Flora	Alteración a comunidades de flora	<ul style="list-style-type: none"> producción primaria bruta (PPB) ● Incremento o disminución de la producción primaria neta (PPN) ● Incremento o disminución del efecto de borde ● Incremento o disminución del intercambio gaseoso ● Pérdida de individuos de especies de flora ● Alteración de la dinámica de sucesión vegetal ● Alteración de nichos ecológicos ● Bioacumulación de contaminantes radiactivos en plantas ● Bioacumulación de metales pesados en plantas ● Cambio en el arreglo florístico ● Cambio en la composición de las especies de flora ● Cambio en la estructura de las especies de flora ● Cambio en la función de las especies de flora ● Expansión de la frontera agropecuaria ● Extinción de especies ● Fragmentación de ecosistemas ● Fragmentación del hábitat de flora ● Homogeneización de la flora ● Incremento o disminución de especies endémicas ● Incremento o disminución de especies forestales. ● Incremento o disminución de especies nativas ● Incremento o disminución de individuos o ejemplares de una o más especies ● Incremento o disminución de la abundancia ● Incremento o disminución de la biodiversidad ● Incremento o disminución de la población de flora ● Incremento o disminución de la riqueza ● Incremento o disminución del hábitat ● Introducción de especies arvenses (malezas) ● Introducción de especies foráneas

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Biótico	Fauna	Alteración a comunidades de fauna terrestre	<ul style="list-style-type: none"> ● Introducción de especies invasoras ● Introducción de patógenos para las especies de flora ● Modificación de poblaciones ● Pérdida de individuos de especies endémicas ● Pérdida de individuos de especies forestales ● Pérdida de individuos de especies nativas ● Pérdida de nichos ecológicos ● Pérdida del hábitat ● Sustitución de especies de flora ● Afectación de los ciclos de reproducción ● Afectación de los órganos respiratorios de animales ● Alteración de nichos ecológicos ● Bioacumulación de metales ● Bioacumulación de metales pesados ● Bioacumulación de sustancias radioactivas ● Bioacumulación de sustancias tóxicas ● <i>Cambio en la cadena trófica</i> ● <i>Cambio en la composición de las especies de fauna</i> ● <i>Cambio en la estructura de las especies de fauna</i> ● Cambio en la etología (hábitos) de las especies ● <i>Cambio en la función de las especies de fauna</i> ● Desorientación de las aves ● <i>Desplazamiento de fauna</i> ● Domesticación de especies silvestres ● Electrocutación de individuos de fauna ● Eliminación del hábitat ● Extinción o erradicación de especies ● Fragmentación del hábitat de fauna ● Generación de metapoblaciones ● Generación de poblaciones de bacterias resistentes ● Incremento o disminución de barotraumas en las aves ● Incremento o disminución de controladores biológicos ● Incremento o disminución de defectos mutagénicos en animales.

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de defectos teratogénicos en animales ● Incremento o disminución de especies amenazadas ● Incremento o disminución de especies en peligro ● Incremento o disminución de especies en vía de extinción ● Incremento o disminución de especies endémicas ● Incremento o disminución de especies plaga (insectos, moluscos, roedores, etc.) ● Incremento o disminución de especies polinizadoras ● Incremento o disminución de invertebrados ● Incremento o disminución de la accesibilidad a poblaciones faunísticas ● Incremento o disminución de la biodiversidad ● Incremento o disminución de la fragmentación de poblaciones ● Incremento o disminución de la muerte de fauna doméstica ● Incremento o disminución de la muerte de fauna silvestre ● Incremento o disminución de la oferta de alimento para la fauna ● Incremento o disminución de la población de especies de fauna ● Incremento o disminución de la susceptibilidad a enfermedades ● Incremento o disminución de la tasa de reproducción ● Incremento o disminución de la variabilidad genética ● Incremento o disminución de las poblaciones de fauna edáfica ● Incremento o disminución de los fenómenos de ahuyentamiento de fauna ● Incremento o disminución de organismos aeróbicos ● Incremento o disminución de organismos anaeróbicos ● Incremento o disminución de organismos patógenos de animales

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Biótico	Ecosistemas	Alteración a ecosistemas acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de patógenos y/o vectores de enfermedades para humanos ● Incremento o disminución del envenenamiento de fauna ● Incremento o disminución del hábitat ● Incremento o disminución del tiempo de vida de las especies de fauna ● Interrupción de corredores ecológicos ● Interrupción de las rutas migratorias de fauna terrestre (incluye especies voladoras) ● Introducción de bacterias al ambiente ● Introducción de especies de fauna ● Introducción de genes ● Modificación del hábitat de la fauna terrestre ● Muerte de fauna terrestre ● Pérdida de las poblaciones de fauna edáfica ● Pérdida de macrofauna ● Pérdida de microfauna ● Pérdida de nichos ecológicos ● Restricción a la movilidad de la fauna ● Alteración del intercambio gaseoso en los ecosistemas acuáticos ● <i>Cambio en la composición de las especies</i> ● <i>Cambio en la conectividad ecosistémica</i> ● <i>Cambio en la estructura de las especies</i> ● <i>Cambio en la función de las especies</i> ● <i>Cambio en los ecosistemas acuáticos, marino-costeros y/o continentales</i> ● Degradación de corales ● Desplazamiento de hidroflora ● Fractura de corales ● Incremento o disminución de la capacidad fotosintética de la hidroflora ● Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos en ecosistemas acuático ● Incremento o disminución de la dispersión (hace referencia a la introducción de especies en un territorio) de especies invasoras ● Incremento o disminución de la población(hace referencia a la ampliación en el número de individuos o al área cubierta por la especie invasora) de especies invasoras ● Incremento o disminución de macrófitas

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			acuáticas
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de plantas acuáticas invasoras ● Pérdida de individuos de especies de hidroflora
Biótico	Fauna-Hidrobiota	Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática (Se incluye fauna acuática, vertebrados, peces, bentos, macrófitas, perifiton, plancton.)	<ul style="list-style-type: none"> ● Afectación de sistemas de comunicación de organismos acuáticos ● Alteración del intercambio gaseoso en los ecosistemas acuáticos ● Bioacumulación de metales en organismos acuáticos ● Bioacumulación de metales pesados en organismos acuáticos ● Bioacumulación de sustancias radiactivas en organismos acuáticos ● Bioacumulación de sustancias tóxicas en organismos acuáticos ● <i>Cambio en el número de especies</i> ● <i>Cambio en la abundancia de las especie</i> ● <i>Cambio en la composición de las especies</i> ● <i>Cambio en la diversidad de las especies</i> ● <i>Cambio en las comunidades de hidrobiota</i> ● <i>Cambio en las poblaciones y/o comunidades acuáticas</i> ● Desplazamiento de la fauna acuática ● Feminización en especies de peces ● Incremento de los fenómenos de ahuyentamiento de la fauna acuática ● Incremento de malformaciones en fauna acuática ● Incremento de trastornos alimenticios en animales acuáticos ● Interrupción de las rutas migratorias de fauna acuática ● Modificación del hábitat de la fauna acuática ● Muerte de fauna acuática
Socio-económico	Demográfico	Cambio en las variables demográficas	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Cambio en la dinámica poblacional</i> ● <i>Cambio en la distribución espacial de la población</i> ● <i>Cambio en la estructura demográfica</i> ● Cambio en la ocupación del territorio ● Colonización de áreas protegida ● Colonización de áreas silvestres ● Emigración de población ● ncremento o disminución de la densidad poblacional ● Incremento o disminución de la población flotante ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● población permanente ● Incremento o disminución de la tasa de crecimiento demográfico ● Inmigración de población
Socio-económico	Cultural	Alteración en la percepción visual del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> ● Artifización del entorno ● Cambio en el paisaje fisiográfico ● Cambio en el paisaje geomorfológico ● Cambio en la estética arquitectónica ● Cambio en la estética característica del paisaje ● Cambio en la estructura del paisaje ● Cambio en la fisionomía del paisaje ● <i>Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje</i> ● Enriquecimiento estético ● Incremento o disminución de la calidad del paisaje ● Incremento o disminución de la visibilidad ● Incremento o disminución de las unidades paisajísticas ● Interrupción de la visibilidad
Socio-económico	Político Administrativo	Generación y/o alteración de conflictos sociales	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Cambio en el acceso de un recurso natural</i> ● <i>Cambio en el uso de un recurso natural</i> ● <i>Cambio en la conservación de un recurso natural</i> ● <i>Cambio en la distribución de un recurso natural</i> ● <i>Cambio en la organización comunitaria</i> ● <i>Cambio en los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones</i> ● Desplazamiento de comunidades afrodescendientes ● Desplazamiento de comunidades étnicas ● Desplazamiento de comunidades indígenas ● Desplazamiento de comunidades locales ● Deterioro o mejora de la calidad de vida ● Deterioro o mejora de las condiciones de habitabilidad urbana ● Deterioro o mejora de los espacios recreativos ● Eliminación de los espacios recreativos ● Generación de conflictos entre la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<p>institución, empresa y comunidad</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Generación de conflictos por el uso de la tierra ● Generación de conflictos por el uso de recursos ● Generación de conflictos por la distribución de beneficios ● Generación de expectativas en la población ● Incremento o disminución de actividades delincuenciales ● Incremento o disminución de casos de maltrato infantil ● Incremento o disminución de conflictos ● Incremento o disminución de disturbios civiles ● Incremento o disminución de inequidad en la distribución de la riqueza ● Incremento o disminución de la calidad de vida ● Incremento o disminución de la criminalidad ● Incremento o disminución de la violencia ● Incremento o disminución de la vulnerabilidad ● Incremento o disminución de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) ● Incremento o disminución de los espacios recreativos ● Incremento o disminución de riesgo de incendios y explosiones ● Incremento o disminución en los casos de violencia doméstica ● Inequidad en el mejoramiento de infraestructura ● Modificación de las instancias y mecanismos de participaci ● Preocupación en la población por los efectos del proyecto ● Presencia de actores armados ilegales ● Rechazo social ● Segregación de residentes locales ● Surgimiento del efecto NIMBY (Not In My Back Yard)

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Socio-económico	Espacial	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Cambio en el acceso de las comunidades a centros nucleados</i> ● <i>Cambio en la frecuencia de desplazamiento</i> ● <i>Cambio en la seguridad vial</i> ● <i>Cambio en los flujos de desplazamiento</i> ● <i>Cambio en los tiempos de desplazamiento</i> ● <i>Cambio en los tipos de movilidad</i> ● <i>Incremento o disminución de la interacción de comunidades tradicionales con foráneos</i>
Socio-económico	Espacial	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Agotamiento de la capacidad de las celdas de seguridad</i> ● <i>Agotamiento de la capacidad del relleno sanitario</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de agua para actividades económicas</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de agua para consumo humano</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de la gestión de residuos líquidos y sólidos</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de la infraestructura/equipamiento comunitario</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los escenarios de recreación activa y pasiva</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios de salud</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios de educación</i> ● <i>Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios de energía y telecomunicaciones</i> ● <i>Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos</i> ● <i>Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios sociales</i> ● <i>Crecimiento de cascos urbanos</i>

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Deficiencias en la disposición de aguas residuales ● Déficit del espacio público ● Deterioro o mejora de infraestructura turística ● Deterioro o mejora de la infraestructura educativa ● Deterioro o mejora de la infraestructura socioeconómica ● Deterioro o mejora de la infraestructura comercial ● Deterioro o mejora de las vías ● Deterioro o mejora de senderos y caminos ● Deterioro o mejora del espacio público ● Incremento o disminución de conocimientos técnicos en la población local ● Incremento o disminución de infraestructura de recreación ● Incremento o disminución de infraestructura de servicios básicos ● Incremento o disminución de infraestructura de servicios de salud ● Incremento o disminución de la accidentalidad vial ● Incremento o disminución de la calidad de la educación ● Incremento o disminución de la cobertura de servicios públicos ● Incremento o disminución de la cobertura de servicios sociales ● Incremento o disminución de la colmatación ● Incremento o disminución de la construcción informal ● Incremento o disminución de la demanda de agua potable ● Incremento o disminución de la demanda de cupos escolares ● Incremento o disminución de la demanda de energía ● Incremento o disminución de la demanda de energía eléctrica ● Incremento o disminución de la demanda de recolección de residuos sólidos ordinarios

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
Socio-económico	Económico	Modificación de las actividades económicas de la zona	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de la demanda de recolección de residuos sólidos peligrosos ● Incremento o disminución de la demanda de servicios sociales ● Incremento o disminución de la deserción escolar ● Incremento o disminución de la disposición de residuos ● Incremento o disminución de la disposición inadecuada de residuos ● Incremento o disminución de la frecuencia de recolección de residuos sólidos ordinarios ● Incremento o disminución de la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) ● Incremento o disminución de la generación de residuos líquidos ● Incremento o disminución de la generación de residuos sólidos ordinarios ● Incremento o disminución de la generación de residuos sólidos peligrosos ● Incremento o disminución de la infraestructura de energía eléctrica ● Incremento o disminución de la infraestructura de las comunicaciones ● Incremento o disminución de la infraestructura de servicios de salud ● Incremento o disminución de la infraestructura de servicios públicos <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Afectación de recursos naturales necesarios para las actividades de subsistencia</i> ● <i>Cambio en actividades productivas del sector primario</i> ● <i>Cambio en actividades productivas del sector secundario</i> ● <i>Cambio en actividades productivas del sector terciario</i> ● <i>Cambio en el perfil de los consumidores</i> ● <i>Cambio en el tipo de mano de obra que se encuentra en el área</i> ● <i>Cambio en el turismo</i> ● <i>Cambio en la dinámica del empleo</i>

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Cambio en la estructura de la propiedad</i> ● Cambio en la oferta de bienes y servicios locales ● <i>Cambio en la tendencias del empleo en el corto plazo</i> ● <i>Cambio en la tendencias del empleo en el mediano plazo</i> ● <i>Cambio en las actividades de recreación</i> ● Cambio en las actividades económicas ● <i>Cambio en las actividades económicas tradicionales</i> ● <i>Cambio en las características del mercado laboral</i> ● <i>Cambio en las condiciones laborales</i> ● <i>Cambio en las condiciones para el desarrollo de las actividades económicas</i> ● <i>Cambio en las formas de tenencia</i> ● <i>Cambio en las relaciones de dependencia</i> ● <i>Cambio en los estímulos para el desarrollo de las actividades económicas</i> ● <i>Cambio en los incentivos para el desarrollo de las actividades económicas</i> ● Cambio en los niveles de empleo ● Cambio en los procesos productivos ● Cambios en el modelo productivo ● Cambios en la estructura empresarial ● Conversión de áreas de escaso valor agrícola ● Deficiencia en las condiciones de empleo ● Desincentivo a los sistemas productivos tradicionales ● Deterioro o mejora de la actitud laboral ● Estimulación de una base económica local ● Generación de regalías ● Incremento o disminución de actividades comerciales ● Incremento o disminución de actividades de servicios ● Incremento o disminución de actividades industriales

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento o disminución de divisas ● Incremento o disminución de economías de escala ● Incremento o disminución de fluctuaciones de moneda ● Incremento o disminución de la actividad industrial ● Incremento o disminución de la cacería ● Incremento o disminución de la circulación del capital ● Incremento o disminución de la comercialización de estupefacientes ● Incremento o disminución de la comercialización ilegal de fauna y flora ● Incremento o disminución de la competitividad ● Incremento o disminución de la concentración de la tierra ● Incremento o disminución de la deforestación ● Incremento o disminución de la demanda de bienes y servicios ● Incremento o disminución de la demanda de energía ● Incremento o disminución de la demanda de madera ● Incremento o disminución de la demanda de recursos minerales ● Incremento o disminución de la inequidad del ingreso ● Incremento o disminución de la inflación local ● Incremento o disminución de la minería no tecnificada ● Incremento o disminución de la minería tecnificada ● Incremento o disminución de la oferta de abonos orgánicos ● Incremento o disminución de la oferta de empleo ● Incremento o disminución de la oferta de energía ● Incremento o disminución de la oferta de madera ● Incremento o disminución de la oferta de recursos minerales ● Incremento o disminución de la

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			parcelación
			● Incremento o disminución de la pesca
			● Incremento o disminución de la producción agrícola
			● Incremento o disminución de la producción avícola
			● Incremento o disminución de la producción ganadera
			● Incremento o disminución de la producción pesquera
			● Incremento o disminución de las exportaciones
			● Incremento o disminución de las importaciones
			● Incremento o disminución de las oportunidades de negocio
			● Incremento o disminución de los impuestos
			● Incremento o disminución de los ingresos familiares
			● Incremento o disminución de los ingresos municipales
			● Incremento o disminución de los precios de bienes sustitutos
			● Incremento o disminución de materiales recuperables
			● Incremento o disminución de regalías
			● Incremento o disminución del acceso a recursos tecnológicos
			● Incremento o disminución del ausentismo laboral
			● Incremento o disminución del costo de la propiedad
			● Incremento o disminución del costo de las mercancías
			● Incremento o disminución del costo de vida
			● Incremento o disminución del desarrollo económico
			● Incremento o disminución del flujo de turistas
			● Incremento o disminución del producto interno bruto (PIB)
			● Incremento o disminución del turismo sexual y prostitución
			● Incremento o disminución del valor de

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<ul style="list-style-type: none"> • bienes inmuebles • Incremento o disminución del valor de la tierra • <i>Modificación de programas y proyectos productivos comunitarios existente</i> • <i>Modificación de programas y proyectos productivos privados existentes</i> • <i>Modificación de programas y proyectos productivos públicos existentes</i> • Pérdida de materiales recuperables • Recesión de la economía local • Recuperación y conservación de recursos y materias primas • Sobreexplotación de la pesca
Socio-económico	Cultural	Cambio en el uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cambio en el acceso</i> • <i>Cambio en el disfrute del suelo</i> • <i>Cambio en el uso del suelo</i> • <i>Cambio en la aptitud del suelo</i> • Cambio en la cobertura terrestre • Incremento de la colonización en los territorios • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la conservación de la flora y fauna • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la industria • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la minería • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la producción agrícola • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la producción pecuaria • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la recreación • Incremento o disminución de las áreas destinadas a la urbanización • Incremento o disminución de las áreas destinadas a otras actividades económicas • Pérdida del territorio
Socio-económico	Traslado involuntario de población	Traslado involuntario de población	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento o disminución de asentamientos no planificados • Pérdida de arraigo • Reasentamiento de la población • <i>Relocalización involuntaria de unidades mixtas</i> • <i>Relocalización involuntaria de</i>

MEDIO	COMPONENTE	CATEGORÍA DE LOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS
			<i>unidades productivas</i> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Relocalización involuntaria de unidades sociales residenciales</i>
Socio-económico	Patrimonio Arqueológico	Alteración al patrimonio arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> ● Deterioro del patrimonio arqueológico ● Preservación del patrimonio arqueológico
