



Apoyo en el cumplimiento del plan de manejo ambiental aprobado bajo la licencia ambiental global JG4-16531-001 de la Mina Sarco, sur de Bolívar.

Modalidad: Práctica Empresarial

Milton Jesús Hidalgo Salazar
CC: 1006499539

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Manejo de Recursos Ambientales
Bucaramanga, Agosto 19 de 2024



Apoyo en el cumplimiento del plan de manejo ambiental aprobado bajo la licencia ambiental global JG4-16531-001 de la Mina Sarco, sur de Bolívar.

Modalidad: Práctica Empresarial

Milton Jesús Hidalgo Salazar
CC: 1006499539

**Informe de práctica para optar al título de
Tecnólogo en Manejo de Recursos ambientales**

DIRECTOR

Mg. Olga Lucia Salazar Cárdenas

Nicolle Dayan Torres Arias
Cargo del delegado: Ingeniero Ambiental

Grupo de Investigación en Medio Ambiente y Territorio - GRIMAT

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Manejo de Recursos Ambientales
Bucaramanga, Agosto 19 de 2024**

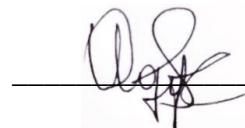
Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar el título de Tecnólogo en Manejo de Recursos Ambientales, según el Acta del Comité de Trabajos de Grado número 20 de agosto 21 de 2024.

Evaluador: Paola Andrea Hernández Acero



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto ha sido posible gracias a las personas que más han influenciado mi vida, que me han enseñado e impulsado a crecer, tanto de manera personal como profesional, este es un gran logro para mí y por ello quiero dedicarlo a mi madre, mi padre, mis hermanos, a mi tío Jesús, mis demás tíos y mis primos, especialmente a Fabian, Diego y John Durán Salazar, por el apoyo incondicional y desinteresado, por forjar en mí valores y enseñarme que vale la pena soñar y trabajar para cumplir los sueños.

En especial, dedico este logro en memoria de mi tío Víctor, quien, con su sabiduría, profesionalismo, paciencia, confianza, amor y resiliencia, dejó en mí la imagen representativa, admirable e intachable de un gran ser humano, fue y será para mí un ejemplo a seguir en el trayecto de mi vida.

Y en honor a aquellas personas que no tuvimos la oportunidad de tener en vida, Nelson mi hermano mayor y mi abuelo José de Jesús, quienes están en un mejor lugar y espero que desde allí puedan sentirse tan orgullosos de mí como yo lo estoy de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a MINA SARCO S.A.S por la oportunidad que me han brindado para fortalecer mis conocimientos, al gerente general y a los accionistas por su confianza y apoyo. A mis docentes quienes con carisma y profesionalismo han compartido conmigo sus conocimientos y me han guiado por el camino del saber, a los profesionales de MINA SARCO S.A.S en especial a Nicolle Torres, Ing. Ambiental; Sara Rojas, Psicóloga y Yenni Santamaría, Ing. Metalúrgica; así como al administrador de operaciones Camilo Mattos, porque fueron para mí un apoyo incondicional.

A mis compañeros de formación y a todos los operarios de MINA SARCO S.A.S, quienes con su apoyo contribuyeron para el cumplimiento del objetivo durante mi proceso de práctica.

TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>14</u>
<u>1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD.....</u>	<u>16</u>
<u>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	<u>17</u>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	17
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA	18
2.3. OBJETIVOS.....	19
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	20
<u>3. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>22</u>
3.1. MARCO TEÓRICO	22
3.2. MARCO CONCEPTUAL	28
3.2.1. BIODIVERSIDAD.....	28
3.2.2. COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD.....	28
3.2.3. DESARROLLO SOSTENIBLE	29
3.2.4. IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA.....	29
3.2.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONSERVACIÓN.....	30
3.2.6. MINERÍA	30
3.2.7. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	30
3.2.8. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS	31
3.2.9. RECURSOS NATURALES	31
3.2.10. SISTEMAS Y PLANES DE GESTIÓN AMBIENTAL	32
3.3. MARCO LEGAL	32
3.4. MARCO AMBIENTAL	35
3.5. MARCO GEOGRÁFICO	37
<u>4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....</u>	<u>39</u>
4.1. FASE I. IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	39
4.2. FASE II. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS	40
4.3. FASE III. HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	41
<u>5. RESULTADOS.....</u>	<u>42</u>

5.1.	FASE I. IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	42
5.1.1.	ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES A GENERAR IMPACTO AMBIENTAL	42
5.1.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	47
5.2.	FASE II. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS	56
5.2.1.	PMA_MS_01_01 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS DOMÉSTICAS	56
5.2.2.	PMA_MS_01_02 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS DE BENEFICIO	59
5.2.3.	PMA_MS_01_03 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUA LLUVIA.....	63
5.2.4.	PMA_MS_01_04 PROGRAMA MANEJO DE CUERPOS DE AGUA	66
5.2.5.	PMA_MS_01_05 PROGRAMA DEL MANEJO AGUA DE CAPTACIÓN	70
5.2.6.	PMA_MS_02 PROGRAMA MANEJO DEL RECURSO AIRE	72
5.2.7.	PMA_MS_03 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	74
5.2.8.	PMB_MS_01 PROGRAMA MANEJO DE FAUNA.....	75
5.2.9.	PMS_MS_02 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	77
5.3.	FASE III. HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	80
5.3.1.	INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y/O CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS.....	81
5.3.2.	PLANILLAS DE CONTROL DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN	87
6.	<u>CONSIDERACIONES ÉTICAS.....</u>	89
7.	<u>CONCLUSIONES.....</u>	90
8.	<u>RECOMENDACIONES</u>	92
9.	<u>ANEXOS.....</u>	93
10.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto	38
Figura 2. Mapa de labores actuales desarrolladas en el proyecto	42
Figura 3. Zona de la bocamina.....	43
Figura 4. Modelo de la vagoneta usada para transporte de material	44
Figura 5. Vagoneta perteneciente a MINA SARCO S.A.S.....	45
Figura 6. Resultado de los parámetros evaluados para las AR domésticas	50
Figura 7. Resultado de los parámetros evaluados para las AR no domésticas	51
Figura 8. Resultado de los parámetros evaluados para las AR provenientes de los relaves	53
Figura 9. Diseño de la trampa de grasas para manejo de aguas residuales	57
Figura 10. Construcción de la trampa de grasas	58
Figura 11. Instalación del sistema séptico integral	59
Figura 12. gestión de agua en la planta de beneficio de MINA SARCO S.A.S.	60
Figura 13. Agua Recirculada en el proceso de beneficio.....	60
Figura 14. Área de ampliación de la relavera	61
Figura 15. Adecuación del patio de acopio y cubierta de relaves secos	62
Figura 16. Manejo de Agua Lluvia.....	64
Figura 17. Cunetas y zanjas en talud de área priorizada.....	65
Figura 18. Limpieza de Cunetas.....	65
Figura 19. Proceso de revegetalización del talud	66
Figura 20. Construcción de la zona de lavadero	68
Figura 21. Capacitación Conservación del Recurso Hídrico en Mina Sarco S.A.S.	69
Figura 22. Capacitación Conservación del Recurso Hídrico en Mina Sarco S.A.S.	69
Figura 23. Ubicación del punto de captación.....	70
Figura 24. Medidor presente en el punto de captación.....	71

Figura 25. Humectación de las vías	72
Figura 26. Señalización de velocidad en acceso a planta de beneficio	73
Figura 27. Realización de actividades de mantenimiento	73
Figura 28. Ubicación de Puntos Ecológicos de MINA SARCO S.A.S.	74
Figura 29. Capacitación en manejo de residuos sólidos	75
Figura 30. Iguana en inmediaciones de MINA SARCO	76
Figura 31. Jornadas de capacitación y educación ambiental en el marco del proyecto	78
Figura 32. Planilla de asistencia desarrollada y adoptada en la práctica	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la minería en Colombia	24
Tabla 2. Marco legal asociado a la investigación	32
Tabla 3. Coordenadas asociadas a la bocamina	44
Tabla 4. Dimensiones de la vagoneta usada para transporte de material	44
Tabla 5. Descripción de las actividades de beneficio del mineral	46
Tabla 6. Impactos ambientales identificados en el área de influencia	48

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Instalación de Trampa de Grasas	81
Ecuación 2. Análisis Fisicoquímico de aguas domésticas	82
Ecuación 3. Monitoreo de Niveles de Cianuro.....	82
Ecuación 4. Recirculación de agua	82
Ecuación 5. Revegetalización en zonas de afectación de taludes.....	83
Ecuación 6. Jornadas de recolección de residuos en cuerpos de agua	83
Ecuación 7. Jornadas de recolección de residuos en cuerpos de agua	84
Ecuación 8. Monitoreos al agua de captación realizados	84
Ecuación 9. Áreas tratadas por medio de la aspersion de agua	85
Ecuación 10. Áreas tratadas por medio de la aspersion de agua	85
Ecuación 11. Capacitación en Fauna.....	86
Ecuación 12. Capacitaciones ambientales	86
Ecuación 13. Evaluación a las capacitaciones ambientales	87

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Participación % del valor agregado de las actividades extractivas.....	23
Gráfica 2. Etapas para el beneficio del mineral en MINA SARCO S.A.S.....	46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de ejecución de las actividades en el marco de las estrategias para cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.....	93
Anexo 2. Evidencia fotográfica de la realización de ensayos y mediciones de laboratorio.....	95
Anexo 3. Formatos de registro de parámetros fisicoquímicos PTARnDS	96
Anexo 4. Apoyo al programa de revegetalización dentro de MINA SARCO S.A.S.	97
Anexo 5. Validación de cumplimiento.....	98

INTRODUCCIÓN

La minería en Colombia representa una de las principales fuentes de desarrollo socioeconómico del país, derivado del amplio dinamismo que ha venido presentando la explotación minera en las últimas décadas en el territorio (DANE, 2021). El crecimiento de este sector de la economía se da principalmente como consecuencia del alza de los valores monetarios ofrecidos por los productos subyacentes de las explotaciones, así como la intervención y/o inversión de capital monetario por parte de entidades internacionales en el territorio colombiano; lo cual incrementa los volúmenes de minerales y recursos que se explotan anualmente (Cárdenas y Reina, 2008).

Las regalías, como se le conoce a la porción de ingresos económicos mineros y petroleros dados a la nación como pago por la explotación de los recursos y el subsuelo del cual es propietario, se destinan a los municipios y departamentos en los que se lleva a cabo la explotación; no obstante, en los últimos años, estas regalías se han empezado a trasladar a otras regiones del país impulsando el desarrollo económico y la competitividad de los colombianos (Morelli, 2013).

No obstante, en este lapso de tiempo se ha incrementado los interrogantes con respecto a la viabilidad de la autorización de la explotación de grandes extensiones de complejos mineros; puesto que, según estudios realizados en el territorio, esta actividad representa grandes alteraciones al medio ambiente y supone un retroceso en la sostenibilidad del país enmarcada dentro de la preservación de la diversidad natural y cultural (Mora, 2023). Lo anterior como consecuencia de la generación de aspectos e impactos ambientales de gran significancia e importancia ambiental, por su difícil reversibilidad e inadecuados planes de compensación a nivel nacional que como su palabra lo indica, compense la afectación realizada (Vicente *et al.*, 2011).

Debido a las crecientes consecuencias ambientales y la degradación de los ecosistemas característicos pertenecientes al área de influencia objeto de la explotación minera, las entidades tanto a nivel nacional como internacional han

desarrollado estrategias para ejercer control sobre las actividades y planes de trabajos diseñados para la obtención de los minerales (Mora, 2023). En el caso de Colombia, esta labor se realiza por medio del “licenciamiento ambiental”, el cual es un proceso que se basa en una toma de decisiones para la autorización por parte de la autoridad ambiental competente en el área de jurisdicción; para la ejecución de una obra, proyecto o actividad de acuerdo con la normatividad legal vigente (Decreto 1076 de 2015), que por su naturaleza puede generar impactos ambientales significativos (ANLA, 2024).

Una vez se otorga la licencia ambiental al proyecto previamente evaluado a partir del Estudio de Impacto Ambiental (en adelante EIA) y demás mecanismos establecidos en la nación, las autoridades establecieron la obligatoriedad de presentar en un lapso determinado de tiempo, los Índices de Cumplimiento Ambiental (En adelante ICA), los cuales corresponden a mecanismos por medio de los que se ejerce control y seguimiento a las actividades de dichos proyectos y permiten reportar las acciones llevadas a cabo para el cumplimiento y la verificación de los planes y programas de manejo ambiental aprobados en el Plan de Manejo Ambiental (en adelante PMA) que se enfoca en la mejora continua y la gestión del ambiente en el que se desarrolla la explotación (Lezcano, 2022).

Estos mecanismos se encuentran enfocados en garantizar la adecuada gestión de los recursos implementados dentro de las actividades llevadas a cabo dentro de la explotación minera, los residuos, vertimientos, emisiones atmosféricas y demás aspectos que suponen un riesgo de impactar significativamente al medio ambiente. Por lo cual, el desarrollo de la presente práctica tuvo como objetivo Apoyar el cumplimiento del plan de manejo ambiental de MINA SARCO S.A.S. aprobado bajo la licencia ambiental global JG4-16531-001 en lo relacionado a la mitigación de los impactos ambientales, monitoreo de Plantas de Tratamiento de Agua y la ejecución de nuevos proyectos de conservación dentro de la explotación aurífera realizada; para garantizar la sostenibilidad del desarrollo del proyecto en el área de influencia.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

MINA SARCO S.A.S. está constituida como una Sociedad por Acciones Simplificadas, dedicada principalmente a la extracción y al comercio de metales y productos metalíferos al mayor. Dentro de su visión se encuentra la promoción de una alta valorización de sus acciones por medio de la apertura de líneas de negocios nuevas y, el mejoramiento continuo de los procesos mineros generando los mínimos impactos ambientales.

La visión de MINA SARCO S.A.S. se basa en que, para el año 2025 esta sea reconocida por el sector minero y el estatal como un modelo dentro del área de la extracción por los altos niveles de producción y el desempeño sostenible (Mendoza, 2022). Es así como, por medio del AUTO No. 060 de febrero de 2021 la empresa cuenta con licencia ambiental global JG4-16531-001 en el municipio de Montecristo-Bolívar para la extracción de oro en esta zona (Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, 2021).

Adicionalmente, MINA SARCO S.A.S. cuenta con la responsabilidad socioambiental de velar por la promoción de la gestión ambiental en diversas actividades, para lograr la disminución de los impactos en el ambiente que se dan a partir de los aspectos medioambientales relacionados a la actividad minera.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

Las relaciones humanas y la generación de ingresos económicos han tenido fuertes repercusiones en el medio ambiente a lo largo de la historia, debido a la realización de actividades que involucran el aprovechamiento constante de los recursos naturales, es así como se habla de agricultura, industria, minería, entre otras, que representan impactos contemplados dentro de los pilares económicos, sociales y del ambiente (Mora, 2023).

A la hora de evaluar el sector de la extracción de materiales, se evidencia que presenta la necesidad de darle obligatorio cumplimiento de los planes de gestión ambiental, siendo estos entendidos como las herramientas que genera una empresa para hacer un uso sostenible de las materias primas, por lo cual, esto supone la inversión de recursos tanto humanos como económicos, tecnológicos e incluso ambientales para preservar el equilibrio emanado dentro de los principios del desarrollo sostenible y lograr el aprovechamiento deseado con el menor impacto posible (Humboldt, 2019).

En este contexto surge la siguiente pregunta: ¿Es posible dar cumplimiento al plan de manejo ambiental aprobado bajo la licencia ambiental global JG4-16531-001 en la MINA SARCO S.A.S ubicada en el sur de Bolívar?

2.2. Justificación de la Práctica

A partir del concepto de desarrollo sostenible, las empresas y países han hecho un acercamiento al logro de la gestión y uso adecuado de los recursos naturales, los servicios ecosistémicos y a su vez, evitar el riesgo de la disminución y/o degradación de los mismos (Morales, 2020).

Así como las demás actividades de aprovechamiento de materias primas, la minería supone impactos ambientales que afectan la calidad de sus componentes biótico, abiótico y socioeconómicos, por lo cual, es de vital importancia asegurar la gestión ambiental dentro de los índices de calidad evaluados en este sector. La sostenibilidad enmarcada dentro del punto de vista de los proyectos mineros pretende que se dé un aprovechamiento ordenado, racional y eficiente del subsuelo y en general de los recursos de modo que no solo se involucre la actividad de beneficio como tal, sino que también se incluyan factores transversales a la misma, tales como la restauración ecológica, la educación ambiental y el sostenimiento de las comunidades (Intergovernmental Forum of Mining, 2020).

El acompañamiento al plan de gestión ambiental de MINA SARCO S.A.S. brinda las oportunidades necesarias para garantizar el desarrollo de procesos productivos sostenibles y resilientes, además del cumplimiento y verificación de la normatividad legal aplicable en Colombia, en lo relacionado con la mitigación de los impactos ambientales generados, por medio del control de las emisiones, los vertimientos, el cuidado de la biodiversidad y el desarrollo de nuevas ideas de proyectos.

2.3. Objetivos

2.3.1 *Objetivo General*

Apoyar el cumplimiento del plan de manejo ambiental de MINA SARCO S.A.S. aprobado bajo la licencia ambiental global JG4-16531-001 en lo relacionado a la mitigación de los impactos ambientales, monitoreo de Plantas de Tratamiento de Agua y la ejecución de nuevos proyectos de conservación.

2.3.2 *Objetivos Específicos*

- Identificar los impactos ambientales por medio de los monitoreos in situ correspondientes a los vertimientos ocasionados por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales no Domésticas y el agua tratada en la Planta de Tratamiento de Agua Potable a partir de los parámetros dados y el cumplimiento de la normatividad.
- Formular estrategias de mitigación de los impactos identificados que permitan dar cumplimiento a la normativa exigida.
- Proponer herramientas de seguimiento, control y mitigación de los impactos ambientales generados en los recursos naturales del área de influencia a partir del plan de manejo ambiental establecido.

2.4 Antecedentes de la Empresa

En el año 2020, la empresa MINA SARCO S.A.S. inició el trámite de solicitud de la Licencia Ambiental con Permisos Implícitos ante la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, quedando estipulado el Auto No. 060 de 05 de febrero de 2021, a partir de lo cual, se pretendía ejecutar el subcontrato de formalización JG4-16531-001 en el municipio de Montecristo, Bolívar (Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, 2021).

Posterior a esto, a finales del año 2021, por medio de la resolución 558 del 08 de noviembre del 2021, la entidad ambiental en cuestión otorgó la licencia ambiental global con permisos implícitos para el subcontrato de formalización JG4-16531-001 y se tomaron otras disposiciones, dentro de las que se encuentra la descripción y objetivo del proyecto, localización, características del proyecto, infraestructura, fases y actividades, área de influencia, zonificación ambiental, conceptualización técnica, entre otros (CSB, 2021).

Además, por medio de esta misma resolución se otorgó a la entidad a concesión de aguas superficiales tanto para uso industrial como doméstico para la ejecución de las actividades mineras del proyecto con sus respectivas especificaciones técnicas. Conjuntamente, se aprobó el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua por el término de la vida útil del proyecto; y las obligaciones con respecto al uso sostenible del recurso hídrico (CSB, 2021).

Posterior a esto, en la Universidad de Santander UDES, José Roberto Mendoza elaboró su práctica empresarial en MINA SARCO S.A.S. en el año 2022, haciendo el seguimiento a las actividades de gestión ambiental de la misma, en lo concerniente a procesos de remediación de aguas con presencia de Cianuro, el embellecimiento paisajístico y el manejo de los residuos sólidos de la mina ubicada en el Sur de Bolívar. En este proceso se tuvieron en cuenta la utilización de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales, el diseño e

implementación del programa de embellecimiento por medio de especies forestales y finalmente la adecuada implementación de Programa de Manejo de Residuos Sólidos (PGIRS); lo anterior con el objetivo de disminuir y mitigar los impactos ambientales de la actividad minera.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Marco Teórico

Un yacimiento minero se le conoce a una acumulación que se da de manera natural de una sustancia tanto fósil o mineral y que su concentración y volumen permiten la extracción desde el subsuelo; además, por sus propiedades resulta ampliamente interesante desde el punto de vista económico para ser utilizable bien sea como materia prima o como una fuente de energía. Además, debido a las proporciones presentes de esta sustancia en la tierra, se hace rentable su explotación, de allí que haya nacido el concepto de minería o explotación minera en el país (Sabogal, 2015).

El sector minero y energético de Colombia se compone de los subsectores de la minería, los hidrocarburos y la energía eléctrica; estos realizan grandes aportes al desarrollo económico y el crecimiento competitivo del país, de hecho, según el Plan Energético Nacional desarrollado para el periodo de tiempo de 2020 – 2050, la cadena de valor relacionada con el sector energético aportó entre el 2,1 % y el 2,4 % del Producto Interno Bruto (PIB) entre 2005 y 2019 (Lezcano, 2022).

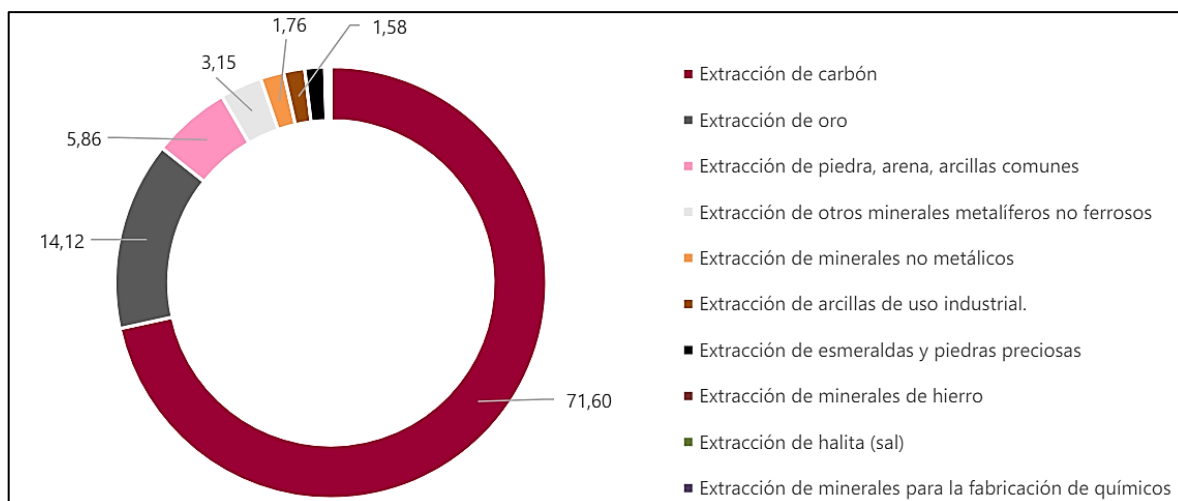
Actualmente, la industria minero energética representa un 7% del PIB de Colombia, contribuye a cerca del 33% de la inversión proveniente del extranjero, genera más de 500.000 empleos formales al año y el 56% de las exportaciones. Además, durante el 2021, aportó más de 8.8 billones de pesos por el concepto de regalías, donde el 26% se le atribuye a la minería y el 74% a los hidrocarburos.

No obstante, los planes de trabajo y actividades necesarias para llevar a cabo la extracción de los recursos naturales que abastecen este sector, representa impactos ambientales significativos que deben ser atendidos por medio de planes, programas y medidas que permitan garantizar la sostenibilidad de las operaciones llevadas a cabo; dentro de las principales consecuencias de la extracción minera según Quesada (2015) como se citó en Díaz (2017), se destacan la deforestación de bosques húmedos tropicales, consumo ilimitado e irracional del recurso hídrico,

sobreexplotación de madera, aumento de concentraciones de contaminantes tanto en el suelo como el agua y la atmósfera, devastación a la calidad visual del paisaje puesto que cerca del 60% de la minería mundial se realiza a cielo abierto; pérdida del ecosistema y sus características vitales, disminución de la capacidad de sostenimiento de los componentes bióticos del área de influencia, entre otros que son determinados por medio de alcances técnicos en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Según el DANE, la participación en porcentaje de las actividades de minería se describe en la Gráfica 1:

Gráfica 1. Participación % del valor agregado de las actividades extractivas



Fuente: (DANE, 2021)

Como se evidencia en este informe, la mayor parte de las actividades extractivas está determinada por la explotación de carbón, seguido de a extracción de oro, la extracción de piedra, arena arcillas comunes, la extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos, la extracción de minerales no metálicos, entre otros; teniendo un crecimiento exponencial considerable para la economía colombiana.

En el país, se cuenta con 12 municipios considerados como mineros, en los que se les denomina de este modo porque su PIB depende en 80% o incluso más de la explotación de las minas y las canteras; de estos, 5 municipios se encuentran ubicados en el Meta y se denominan como Tauramena, Puerto Gaitán, Acacías, Guamal y Cabuyaro. En la Tabla 1, se evidencia la clasificación de la minería en Colombia:

Tabla 1. Clasificación de la minería en Colombia

Clasificación	# de hectáreas
Pequeña	Menor o igual a 150
Mediana	Mayor a 150 pero menor o igual a 5000
Grande	Mayor a 5000 pero menor o igual a 10000

Fuente: (Mora, 2023)

El proyecto efectuado por MINA SARCO S.A.S. se basa en la exploración técnica, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación y transporte de los recursos minerales en el suelo o el subsuelo de propiedad estatal por medio de la minería aurífera o también conocida como extracción de oro (Organización Mundial de la Salud, 2017). El procedimiento de extracción de este mineral se basa en diferentes etapas conocidas como:

- **Extracción:** los mineros (personas encargadas de la extracción) explotan los depósitos aluviales y/o los yacimientos de rocas duras; de manera que se elimina el sedimento o recubrimiento y a través de la excavación de la superficie se extrae el mineral (Organización Mundial de la Salud, 2017).
- **Procesamiento:** en este procedimiento se separa el oro de los demás minerales; en función del depósito donde se encuentra la materia prima el método de separación puede variar. Para el caso de la roca dura es necesario la molienda y trituración, mientras que en los depósitos aluviales las partículas se encuentran separadas por lo que se requiere de bajo tratamiento mecánico (Organización Mundial de la Salud, 2017).

- **Concentración:** en diversos casos el oro es separado del resto de los minerales por medio de la concentración, donde se aprovecha la diferencia de densidades para liberar el oro, aunque existen diversas metodologías para tal fin (Organización Mundial de la Salud, 2017).
- **Amalgamación:** la aleación denominada como amalgama se logra a partir de la unión del oro con el mercurio. Este procedimiento puede ser concentrado o de todo el mineral, donde lo que varía es la concentración y cantidad de mercurio a usar; sin embargo, este material deja residuos y excesos que son tratados en los procesos de relaves de los proyectos (Organización Mundial de la Salud, 2017).
- **Quema:** usualmente es usada para la separación de la amalgama compuesta por el oro en aleación con el mercurio. Usualmente, el mercurio se evapora a cielo abierto ocasionando una emisión a la atmósfera y al oro se le conoce como “oro esponjoso” debido a los poros generados en el mineral como consecuencia del proceso (Organización Mundial de la Salud, 2017).
- **Refinación:** Corresponde al proceso final de tratamiento del oro en el que se eliminan los restos de mercurio y otras impurezas; las tecnologías para este fin pueden variar significativamente en función de las condiciones del proyecto, el entorno, la capacidad técnica y económica, entre otros factores (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Este es un procedimiento implementado en la minería aurífera, no obstante, la separación del oro de la roca, así como de otros minerales e impurezas se puede hacer de diversas maneras, las cuales dependerán de las condiciones del proyecto. Además, se puede hacer el uso de diferentes sustancias químicas como lo es el cianuro y el zinc para la separación y purificación o refinación del mineral (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Cada uno de los procedimientos implementados para la extracción del mineral de la corteza terrestre suponen la implementación de técnicas previamente aprobadas por la licencia ambiental que otorga el permiso para el beneficio minero y requieren del aprovechamiento de recursos naturales y la puesta en marcha de actividades preparativas, operativas, de desmantelamiento, abandono y transversales a estas según lo formulado en el EIA (Sepúlveda y Escobar, 2009).

De allí, surgen los Planes de Manejo Ambiental, los cuales según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda), pueden definir como el conjunto de medidas y actividades detalladas que, a partir de la previa evaluación de impacto ambiental, se orientan principalmente a la mitigación, prevención, corrección y compensación de los efectos e impactos ambientales previamente identificados que surgen a partir del desarrollo de algún proyecto, obra o actividad. Dentro de este se incluye los planes de monitoreo, seguimiento, contingencia, abandono, etc. Según la naturaleza del objeto del permiso ambiental (proyecto) (Minvivienda, 2024). Los objetivos del PMA se describen como:

- Asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas, permisos, autorizaciones, etc. Dados en el marco del licenciamiento ambiental del proyecto.
- Prevenir, controlar, minimizar, monitorear y/o compensar los impactos ambientales que se desarrollan en el entorno del proyecto derivados de las obras u actividades dado en el mismo.
- Proporcionar a los diferentes actores tanto sociales como técnicos y gubernamentales relacionados con el proyecto el instructivo para que se dé una gestión y manejo ambientalmente adecuado de los recursos naturales, elementos y equipos de trabajo para la preservación del entorno y el cumplimiento de la normatividad aplicable según la legislación vigente (Fernández, 2013).

Los PMA generalmente se estructuran por Programas, los cuales a su vez cuentan con fichas en las que se describen aspectos como el impacto a manejar, magnitud de la evaluación del mismo, lugar de aplicación, actividad generadora, actividades para el manejo ambiental de los impactos asociados, descripciones de las medidas, indicadores de eficacia y cumplimiento, presupuesto, cronograma, entre otros (Fernández, 2013).

A su vez, surgieron los ICA, los cuales corresponden a la herramienta a partir de la cual las autoridades ambientales competentes realizan el proceso de control y seguimiento del proyecto que se ejecuta; además, puede ser interpretado desde el punto de vista del beneficiario de la licencia ambiental, donde el ICA responde a un instrumento de prevención, autocontrol y seguimiento para la mejora continua de la gestión ambiental bajo la cual se lleva a cabo el beneficio de minerales. Los compromisos adquiridos por el propietario del proyecto una vez se le adjudica la licencia ambiental para explotación, son reportados por medio de los ICA, garantizando que se dé cumplimiento a los siguientes objetivos específicos (Durán, 2022):

- Verificar el cumplimiento de los programas y medidas contemplados en el PMA del proyecto.
- Verificar el cumplimiento de las especificaciones dadas por los permisos, concesiones, autorizaciones y demás consideraciones del acto administrativo correspondiente para hacer uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- Analizar la tendencia de calidad del medio en el cual se desarrolla el proyecto.
- Medir la efectividad de la implementación de los programas y medidas que conforman el PMA del proyecto y las consideraciones expuestas en actos administrativos y procesos de actualización (Durán, 2022).

Por medio de la resolución 0077 de 2019, la autoridad ambiental estableció las fechas para la presentación de los ICA en el marco de los procedimientos para el seguimiento y control ambiental de los proyectos competencia de la ANLA y que se presentan bajo el expediente LAM o LAV (Durán, 2022).

El cumplimiento del PMA dado por la verificación del ICA entregado a la autoridad ambiental competente es el mecanismo por medio del cual, se garantiza que las actividades extractivas o de uso y aprovechamiento de los recursos se dé de manera controlada respetando el entorno en el que se desarrolla el proyecto y priorizando la viabilidad y sostenibilidad ambiental (Fernández, 2013).

3.2. Marco Conceptual

3.2.1. Biodiversidad

El concepto de biodiversidad se atribuye a la variedad de vida y ecosistemas que constituyen el capital tanto natural como social de los países del mundo. Dentro de este concepto se incluye la diversidad de vida tanto en los ecosistemas acuáticos como terrestres y los complejos ecológicos que en estos se desarrollan, así como la diversidad por especie y entre especies (Torres y Quiñones, 2019).

3.2.2. Compensación por pérdida de biodiversidad

Las compensaciones asociadas a las pérdidas de la biodiversidad son un mecanismo que fue diseñado por las autoridades ambientales en Colombia para equilibrar los impactos ambientales generados sobre los ecosistemas y el medio ambiente consecuentes de los proyectos industriales y extractivos de gran tamaño como lo son el petróleo, la minería, el sector de la infraestructura, etc. Y que, debido a su naturaleza o actividades a desarrollar, alteran la integridad de la biodiversidad perteneciente al área de influencia asociada a los mismos, por medio de los impactos ambientales (Gómez, 2018).

3.2.3. Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible se ha desglosado por las actividades conjuntas de entidades como las Naciones Unidas y entes tanto gubernamentales como privados para garantizar que se satisfagan las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la disponibilidad de recursos para satisfacer los requerimientos de las generaciones futuras, dando paso a la generación de los objetivos de desarrollo sostenible en la Agenda 2030 que son pautas para hacer frente a las principales problemáticas que aquejan a la sociedad y que alejan a la humanidad del equilibrio entre los pilares económico, social, institucional y ambiental (Naciones Unidas, 2018).

3.2.4. Impactos Ambientales de la minería

Los impactos ambientales desagregados de las actividades mineras se relacionan con la modalidad que se emplea para la extracción del material, sea esta subterránea o a cielo abierto, se consideran diferentes impactos ambientales significativos. En el contexto del medio ambiente y/o medio natural se reflejan en los recursos naturales, siendo estos el agua superficial y subterránea, suelo, atmósfera y la biodiversidad (Lillo, s.f.). Dentro de los aspectos ambientales mayormente considerados se encuentra la emisión de gases efecto invernadero (GEI), generación de vertimientos e inadecuado manejo de los mismos al igual que los residuos y desechos sólidos (orgánicos, aprovechables, peligrosos, etc.), el desplazamiento de especies endémicas y la transformación de los hábitats naturales, entre otros. De estos aspectos se derivan impactos como es la alteración de la composición fisicoquímica y biológica de los recursos naturales, pérdida de la biodiversidad, disminución de los servicios ecosistémicos ofrecidos por el medio, aumento de conflictos socioeconómicos y culturales, etc. (Camacho, 2017).

3.2.5. Medidas de mitigación y conservación

Las medidas de mitigación, en el contexto de los impactos ambientales y la evaluación de impacto ambiental, se basa en el conjunto de acciones por medio de las cuales se busca atenuar la afectación y promover el establecimiento de condiciones ambientales previas a la ocurrencia de la perturbación que pudiera ser consecuencia de la presencia del proyecto, obra y/o actividad; en cualquiera de sus etapas sobre el medio (DNP, 2005).

Por otro lado, las medidas de conservación tienen el objetivo fundamental de proteger, preservar y dar un manejo adecuado al ambiente natural y las comunidades ecológicas que allí habitan para el beneficio sostenible y resiliente de los recursos naturales (DNP, 2005).

3.2.6. Minería

Según el Ministerio de Minas y Energía, la minería es una actividad económica que se basa en la extracción y/o explotación de minerales que están depositados en el suelo y subsuelo, siendo las actividades esenciales para el desarrollo de la humanidad desde la antigüedad. El sistema empleado en las extracciones mineras ha venido cambiando con el tiempo, desde sistemas rudimentarios y mecánicos hasta implementación de equipos de alta tecnología que permiten una extracción más tecnificada y por ende más eficiente en términos económicos, operativos, sociales y ambientales (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

La minería aurífera o también conocida como la minería del oro, se basa en la extracción de este metal de la corteza terrestre para ser usado en diversas industrias; el proceso se basa en la exploración y explotación del metal cuyo valor se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas (Álvarez, 2023).

3.2.7. Plantas de tratamiento de agua potable

El funcionamiento de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (en adelante PTAP) corresponden a una instalación que se compone por sistemas y procesos

diseñados para la remoción de contaminantes del agua que han sido vertidos previos al consumo del recurso; con la finalidad de hacer que este no represente ningún tipo de riesgo para la salud humana o del medio ambiente al ser incorporada en el sistema del ser vivo o las cadenas tróficas que componen el ecosistema (Duarte y Guerrero, 2017).

3.2.8. Plantas de tratamiento de aguas residuales no domésticas

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (en adelante PTAR) corresponden a un grupo de procesos y operaciones unitarios que pueden ser de origen físico, químico, biológico o la combinación de estos; que se encuentran conectados entre sí para manejar fluidos y de esta manera remover contaminantes o sustancias adversas que han alterado la calidad del recurso hídrico y por ende requiere de una gestión adecuada de dichos aspectos generadores de impactos ambientales (Conde *et al.*, 2021).

La funcionalidad de este tratamiento se basa en la evacuación de sólidos, reducción de la materia orgánica, restauración del oxígeno y remoción de diferentes sustancias que pudieron depositarse en el agua por actividades antrópicas y que caracterizan la naturaleza y composición de las aguas residuales no domésticas (Conde *et al.*, 2021).

3.2.9. Recursos naturales

Se consideran recursos naturales a todos aquellos bienes y servicios ofrecidos por la naturaleza que son usados por la humanidad para la preservación de la vida y el crecimiento de las regiones. Estos recursos pueden ser usados directamente en los procesos productivos según cada uno de los sectores de la economía o por el contrario, ser usados para el consumo directo, como por ejemplo, los alimentos no procesados. Los recursos naturales se pueden dividir en renovables y no renovables, siendo estos primeros los cuales la tasa de recuperación es mayor a la

tasa de consumo por lo cual su disponibilidad es mayor y pueden retornar a sus condiciones, mientras que los no renovables no se renuevan o si lo hacen pueden tomar largos periodos de tiempo y ser muy costoso (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

3.2.10. Sistemas y Planes de gestión ambiental

Según la ISO 14001, la gestión ambiental con sus respectivos planes y programas se trata de un enfoque sistemático organizado que busca administrar y controlar impactos ambientales significativos de una organización, proyecto, obra u actividad. El principal objetivo de este es ayudar a que los actores que generan los impactos puedan minimizar la presión ejercida sobre el medio a partir de indicadores como la huella ecológica y de este modo garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente y promover las prácticas adecuadas y sostenibles de las operaciones (ISO 14001, 2015).

Dentro de los elementos claves del SGA se destaca, la política ambiental, la planificación, implementación, operación y control, evaluación de desempeño, revisión, medidas de corrección o compensación, entre otros (Gestion Colombia, 2014).

3.3. Marco Legal

Por medio de la Tabla 2, se enuncia la normativa legal vigente con mayor representatividad dentro del objeto de desarrollo de la práctica según entidades como el Ministerio de Minas y Energía, la UPME, entre otros:

Tabla 2.
Marco legal asociado a la investigación

Normatividad	Definición	Aplicación
---------------------	-------------------	-------------------

Decreto 2363 de 1994	Legalización Minera de hecho 1994	Permite que las actividades mineras se lleven a cabo de manera legal y con los permisos respectivos para la extracción de las materias primas.
Ley 685 de 2001	Código de Minas. Ley Minera aplicable en Colombia a partir de 2001.	Por medio del cual se establecen diferentes directrices encaminadas a la realización de una minería eficiente y adecuada.
Decreto 2715 de 2010	Legalización minería tradicional 2010	Permite la realización de la minería tradicional y/o a baja escala de manera legal en el territorio colombiano.
Ley 756 de 2002	Modificación a la Ley 141 de 1994. Se establecen criterios de distribución de las Regalías.	Por medio de esta norma se establecen las regalías a pagar por parte de las empresas que ejecutan la minería y además se establecen los criterios para la asignación de los recursos provenientes de dicha actividad productiva en el territorio.
Decreto – Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Por medio del cual se establecen criterios y directrices en materia ambiental para el uso sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales, incluyendo la actividad extractiva de la minería.
Ley 99 de 1993	Normatividad en materia ambiental y creación de entes de control en materia ambiental y por ende para la actividad minera.	Se da la creación del Ministerio del Medio Ambiente. Se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Se crea el Sistema Nacional Ambiental – SINA
Ley 388 de 1997	Ley de Ordenamiento Territorial	Por medio de la cual se dan las directrices de ordenación del territorio para establecer las zonas potenciales de extracción de minerales en función de los usos y vocación del suelo tanto natural como social y demás criterios establecidos por esta legislación para garantizar

		la implementación de minería organizada en el país.
Ley 373 de 1997	Establece el Programa Para El Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua (PUEAA)	El agua por ser uno de los recursos que se usa en mayor magnitud dentro de la industria de la minería, en este caso del Oro, el PUEAA, se encarga de garantizar que se realice un aprovechamiento sostenible del mismo y por ende se disminuya el riesgo de sobreexplotación, estrés hídrico y demás situaciones consecuentes de la inadecuada gestión del recurso.
Ley 430 de 1998	Normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos.	La minería es una actividad que genera desechos tanto líquidos como sólidos que pueden resultar altamente peligrosos y contaminantes no solo para el medio ambiente sino para las personas aledañas a los proyectos, por lo que fue de vital importancia establecer directrices y prohibiciones para gestionar las exposiciones a estos desechos.
Decreto 4134 de 2011	Creación de la Agencia Nacional de Minería (ANM)	Se determina la estructura orgánica y las principales funciones de la ANM dentro del marco regulatorio y de control del sector de las extracciones mineras.
Decreto 1073 de 2015	Expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.	Compila la normatividad relacionada con las actividades mineras y de energía en el país, consideraciones regulatorias, permisos, solicitudes, etc. Que permiten ejercer control sobre estos sectores.
Resolución 558 de 2021	Por medio de la cual se otorga una licencia ambiental global con permisos implícitos para el subcontrato de	Por medio de esta resolución la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar otorgó la licencia como permiso para la ejecución de las obras y plan de manejo ambiental de MINA SARCO S.A.S; cumpliendo de esta manera con

	formalización JG4-16531-001 y se toman otras determinaciones	las obligaciones legales para la operación de la actividad minera.
Resolución 40391 de 2016	Por la cual se adopta la Política Minera Nacional de Colombia	Constituye las líneas estratégicas y marcos de referencia para las actividades de extracción minera en la búsqueda de su desarrollo, crecimiento y competitividad.
PND Minero visión a 2019	Plan Nacional de Desarrollo Minero Visión a 2019	Por el cual se establecieron estrategias y consideraciones para el desarrollo sostenible y eficiente de la minería en el país.
PND Minero visión 2022 - 2030	Plan Nacional de Desarrollo Minero Visión a 2030	
Auto No 631 de 2024	Por medio del cual se realiza la modificación de la licencia ambiental MINA SARCO S.A.S.	Se realiza la evaluación de los requerimientos de MINA SARCO S.A.S. en torno a la modificación de la licencia ambiental otorgada y se realiza la verificación del cumplimiento de las obligaciones del titular en el marco de la legislación actual vigente.

Fuente: (Camacho, 2017), (UPME, 2024)

3.4. Marco Ambiental

Si bien, la minería y la extracción de los recursos naturales del ambiente representa oportunidades de crecimiento tanto económico como social para las comunidades humanas, los proyectos, obras y actividades ejecutados para tal fin suponen una gran variedad de impactos ambientales que ponen en riesgo la integridad de la naturaleza y la capacidad del planeta para proveer los bienes y servicios que garanticen el desarrollo sostenible de la humanidad (Camacho, 2017).

A lo largo de las décadas, diversas entidades de orden gubernamental y privado se han enfocado en desarrollar estrategias que permitan dar una gestión adecuada

de prevención y mitigación de los impactos ambientales con respecto a la ocurrencia de la actividad de beneficio; o en su defecto, de compensación cuando la afectación consecuente no se puede evitar total o parcialmente. Dentro de las estrategias más conocidas en Colombia se tiene el licenciamiento ambiental, que corresponde a la autorización que emite la autoridad competente para la puesta en marcha de los proyectos en el territorio, los planes de manejo ambiental, que contienen el conjunto de fichas y medidas ambientales junto con sus indicadores tanto de eficacia como de cumplimiento para hacer frente a los impactos identificados, evaluados y medidos en función de su importancia o significancia ambiental y los mecanismos de seguimiento y control para verificar que el titular de la licencia o permiso ambiental está cumpliendo con las directrices necesarias para garantizar la sostenibilidad ambiental (Durán, 2022).

Según la ONU, el apoyo a las medidas de gestión encaminadas a la explotación sostenible de los recursos naturales supone una oportunidad de gran magnitud para lograr el equilibrio entre el crecimiento económico y la prosperidad de las naciones y la preservación de las condiciones naturales del medio donde se llevan a cabo las actividades. Además, esto propende por la igualdad social y el respeto por factores culturales como lo es el uso social del suelo, las costumbres de poblaciones diferenciadas como pueden ser pueblos indígenas, campesinos, etc. Además, permite encaminar las estrategias de gestión en la garantía de recursos para adquisición de bienes y servicios y demás productos derivados de la ocurrencia de actividades de explotación y generación de ingresos de manera controlada en los países (ONU, 2021).

Por otra parte, desde el punto de vista técnico y operativo, la aplicación de medidas de manejo ambiental para la conservación de las condiciones ambientales existentes previas a la ocurrencia de cualquier proyecto es indispensable para garantizar la viabilidad del mismo. Es por esto que, a partir de la organización del ambiente en tres grandes medios como lo son el medio biótico, abiótico y

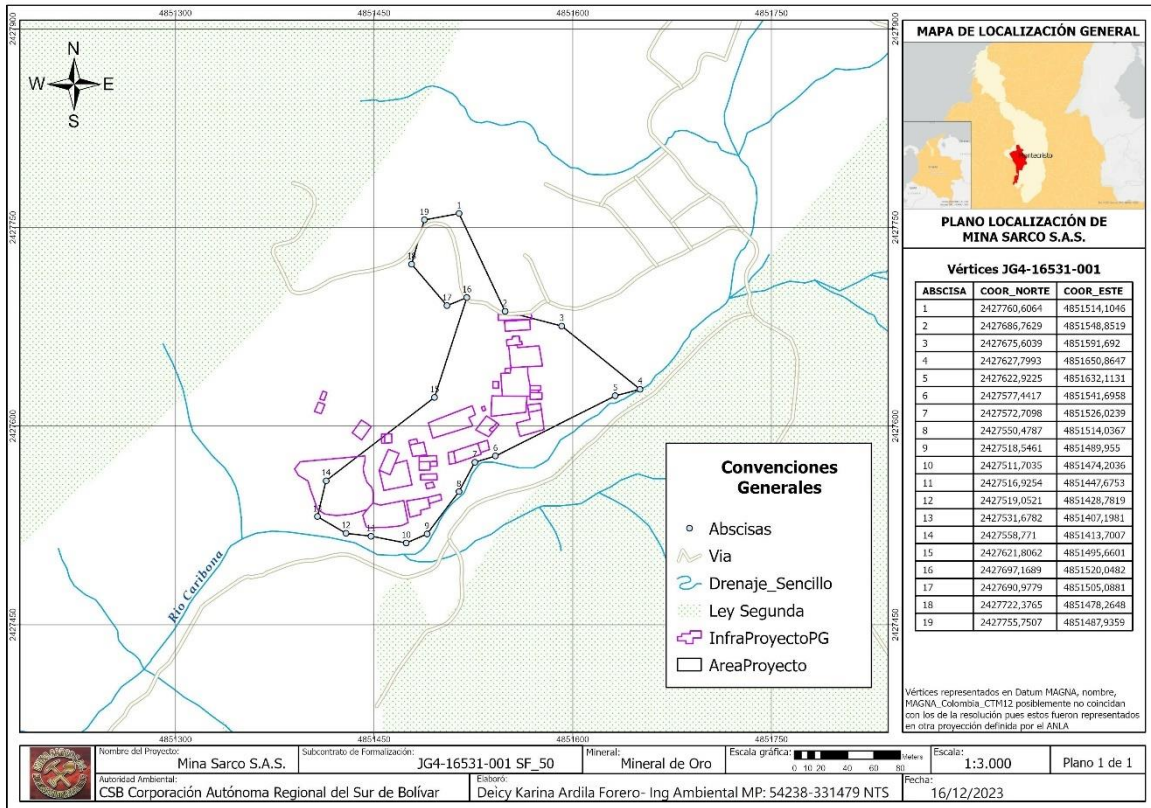
socioeconómico se generan estrategias de manejo que permiten disminuir el riesgo de alteración de las condiciones naturales del área de influencia del proyecto. Dentro de las más destacadas se encuentran las medidas de manejo de residuos sólidos, manejo de vertimientos, control de las emisiones atmosféricas, conservación y/o restauración de las coberturas vegetales y de la tierra, manejo de flora y fauna, manejo de los conflictos sociales, entre otras que en sinergia permiten que las actividades previstas se lleven a cabo de manera eficiente (Minvienda, 2024).

Todos los proyectos, obras y/o actividades deben contar con la presencia de un profesional idóneo para el cumplimiento de las fichas de manejo consagradas en el PMA formulado a partir del EIA correspondiente a ;fin de que estas se lleven a cabo en su totalidad, para propender por el medio ambiente y además, se evite que el titular del permiso otorgado pueda caer en sancionatorios o procesos legales por la ineficiencia en la aplicación de las medidas de manejo ambiental y demás compromisos adquiridos para el desarrollo de las actividades (Lezcano, 2022).

3.5. Marco Geográfico

El Subcontrato de Formalización Minera identificado con ID JG4-16531-001 SF_50, se encuentra ubicado en el municipio de Montecristo, departamento de Bolívar; más específicamente en el corregimiento del Alto Caribona y cuenta con un área de 2,1055 hectáreas; tal como se evidencia en la Figura 1.

Figura 1. Localización general del proyecto



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

El acceso al proyecto se realiza por medio de una vía carreteable que conduce desde el municipio de Santa Rosa hasta el corregimiento de Los Canelos. La zona de explotación se encuentra a 40 km del casco urbano del municipio (MINA SARCO S.A.S., 2024).

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para el desarrollo de la presente práctica se tuvo en cuenta el desarrollo del Plan Minero de Explotación (en adelante PME), en el que se consagra la metodología de explotación para el adecuado acceso a las vetas y áreas mineralizadas en el área del subcontrato formalizado. Este plan minero se caracteriza por contener pautas que lo hacen técnicamente viable, y económicamente rentable, además de que se prepararon los lineamientos para la sostenibilidad dentro de la actividad y vida útil del proyecto.

Dentro de estos últimos lineamientos se contempló el desarrollo de la presente práctica como una estrategia para el apoyo técnico y profesional de la implementación del PMA y consiguiente construcción del ICA a presentar frente a la autoridad ambiental competente. En razón de lo anterior, se tuvieron en cuenta las siguientes etapas para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados para la práctica y el apoyo a MINA SARCO S.A.S:

4.1. FASE I. Impactos Ambientales Identificados

Para la identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto dentro del área de influencia se tuvo en cuenta el EIA previamente aprobado y por medio del cual se otorgó el permiso a MINA SARCO S.A.S. para la explotación del mineral.

En primera estancia se realizó la contextualización de la empresa y sus actividades a partir del acompañamiento del profesional encargado de la obra, posteriormente se realizó la revisión bibliográfica y lectura respectiva de la licencia ambiental (licencia ambiental global JG4-16531-001), actos administrativos y demás permisos, restricciones, etc. Aplicables al proyecto para el respectivo apoyo de la aplicación del PMA.

A partir de la identificación y comprensión de la información pertinente se realizaron las visitas respectivas a cada uno de los procesos identificados como

potenciales para generar impactos ambientales de manera que se pudieron establecer las principales afectaciones a manejar por medio de las medidas adoptadas en las fichas que componen el PMA aprobado; esta información se plasmó en formatos institucionales de MINA SARCO S.A.S. para ser posteriormente usados para la presentación y justificación de las actividades realizadas frente a la autoridad ambiental.

Al finalizar el semestre de operación de la mina, dentro del cual se realizó la práctica; se concluyeron operaciones de manejo ambiental con la elaboración del ICA que se presentó a la autoridad ambiental, donde se reflejaron cada una de las medidas tomadas con respecto a los impactos ambientales previamente identificados en cada uno de los componentes afectados. Dicho ICA, por medio de formatos institucionales de MINA SARCO S.A.S y los términos de referencia estipulados por la ANLA. Cabe resaltar que, si bien dentro de los objetivos específicos se hace referencia a los aspectos de aguas residuales domésticas y no domésticas, dentro del desarrollo de la práctica se tuvo la oportunidad de apoyar otras áreas, tales como la gestión de los residuos sólidos, el manejo de las emisiones, entre otros, como se evidencia en el desarrollo del presente documento.

4.2. FASE II. Estrategias de Mitigación de Impactos Identificados

Para la mitigación y/o prevención de los impactos ambientales significativos desagregados de la operación de la mina bajo la titularidad de MINA SARCO S.A.S; se tuvieron como principales fuentes de información y lineamientos a tener en cuenta el EIA y el PMA previamente aprobado para el proyecto. Las estrategias ambientales apoyadas por medio de la realización de la práctica se organizaron según los programas de manejo ambiental y las fichas y/o requerimientos previamente autorizados por la autoridad ambiental competente.

Dentro de los Programas de Manejo Ambiental tenidos en cuenta para el desarrollo de la práctica se encontraron:

- PMA_MS_01_01 Programa de Manejo de Aguas Domésticas
- PMA_MS_01_02 Programa de Manejo de Aguas de Beneficio
- PMA_MS_01_03 Programa de Manejo de Agua Lluvia
- PMA_MS_01_04 Programa Manejo de Cuerpos de Agua
- PMA_MS_01_05 Programa del Manejo Agua de Captación
- PMA_MS_02 Programa Manejo del Recurso Aire
- PMA_MS_03 Programa de Manejo de Residuos Sólidos
- PMB_MS_01 Programa Manejo de Fauna
- PMS_MS_02 Programa de Educación Ambiental

Las actividades enunciadas en cada uno de estos programas, fueron objeto de apoyo dentro del desarrollo de la práctica bajo la supervisión del encargado de la misma.

4.3. FASE III. Herramientas de Seguimiento, Control y Mitigación de los Impactos Ambientales

A partir de lo evidenciado durante el desarrollo de la práctica y los conocimientos adquiridos tanto del campo como de la academia se formularon una serie de herramientas de seguimiento y control aplicables al PMA y su aplicación dentro de las operaciones de la mina para la gestión adecuada de los impactos ambientales.

Estas herramientas fueron consideradas dentro de lo estipulado por el PMA, puesto que es a este plan al que se debe dar cumplimiento para que se viabilicen las actividades desarrolladas por la empresa. Además, las herramientas se enfocaron en indicadores y formatos; por ser las más cercanas a las metodologías de trabajo de MINA SARCO S.A.S.

5. RESULTADOS

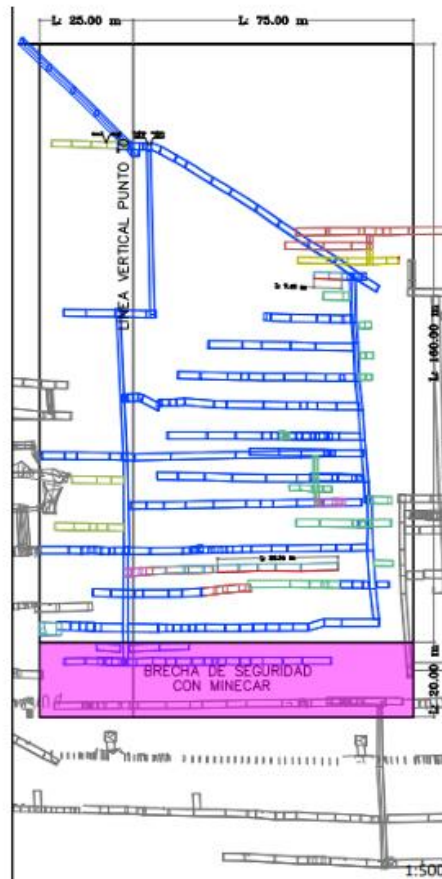
A partir de la práctica desarrollada se obtuvieron resultados por cada una de las fases propuestas como se evidencia a continuación:

5.1. FASE I. Impactos Ambientales Identificados

5.1.1. Actividades Susceptibles a Generar Impacto Ambiental

El subcontrato de minería desarrollado por MINA SARCO S.A.S se encuentra actualmente en operaciones de explotación y beneficio del material objeto de intervención; el método de explotación usado es el subterráneo y se cuentan con planos de labores de desarrollo, como se evidencia en la Figura 2:

Figura 2. Mapa de labores actuales desarrolladas en el proyecto



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

Las labores de desarrollo con aquellas por medio de las cuales es posible conectar el depósito donde se encuentra el material con la superficie y trasladar el mismo para su posterior beneficio. Esta se divide en niveles de explotación, vías de transporte del material, equipos, personal, y demás requerimientos. Adicionalmente, se adecuan los espacios para el inicio de las labores de preparación.

En la Figura 3, se evidencia la bocamina, o zona de ingreso a la mina. Esta se caracteriza por permitir el inicio tanto de la maquinaria como de los insumos y el personal, además, por este medio de rieles se transporta el material explotado hacia la superficie:

Figura 3. Zona de la bocamina



Fuente: Autor

Las coordenadas de la bocamina en Origen Nacional se denominan en la Tabla 3:

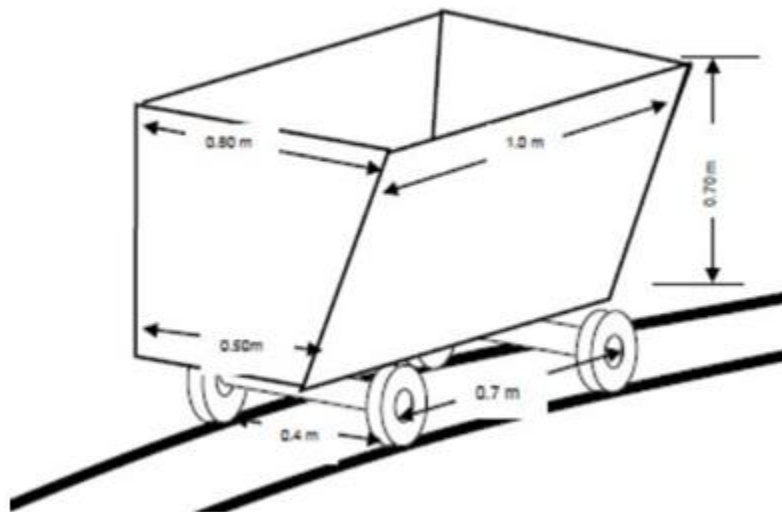
Tabla 3.

Coordenadas asociadas a la bocamina

COORDENADAS ORIGEN NACIONAL – CTM12			
TÚNEL	NORTE	ESTE	COTA
1	2427603,59	4851511,20	1050

El transporte del material a la superficie luego de condicionada la entrada de la mina se realiza por medio de vagones o vagonetas que transitan en rieles de madera fortificados con ángulos de metal. Estas vagonetas cuentan con un sistema lateral de descarga de material con capacidad de $0,7 m^3$ y pueden ser movidas manualmente o por acción de equipos mecánicos; la vía tiene ancho de 40 cm y las dimensiones de la vagoneta se pueden evidenciar en la Figura 4 y Tabla 4:

Figura 4. Modelo de la vagoneta usada para transporte de material



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

Tabla 4.

Dimensiones de la vagoneta usada para transporte de material

Vagoneta	Ancho		Largo (m)	Alto (m)	Volumen	Peso de carga
	Dimensión (m)	Promedio				

1	0,8	0,65	1	0,7	0,46	1 Ton
---	-----	------	---	-----	------	-------

Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

Una vez que se realiza el llenado de la vagoneta se transporta hacia la superficie en el sistema mencionado como se evidencia en la Figura 5:

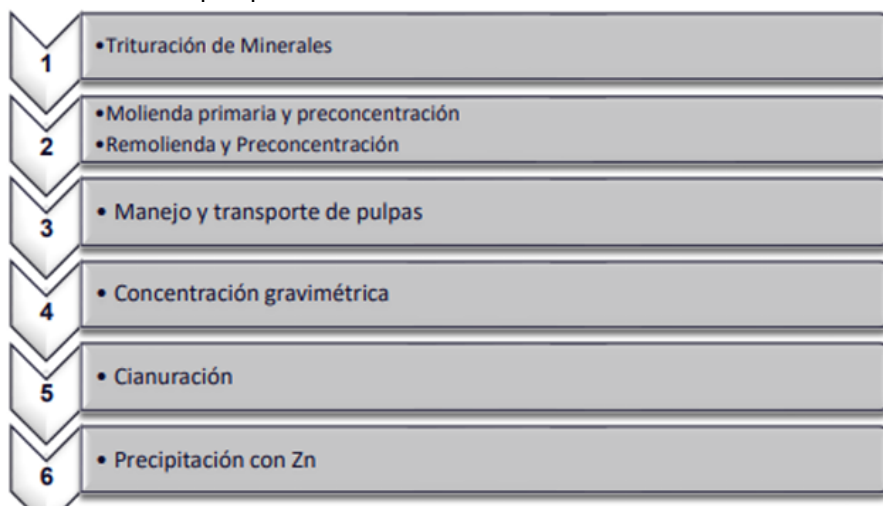
Figura 5. Vagoneta perteneciente a MINA SARCO S.A.S



Fuente: Autor

Finalmente, las operaciones culminan con el beneficio del material mineral. Este proceso inicia con el depósito del mineral en las tolvas de gruesos de la mina donde es sometido a una cadena de seis procesos que permiten la obtención del mineral aurífero para su comercialización. Estas etapas se han denominado por MINA SARCO S.A.S como:

Gráfica 2. Etapas para el beneficio del mineral en MINA SARCO S.A.S



Fuente: Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

La descripción de cada una de las actividades se describe como se evidencia en la

Tabla 5.

Descripción de las actividades de beneficio del mineral

Actividad	Descripción
Trituración	En este proceso se busca la disminución del tamaño de los minerales por medio de la trituradora de mandíbula y una pulverizadora de martillo. Este es un procesos que genera grandes cantidades de material particulado por lo cual fue sujeto de aplicación de una de una medida de manejo asociada a la contaminación atmosférica la cual consistió en el riego con agua por aspersion para el control de las partículas y además la puesta de una capa protectora para la disminución de los flujos de aire dentro del proceso.
Molienda y Pre-Concentración	Este proceso funciona en circuito cerrado y se compone de dos molinos de bolas, uno de ellos que es un molino paridor y el segundo un molino remolador. Este proceso tiene la finalidad de que el oro sea liberado eficientemente y se pueda pre-concentrar en las mesas gravimétricas tipo Wilfley. Para la pre-concentración se hace uso de las diferencias de peso específico de las partículas presentes por medio de fuerzas de gravedad, fricción e hidráulicas, de modo que la ganga y el metal se separan en

	<p>corrientes verticales u horizontales y por ende se puedan obtener concentrados de gran calidad sin la aplicación de reactivos químicos.</p>
Molienda primaria y Pre-Concentración	<p>Corresponde a un proceso unitario e el que la salida del molino alimenta un Jig y este concentrado pasa a su vez a la mesa concentradora de Wilfley. Además, el material se traslada al patio de concentrado donde el oro se libera a mayor grado y finalmente se concentra.</p>
Remolienda y Pre-Concentración	<p>Los concentrados de las mesas Wilfley son remolidos en un circuito cerrado de molinos con un hidrociclón, que pasan por un circuito de concentración compuesto por una mesa Wilfley y una mesa Gemini. Las colas de la mesa Wilfley retornan al hidrociclón para que los gruesos vuelvan a ser remolidos, mientras los finos del ciclón pasan a la cianuración.</p>
Cianuración y Precipitación	<p>La cianuración de oro y plata ocurre debido a la acción del radical cianógeno propiciador de la acción selectiva de este sobre el resto de los metales presentes.</p> <p>Los operarios de cianuración, han sido documentados e instruidos en el proceso, y bajo las normas de Seguridad y Salud en el Trabajo están capacitados para realizar las titulaciones de cal y cianuro correspondientes en cada etapa del proceso, así mismo, como la manipulación de los químicos.</p> <p>La precipitación con Zinc depende principalmente de que el oro y la plata son más nobles que el Zinc, lo que supone que son más apropiados para reducirse a sus estados nativos (Au^0 y Ag^0) a partir de la solución de cianuro.</p>

5.1.2. Identificación de los Impactos Ambientales del proyecto

A partir de las actividades descritas anteriormente y por medio del EIA formulado para la obtención de la licencia ambiental se lograron identificar como principales impactos ambientales desagregados por componentes, según se evidencia en la Tabla 6:

Tabla 6. Impactos ambientales identificados en el área de influencia

Medio	Componente	Impacto Ambiental
Biótico	Flora	Pérdida de la cobertura vegetal
		Pérdida de la biodiversidad
		Afectación de las cadenas tróficas
	Fauna	Desplazamiento de especies de fauna
		Ahuyentamiento de especies de fauna
		Afectación de las cadenas tróficas
Abiótico	Atmósfera	Aumento de las concentraciones de material particulado
		Aumento de la contaminación atmosférica por GEI
		Incremento del polvo
		Alteración de los niveles de presión sonora
		Generación de olores ofensivos
	Agua*	Pérdida de la calidad del agua
		Incremento de la concentración de sustancias químicas
		Alteración de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua
		Disminución de la disponibilidad de agua superficial
		Desbordamiento de infraestructura propia del proyecto
		Alteración de la dinámica fluvial de los cuerpos hídricos
		Disminución del nivel freático
	Suelo	Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo
		Cambio en la estructura del suelo
		Incremento de procesos erosivos
Aumento de la concentración de sustancias adversas		
Pérdida de los horizontes del suelo		
Paisaje	Alteración de la geoforma del terreno	
	Cambio en la estructura del paisaje	
	Cambio en la estética del paisaje	
Socioeconómico	Económico	Modificación de las actividades económicas de la zona
		Cambio en la dinámica del empleo
		Cambio en las actividades productivas del sector primario

	Cambio en los niveles de ocupación
	Generación de conflictos sociales
Social	Cambio en el acceso al recurso natural
	Aumento de expectativas en la población
	Cambio en la conservación del recurso natural
	Cambio en las variables demográficas
Demográfico	Cambio en la ocupación del territorio
	Incremento de la población flotante

* Impactos identificados y asociados al recurso hídrico

En cuanto a la calidad del recurso hídrico, por medio de la aplicación de medidas de manejo propuestas en el PMA se hace la gestión adecuada de los vertimientos de agua residual tanto industrial como doméstica, teniendo en cuenta los parámetros *in situ* identificados a continuación:

Figura 6. Resultado de los parámetros evaluados para las AR domésticas

GESTIÓN COMERCIAL										
FORMATO REPORTE DE RESULTADOS										
					Código: GC-FO-02 Versión: 04 Fecha: 2022-10-18 1 de 2					
INFORMACIÓN GENERAL										
CÓDIGO DEL REPORTE: HC-22-049-8										
Cliente:	MINA SARCO S.A.S.				NIT ó ID:	900.723.350-0				
Contacto:	Jaime Bustamante				Dirección:	Carrera 13 N° 4 - 47				
Teléfono:	314 334 9814				Ciudad:	Santa Rosa sur, Bolívar				
E-mail:	facturacionminasarcosas@gmail.com				Fecha del reporte:	2023-12-15				
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA										
Lugar de muestreo:	MINA SARCO				Sitio Servicio:	Santa Rosa sur, Bolívar				
Punto de muestreo:	ENTRADA TANQUE SÉPTICO				Muestreo por:	HIDROINGENIERÍA CONSULTORES				
Coordenadas:	N 07° 52' 00,4" E 74° 20' 52,4" A 1046 (msnm)				Procedimiento:	GT-PR-01				
Fecha de muestreo:	2023-11-02				Matriz:	Agua residual no doméstica - ARnD				
Fecha de recepción:	2023-11-04				Tipo de muestreo:	Puntual		Plan de muestreo:		PM-23-44
INFORMACIÓN TÉCNICA										
RESULTADOS DE CAMPO										
Alicuota	Hora	T° Ambiente	*T° muestra	*pH	*S. Sedimentables	*Oxígeno D.	*Conductividad	*Caudal		
N°	(24:00)	°C	°C	Unid. de pH	mL/L	mg/L	µs/cm	L/s		
1	15:40	27,0	23,8	7,39	0,2	-	980	-		
RESULTADOS DE LABORATORIO										
FECHA DE ANÁLISIS	PARAMETRO	MÉTODO	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	RESULTADO	UNIDADES					
2023-11-24	**Cloruro:	SM 4500-Cl- D	3,0	31	mg Cl/L					
2023-04-20	Demanda bioquímica Oxígeno (DBO5) (S)	SM 5210 B	10,0	96	Mg O2/L					
2023-11-08	**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 C	30,0	133	mg/L O ₂					
2023-11-16	**Fósforo total	SM 4500 P, B, E	0,05	>1,30 (3,81)	mg P/L					
2023-11-21	**Grasas y aceites	SM 5520 B	7,0	14,7	mg/L					
2023-11-07	**Nitratos	Rodier J. 9a Edición 2011	0,226	<0,226	mg NO ₃ - N/L					
2023-11-07	** Fenoles totales	SM 5530 B, D	0.15	<0.15	mg/L					
2023-11-10	**Nitrógeno Total Kjeldahl	SM 4500 NH 3, B, C	5,0	32,8	mg/L					
2023-11-24	** calcio	SM 3500-Ca B	2.0	16.2	mg Ca/L					
2023-11-07	** magnesio	SM 3500-Mg B	2.0	152	mg Mg/L					
2023-11-07	** aluminio	EPA 3015 A SM 3120 B	0.010	0.21	mg Al/L					
2023-11-07	**Hidrocarburos totales	SM 5520 C, F	0.50	<0.50	mg/L					
2023-11-21	**cadmio	EPA 3015A SM 3120 B	0.002	0.001	mg Cd/L					
2023-11-10	** Zinc	EPA 3015 A SM 3120 B	0.002	0.163	mg Zn/L					
2023-11-21	**cobre	EPA 3015A R.1. SM 3120 B	0.005	0.24	mg Cu/L					
2023-11-07	**cromo	EPA 3015 A SM 3120 B	0.005	<0.005	mg Cr/L					
2023-11-07	**manganeso	EPA 3015 A SM 3120 B	0.001	0.054	mg Mn/L					
2023-11-07	**plata	EPA 3015 A SM 3120 B	<0.002	<0.002	mg Ag/L					
2023-11-07	**plomo	EPA 3015 A SM 3120 B	0.010	<0.010	mg Pb/L					
2023-11-24	**sodio	EPA 6010 D	0.1	16.4	mg Na/L					
2023-11-07	Relación de absorción de sodio (RAS) (S)	CÁLCULO	N.A.	1.76	meq/L					
2023-11-07	** Coliformes totales (S)	SM 9221 B	1	25000	NMP/100 mL					
2023-11-08	**Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	5,0	8	mg/L					
2023-11-08	**Surfactantes Aniónicos (SAAM)	SM 5540 C	0,10	4,7	mg SAAM/L					
2023-11-30	***Nitrógeno Total	Cálculo	-	33,0	mg N/L					

NIT: 901.079.082-2 + Calle 60 N° 17C - 06, Piso 2, Bucaramanga - Santander + 316 765 9793 - (7) 686 2014 + reportes@hidroingenieriasas.com

Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023


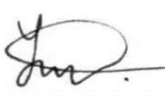

Figura 7. Resultado de los parámetros evaluados para las AR no domésticas

HIDROINGENIERÍA CONSULTORES S.A.S SECCIÓN Y SOLUCIONES AMBIENTALES		GESTIÓN COMERCIAL		Codigo: GC-FO-02 Versión: 04 Fecha: 2022-10-18 1 de 3				
FORMATO REPORTE DE RESULTADOS								
INFORMACIÓN GENERAL								
CÓDIGO DEL REPORTE: HC-22-049-2								
Cliente:	MINA SARCO S.A.S.	NIT ó ID:	900.723.350-0					
Contacto:	Jaime Bustamante	Dirección:	Carrera 13 N° 4 - 47					
Teléfono:	314 334 9814	Ciudad:	Santa Rosa sur, Bolívar					
E-mail:	facturacionminasarcosas@gmail.com	Fecha del reporte:	2023-11-30					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA								
Lugar de muestreo:	MINA SARCO	Sitio Servicio:	Santa Rosa sur, Bolívar					
Punto de muestreo:	SALIDA PTARnD	Muestreo por:	HIDROINGENIERÍA CONSULTORES					
Coordenadas:	N 7°52'2,80" E 74°20'49,99" A 1045 (msnm)	Procedimiento:	GT-PR-01					
Fecha de muestreo:	2023-11-02	Matriz:	Agua residual no doméstica - ARnD					
Fecha de recepción:	2023-11-04	Tipo de muestreo:	Compuesto	Plan de muestreo:	PM-23-44			
INFORMACIÓN TÉCNICA								
RESULTADOS DE CAMPO								
Alicuota	Hora	T° Ambiente	*T° muestra	*pH	*S. Sedimentables	*Oxígeno D.	*Conductividad	*Caudal
N°	(24:00)	°C	°C	Unid. de pH	mL/L	mg/L	µS/cm	L/s
1	7:00	24,6	26,6	9,02	<0,1	-	1868	2,292
2	8:00	24,9	27,1	8,44	<0,1	-	1320	2,438
3	9:00	25,8	26,4	8,02	0,2	-	1260	3,065
4	10:00	26,7	26,6	9,05	<0,1	-	1690	2,286
5	11:00	27,3	27,1	8,72	0,3	-	1400	2,718
6	12:00	28,0	27,0	9,06	0,2	-	1750	2,361
7	13:00	27,4	26,8	8,44	0,1	-	1120	2,457
8	14:00	26,6	26,9	8,30	<0,1	-	2050	2,714
9	15:00	25,0	26,2	8,02	<0,1	-	1105	2,785
10	16:00	24,2	27,1	9,05	0,2	-	1700	2,738
11	17:00	23,4	27,0	8,72	0,1	-	1680	2,320
12	18:00	23,4	26,9	8,95	0,2	-	1570	2,019
13	19:00	23,2	25,4	9,04	<0,1	-	1585	2,019
Promedio		25,4	26,7	8,68	0,10	-	1546	2,478
Valor máximo		28,0	27,1	9,06	0,30	-	2050	3,065
Valor mínimo		23,2	25,4	8,02	<0,1	-	1105	2,019
RESULTADOS DE LABORATORIO								
FECHA DE ANÁLISIS	PARAMETRO	MÉTODO	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	RESULTADO	UNIDADES			
2023-11-08	**Acidez Total	SM 2310 B	10	<10,0	mg CaCO ₃ /L			
2023-11-08	**Alcalinidad Total	SM 2320 B	5,0	176	mg CaCO ₃ /L			
2023-11-16	**Arsénico total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	0,9	mg As/L			
2023-11-16	**Cadmio total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,002	0,04	mg Cd/L			
2023-11-21	**Cianuro Total	SM 4500-CN B, C, F	0,1	<0,1	mg CN/L			
2023-11-24	**Cloruros	SM 4500-Cl- D	3,0	62,9	mg Cl/L			
2023-11-16	**Cobre total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,002	0,9	mg Cu/L			

ELABORADO POR:
Docencia


REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

HIDROINGENIERÍA CONSULTORES S.A.S GESTIÓN Y SOLUCIONES AMBIENTALES		GESTIÓN COMERCIAL		Codigo: GC-FO-02 Versión: 04 Fecha: 2022-10-18 2 de 3	
FORMATO REPORTE DE RESULTADOS					
2023-11-07	**Color Real 436 nm		0,03	0,60	m ⁻¹
	**Color Real 525 nm	ISO 7887-2011	0,02	0,24	m ⁻¹
	**Color Real 620 nm		0,01	0,18	m ⁻¹
2023-11-16	**Cromo total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,002	0,003	mg Cr/L
2023-11-04	**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	SM 5210 B, SM 4500-O H	1,1	11,7	mg/L O ₂
2023-11-08	**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 C	30,0	137	mg/L O ₂
2023-11-07	**Dureza Cálctica	SM 3500-Ca B	5,0	77,6	mg CaCO ₃ /L
2023-11-08	**Dureza Total	SM 2340 C	5,0	199	mg CaCO ₃ /L
2023-11-20	**Fenoles Totales	SM 5530 B, D	0,200	<0,200	mg Fenol/L
2023-11-07	**Fosforo reactivo Disuelto (Ortofosfatos)	SM 4500 P, B, E	0,05	0,119	mg PO ₄ /L
2023-11-29	**Fósforo total	SM 4500 P, B, E	0,05	0,127	mg P/L
2023-11-21	**Grasas y aceites	SM 5520 B	7,0	<7,0	mg/L
2023-11-08	**Hidrocarburos Totales (HTP)	SM 5520 F, C	0,5	<0,5	mg/L
2023-11-16	**Hierro total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	1,8	mg Fe/L
2023-11-17	**Mercurio total	SM 3112 B, 3120 B - 2017	0,0005	<0,0005	mg Hg/L
2023-11-16	**Niquel total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	0,044	mg Ni/L
2023-11-07	**Nitratos	Rodier J. 9a Edición 2011	0,226	0,455	mg NO ₃ - N/L
2023-11-07	**Nitritos	Rodier J. 9a Edición 2011	0,020	<0,020	mg NO ₂ - N/L
2023-11-10	**Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 NH ₃ B, C	1,60	12,6	mg NH ₃ -N/L
2023-11-10	**Nitrógeno Total Kjeldahl	SM 4500 NH ₃ B, C	5,0	21,8	mg/L
2023-11-16	**Plata total	SM 3030 F, SM 3120 B - 2017	0,003	0,141	mg Ag/L
2023-11-16	**Plomo total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	0,035	mg Pb/L
2023-11-08	**Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D	5,0	11	mg/L
2023-11-08	**Surfactantes Aniónicos (SAAM)	SM 5540 C	0,1	8,7	mg SAAM/L
2023-11-16	**Sulfatos	SM 4500 SO ₄ 2 E	1,0	790	mg SO ₄ /L
2023-11-08	**Sulfuros	SM 4500 S ₂ C, F	1,0	0,89	mg S ²⁻ /L
2023-11-16	**Zinc total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	4,8	mg Zn/L
2023-11-30	***Nitrógeno Total	Cálculo	-	2,3	mg N/L
OBSERVACIONES					
Referencia: (SM) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater AWWA, WEF, APHA 23th.					
* Monitoreo y Análisis acreditado por el IDEAM según resolución 0321 del 10 de marzo de 2023, bajo los lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 - version 2017 **Análisis acreditado subcontratado ***Análisis NO acreditado					
NOTA: El reporte de resultados es válido únicamente para la muestra analizada. Cualquier reproducción parcial o total requiere previa autorización de HIDROINGENIERÍA CONSULTORES S.A.S.					
INFORMACIÓN ANÁLISIS ACREDITADOS					
Los análisis de Plata total, Arsénico total, Cadmio total, Cromo total, Cobre total, Hierro total, Mercurio total, Niquel total, Plomo total, Zinc total, Acidez, Alcalinidad, Cloruros, Color real (436nm, 525nm, 620nm), DQO, Fenoles totales, Fósforo total, Grasas y aceites, Nitrógeno amoniacal, Nitratos, Nitritos y Fósforo reactivo disuelto (leído como Ortofosfato), fueron realizados por el laboratorio TIP CISLAB de la ciudad de Bucaramanga, el cual se evidencia en el reporte anexo N° I-AMB-20231110-2535; El análisis de DBO fue realizado por el laboratorio QUIMIPROYECTOS SAS de la ciudad de Bucaramanga, el cual se evidencia en el reporte anexo N° 599/23; Los análisis de Cianuro total, Dureza calcica, Fureza total, Nitrógeno total Kjeldahl, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Sulfuros, Surfactantes Aniónicos e Hidrocarburos totales, fueron realizados por el laboratorio HIDROLAB de la ciudad de Bogotá, los cuales se evidencian en el reporte anexo N° 490602/2023.0.					
FIRMAS					
 Elaboró: DIEGO ALEJANDRO BARRETO G. Director Operativo Ing. Ambiental - 151021-0614124 STD		 Revisó YEFERSON DAVID LÓPEZ O. Coordinador Técnico Tecnólogo Químico - TQ-1208		 Aprobó: LUIS CARLOS VELASCO R. Director de Laboratorio Ing. Ambiental - 091021-0614951 CND	

Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)


Figura 8. Resultado de los parámetros evaluados para las AR provenientes de los relaves

 GESTIÓN COMERCIAL Codigo: GC-FO-02 Versión: 04 Fecha: 2022-10-18 1 de 2									
FORMATO REPORTE DE RESULTADOS									
INFORMACIÓN GENERAL									
CÓDIGO DEL REPORTE: HC-22-049-4									
Cliente:	MINA SARCO S.A.S.			NIT ó ID:	900.723.350-0				
Contacto:	Jaime Bustamante			Dirección:	Carrera 13 N° 4 - 47				
Teléfono:	314 334 9814			Ciudad:	Santa Rosa sur, Bolívar				
E-mail:	facturacionminasarcosas@gmail.com			Fecha del reporte:	2023-11-30				
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA									
Lugar de muestreo:	MINA SARCO			Sitio Servicio:	Santa Rosa sur, Bolívar				
Punto de muestreo:	RELAVES			Muestreo por:	HIDROINGENIERÍA CONSULTORES				
Coordenadas:	N 07° 52' 02,3" E 74° 20' 53" A 1061 (msnm)			Procedimiento:	GT-PR-01				
Fecha de muestreo:	2023-11-02			Matriz:	Agua residual no doméstica - ARnD				
Fecha de recepción:	2023-11-04			Tipo de muestreo:	Puntual	Plan de muestreo:	PM-23-44		
INFORMACIÓN TÉCNICA									
RESULTADOS DE CAMPO									
Alicuota	Hora	T° Ambiente	*T° muestra	*pH	*S. Sedimentables	*Oxígeno D.	*Conductividad	*Caudal	
N°	(24:00)	°C	°C	Unid. de pH	mL/L	mg/L	µS/cm	L/s	
1	18:10	25,8	25,8	8,66	-	-	925	-	
RESULTADOS DE LABORATORIO									
FECHA DE ANÁLISIS	PARAMETRO	MÉTODO	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	RESULTADO	UNIDADES				
2023-11-08	**Acidez Total	SM 2310 B	10	<10,0	mg CaCO ₃ /L				
2023-11-08	**Alcalinidad Total	SM 2320 B	5,0	125	mg CaCO ₃ /L				
2023-11-16	**Arsénico total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	1,4	mg As/L				
2023-11-16	**Cadmio total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,002	0,037	mg Cd/L				
2023-11-21	**Cianuro Total	SM 4500-CN B, C, F	0,1	<0,1	mg CN/L				
2023-11-24	**Cloruros	SM 4500-Cl- D	3,0	146	mg Cl/L				
2023-11-16	**Cobre total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,002	6,4	mg Cu/L				
2023-11-07	**Color Real 436 nm		0,03	0,32	m ⁻¹				
	**Color Real 525 nm	ISO 7887-2011	0,02 ¹	0,18	m ⁻¹				
	**Color Real 620 nm		0,01	0,16	m ⁻¹				
2023-11-16	**Cromo total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,002	0,02	mg Cr/L				
2023-11-04 2023-11-09	**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	SM 5210 B; SM 4500-O H	1,1	18,7	mg/L O ₂				
2023-11-08	**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 C	30,0	90,7	mg/L O ₂				
2023-11-07	**Dureza Cálcica	SM 3500-Ca B	5,0	482	mg CaCO ₃ /L				
2023-11-08	**Dureza Total	SM 2340 C	5,0	1820	mg CaCO ₃ /L				
2023-11-20	**Fenoles Totales	SM 5530 B, D	0,200	<0,200	mg Fenol/L				
2023-11-07	**Fosforo reactivo Disuelto (Ortofosfatos)	SM 4500 P, B, E	0,05	0,079	mg PO ₄ /L				
2023-11-29	**Fósforo total	SM 4500 P, B, E	0,05	>1,30 (4,45)	mg P/L				
2023-11-21	**Grasas y aceites	SM 5520 B	7,0	<7,0	mg/L				
2023-11-08	**Hidrocarburos Totales (HTP)	SM 5520 F, C	0,5	<0,5	mg/L				
2023-11-16	**Hierro total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	20,8	mg Fe/L				
2023-11-17	**Mercurio total	SM 3112 B, 3120 B - 2017	0,0005	0,0014	mg Hg/L				

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

		GESTIÓN COMERCIAL		Codigo: GC-FO-02 Versión: 04 Fecha: 2022-10-18 2 de 2	
FORMATO REPORTE DE RESULTADOS					
2023-11-16	**Niquel total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	0,044	mg Ni/L
2023-11-07	**Nitratos	Rodier J. 9a Edición 2011	0,226	6,14	mg NO ₃ - NL
2023-11-07	**Nitritos	Rodier J. 9a Edición 2011	0,020	0,022	mg NO ₂ - NL
2023-11-10	**Nitrógeno Amoniacoal	SM 4500 NH3 B, C	1,60	6,1	mg NH ₃ -NL
2023-11-10	**Nitrógeno Total Kjeldahl	SM 4500 NH 3, B, C	5,0	15,8	mg/L
2023-11-16	**Plata total	SM 3030 F, SM 3120 B - 2017	0,003	0,209	mg Ag/L
2023-11-16	**Plomo total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	2,11	mg Pb/L
2023-11-08	**Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D	5,0	670	mg/L
2023-11-08	**Surfactantes Aniónicos (SAAM)	SM 5540 C	0,10	15,9	mg SAAM/L
2023-11-21	**Sulfatos	SM 4500 SO4 2 E	1,0	809	mg SO ₄ /L
2023-11-08	**Sulfuros	SM 4500 S ₂ C, F	1,0	<1,0	mg S ²⁻ /L
2023-11-16	**Zinc total	SM 3030 F, SM 3120 B	0,003	30,8	mg Zn/L
2023-11-30	***Nitrógeno Total	Cálculo	-	22,0	mg NL
OBSERVACIONES					
<p>Referencia: (SM) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater AWWA, WEF, APHA 23th.</p> <p>* Monitoreo y Análisis acreditado por el IDEAM según resolución 0321 del 10 de marzo de 2023, bajo los lineamientos de la norma NTC ISO/IEC 17025 - version 2017</p> <p>**Análisis acreditado subcontratado</p> <p>***Análisis NO acreditado</p> <p>NOTA: El reporte de resultados es válido unicamente para la muestra analizada. Cualquier reproducción parcial o total requiere previa autorización de HIDROINGENIERÍA CONSULTORES S.A.S.</p>					
INFORMACIÓN ANÁLISIS ACREDITADOS					
<p>Los análisis de Plata total, Arsénico total, Cadmio total, Cromo total, Cobre total, Hierro total, Mercurio total, Niquel total, Plomo total, Zinc total, Acidez, Alcalinidad, Cloruros, Color real (436nm, 525nm, 620nm), DQO, Fenoles totales, Fósforo total, Grasas y aceites, Nitrógeno amoniacoal, Nitratos, Nitritos y Fósforo reactivo disuelto (leído como Ortofosfato), fueron realizados por el laboratorio TIP C/SLAB de la ciudad de Bucaramanga, el cual se evidencia en el reporte anexo N° I-AMB-20231110-2535; El análisis de DBO fue realizado por el laboratorio QUIMIPROYECTOS SAS de la ciudad de Bucaramanga, el cual se evidencia en el reporte anexo N°599/23; Los análisis de Cianuro total, Dureza calcica, Fureza total, Nitrógeno total Kjeldahl, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos, Sulfuros, Surfactantes Aniónicos e Hidrocarburos totales, fu eron realizados por el laboratorio HIDROLAB de la ciudad de Bogotá, los cuales se evidencian en el reporte anexo N° 490605/2023.0.</p>					
FIRMAS					
 Elaboró: DIEGO ALEJANDRO BARRETO G. Director Operativo Ing. Ambiental - 151021-0614124 STD		 Revisó YEFERSON DAVID LÓPEZ O. Coordinador Técnico Tecnólogo Químico - TQ-1208 *****FIN DEL REPORTE*****		 Aprobó: LUIS CARLOS VELASCO R. Director de Laboratorio Ing. Ambiental - 091021-0614951 CND	

Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

Cada uno de los parámetros obtenidos en los monitoreos de vertimientos, son usados por la autoridad ambiental para hacer los comparativos pertinentes con respecto a la línea base establecida en el EIA y a su vez con los reportes inmediatamente anteriores, lo que refleja la calidad de los recursos ambientales a evaluar; de manera que, es posible para dichas entidades establecer si MINA

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

SARCO S.A.S cumple con la gestión adecuada y la implementación de las tecnologías ambientales y técnicas necesarias para prevenir y/o mitigar que aspectos ambientales como los vertimientos de aguas residuales tanto domésticas como no domésticas generen el deterioro del ambiente y los ecosistemas pertenecientes al área de influencia.

No obstante, esto no se remite únicamente a la generación de vertimientos en los cuerpos hídricos, puesto que, si bien se cuenta con un permiso de vertimientos vigente, la operación minera supone otros aspectos e impactos ambientales relacionados con la contaminación atmosférica, los residuos sólidos y las afectaciones socioeconómicas dentro del área de influencia.

En este contexto, el apoyo a la gestión del PMA dentro de MINA SARCO S.A.S, sumó a la gestión de las aguas residuales, la gestión de los residuos sólidos, el manejo de las aguas de captación, el manejo de las aguas lluvias, el manejo de aspectos impactantes dentro el recurso aire, el manejo de la señalización ambiental y la seguridad industrial y el manejo de la fauna. Además, en el contexto social, se realizó apoyo a los programas de información y las estrategias de educación ambiental; lo anterior en concordancia con el supervisor de la práctica y en trabajo mancomunado con los demás profesionales adscritos a la mina.

5.2. FASE II. Estrategias de Mitigación de Impactos Identificados

5.2.1. PMA_MS_01_01 Programa de Manejo de Aguas Domésticas

Con la finalidad de mitigar y/o disminuir los impactos ambientales de los vertimientos de la mina bajo la titularidad de MINA SARCO S.A.S sobre los acuíferos; se estipuló el programa de manejo de las aguas residuales domésticas. Cabe mencionar que el agua residual suele presentar altas concentraciones de grasas tanto animales como vegetales y aceites; sustancias que son problemáticas para los sistemas de tratamiento de aguas residuales, de modo que, para la adecuada función de la misma, se desarrolló un sistema de trampa de grasas para que se remuevan las mismas antes de llegar al sistema séptico y así disminuir la carga contaminante el recurso hídrico.

Actualmente, MINA SARCO S.A.S cuenta con un permiso vigente de vertimientos al suelo, de modo que una vez el agua es sometida a los sistemas de tratamiento para la remoción de contaminantes puede ser vertida al suelo para su posterior infiltración.

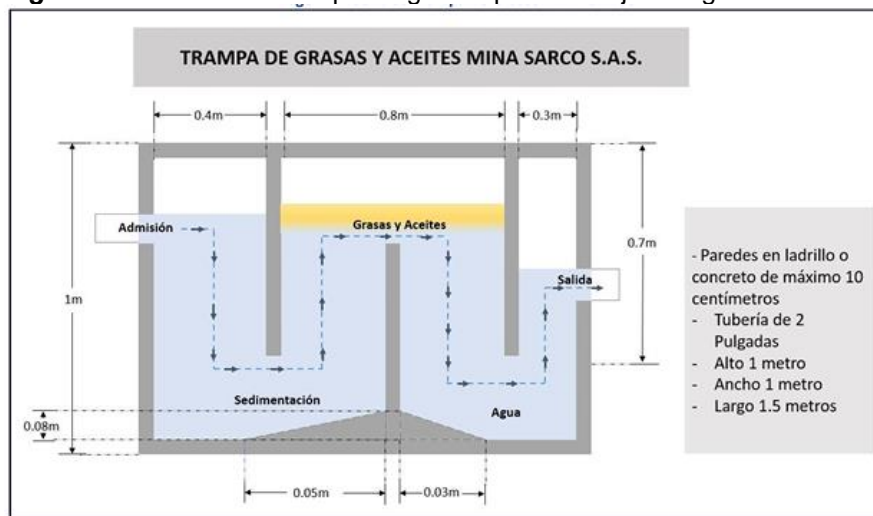
La primera estrategia implementada para esta ficha de manejo ambiental consistió en la visita y acompañamiento del diseño, construcción y operación de la trampa de grasas como herramienta para la disminución de la carga contaminante que generó por la operación de la mina objeto de estudio, dentro de las actividades tenidas en cuenta para esta estrategia se destacaron:

5.2.1.1 Diseño, construcción y puesta en marcha de la trampa de grasas:

Este sistema contó con una ubicación estratégica previo a la tubería de descarga que conecta a la tubería con el tanque séptico y después del sistema de limpieza de alimentos y utensilios empleados para la preparación de alimentos, así mismo se tuvo en cuenta que este sistema debió ser accesible para su limpieza.

Asimismo, se tuvo en cuenta que fuera un sistema que contara con cuatro subsistemas denominados como sistema de admisión (Consta de una tubería, proveniente del sistema de desalojo del fregadero, lavabos y lavaplatos), sistema de sedimentación (Consiste en un lugar geométrico dentro de la trampa, donde los residuos de alimentos son depositados mediante una sedimentación, a lo largo de su trayectoria), sistema de separación (serie de placas o tuberías donde los residuos (grasas, aceites y residuos de alimentos) van quedando atrapados a lo largo de la trampa para detener su paso hacia el sistema de escape) y el sistema de escape (Consta de una tubería, la cual desaloja los líquidos hacia el sistema de aguas residuales y alcantarillado). Dicho diseño se evidencia en la Figura 9:

Figura 9. Diseño de la trampa de grasas para manejo de aguas residuales



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

La visita al punto de construcción de la trampa de grasas en la zona estipulada se evidencia en la Figura 10:

Figura 10. Construcción de la trampa de grasas



Fuente: Autor

5.2.1.2 Instalación del Sistema Séptico integral

Adicionalmente a la estructura mencionada, se contempló como segunda estrategia, el cálculo de caudal para la instalación de un sistema séptico puntual por medio del cual, se diera cumplimiento a la obligación asociada al manejo de aguas domésticas. Teniendo el cálculo de capacidad que requiere MINA SARCO S.A.S. para manejar las aguas domésticas, se inició el acompañamiento a los procesos de compra con el proveedor para su posterior instalación, como se evidencia a continuación:

Figura 11. Instalación del sistema séptico integral



Fuente: Autor

Finalmente, como última estrategia de seguimiento y control para el manejo adecuado de las aguas domésticas, en el mes de noviembre se realizaron los análisis fisicoquímicos de las aguas residuales en cuestión, donde, se reflejó la calidad del agua tanto antes de ingresar a la trampa de grasas como a la salida de este sistema. Dichos análisis se evidenciaron en la fase anterior (ver Anexo 2.)

5.2.2. PMA_MS_01_02 Programa de Manejo de Aguas de Beneficio

Este programa se encuentra asociado a las actividades operacionales de la mina, más específicamente en la zona de generación de relaves. Para el manejo de los impactos desagregados de esto, se implementó como estrategia dentro de la ficha de manejo, el diseño de una instalación de almacenamiento de relaves o poza de lodos. Seguido a esto, las aguas provenientes de los relaves y aguas de la planta de beneficio de MINA SARCO S.A.S. fueron tratadas en una planta de tratamiento

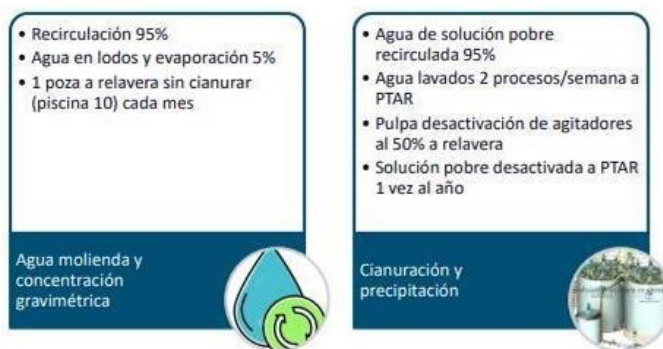
de aguas residuales no domésticas con la finalidad de eliminar los contaminantes presentes de estas aguas (ver Anexo 3).

Por otro lado, como segunda estrategia se contempló la aplicación del PUEAA dentro de la realización de la recirculación de agua del proceso:

5.2.2.1 Recirculación de Agua en el proceso de Beneficio del Material

A partir del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) de MINA SARCO S.A.S. se contó con un esquema de gestión del agua en la planta de beneficio de la mina, que se detalla en la **Figura 12**:

Figura 12. gestión de agua en la planta de beneficio de MINA SARCO S.A.S.



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

En el acompañamiento para la definición del sistema de recirculación de agua se logró establecer lo evidenciado en la Figura 13:

Figura 13. Agua Recirculada en el proceso de beneficio



Fuente: Autor

El objetivo de la recirculación del agua es disminuir la captación del recurso hídrico para el abastecimiento en el proceso y recircular el agua dentro del proceso de beneficio. El cronograma de la realización de dicha actividad se evidencia en el Anexo 1.

Como segunda estrategia se contempló el manejo puntual de los relaves como se evidencia a continuación:

5.2.2.2 Manejo y disposición de Relaves

MINA SARCO S.A.S cuenta con un área destinada para el depósito de relaves. Esta relavera cuenta con una geomembrana HDPE que evita posibles filtraciones de lixiviados al suelo. Cuenta con un área superficial de $1099,57 \text{ m}^2$ y un volumen de almacenamiento aproximado de 5125.8 m^3 .

Debido al incremento en la generación de relaves, se optó como medida de manejo y/o estrategia de implementación del plan de manejo, la ampliación de esta zona de disposición con el fin de salvaguardar los lodos. Por esta razón, se realizaron obras de ampliación de la relavera realizando cortes en el terreno para ampliar su área de depósito, justificado técnicamente con estudios geotécnicos y estructurales del área, teniendo en cuenta la delimitación del polígono de subcontrato de formalización.

Figura 14. Área de ampliación de la relavera



Fuente: Autor

Adicionalmente, el acondicionamiento con el material idóneo fue de vital importancia para el depósito de los relaves puesto que estos cuentan con un porcentaje de humedad que de no ser atendido puede causar impactos ambientales en el terreno, además a los relaves secos se debió hacer el sellado respectivo para evitar que se disipe. Tal como se evidencia en la Figura 15:

Figura 15. Adecuación del patio de acopio y cubierta de relaves secos



Fuente: Autor

Finalmente, para esta zona se realizó el monitoreo final de los niveles de cianuro en las aguas en los relaves y en la salida de agua de la PTARnDs para verificar que la desactivación de esta sustancia haya sido satisfactoria (ver Anexo 2). Los indicadores diseñados aplicables a la realización de estas estrategias se pueden evidenciar en la FASE III.

5.2.3. PMA_MS_01_03 Programa de Manejo de Agua Lluvia

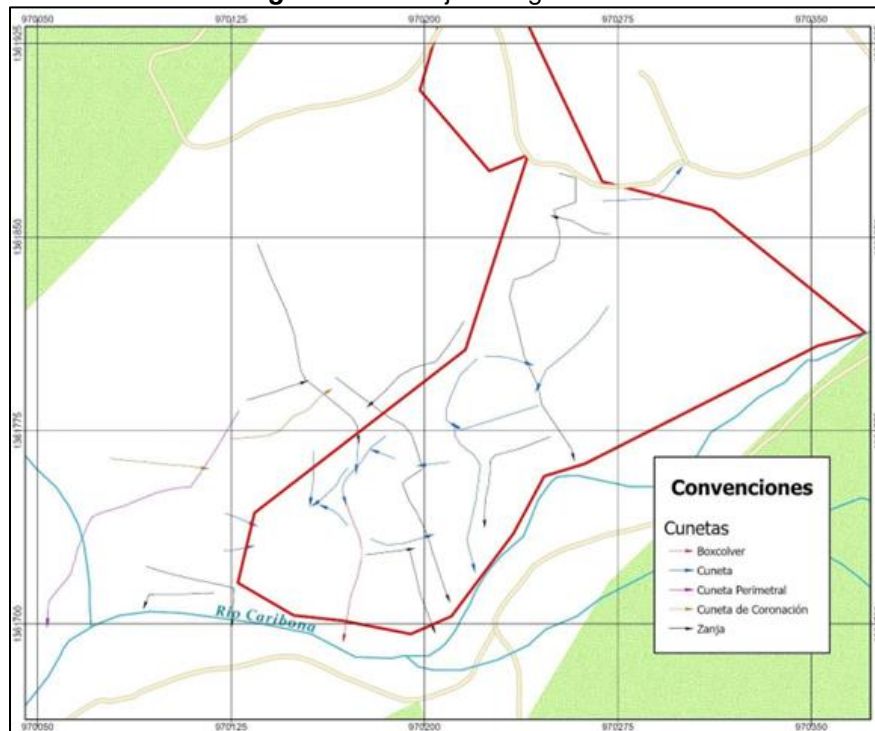
Dentro de la ficha para el manejo del agua lluvia, en especial de las aguas de escorrentía, en las inmediaciones del área del proyecto con el fin de evitar desbordes de las piscinas de almacenamientos, poza de lodos e infraestructura en general, se construyeron cunetas perimetrales como medida de prevención a posibles procesos erosivos y daños a la infraestructura de MINA SARCO S.A.S. Las cunetas perimetrales se diseñaron y construyeron debido a las características del área y su necesidad.

La primera estrategia tenida en cuenta para el manejo adecuado del agua lluvia dentro el programa con este mismo nombre se denotaron como:

5.2.3.1 Identificación del área

Debido a los nuevos proyectos desarrollados como lo son; Ampliación del depósito de relaves y Patio de Acopio, se identificó que el paso del agua en estos proyectos podría obstruir el proceso que se lleva a cabo. De la misma manera también se identificaron áreas donde se instaló canaletas en techos para su conducción hacia una zanja o cuneta. MINA SARCO contaba en el período anterior de informe, con 13 estructuras de manejo de agua de escorrentía, tales como zanjas, cunetas y canaletas para techos. En la actualidad, se contaba con 31 estructuras para el manejo de estas aguas, tal como se evidencia en la Figura 16:

Figura 16. Manejo de Agua Lluvia



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

Como medida de manejo del agua lluvia y esorrentía se estableció el área circundante al depósito de relaves debido a que la cuneta que estaba presente no soportaba el caudal de agua que había en épocas de lluvia y la ejecución del proyecto del patio de acopio estaría en inmediaciones de esta área, por ende, se determinó que estas aguas fueran canalizadas. Tal como se evidencia en la Figura 17:

Figura 17. Cunetas y zanjas en talud de área priorizada



Fuente: Autor

5.2.3.2 Apoyo en la identificación del mantenimiento e inspección a Cunetas

Teniendo en cuenta las fuertes lluvias y el arrastre de material que conlleva esto, como segunda estrategia para el cumplimiento del adecuado manejo de las aguas lluvias, se realizaron jornadas de limpieza de cunetas, esto con el fin de continuar la conducción de las aguas de escorrentía hacia el Río Caribona (ver Figura 18).

Figura 18. Limpieza de Cunetas



Fuente: Autor

5.2.3.3 Apoyo en actividades de revegetalización

El contacto directo del agua lluvia hacia el suelo pudo provocar procesos erosivos en el área, es por esto que se buscó revegetalizar los suelos que se encuentran expuestos directos a los agentes erosivos tales como aire y agua; esto con el fin de minimizar el impacto que este genera (ver Anexo 4). La estrategia implementada para la realización de los procesos de revegetalización se complementó con el programa de manejo PMS_MS_02 Programa de educación ambiental; por medio de charlas e instructivos al personal encargado de la obra.

Figura 19. Proceso de revegetalización del talud



Fuente: Autor

5.2.4. PMA_MS_01_04 Programa Manejo de Cuerpos de Agua

Para un manejo adecuado de los vertimientos líquidos provenientes de agua de bocamina que produjo el proyecto en su etapa de operación, se diseñaron medidas de tratamiento e implementaron en el lugar proveniente del vertimiento, para el cuidado de las fuentes hídricas. Además, del uso racional del agua en el desarrollo de todas las actividades y la sensibilización constante a los trabajadores sobre la protección del Río Caribona.

Dentro de las estrategias tenidas en cuenta para el cumplimiento de las medidas se tuvo:

5.2.4.1 Identificación del área y su infraestructura

Mina Sarco S.A.S., tiene un área de 2,1 hectáreas donde se distribuye toda la infraestructura, actividades y procesos para la extracción de oro. Sin embargo, para el desarrollo de sus actividades se han modificado e incorporado nuevas instalaciones, estas se encuentran por fuera del área de la ronda hídrica del Río Caribona.

La nueva infraestructura es:

- Taller de Soldadura
- Vivero
- Almacén de combustible

Cabe mencionar que la nueva infraestructura de MINA SARCO se encontró por fuera del buffer de 30m de la ronda hídrica, garantizando con esta estrategia el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto.

Por otra parte, MINA SARCO S.A.S. en aras de promover el uso eficiente del agua, contempló el lavado de vehículos en las instalaciones propias de la empresa, evitando de esta manera el transporte de los vehículos hasta Santa Rosa, debido a que el paso de la trocha hasta el municipio es de difícil acceso provocando que los carros se ensucien y sufran de posibles daños. Es por esto por lo que MINA SARCO S.A.S. diseñó un espacio en sus instalaciones para el lavado de carros, el cual tiene un espacio para salvaguardar el agua proveniente del lavado, funciona como una trampa de grasa, donde se sedimentan los lodos y grasas presentes en el lavado, para después llevar estas aguas a la PTARnDs (ver Figura 20)

Figura 20. Construcción de la zona de lavadero



Fuente: Autor

5.2.4.2 Campañas de Educación Ambiental

Como estrategia para el manejo eficiente de los cuerpos de agua, se incluyeron actividades dirigidas a la enseñanza del cuidado y respeto por la naturaleza así mismo con los beneficios que esto trae, yendo de la mano con programa de manejo PMS_MS_02 Programa de educación ambiental, es por esto que apoyó la implementación de capacitaciones en temas ambientales tanto para el personal de la empresa, como a la comunidad aledaña al proyecto, esto con el fin de incluir a la población del corregimiento del Alto Caribona en la protección del medio ambiente y en este caso, del recurso hídrico; tal como se evidencia en la Figura 21 y Figura 22.

Figura 21. Capacitación Conservación del Recurso Hídrico en Mina Sarco S.A.S.



Fuente: Autor

Figura 22. Capacitación Conservación del Recurso Hídrico en Mina Sarco S.A.S.

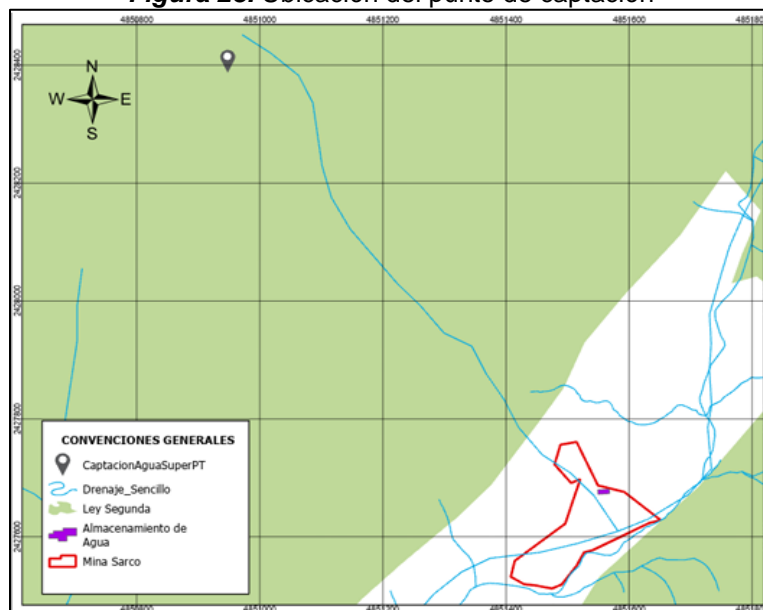


Fuente: Autor

5.2.5. PMA_MS_01_05 Programa del Manejo Agua de Captación

Para el transporte del agua del punto de captación ubicado en las coordenadas N7°52'28.91 W74°21'9.30", se tenía diseñado en el PUEAA, utilizar una motobomba de agua Honda WT 40X, pero debido a que el punto de captación se encontró a una altura de 1283 msnm y el punto de recepción de agua en la empresa MINA SARCO se encontró a una altura de 1080 y por la diferencia de alturas, se estableció que el agua llegaba al punto de almacenamiento por gravedad sin requerir una motobomba para su transporte. Tal como se evidencia en la Figura 23.

Figura 23. Ubicación del punto de captación



Fuente: Autor

Las estrategias tenidas en cuenta y desarrolladas en el marco de la práctica para el manejo eficiente del agua de captación se denotaron como:

5.2.5.1 Acompañamiento al monitoreo del volumen captado y detección de fugas

Debido a que el caudal de agua en el punto de captación de MINA SARCO es intermitente, se contó con macro-medidor de agua en el punto de llegada garantizando el consumo de agua y llevar un registro del volumen consumido diario y mensual (ver Figura 24).

Figura 24. Medidor presente en el punto de captación



Fuente: Autor

El mantenimiento e inspección al sistema de transporte del agua, se realizó de manera continua. Debido a que el sistema de mangueras y uniones tienden a tener fugas y goteras. En el transcurso del período reportado, se realizaron tres inspecciones para corroborar que no se tuvieran fugas en el sistema y no se encontró ninguna fuga, se realizó un mantenimiento preventivo en una unión del punto de captación.

5.2.5.2 Análisis fisicoquímico del agua de captación

Como estrategia integral, se acompañó la caracterización fisicoquímica del agua de captación doméstica y se evaluó basado en la resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

El día 02 de noviembre se tomaron las muestras con un laboratorio certificado con el IDEAM, Hidroingeniería Consultores S.A.S., donde se evidenció presencia de coliformes fecales y coliformes totales, teniendo en cuenta que esa agua se utiliza para consumo domésticos, se ve la necesidad de implementar nuevos mecanismos para un tratamiento al agua antes de su consumo (Ver Anexo 2).

5.2.6. PMA_MS_02 Programa Manejo del Recurso Aire

En el desarrollo de la explotación y beneficio de mineral de oro, se produce Material Particulado en las actividades de molienda, pulverización de material y acceso a vías internas. Es por esto por lo que, como estrategia de manejo del recurso aire, se apoyó el diseño de un programa de manejo en el cual se minimicen los impactos generados por las emisiones de material particulado debido a que esto genera impacto al personal que trabaja en la empresa, comunidad, flora y fauna presente en el área de influencia.

Dicho programa se basó en el mantenimiento de vías a base de humectación por medio de mangueras con salida en aspersión (ver Figura 25) y control de velocidad en las vías por medio de la señalización pertinente (ver Figura 26).

Figura 25. Humectación de las vías



Fuente: Autor

Figura 26. Señalización de velocidad en acceso a planta de beneficio



Fuente: Autor

Adicionalmente, se optó por actividades de mantenimiento correctivo y/o periódico para minimizar la producción de gases NO₂, SO₂, CO y O₃ en los vehículos y maquinaria utilizada en MINA SARCO S.A.S. cómo se evidencia en la Figura 27.

Figura 27. Realización de actividades de mantenimiento



Fuente: Autor

5.2.7. PMA_MS_03 Programa de Manejo de Residuos Sólidos

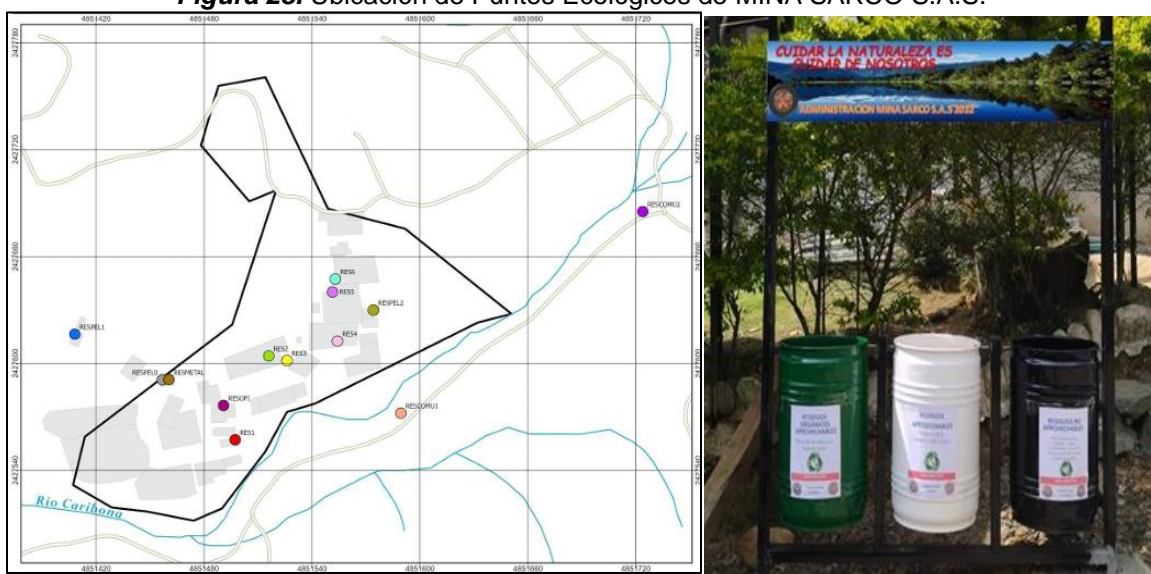
Cumpliendo con las políticas establecidas por las autoridades ambientales y sanitarias y teniendo en cuenta lo plasmado en el PGIRS, en todas las áreas de la empresa generadora, como estrategia de manejo de los residuos sólidos, se instalaron recipientes para el depósito inicial de dicho material. Todos los recipientes fueron reutilizables, todos deben estar perfectamente identificados y marcados, con bolsas del color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos.

Para el adecuado funcionamiento de la estrategia se tuvieron en cuenta:

5.2.7.1 Acompañamiento a la separación adecuada de los residuos sólidos

Dentro de las actividades tenidas en cuenta dentro de este programa se contó con la segregación o separación en la fuente con el objeto de facilitar su valorización o disposición final. Para tal fin, se designaron diferentes puntos ecológicos a lo largo del área de influencia como se denota en la Figura 28:

Figura 28. Ubicación de Puntos Ecológicos de MINA SARCO S.A.S.



Fuente: (MINA SARCO S.A.S., 2024)

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

5.2.7.2 Acompañamiento en la capacitación en manejo de residuos sólidos

El seguimiento de la reducción y segregación en la fuente se realizó por medio de cuantificar la cantidad de residuos que se disponían en los puntos ecológicos, y posterior a esto los residuos no aprovechables se disponen a la empresa Aseosurbol. Las actividades de reciclaje, donde puedan volver a utilizar los residuos, se socializaron por medio de sensibilización al personal por medio de capacitaciones en manejo de residuos sólidos, como se muestra en la Figura 29:

Figura 29. Capacitación en manejo de residuos sólidos



Fuente: Autor

5.2.8. PMB_MS_01 Programa Manejo de Fauna

La minería puede afectar la biodiversidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto, tanto en forma directa como indirecta. Los llamados impactos directos o primarios de la minería pueden ser resultado de cualquier actividad que involucra el despeje

de tierra (como la construcción de rutas de acceso, perforaciones de exploración, los tajos resultantes de la operación a cielo abierto o la construcción de embalses de relave) o descargas directas a los cuerpos de agua (descarga fluvial de relaves) o al aire (tal como el polvo o las emisiones de fundición). Por lo general, se pueden identificar fácilmente los impactos directos.

Dentro de las estrategias tenidas en cuenta para el manejo adecuado de la fauna, se destacó el acompañamiento a las estrategias de manejo de especies, más específicamente el Manejo de Hepertofauna (Para generar su ahuyentamiento se pueden remover rocas, troncos y hojarasca; con el fin de encontrar especies de este grupo sea ahuyentados a zonas alejadas al subcontrato), Manejo de Aves (Se identificaron en los troncos y ramas de los árboles la presencia de nidos con huevos e individuos juveniles con el propósito de rescatarlos y trasladarlos hacia un área de manejo adecuada), Manejo de Mamíferos (para tal fin se provocó la migración de los animales de mediano y gran tamaño empleando medios sonoros, bocinas, pitos y otros métodos adecuados para tal fin). Tal como se evidencia en la Figura 30.

Figura 30. Iguana en inmediaciones de MINA SARCO



Fuente: Autor

5.2.9. PMS_MS_02 Programa de Educación Ambiental

Las capacitaciones ambientales son un proceso que tuvieron como objetivo impartir conciencia ambiental, conocimiento ecológico, actitudes y valores hacia el medio ambiente para tomar un compromiso de acciones y responsabilidades que tengan por fin el uso racional de los recursos y poder lograr así un desarrollo adecuado y sostenible dentro de las operaciones de MINA SARCO S.A.S.

El objetivo de la educación ambiental para el cumplimiento de lo estipulado en las fichas de manejo del PMA de MINA SARCO S.A.S. se basó en presentar las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto y las normas ambientales existentes acerca de los cuidados que deben observarse para el uso y manejo de los recursos naturales (suelo, aire y agua) y evitar efectos negativos de la operación del subcontrato.

Dado que la población a capacitada estuvo conformada por adultos, se emplearon metodologías adecuadas, a fin de lograr la mayor participación del grupo. Además, para el desarrollo de las capacitaciones se realizaron jornadas de media hora, a excepción de temas que se pudieron llevar más de este tiempo, dentro del tiempo de labor de los involucrados; como se evidencia en la Figura 31.

Figura 31. Jornadas de capacitación y educación ambiental en el marco del proyecto



Fuente: Autor

Como principal estrategia para la realización de los programas de educación ambiental, se tuvo en cuenta la realización de charlas dinámicas y de múltiples temas en los que la participación de los trabajadores de la mina fue muy activa. El lenguaje inclusivo y la participación de los involucrados fue un pilar fundamental dentro de la estrategia planteada. Dentro de las temáticas tratadas se tuvieron:

5.2.9.1 Acompañamiento a la charlas relacionadas

- ✓ **Manejo de Residuos Sólidos:** En esta capacitación se describieron los tipos de residuos que existen, y cómo se deben separar en la fuente. Se resaltó la importancia de no arrojar residuos a los ríos.

- ✓ **Conservación del Agua:** Se indicó la importancia del ahorro del agua, la conservación de las fuentes hídricas libre de basura y sin vertimientos de aguas contaminadas.
- ✓ **Manejo de Residuos Peligrosos:** Se explicó la clasificación y tipos de residuos peligrosos, se hace una previa identificación de RESPEL presente en MINA SARCO y se direcciona un buen manejo y disposición de residuos peligrosos.
- ✓ **Conservación de Bosques:** Se celebró el día internacional de los bosques identificando los tipos de bosques, la importancia de estos y la sensibilización del cuidado del ecosistema.
- ✓ **Cuidado y Uso eficiente del agua (base del PUEAA):** Se celebró el día mundial del agua, se socializaron los cuidados que se debe tener sobre este recurso y se explicó el ciclo del agua.
- ✓ **Cambio Climático y Gases efecto invernadero:** Se concientizó al personal en las consecuencias que se tienen por las malas prácticas mundiales que hacen que se propicie la contaminación.
- ✓ **Mecanismos de Reubicación de Fauna:** Se identificaron los mecanismos de reubicación de fauna, el por qué es importante la conservación de fauna, como actividad se recrean escenarios de tipos de reubicación de especies.

5.2.9.2 Toma de asistencia en la charlas de educación ambiental

Para cada una de estas jornadas se tuvo una lista de asistencia firmada por cada uno de los participantes, la cual, fue anexada dentro del ICA a presentar a la autoridad ambiental y, además, reposa en la documentación oficial de MINA SARCO S.A.S. para la elaboración de informes y demás actividades relacionadas con el seguimiento e inspección de los procesos realizados.

Finalmente, el cronograma de actividades para la ejecución de los compromisos y obligaciones estipuladas en la licencia ambiental, en función de la durabilidad del proyecto se evidenció dentro del diseño y aprobación del plan de manejo ambiental por parte de **MINA SARCO S.A.S.** y la **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR**, para a su vez, servir de base para la programación de visitas técnicas de manejo, control, verificación y evaluación del cumplimiento de las obligaciones del titular del proyecto. Dicho cronograma se evidencia en el Anexo 1.

Los indicadores diseñados y establecidos como herramientas de seguimiento, control y mitigación de los impactos ambientales ocasionados en el marco de la realización de las operaciones extractivas por parte de MINA SARCO S.A.S, se evidencian a continuación:

5.3. FASE III. Herramientas de Seguimiento, Control y Mitigación de los Impactos Ambientales

Las herramientas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales son aquellas que como su nombre lo indican buscan llevar una medición, controlar y mitigar o en debido caso compensar las afectaciones ambientales desagregadas de cualquier proyecto, obra u actividad. En este contexto, Colombia a través de la ANLA y la legislación vigente ha desarrollado lo que se conoce como el Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM) de las fichas y/o medidas de manejo consagradas en el PMA respectivo.

En el caso de MINA SARCO S.A.S. se cuenta ya con herramientas que permitieron identificar si los impactos ambientales estaban siendo manejados de manera óptima y esto se presentó a su vez como soporte para evaluación correspondiente por parte de la autoridad ambiental. A partir del acompañamiento en la práctica se desarrollaron como estrategias y/o herramientas alternas al PMA,

pero en concordancia con el mismo, las siguientes (se entiende como herramientas a los indicadores y las listas de verificación o planillas de control):

5.3.1. Indicadores de seguimiento y/o cumplimiento de las medidas

Los indicadores de seguimiento y/o cumplimiento son una herramienta que me permite medir cuantitativamente el comportamiento tanto de las afectaciones desagregadas de los impactos ambientales consecuentes del proyecto, obra u actividad; así como medir la eficiencia y la realización de las actividades expuestas en las fichas de manejo que están enfocadas en contrarrestar las afectaciones ambientales.

En este orden de ideas, se participó en la aplicación de una serie de indicadores para cada una de las fichas de manejo apoyadas, de manera que se logró realizar un seguimiento adecuado tanto a las actividades del proyecto como a los impactos desagregados del mismo bajo responsabilidad de MINA SARCO S.A.S.

5.3.1.1 PMA_MS_01_01 Programa de Manejo de Aguas Domésticas

Dentro del programa de manejo de aguas residuales se apoyó el proceso de diseño e instalación de infraestructura como lo fue la trampa de grasas y la realización del análisis fisicoquímico de las Aguas Domésticas; información que reposa en el ICA presentado a la autoridad ambiental. Para este caso se formularon los siguientes indicadores (ver Ecuación 1 y Ecuación 2):

5.3.1.1.1 Instalación de Trampa de Grasas

Ecuación 1. Instalación de Trampa de Grasas

$$\text{Instalación T.G} = \frac{\text{Trampa de Grasas instalada}}{\text{Trampa de Grasas requerida}} * 100$$

$$\text{Instalación T.G.} = 100\%$$

5.3.1.1.2 *Análisis Físicoquímico de Aguas Domésticas*

Ecuación 2. Análisis Físicoquímico de aguas domésticas

$$\text{Análisis Físicoquímico} = \frac{\text{Análisis Físicoquímico realizado}}{\text{Análisis Físicoquímico requerido}} * 100$$

$$\text{Análisis Físicoquímico} = 100\%$$

5.3.1.2 PMA_MS_01_02 Programa de Manejo de Aguas de Beneficio

Dentro de este programa se contemplaron las actividades de monitoreo de los niveles de cianuro y recirculación de agua en el proceso de beneficio del material, dentro de los que se diseñaron como indicadores lo evidenciado en la Ecuación 3 y Ecuación 4:

5.3.1.2.1 *Monitoreo de Niveles de Cianuro*

Ecuación 3. Monitoreo de Niveles de Cianuro

$$\text{Monitoreo de Niveles de Cianuro realizado} = \frac{\text{Monitoreo Niveles de Cianuro realizado}}{\text{Monitoreo Niveles de Cianuro programado}} * 100$$

$$\text{Monitoreo de Niveles de Cianuro realizado} = 100\%$$

5.3.1.2.2 *Recirculación de agua*

Ecuación 4. Recirculación de agua

$$\% \text{ Recirculación de agua} = \frac{\text{Volumen de agua recirculada (m}^3\text{)}}{\text{Volumen de agua generada (m}^3\text{)}} * 100$$

$$\text{Recirculación del agua} = 80\%$$

5.3.1.3 PMA_MS_01_03 Programa de Manejo de Agua Lluvia

En el marco de la gestión y manejo adecuado de las aguas lluvias se tuvo especial atención en la actividad de revegetalización de los taludes que habían

sufrido algún grado de afectación consecuente de las aguas lluvias, dentro de ellas la erosión y los procesos de remoción en masa. Por lo que un indicador de seguimiento a este fenómeno se estableció como (ver Ecuación 5):

5.3.1.3.1 Revegetalización en zonas de afectación de taludes por agua lluvia

Ecuación 5. Revegetalización en zonas de afectación de taludes

$$\% \text{ de revegetalización de taludes} = \frac{\text{Procesos de revegetalización de taludes completados}}{\text{Número de taludes afectados por el agua lluvia}} * 100$$

$$\text{Revegetalización de taludes} = 100\%$$

5.3.1.4 PMA_MS_01_04 Programa Manejo de Cuerpos de Agua

La actividad para este programa de manejo en la que se percibió la mejor oportunidad para hacer el seguimiento tanto a la generación de aspectos ambientales ocasionadores de impactos y el aumento de la conciencia ambiental de los trabajadores fue la de realización de campañas de educación ambiental; puesto que la inducción y/o enseñanza a los involucrados del proyecto en temas del medio ambiente, en especial del adecuado manejo del agua y cuidado de los cuerpos hídricos, supone una base para la mitigación de las afectaciones consecuentes del proyecto. Los indicadores para esta actividad se denominaron como la Ecuación 6 y Ecuación 7:

5.3.1.4.1 Actividad de protección de los cuerpos de agua – Residuos sólidos

Ecuación 6. Jornadas de recolección de residuos en cuerpos de agua

$$\text{Jornadas de recolección de residuos} = \frac{\text{Jornadas de recolección de residuos realizadas}}{\text{Jornadas de recolección de residuos programadas}} * 100$$

$$\text{Jornadas de recolección de residuos} = 100\%$$

5.3.1.4.2 Campañas de educación ambiental

Ecuación 7. Jornadas de recolección de residuos en cuerpos de agua

$$\text{Campañas de educación ambiental} = \frac{\text{Campañas de educación ambiental realizadas}}{\text{Campañas de educación ambiental programadas}} * 100$$

$$\text{Campañas de educación ambiental} = 100\%$$

5.3.1.5 PMA_MS_01_05 Programa del Manejo Agua de Captación

El agua de captación es uno de los aspectos ambientales con mayor presencia en el proyecto debido a la demanda para uso y aprovechamiento de este recurso hídrico, de manera que, para el seguimiento de la aplicación de las medidas de manejo, así como del comportamiento de los impactos ambientales se tuvo en cuenta como actividad principal el análisis fisicoquímico del agua de captación durante los periodos de demanda, tal como se evidencia en la Ecuación 8:

5.3.1.5.1 Monitoreos Fisicoquímicos de Agua de Captación

Ecuación 8. Monitoreos al agua de captación realizados

$$\text{Monitoreos al agua de captación} = \frac{\text{Monitoreos al agua de captación realizados}}{\text{Monitoreos al agua de captación programados}} * 100$$

$$\text{Monitoreos al agua de captación} = 100\%$$

5.3.1.6 PMA_MS_02 Programa Manejo del Recurso Aire

Para el manejo de los impactos ambientales se consideró como significativa la actividad de riesgo por aspersión de agua para el control del material particulado, puesto que involucró dos recursos naturales, tanto el aire y la atmósfera como el recurso hídrico, de modo que el seguimiento a este programa se puede realizar por medio del indicador evidenciado en la Ecuación 9:

5.3.1.6.1 Control del material particulado

Ecuación 9. Áreas tratadas por medio de la aspersión de agua

$$\text{Control de material particulado} = \frac{\text{Área de terreno tratada con aspersión de agua}}{\text{Área de terreno generadora de material particulado}} * 100$$

$$\text{Control de material particulado} = 80\%$$

Se estableció que el porcentaje de áreas tratadas por medio de la aspersión de agua dependería de la disponibilidad del recurso hídrico y sus condiciones para tal fin.

5.3.1.7 PMA_MS_03 Programa de Manejo de Residuos Sólidos

La adecuada gestión de los residuos sólidos fue uno de los enfoques del apoyo dentro de la práctica, de manera que se pudiera garantizar una separación, entrega y/o aprovechamiento sostenible de la materia generada. Para el monitoreo o seguimiento de esta área y la mitigación de los impactos ambientales segregados de la misma se estableció el indicador de la Ecuación 10:

5.3.1.7.1 Capacitación sobre manejo de residuos al personal

Ecuación 10. Áreas tratadas por medio de la aspersión de agua

$$\text{Capacitación sobre el manejo de RS} = \frac{\text{Capacitaciones realizadas sobre residuos sólidos}}{\text{Capacitaciones programadas}} * 100$$

$$\text{Capacitación sobre el manejo de RS} = 100\%$$

5.3.1.8 PMB_MS_01 Programa Manejo de Fauna

Dentro de este programa se estableció como de especial relevancia el acompañamiento realizado a la actividad de capacitación a las personas tanto vinculadas al proyecto como aledañas al mismo con respecto al cuidado de la fauna y las metodologías existentes para el avistamiento, reubicación, ahuyentamiento y

demás medidas para mitigar los impactos ambientales desagregados de las actividades de MINA SARCO (ver Ecuación 11).

5.3.1.8.1 Capacitación a las personas en cuidado de fauna

Ecuación 11. Capacitación en Fauna

$$\text{Capacitación en Fauna} = \frac{\text{Capacitaciones realizadas sobre cuidado de la fauna}}{\text{Capacitaciones programadas en dicha temática}} * 100$$

$$\text{Capacitación en Fauna} = \mathbf{100\%}$$

5.3.1.9 PMS_MS_02 Programa de Educación Ambiental

Finalmente, uno de los programas más relevantes dentro del PMA fue la educación ambiental puesto que esta va inmersa dentro de los demás programas como transversal para generar conciencia en los involucrados del proyecto y la zona de influencia del mismo. Las actividades de educación ambiental apoyadas por medio del desarrollo de la práctica se caracterizaron por ser inclusivas, contener diversos temas objeto de estudio con respecto a las actividades y naturaleza de MINA SARCO, recursos naturales sujetos a uso y aprovechamiento, temáticas socioeconómicas, etc. La Ecuación 12 y Ecuación 13, refleja los indicadores formulados para este programa.

5.3.1.9.1 Capacitaciones Ambientales

Ecuación 12. Capacitaciones ambientales

$$\text{Capacitaciones ambientales} = \frac{\text{Capacitaciones ambientales realizadas}}{\text{Capacitaciones ambientales programadas}} * 100$$

$$\text{Capacitaciones ambientales} = \mathbf{100\%}$$

5.3.1.9.2 Evaluación a las capacitaciones ambientales

Ecuación 13. Evaluación a las capacitaciones ambientales

$$\text{Evaluación a las capacitaciones ambientales} = \frac{\# \text{ preguntas realizadas al azar}}{\# \text{ de respuestas satisfactorias}} * 100$$

Respuestas satisfactorias = **100%**

5.3.2. Planillas de control de actividades de gestión

Una de las herramientas que permitió ejercer un mayor control sobre el desarrollo de las actividades para la mitigación de los impactos ambientales y la ocurrencia de los mismos durante el desarrollo de la práctica fueron las planillas de control de actividades, dentro de la que se destacó la planilla de asistencia. Esta planilla se caracterizó por contar con espacios de respuesta que respondieron a diferentes requerimientos como lo fueron la fecha de realización, la actividad realizada, el tipo de actividad, participantes, expositor, entre otros.

Esta planilla reflejada en la Figura 32, fue diligenciada y manejada dentro de la práctica y se sugirieron estrategias para optimizar su funcionamiento, las cuales fueron tenidas en cuenta por el responsable a cargo del desarrollo de la práctica. Igualmente, cada uno de los documentos reposan tanto en las bases de datos de las entidades ambientales competentes como en el repositorio institucional de MINA SARCO S.A.S. donde, se pueden encontrar por medio de la autorización pertinente del encargado.

Un ejemplo de planilla realizada se presenta a continuación:

Figura 32. Planilla de asistencia desarrollada y adoptada en la práctica

REGISTRO DE ASISTENCIA		CÓDIGO: MI-FO-01	
MINISTERIO TALENTO HUMANO		VERSIÓN: 01	
		FECHA: Septiembre 14 de 2022	
FECHA: 17/12/2022	LUGAR: Sede operativa Mina Sarco		
ACTIVIDAD REALIZADA	TEMA: Manejo de Residuos Peligrosos y Residuos Sólidos		
BENEFICIAR			
CHARLA	OBJETIVO: Fomentar buenas prácticas en el uso de sustancias		
CURSO / TALLER			
CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>		
REUNIÓN			
OTRO			
IGUAL/Socialización	NOMBRE DEL EXPOSITOR:	FIRMA DEL EXPOSITOR:	
	Nicóla Dauph Tomé Apes		
No.	CÉDULA	NOMBRE TRABAJADOR	FIRMA
1	1066561144	Jenny Clavero	
2	1003233745	Johana Triana	
3	1050924047	FERNANDA JACQUES BARRA TORRE	
4	12454757	Leidy Carolina Salazar	
5	1029330361	Carolina Cruz Vargas	
6	1091620304	Freddy Valderrama Dada	
7	1049027971	Diego Alexander Reyes Garcia	
8	1049616130	Yessica Alejandra Lopez	
9	101029716	Diego Alejandro Torres	
10	1091204011	Rebeca Alejandra	
11	1040540866	Yolanda Gutiérrez	
12	1028248215	Jean Ortega	
13	1007120659	Edwin Soto	
14	1002298466	Miguel Gabriel Alvarez	
15	1050520777	A. Ismael Echeverri Serrano	
16	10302619	Orley Hernandez	
17	1002890817	Yolanda Ruiz Parra	
18	16462281	Luis A. Mantelanda	
19	103208426	Juan Pablo	
20	1006087362	Manuel Torres	
21	101760524	Katya Rios	
22	101919193	Enrique M. Esteban Garza	
23	103381125	Yessica Alejandra	
24	1002890817	Yolanda Ruiz Parra	
25	1066605604	Yolanda Ruiz Parra	
26	98673471	Edwin Soto	

Fuente: Autor

Con el desarrollo de estas actividades se dio por finalizada la práctica en MINA SARCO S.A.S. dentro del contexto de la minería aurífera y el apoyo para el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental por medio de la aplicación de las medidas de manejo, estructuración del Índice de Cumplimiento Ambiental y el aporte como ingeniero ambiental de estrategias para la mejora de los procesos desarrollados, buscando el enfoque de sostenibilidad y cumplimiento de la normativa ambiental.

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Dentro de las principales consideraciones éticas tenidas en cuenta para el desarrollo de la práctica se tuvo:

- Datos personales de personal vinculado a MINA SARCO S.A.S, lo cual es información sensible y debe tratarse de tal manera, ya que como organización minera se da estricto cumplimiento a la normativa legal vigente.
- Manejo de especies o recursos vivos
- Información y derechos de autor a información contenida en el presente documento para MINA SARCO S.A.S.

7. CONCLUSIONES

A partir de la realización de la práctica se logró concluir que el aporte realizado a MINA SARCO S.A.S. en el cumplimiento del plan de manejo ambiental de MINA SARCO S.A.S. aprobado bajo la licencia ambiental global JG4-16531-001 en lo relacionado a la mitigación de los impactos ambientales, monitoreo de Plantas de Tratamiento de Agua y la ejecución de nuevos proyectos de conservación fue significativo debido a que se logró la identificación de los impactos ambientales generados por cada una de las actividades y la focalización de las medidas de gestión en cada uno de los medios impactados.

Además, fue posible apoyar las estrategias de mitigación de impactos que permitieron la elaboración del Informe de Cumplimiento Ambiental para el semestre de elaboración de la práctica, dentro de las que se destacó el monitoreo de calidad de agua doméstica y no doméstica, protección de las rondas hídricas, educación, concientización y capacitación ambiental, manejo de residuos sólidos, entre otras; que a su vez garantizaron el cumplimiento de la normatividad por parte de MINA SARCO S.A.S. en la ejecución de las obras de minería aurífera.

Por último, las estrategias y/o herramientas de seguimiento, control y mitigación de los impactos ambientales; son indispensables para garantizar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por las empresas, en este caso MINA SARCO S.A.S.; en la licencia ambiental o el permiso que corresponde, para la extracción de materiales o minerales y recursos naturales en general.

Por esta razón, se logró concluir que consecuente del desarrollo de la práctica se logró apoyar el diseño y aplicación de indicadores asociados al manejo de impactos ambientales; que sirvieron de herramienta tanto para la empresa como para la verificación por parte de la autoridad ambiental competente; permitiendo hacer más eficiente la realización de las actividades y operación de la actividad minera, así

como garantizar la responsabilidad social, corporativa y ambiental de MINA SARCO
S.A.S.

8. RECOMENDACIONES

Como principal recomendación se destaca la correcta interpretación e implementación de las medidas de manejo ambiental que permitan contrarrestar las afectaciones globales de los impactos identificados; haciendo de estas herramientas integrales, eficientes y sobre todo inclusivas tanto con el personal vinculado al proyecto como con el componente social del área de influencia del mismo.

Además, se recomienda contextualizar a los involucrados del proyecto y actualizar el contexto normativo del proyecto de manera constante en aras de lograr identificar posibles estrategias o alternativas de mejoramiento para el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y la presentación de los reportes a las autoridades ambientales competentes.

9. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de ejecución de las actividades en el marco de las estrategias para cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

4. Programación de actividades de la función del cumplimiento ambiental

4.1. Cronograma detallado de las actividades del proyecto

Aquí se incluye el plazo de duración del proyecto y sus actividades, para cada una de las fases del mismo, hasta la etapa de cierre y abandono.

Tabla 11 Cronograma del proyecto

Actividad	Tiempo																			
	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración y adecuación de vías																				
Adecuación de centros de acopio																				
Preparación																				
Definición de secciones de explotación																				
Explotación del material																				
Carguo del material																				
Acopio del material																				
Beneficio del material extraído																				
Medidas de Manejo ambiental																				
Etapas de cierre y abandono																				

4.2. Cronograma del Cumplimiento del PMA

Teniendo en cuenta el Estudio de Impacto ambiental de Mina Sarco, se detalla el cronograma de cumplimiento de cada uno de los programas y actividades del plan de manejo ambiental.

Tabla 12 Actividades de PMA

Código	Programas	No.	Actividades
1	Subprograma Manejo de Aguas Residuales domésticas	1	Compra e Instalación de Tanque Séptico.
		2	Uso de trampa de grasas
2	Subprograma de Manejo de Aguas de Beneficio	1	Almacenamiento de relaves en Relavera.
		2	Ampliación de relavera a medida que incremente el almacenamiento de relaves.
		3	Monitoreo de niveles de cianuro en la disposición de relaves.
		4	Tratamiento de aguas de beneficio por medio de PTARNDs con capacidad de 4 l/s.
3	Subprograma de Manejo de Agua Lluvia	1	Construcción e inspección de cunetas para la canalización de las aguas lluvias y escorrentía hacia cuerpos de agua presentes en la zona.

		Realizar labores de limpieza de desechos acumulados y el arranque de maleza en cada Cuneta.
4	Subprograma de Manejo de Cuerpos de Agua	1 Se realizarán jornadas de recolección de residuos en las corrientes hídricas.
		2 Se prohíbe al personal del proyecto arrojar a los cuerpos de agua, residuos, desechos de comida, etc.
		3 Se realizarán campañas de educación ambiental sobre la importancia de la conservación de los cuerpos de agua.
5	Subprograma de Manejo de Captación de Agua	1 Captar 4.2 l/s de agua para las actividades industriales y domésticas.
		2 Utilizar medidor de agua garantizando control sobre el consumo de agua.
		3 Mantenimiento preventivo a estructuras y equipos de captación de manera periódica.
		4 Detección de fugas en la red de conducción de agua para evitar pérdidas de agua.
6	Programa Manejo del Recurso Aire	1 Realizar mantenimiento de vías en el proyecto para evitar su desgaste y material particulado.
		2 Control de velocidad con un límite de 30km/h.
		3 Inspecciones a maquinaria y equipos.
		4 Certificados de revisión técnico mecánica y emisión de gases de los vehículos.
		5 Mantenimiento periódico a equipos, maquinaria y vehículos.
		6 Control de emisiones en trituración; Rocedores y recolección de polvo.
7	Programa Manejo de Residuos Sólidos	1 Implementar sistema de separación en la fuente que permita una adecuada disposición de Residuos.
		2 Establecer medidas para el adecuado manejo, recolección, almacenamiento y transporte.
		3 Garantizar la disposición final de los residuos.
		4 Capacitar al personal del proyecto para lograr un adecuado manejo de los residuos.
8	Programa de Manejo de Especies de Fauna	1 Reubicación de fauna encontrada en el área del Proyecto.
9	Programa de Educación Ambiental	1 Capacitación a trabajadores respecto a medidas de manejo ambiental y compromisos Ambientales.

2

Tabla 1.3 Cronograma del PMA

Actividad	Tiempo																			
	Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		Diciembre					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación de Tanque Séptico																				
Almacenamiento de relaves en Relavera																				
Ampliación de relavera a medida que incremente el almacenamiento de relaves																				
Monitoreo de niveles de cianuro en la disposición de relaves																				
Tratamiento de aguas de beneficio por medio de PTARnDs con capacidad de 4 l/s																				
Construcción e inspección de cunetas para la canalización de las aguas lluvias y escorrentía hacia cuerpos de agua presentes en la zona																				
Realizar labores de limpieza de desechos acumulados y el arranque de malicia en cada cuneta																				
Se realizarán jornadas de recolección de residuos en las																				

MINA SARCO S.A.S.
E-mail: ingambientalminasarcoas@gmail.com / Móvil 3178745287 / Cra 13 No. 4-47 Santa Rosa del Sur de Bolívar
TRABAJAMOS CON RESPONSABILIDAD Y CUIDAMOS EL MEDIO AMBIENTE

3

corrientes hídricas																				
Se prohíbe al personal del proyecto arrojar a los cuerpos de agua, residuos, desechos de comida, etc.																				
Se realizarán campañas de educación ambiental sobre la importancia de la conservación de los cuerpos de agua																				
Captar 4,2 l/s de agua para las actividades industriales y domésticas																				
Utilizar medidor de agua garantizando control sobre el consumo de agua																				
Mantenimiento preventivo a estructuras y equipos de captación de manera periódica																				
Detección de fugas en la red de conducción de agua para evitar pérdidas de agua																				
Realizar mantenimiento de vías en el proyecto para evitar su desgaste y																				

MINA SARCO S.A.S.
E-mail: ingambientalminasarcoas@gmail.com / Móvil 3178745287 / Cra 13 No. 4-47 Santa Rosa del Sur de Bolívar
TRABAJAMOS CON RESPONSABILIDAD Y CUIDAMOS EL MEDIO AMBIENTE

4

materias particuladas																				
Control de velocidad con un límite de 30Km/h																				
Inspecciones a maquinaria y equipos																				
Certificados de revisión técnico mecánica y emisión de gases de los vehículos																				
Mantenimiento periódico a equipos, maquinaria y vehículos																				
Control de emisiones en trituración; Rosiadores y recolección de polvo																				
Implementar sistema de separación en la fuente que permita una adecuada disposición de residuos																				
Establecer medidas para el adecuado manejo, recolección, almacenamiento y transporte																				
Garantizar la disposición final de los residuos																				
Capacitar al personal del proyecto para lograr un adecuado																				

MINA SARCO S.A.S.
E-mail: ingambientalminasarcoas@gmail.com / Móvil 3178745287 / Cra 13 No. 4-47 Santa Rosa del Sur de Bolívar
TRABAJAMOS CON RESPONSABILIDAD Y CUIDAMOS EL MEDIO AMBIENTE

5

manejo de los residuos																				
Material contaminado será entregado a gestores autorizados																				
Reubicación de fauna encontrada en el área del proyecto																				
Capacitación a trabajadores respecto a medidas de manejo ambiental y compromisos ambientales																				
Determinación de la cantidad de especies de plantas																				
Seguimiento																				
Mantenimiento de áreas																				

MINA SARCO S.A.S.
E-mail: ingambientalminasarcoas@gmail.com / Móvil 3178745287 / Cra 13 No. 4-47 Santa Rosa del Sur de Bolívar
TRABAJAMOS CON RESPONSABILIDAD Y CUIDAMOS EL MEDIO AMBIENTE

6

Fuente: MINA SARCO S.A.S.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

Anexo 2. Evidencia fotográfica de la realización de ensayos y mediciones de laboratorio



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

Anexo 3. Formatos de registro de parámetros fisicoquímicos PTARnDS

FORMATO DE REGISTRO DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS PTARnDS												
PH	POTENCIAL DE OXIDACION	OXIGENO DISUELTUO		CONDUCTIVIDAD		RESISTIVIDAD	TDS	SALINIDAD	SIGMA H2O MAR	T	PRESION atm	RESPONSABLE
		%DO	ppmDO	µS/cm	µS/cm ^h							
053	739	287	254	119	113	00094	356	006	2267	00	1356	-0-0
593	794	342	721	694	815	00014	363	035	2269	00	1351	-0-0
709	716	320	059	030	030	00009	529	052	2358	00	1327	-0-0
686	783	325	038	214	117	00014	353	034	2284	00	1347	-0-0
548	716	321	065	031	356	00014	353	034	2284	00	1345	-0-0
641	709	322	043	416	214	00027	341	018	2161	00	1342	-0-0
665	727	319	057	057	245	00175	28	003	2610	00	1348	-0-0
642	718	326	022	417	341	00025	523	055	2358	00	1341	-0-0
528	739	282	021	414	311	00094	356	034	2267	00	1352	-0-0
632	716	375	023	032	342	00079	341	003	2284	00	1351	-0-0
631	734	319	025	031	718	00071	70	003	2279	00	1352	-0-0
635	718	319	025	032	327	00028	324	003	2358	00	1341	-0-0
632	750	151	034	033	151	00008	549	060	2293	00	1345	-0-0
192	717	508	395	1284	1214	00008	647	064	2234	00	1325	-0-0
761	716	804	642	1521	443	00003	261	077	2330	00	1326	-0-0
305	757	695	525	1113	1093	00009	558	055	2399	00	1326	-0-0
144	703	667	532	130	120	00078	64	006	2228	00	1322	-0-0
641	742	681	417	524	689	00008	63	599	2844	00	1325	-0-0
403	700	512	644	032	744	00010	447	017	2166	00	1345	-0-0

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

Anexo 4. Apoyo al programa de revegetalización dentro de MINA SARCO S.A.S.



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

Anexo 5. Validación de cumplimiento

1.) ¿Cumple con la ejecución o desarrollo total de los objetivos?

1. Identificar los impactos ambientales por medio de los MONITOREOS IN SITU correspondientes a los vertimientos ocasionados por la PTAR y el agua tratada en la PTAR a partir de los parámetros dados y el cumplimiento de la normatividad.

→ Actividades realizadas ^{Permanente. (a diario)}.

• Se realiza Monitoreo a través de la toma de muestras de agua para verificar el pH, la conductividad eléctrica, el porcentaje de oxígeno disuelto y la calidad del agua (Conductividad, color, temperatura), de manera que se tenga el control de calidad ^{del agua}.

* Se adjunta formato evidencias monitoreos. Se ~~para~~ mantengo lo acuerdo a los lineamientos legales ^{urgente}.

• Con esto, se ^{ha} identificado que MINA SARCO SAS minimiza en gran medida los impactos ambientales frente a la afectación a las fuentes hídricas, ya que la PTAR funciona de manera adecuada, cumpliendo así con el objetivo de no vertir aguas contaminadas. → se realiza seguimiento permanente.

• Auditorías: Constantemente ~~se~~ realiza auditoría para constatar que todo este ^{en correcto funcionamiento}.

2. Formular estrategias de Mitigación de los impactos identificados que permita dar cumplimiento a la normativa exigida.

→ Planes de Manejo Ambiental. ✓ detallar en cada uno que se hizo.

→ Restauración ecológica: ^{durante la ejecución de la práctica} se realizaron actividades dirigidas a restaurar los ecosistemas afectados a su estado original o mejorar su calidad.

Foto de ~~de~~ Se anexa evidencia de siembra de especies endémicas de la región.

• Proponer herramientas seguimiento.

→ Planes de contingencia: Se establecieron estrategias para abordar situaciones de emergencia y minimizar el impacto ambiental en caso de eventos adversos, tales como:

- plan de contingencia para protección de demandas, tanto de combustibles como de teleros o aguas contaminadas.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, K. (2023). *Sustainable legal gold mining in the municipality of Segovia, Department of Antioquia, from the perspective of Legal Geography*. Institución Universitaria, Medellín:
https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/5129/MODIFICADO_Mineria%20legal%2C%20explotacion%20sostenible%20y%20geografia%20juridica_articulo%20final%20revista.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- ANLA. (2024). *Licenciamiento Ambiental*. Gobierno de Colombia:
<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/licenciamiento-ambiental/>
- Camacho, S. (2017). *Análisis de los Efectos Ambientales, Económicos y Sociales de la Minería Ilegal en Colombia 2000 - 2014*. Universidad La Gran Colombia:
https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4331/An%C3%A1lisis_efectos_ambientales_ec%C3%B3nomicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cárdenas, M., y Reina, M. (04 de 2008). *La minería en Colombia: Impacto socioeconómico y fiscal*. Fedesarrollo y Cámara Asomineros:
https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/893/CDF_No_25_Abril_2008.pdf?sequence=1
- Conde, A., Vega, D., y Pinilla, E. (2021). *Elaboración de una guía para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*. Universidad Minuto de Dios:
https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13628/2/T.IC_CondeAngie-VegaDaniela-PinillaErika_2021.pdf
- DANE. (10 de 2021). *Análisis económico y social de la minería en Colombia*. Gobierno de Colombia:
<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/211022-Asociacion-Colombiana-de-Mineria.pdf>

- Díaz, M. (2017). *Impacto ambiental de las actividades extractivas en Colombia*. Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5fb4abd-fae0-4b93-a177-9887e3cd6d60/content>
- DNP. (2005). *Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal*. Banco Mundial: https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Acciones_reduccion_prevencion_riesgos.pdf
- Duarte, C., y Guerrero, D. (2017). *Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para el municipio de Tipacoque, Boyacá*. Universidad Libre: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11177/Proyecto%20de%20Grado%20%28PTAP%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Durán, V. (2022). *Manual para la presentación de ICA de los prestadores de servicio de energía - AOM en zonas no interconectadas - ZNI*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/31398/DuranVillalbaVanessa2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, A. (2013). *EIA Instalaciones y Operación de la Granja Porcina de Reproducción y Laboratorio de Cerdas Madres (Sitio 1) de Avícola Fernández S. A. Soluciones Ambientales Totales*: <https://maesantaelena.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/12/capitulo-7-plan-de-manejo-ambiental-sitio-1-2.pdf>
- Gestion Colombia. (2014). *Beneficios Implementación ISO 17025*. Gestion Colombia: <https://gestioncolombiaconsultores.wordpress.com/2014/07/25/beneficios-implementacion-iso-17025/>

- Gómez, D. (2018). *Compensaciones por pérdida de biodiversidad aplicada a la actividad ganadera en Colombia*. Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5c0eef61-d534-4e86-86dd-5a6b872e7dc9/content>
- ISO 14001. (2015). *Aspectos e impactos ambientales en la ISO 14001:2015*. ISO 14001: <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>
- Lezcano, A. (2022). *Protocolo para la elaboración de Informes de Cumplimiento Ambiental de la empresa ISAGEN S.A. E.S.P. y actualización de los Expedientes Ambientales Legales de la Central Hidroeléctrica Amoyá y el Traspase Manso*. Universidad de Antioquia: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26038/1/LezcanoWilmer_2022_ProtocoloInformesCumplimiento.pdf
- Lillo, J. (s.f.). *Impactos de la Minería en el medio natural*. Universidad Rey Juan Carlos: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>
- MINA SARCO S.A.S. (2024). Subcontrato de Formalización Minera JG4-16531-001 SF_50. *EXPEDIENTE ANM JG4-16531-001*. Montecristo, Bolívar, Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Transformación Minera*. Gobierno de Colombia: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/transformaci%C3%B3n-minera/>
- Minvivienda. (2024). *Plan de Manejo Ambiental*. Gobierno de Colombia: <https://www.minvivienda.gov.co/node/44796>
- Mora, G. (06 de 2023). *Current state of mining in Colombia and the identification of its impact*. Universidad Libre sede Bosque Popular, Bogotá: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/25485/Estado%20actual%20de%20la%20Miner%C3%ADa%20en%20Colombia%20y%20la%20identificaci%C3%B3n%20de%20impactos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Morelli, S. (11 de 2013). *Minería en Colombia: Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos*. Contraloría General de la República: <https://justiciaambientalcolombia.org/wp-content/uploads/2014/01/mineria-en-colombia-contraloria-vol-ii.pdf>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- ONU. (2021). *Cambio climático sin freno: los países están muy lejos de cumplir el Acuerdo de París*. <https://news.un.org/es/story/2021/02/1488722>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Riesgos para la salud relacionados con el trabajo y el medioambiente asociados a la extracción de oro artesanal o a*. Organización Mundial de la Salud: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/259452/9789243510279-spa.pdf;sequence=1>
- Sabogal, R. (2015). *Cartilla de minería*. Agencia Nacional de Licencias Ambientales - ANLA: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/cartilla_de_mineria_final.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Servicios ambientales o ecosistémicos, esenciales para la vida*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales-o-ecosistemas-esenciales-para-la-vida#:~:text=Son%20cuatro%20tipos%20de%20servicios,regulaci%C3%B3n%20de%20apoyo%20y%20culturales.&text=Son%20los%20beneficios%20materiales%20que,alimentos>
- Sepúlveda, A., y Escobar, J. (2009). *Extracción selectiva en minería aurífera*. Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/30360>

Torres, M., y Quiñones, C. (2019). *Santander Bio. Resultados, retos y oportunidades*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:
<https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/cade76bd-61ed-42f5-8e65-3917011c4b93>

UPME. (2024). *Marco Legal Minero*.
http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/marco/marco.htm

Vicente, A., Martín, N., Slee, D., Birss, M., y Bauer, B. (11 de 2011). *Minería en Colombia: ¿A que precio?* Colombia:
https://www.peacebrigades.org/fileadmin/user_files/projects/colombia/files/colomPBIa/111122_boletin_final_web.pdf