

PROYECTO TÉCNICO INTEGRAL

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL

COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

Este documento presenta el proyecto de implementación de un sistema fotovoltaico para la Compañía Minera La Esperanza S.A.S., Integrado a un programa ambiental orientado a la reducción del consumo energético convencional y a la mitigación de impactos ambientales. La iniciativa busca fortalecer la sostenibilidad de la operación minera mediante el uso de energías limpias, en cumplimiento de la normativa ambiental vigente y los principios de desarrollo sostenible.

XIMENA ROCIO PINZON

REP. LEGAL



28/05/25 2:34 p. m.
5°59'8,91618"N 72°42'14,55707"W
Altitud: 2445.7m

LA ESPERANZA SAS

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda energética y los desafíos ambientales asociados a la actividad minera hacen necesario adoptar estrategias que permitan garantizar la sostenibilidad de las operaciones, en armonía con el entorno natural y las comunidades del área de influencia. En este sentido, la transición hacia el uso de fuentes de energía renovable y la implementación de programas ambientales integrales se consolidan como herramientas fundamentales para la modernización y responsabilidad del sector minero.

El presente documento desarrolla el proyecto de implementación de un sistema fotovoltaico, articulado con un programa ambiental orientado al uso eficiente de los recursos naturales, la reducción de impactos ambientales y el fortalecimiento de sistemas productivos sostenibles. El proyecto contempla acciones relacionadas con la generación de energía limpia, la optimización y reutilización del recurso hídrico, así como actividades de producción sostenible, viveros y procesos de reforestación.

Esta iniciativa se enmarca en los principios de eco-minería, economía circular y desarrollo sostenible, y responde a los lineamientos de la normativa ambiental vigente, buscando mejorar el desempeño ambiental de la operación minera, optimizar costos operativos y generar beneficios ambientales y sociales complementarios. De esta manera, el proyecto se constituye en una alternativa viable y estratégica para avanzar hacia una minería más eficiente, responsable y comprometida **con la protección del medio ambiente.**

LA ESPERANZA SAS

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

A continuación, se da a conocer la información general del proyecto

Nombre del Proyecto	Proyecto Técnico Integral de Energía Solar Fotovoltaica y Eco-Minería Sostenible.
Empresa	Compañía Minera La Esperanza SAS – COOPROVAL O.C. área administrativa y punto de atención de Salvamento Minero.
Ubicación	Socha, Boyacá
Tipo de Proyecto	Energías renovables + Gestión ambiental minera
Duración estimada	25 años (vida útil del sistema fotovoltaico)

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La actividad minera contemporánea enfrenta el reto de transformar sus modelos productivos tradicionales hacia esquemas que integren de manera equilibrada la eficiencia operativa, la responsabilidad ambiental y el compromiso social. En este escenario, el presente proyecto surge como una respuesta estratégica a la necesidad de adoptar soluciones sostenibles que permitan disminuir los impactos asociados al consumo de energía convencional, al aprovechamiento del recurso hídrico y a la intervención sobre los componentes naturales del entorno, en concordancia con los lineamientos actuales de sostenibilidad y gestión ambiental del sector minero.

En este contexto, el proyecto plantea la implementación de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica como fuente limpia, renovable y de bajo impacto ambiental, destinado a suplir parcial o totalmente la demanda energética de las áreas administrativas y operativas definidas. Esta iniciativa se complementa con la adopción de estrategias orientadas al uso eficiente, ahorro y reutilización del recurso hídrico, así como con el desarrollo de sistemas productivos sostenibles, tales como granjas integrales,

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

viveros forestales y programas de reforestación y recuperación de áreas intervenidas.

Las acciones propuestas se articulan bajo los principios de la eco-minería, la economía circular y el desarrollo sostenible, promoviendo un enfoque integral que fortalece la resiliencia de la operación minera, optimiza el uso de los recursos naturales y contribuye a la mitigación de los impactos ambientales generados por la actividad extractiva. De esta manera, el proyecto no solo incorpora tecnologías limpias, sino que también fomenta prácticas responsables que favorecen la conservación del entorno y el mejoramiento del desempeño ambiental de la empresa.

La implementación de este enfoque integral permitirá:

- Reducir de manera significativa la huella de carbono asociada a las operaciones mineras, mediante la sustitución progresiva de fuentes energéticas convencionales por energías renovables.
- Optimizar los costos energéticos a mediano y largo plazo, a través del aprovechamiento eficiente de la radiación solar disponible en la zona de influencia del proyecto.
- Minimizar los impactos ambientales sobre los componentes suelo, agua, aire y cobertura vegetal, mediante la aplicación de medidas preventivas, de manejo y compensación ambiental.
- Generar beneficios sociales, productivos y ambientales complementarios, que contribuyan al fortalecimiento de la relación con las comunidades del área de influencia, al desarrollo local sostenible y a la recuperación y conservación de los ecosistemas intervenidos.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de generación de energía solar fotovoltaica, integrado a un programa ambiental sostenible, que promueva una operación minera responsable, eficiente y ambientalmente amigable en la Compañía Minera La Esperanza S.A.S., así como en el área administrativa de COOPROVAL O.C., incluyendo el punto de atención de Salvamento Minero, contribuyendo a la reducción del consumo de energía convencional, a la mitigación de impactos ambientales y al fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto minero.

3.2 Objetivos Específicos

- Generar energía eléctrica limpia mediante un sistema solar fotovoltaico para satisfacer las necesidades de la mina perteneciente a la empresa COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS, así como el área administrativa de COOPROVAL O.C incluyendo el punto de atención de salvamento minero.
- Reducir de manera progresiva el consumo de energía proveniente de la red eléctrica convencional, disminuyendo la dependencia de fuentes no renovables y los costos asociados al suministro energético.
- Implementar un sistema de uso eficiente, reúso y recirculación del recurso hídrico para el desarrollo de actividades productivas y complementarias dentro del título minero No. 070-93, optimizando el aprovechamiento del agua.
- Desarrollar granjas sostenibles de tipo porcino y avícola, bajo criterios de producción limpia, aprovechamiento eficiente de recursos y manejo ambiental adecuado de residuos.
- Implementar viveros forestales para la producción de especies nativas y frutales, destinadas a apoyar las actividades de compensación ambiental establecidas en el Estudio Ambiental del título minero No. 070-93.
- Fortalecer los procesos de reforestación, restauración ecológica y recuperación de áreas intervenidas, como parte fundamental de las

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

medidas de compensación y manejo ambiental definidas en el Estudio de Impacto Ambiental del título minero No. 070-93.

- Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, minera y energética vigente, así como de los lineamientos técnicos y obligaciones establecidas por las autoridades competentes.

4. RESUMEN EJECUTIVO

La Compañía Minera La Esperanza S.A.S. propone la implementación de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica con una capacidad instalada de **25,83 kWp**, como eje estratégico de su proceso de transición energética y fortalecimiento del desempeño ambiental de la operación minera. El proyecto tiene como objetivo principal reducir la dependencia de fuentes de energía convencional, disminuir la huella de carbono asociada a las actividades mineras y promover prácticas productivas sostenibles, en concordancia con los lineamientos nacionales de sostenibilidad y uso de energías renovables.

De manera complementaria, el proyecto integra un Programa Ambiental Integral orientado a la mitigación de los impactos ambientales derivados de la actividad minera y al aprovechamiento eficiente de los recursos naturales.

Dicho programa contempla la implementación de sistemas de reúso de aguas lluvias, el establecimiento de un vivero para la producción de especies nativas y frutales, el desarrollo de granjas porcinas y avícolas bajo enfoques agroecológicos, así como la adopción de prácticas de compostaje para el manejo y valorización de residuos orgánicos.

Estas acciones se articulan con procesos de restauración ecológica y reforestación, contribuyendo a la recuperación de áreas intervenidas y al cumplimiento de las medidas de compensación ambiental.

El alcance del proyecto incluye no solo las instalaciones de la **COMPAÑÍA Minera La Esperanza S.A.S.**, sino también **el área administrativa de COOPROVAL O.C.**, titular del contrato en virtud de aporte No. 070-93, así como **el punto de atención de Salvamento Minero**, garantizando una

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

aplicación integral de las medidas propuestas en los diferentes componentes operativos y administrativos del proyecto minero.

El presente proyecto se formula para su radicación ante el Ministerio de Minas y Energía, con el propósito de acceder a mecanismos de patrocinio, cooperación técnica y apoyo financiero, que permitan su implementación efectiva y consolidación como una iniciativa modelo de transición energética y eco-minería sostenible en el sector minero nacional.

5. ANTECEDENTES

La Compañía Minera La Esperanza S.A.S., en articulación con el título minero **No. 070-93**, perteneciente a **COOPROVAL O.C.**, desarrolla sus actividades extractivas bajo criterios de responsabilidad social, ambiental y de cumplimiento normativo, incorporando de manera progresiva prácticas orientadas a la prevención, mitigación y compensación de los impactos generados por la operación minera. En este contexto, la empresa ha venido fortaleciendo su gestión ambiental mediante la implementación de medidas de manejo, control y seguimiento, en concordancia con los instrumentos ambientales vigentes.

No obstante, el incremento sostenido de los costos asociados al consumo de energía proveniente de fuentes convencionales, así como la necesidad de avanzar hacia esquemas de producción más limpios y eficientes, ha puesto de manifiesto la importancia de adoptar alternativas energéticas sostenibles que contribuyan a optimizar los procesos operativos y a reducir la huella ambiental de la actividad minera. Adicionalmente, los lineamientos nacionales en materia de transición energética y mitigación del cambio climático impulsan al sector minero a incorporar fuentes de energía renovable no convencional en sus operaciones.

En respuesta a este escenario, se plantea la formulación de una solución integral basada en la **implementación de energías renovables**, particularmente mediante un sistema de generación de energía solar fotovoltaica, complementado con estrategias de **economía circular** y gestión ambiental integral. Este enfoque busca no solo garantizar la

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

sostenibilidad energética del proyecto minero, sino también fortalecer los procesos productivos complementarios, el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y la consolidación de una operación minera más limpia, resiliente y ambientalmente responsable.

6. COMPONENTE TÉCNICO – SISTEMA FOTOVOLTAICO

6.1 Descripción General

El sistema de generación de energía solar fotovoltaica será instalado sobre cubiertas (techos) de las edificaciones existentes, permitiendo el aprovechamiento eficiente del área disponible sin interferir con las operaciones mineras ni con las actividades administrativas. Esta modalidad de instalación garantiza una integración armónica de la infraestructura energética con las instalaciones de la **Compañía Minera La Esperanza S.A.S.** y las oficinas administrativas de **COOPROVAL O.C.**, optimizando el uso del espacio y reduciendo la necesidad de intervenciones adicionales sobre el suelo.

El diseño del sistema estará orientado a maximizar la captación de radiación solar disponible en la zona, considerando criterios técnicos como orientación, inclinación, condiciones estructurales de las cubiertas y requerimientos de seguridad eléctrica. Asimismo, el sistema se integrará a la red eléctrica interna de las instalaciones, permitiendo el autoconsumo de la energía generada y la reducción de la demanda de energía proveniente de la red convencional.

6.2 Componentes del sistema

Los sistemas fotovoltaicos a instalar estarán conformados por los siguientes elementos principales, seleccionados bajo criterios de eficiencia, durabilidad y cumplimiento de la normativa técnica vigente:

- **Paneles solares fotovoltaicos:** Módulos de alta eficiencia, diseñados para la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, con vida útil estimada superior a 25 años.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- **Inversores de conexión a red (on-grid):** Equipos encargados de convertir la energía eléctrica generada en corriente continua (DC) a corriente alterna (AC), compatible con la red eléctrica interna y el sistema de distribución.
- **Sistema de medición y monitoreo (Smart Meter):** Dispositivos inteligentes que permiten el seguimiento en tiempo real de la generación, consumo y desempeño del sistema fotovoltaico, facilitando la gestión energética y el análisis de eficiencia.
- **Estructuras de soporte en aluminio:** Sistemas de montaje livianos, resistentes a la corrosión y diseñados para garantizar la estabilidad mecánica de los módulos sobre las cubiertas, cumpliendo con criterios de seguridad estructural.
- **Cableado y protecciones eléctricas:** Conjunto de conductores, canalizaciones y dispositivos de protección (interruptores, fusibles, protecciones contra sobretensiones y puesta a tierra), necesarios para garantizar una operación segura y confiable del sistema.
- **Medidor bidireccional:** Equipo destinado a registrar los flujos de energía consumida y eventualmente inyectada a la red, de acuerdo con la configuración del sistema y la regulación aplicable.

6.3 Especificaciones técnicas principales Compañía Minera La Esperanza SAS.

Para las instalaciones de la mina La Esperanza se requieren las siguientes especificaciones técnicas:

- Potencia instalada: 25,83 kWp
- Área requerida: 125 m²
- Producción anual estimada: 36.769 kWh/año
- Cobertura del consumo energético: 111,93%
- Número de paneles: 42 paneles de 615 W

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- Eficiencia de paneles: > 23,5%
- Inversores: 2 Inversores Fronius Symo 10 kW
- Vida útil del sistema: 25 – 30 años

7. PROYECTO AMBIENTAL INTEGRAL DE ECO-MINERÍA SOSTENIBLE

7.1 Enfoque del Proyecto Ambiental

El componente ambiental del presente documento se estructura como un PROYECTO AMBIENTAL INDEPENDIENTE, articulado a la operación minera y al sistema fotovoltaico, cuyo propósito es prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales derivados de la actividad minera, bajo un enfoque de sostenibilidad, economía circular y responsabilidad social.

Este proyecto se desarrollará de manera progresiva y permanente, integrándose a los instrumentos de manejo ambiental de la Compañía Minera La Esperanza y Cooprol O.C.

7.2 Objetivo General del Proyecto Ambiental

Desarrollar e implementar un **Proyecto Ambiental Integral de Eco-Minería Sostenible**, orientado al uso eficiente, racional y responsable de los recursos naturales, la prevención, mitigación y reducción de los impactos ambientales asociados a la actividad minera, así como a la restauración ecológica y recuperación progresiva de las áreas intervenidas, contribuyendo al fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto minero y al desarrollo sostenible del área de influencia.

7.3 Objetivos Específicos

- ✓ Implementar un sistema integral de manejo y reúso del recurso hídrico.
- ✓ Reducir la presión sobre las fuentes hídricas superficiales y subterráneas.
- ✓ Desarrollar proyectos productivos sostenibles de bajo impacto ambiental tales como granjas agroecológicas y viveros.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- ✓ Restaurar, recuperar y compensar las áreas intervenidas por la actividad minera.
- ✓ Promover el aprovechamiento de residuos orgánicos bajo principios de economía circular.

7.4 Proyecto de Manejo y Reúso de Aguas

El proyecto contempla la implementación de un sistema integral para la captación, tratamiento básico, almacenamiento y reutilización de aguas lluvias y aguas residuales mineras debidamente tratadas, destinadas de manera exclusiva a usos no potables, en concordancia con la normatividad ambiental vigente y los principios de uso eficiente del recurso hídrico.

El sistema permitirá el aprovechamiento de las aguas lluvias recolectadas desde las cubiertas de las instalaciones, las cuales serán conducidas hacia estructuras de pretratamiento y almacenamiento, garantizando su calidad para actividades como riego de áreas verdes, reforestación, limpieza de instalaciones, control de material particulado y apoyo a proyectos productivos sostenibles. De manera complementaria, las aguas residuales mineras, una vez sometidas a procesos de tratamiento que aseguren el cumplimiento de los parámetros establecidos por la autoridad ambiental, podrán ser reutilizadas en actividades operativas y ambientales que no impliquen consumo humano.

La implementación de este proyecto contribuirá a la reducción de la demanda sobre las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, a la disminución de vertimientos y a la optimización del uso del agua dentro del título minero, fortaleciendo la gestión integral del recurso hídrico y aportando al cumplimiento de las medidas de manejo ambiental establecidas en los instrumentos ambientales del proyecto.

Actividades principales:

- Instalación de sistemas de captación de aguas lluvias.
- Adquisición e instalación de tanques de almacenamiento.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- Implementación de sistemas de pretratamiento de filtros, rejillas y trampas de sólidos.
- Adecuación de redes de conducción para el transporte del agua reutilizada a puntos de uso.

Usos del agua reutilizada:

- Riego de viveros forestales y frutales.
- Riego de potreros, zonas verdes y áreas en proceso de recuperación ecológica.
- Limpieza de instalaciones mineras.
- Abastecimiento hídrico de granjas sostenibles.
- Humectación de vías internas y áreas de tránsito, contribuyendo al control de material particulado y a la mejora de las condiciones ambientales.

Fotografía 1. Tanque para el almacenamiento de aguas para procesos de reúso y recirculación de agua.



IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

7.5 Proyecto de Viveros Forestales y Reforestación

Fotografía 2. Huerta casera en instalaciones del proyecto minero



Se implementará un Proyecto de Viveros Forestales y Frutales, orientado a la producción de especies nativas forestales y frutales, destinadas a apoyar los procesos de gestión ambiental y productiva del proyecto minero. Esta iniciativa tendrá como finalidad principal el suministro de material vegetal para la restauración y recuperación de áreas intervenidas por la actividad minera, el cumplimiento de las medidas de compensación ambiental establecidas en los instrumentos ambientales vigentes y el fortalecimiento de la biodiversidad local, así como el apoyo a proyectos productivos sostenibles dentro del área de influencia.

El vivero permitirá asegurar la disponibilidad de plántulas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona, optimizando las labores de reforestación, restauración ecológica y establecimiento de sistemas productivos complementarios, promoviendo el uso de especies propias de la región y de interés social y ambiental.

Especies sugeridas:

Forestales nativas:

- Aliso (*Alnus acuminata*).

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- Mangle (de acuerdo con la pertinencia ecológica y disponibilidad de la especie para la zona)
- Guayacán (*Handroanthus spp.*).
- Arrayán (*Myrcianthes spp.*).

Frutales:

- Guayaba (*Psidium guajava*).
- Mora (*Rubus glaucus*).
- Durazno (*Prunus persica*).
- Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*)

Proyecto de Economía Circular y Eco–Minería

El proyecto ambiental adopta principios de economía circular, integrando:

- ✓ Reúso y recirculación del recurso hídrico.
- ✓ Producción de abonos orgánicos para viveros.
- ✓ Uso de energía solar como fuente limpia.

Este enfoque consolida un modelo de eco–minería sostenible, reduciendo impactos y generando beneficios ambientales y sociales.

8. IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS

La implementación del proyecto de eco–minería sostenible genera múltiples impactos ambientales positivos, orientados al mejoramiento del desempeño ambiental de la operación minera y a la reducción de los impactos asociados a sus actividades. Entre los principales beneficios ambientales que se derivan de la ejecución del proyecto se destacan los siguientes:

Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI): Como resultado de la sustitución parcial de la energía proveniente de fuentes convencionales por energía solar fotovoltaica, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

Disminución del consumo de energía convencional: Mediante el aprovechamiento de fuentes de energía renovable, lo que reduce la dependencia de combustibles fósiles y de la red eléctrica tradicional.

Uso eficiente y racional del recurso hídrico: A través de la captación, reúso y optimización del consumo de agua en actividades operativas, productivas y ambientales.

Recuperación y restauración de áreas degradadas: Mediante la implementación de procesos de reforestación, restauración ecológica y establecimiento de cobertura vegetal con especies nativas y frutales.

Fortalecimiento de la conciencia y cultura ambiental: A partir de la adopción de prácticas sostenibles, la capacitación del personal y la integración de principios de eco-minería y economía circular en la operación minera.

9. COMPONENTE DE IMPACTO SOCIAL Y DESARROLLO HUMANO

El proyecto no solo busca la eficiencia técnica y ambiental, sino que se constituye como un motor de **bienestar social** para los trabajadores de la Compañía Minera La Esperanza SAS, los asociados de COOPROVAL O.C. y la comunidad de Socha, Boyacá.

Fotografía 3. Colaboradores Sociedad Minera La Esperanza SAS



IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

9.1 Fortalecimiento de la Seguridad y Salvamento Minero

- ✓ El suministro de energía limpia al Punto de Salvamento Minero garantiza que los equipos de emergencia y comunicación estén operativos las 24 horas, incluso ante fallas de la red convencional, protegiendo la vida de los mineros de la región.
- ✓ La mejora en la iluminación y servicios administrativos mediante energía renovable eleva los estándares de salud ocupacional y confort térmico para el personal.

9.2 Seguridad Alimentaria y Proyectos Productivos

- ✓ Las granjas porcina y avícola funcionarán bajo un modelo de beneficio compartido, permitiendo que los trabajadores y sus familias accedan a proteínas de alta calidad a costos reducidos, fomentando la soberanía alimentaria local.
- ✓ El uso de abonos orgánicos producidos en el proyecto de compostaje servirá para que las familias de los mineros desarrollen huertas caseras, diversificando sus ingresos.

9.3 Educación y Transferencia de Conocimiento

- ✓ El sistema fotovoltaico y el vivero servirán como "aulas abiertas" para que instituciones educativas locales (SENA, colegios técnicos) realicen prácticas sobre energías renovables y restauración ambiental.
- ✓ Se priorizará la participación de mujeres de la comunidad en la gestión de los viveros forestales y la producción de especies nativas, promoviendo la equidad de género en el sector.

9.4 Cohesión Comunitaria y Sentido de Pertenencia

- ✓ **Recuperación del Entorno:** La reforestación con especies como el Aliso, Guayacán, Mangle y Arrayán no solo compensa el impacto minero, sino que recupera el paisaje natural para el disfrute de la comunidad y la preservación del patrimonio hídrico local.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

10. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

El presente capítulo evalúa la viabilidad económica del proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL” aplicado específicamente a la operación minera de carbón, desarrollado por la COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA S.A.S. y Cooproval O.C. El análisis se fundamenta en las condiciones operativas propias del sector carbonífero (minería subterránea y/o de pequeña y mediana escala), caracterizadas por un consumo energético continuo asociado a ventilación, iluminación, sistemas de bombeo, compresores, oficinas administrativas tanto de la operación minera como del área administrativa de Cooproval O.C. así como del punto de salvamento minero.

La evaluación considera la inversión inicial, los costos de operación y mantenimiento, los ahorros energéticos generados, los incentivos tributarios vigentes para energías renovables y los mecanismos de financiación disponibles, con el fin de determinar la sostenibilidad financiera del proyecto dentro del contexto productivo del carbón.

10.1 Contexto energético de la minería de carbón

La actividad minera de carbón presenta una alta dependencia del suministro eléctrico, tanto en superficie como en interior mina. Entre los principales consumos se destacan:

- Sistemas de ventilación principal y auxiliar.
- Bombeo de aguas subterráneas.
- Iluminación.
- Equipos eléctricos y electromecánicos.
- Oficinas administrativas, campamentos y puntos de salvamento minero.

En este contexto, la autogeneración de energía mediante un sistema fotovoltaico permite reducir la exposición a incrementos tarifarios, mejorar la continuidad operativa y fortalecer la seguridad energética de la operación minera.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

10.2 Inversión inicial del proyecto

El proyecto contempla la instalación de un sistema solar fotovoltaico sobre cubierta, adaptado a infraestructura minera existente, con las siguientes características económicas:

- **Capacidad instalada:** 25,83 kWp
- **Inversión total:** \$171.736.000 + 10% IVA
- **Superficie requerida:** 125 m²
- **Vida útil del sistema:** superior a 25 años

La inversión incluye el suministro, instalación y puesta en operación de paneles solares fotovoltaicos, inversores, estructuras de soporte en aluminio, sistemas de medición bidireccional, puesta a tierra, certificación RETIE, certificación UPME y demás elementos eléctricos necesarios para su integración segura a la red del operador.

10.3 Costos de operación y mantenimiento

En operaciones mineras de carbón, la confiabilidad de los sistemas eléctricos es un factor crítico. El sistema fotovoltaico presenta costos de operación y mantenimiento bajos, estimados en aproximadamente el 1.5% del valor de la inversión anual, los cuales cubren:

- Monitoreo remoto del sistema.
- Inspecciones periódicas.
- Limpieza preventiva de módulos (importante en ambientes con material particulado de carbón).
- Mantenimiento básico de inversores y conexiones eléctricas.

Estos costos son marginales frente a los ahorros generados y no afectan la continuidad de la operación minera.

10.4 Producción energética y ahorro económico

El sistema fotovoltaico propuesto presenta los siguientes indicadores, adecuados a la demanda energética típica de una mina de carbón:

- **Producción anual estimada:** 36.769 kWh/año
- **Consumo promedio actual:** 2.700 kWh/mes
- **Precio actual de la energía:** \$1.086,94/kWh
- **Ahorro económico estimado primer año:** \$34.673.196

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- **Ahorro mensual promedio estimado:** \$2.889.433

El porcentaje de ahorro energético proyectado alcanza el **111,93%**, permitiendo cubrir la totalidad del consumo eléctrico asociado a las instalaciones administrativas y de apoyo minero, liberando recursos económicos que pueden destinarse a seguridad minera, mantenimiento de labores y fortalecimiento del plan de salvamento.

10.5 Flujo de caja y retorno de la inversión

El análisis financiero demuestra que el proyecto presenta un desempeño altamente favorable para una operación minera de carbón:

- Tiempo estimado de retorno de la inversión (Payback): 1,84 años.
- Flujos de caja positivos desde los primeros años de operación.
- Ahorros acumulados crecientes a lo largo de la vida útil del sistema.

Al finalizar el periodo de análisis (10 años), los ahorros acumulados superan los \$500 millones, dependiendo del plazo de financiación seleccionado, consolidando el sistema fotovoltaico como un activo estratégico de largo plazo.

10.6 Análisis de viabilidad económica para minería de carbón

De acuerdo con los indicadores evaluados, el proyecto es económicamente viable para la minería de carbón, dado que:

- Reduce significativamente los costos energéticos asociados a la operación minera.
- Disminuye la dependencia de la red eléctrica convencional.
- Mejora la competitividad del negocio minero frente a escenarios de incremento tarifario.
- Contribuye al cumplimiento de compromisos ambientales y de sostenibilidad exigidos al sector.

Se entiende así que desde el punto de vista económico y financiero, el proyecto "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL", aplicado a una operación minera de carbón, es plenamente viable y estratégico para la Compañía Minera La Esperanza S.A.S y Cooprovál O.C. La iniciativa permite optimizar costos operativos, fortalecer la seguridad energética, apoyar los programas de seguridad y salvamento minero y

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

avanzar hacia una minería de carbón más eficiente, responsable y sostenible en el tiempo.

10.7 Análisis de viabilidad económica

- **Componente Viveros Forestales y Frutales.**

El establecimiento y operación de viveros forestales y frutales constituye un componente económicamente viable y ambientalmente estratégico dentro del proyecto de eco-minería sostenible. Desde el punto de vista financiero, este componente genera ahorros directos y beneficios económicos indirectos, asociados principalmente a la reducción de costos por adquisición de material vegetal para reforestación y compensación ambiental.

Principales beneficios económicos:

Reducción de costos por compra de plántulas: La producción interna de especies forestales nativas y frutales permite disminuir significativamente los gastos recurrentes asociados a la adquisición de material vegetal para actividades de restauración, compensación ambiental y proyectos productivos.

Ahorros acumulados a mediano plazo: Considerando un horizonte de análisis de 10 años, los ahorros generados por la producción propia de plántulas representan un beneficio económico constante, con costos operativos bajos y predecibles.

Potencial de ingresos complementarios: Los excedentes de producción podrán destinarse a venta, donación o intercambio con comunidades y otros proyectos, fortaleciendo la sostenibilidad financiera y social del componente.

Retorno de la inversión: La inversión inicial asociada a infraestructura básica, insumos y adecuación del vivero presenta un periodo de recuperación corto, estimado entre 1 y 2 años, debido a los ahorros inmediatos generados frente a la compra externa de material vegetal.

A partir del segundo año de operación, el vivero se consolida como un componente autosostenible, con flujos de beneficios netos positivos.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

El costo de implementación de Viveros Forestales y Frutales se estima costos directos de **insumos y mano de obra para un vivero con capacidad de alrededor de 5.000 plántulas/año en condiciones de producción básica**, que suman alrededor de **\$20.00.000 Diez millones de pesos colombianos** en insumos y trabajo local.

- **Componente Granjas Sostenibles (Porcina y Avícola)**

El desarrollo de granjas sostenibles porcinas y avícolas se plantea como una estrategia de diversificación productiva integrada al modelo de economía circular del proyecto minero. Este componente presenta una viabilidad económica favorable, especialmente bajo esquemas de producción para autoconsumo y comercialización local de excedentes.

Principales beneficios económicos:

- Reducción de costos operativos: La producción propia de proteína animal reduce los gastos asociados a la compra de alimentos para el personal y actividades internas del proyecto.
- Generación de ingresos complementarios: La venta de excedentes de producción en mercados locales contribuye a la generación de ingresos adicionales y al fortalecimiento del flujo de caja del proyecto.
- Aprovechamiento de subproductos y residuos: La integración de sistemas de compostaje permite valorizar residuos orgánicos generados por las granjas, reduciendo costos de disposición final y generando abonos orgánicos para viveros y áreas de reforestación.
- Retorno de la inversión: El periodo estimado de recuperación de la inversión para las granjas sostenibles se sitúa entre 2 y 3 años, dependiendo de la escala productiva, el esquema de comercialización y el nivel de autoconsumo.

A partir de este periodo, las granjas generan flujos de caja positivos, contribuyendo de manera estable a la sostenibilidad económica del proyecto.

Costos de actividad porcícola a pequeña escala

El costo de implementación de Pequeña escala para proyecto demostrativo y de autoconsumo) de Porcicultura con capacidad para 10 porcinos reproductoras / levante y ceba limitada:

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- **Inversión inicial estimada: COP 60.000.000 Sesenta millones de pesos-m/cte.**

Incluye corrales y galpones básicos, bebederos/comederos, equipo de manejo, compra de animales iniciales, instalación de un pequeño sistema de manejo de estiércol (compostaje) y costos iniciales operativos.

Costos de actividad avícola Pequeña escala

El costo de implementación de Pequeña escala Avicultura para una granja de postura pequeña: 500 aves.

- **Inversión inicial estimada: COP \$ 50.000.000 Cincuenta millones de pesos-m/cte.**

Incluye galpón básico, jaulas o cama, compra inicial de aves, bebederos/comederos, incubación/recepción y costos operativos iniciales

- **Componente reúso y recirculación de aguas lluvias y residuales mineras postratamiento**

El componente de reúso y recirculación de aguas lluvias y aguas residuales mineras tratadas se plantea como una estrategia fundamental para el uso eficiente del recurso hídrico y la reducción de la presión sobre las fuentes de abastecimiento convencionales, en el marco del modelo de eco-minería sostenible y economía circular del proyecto.

Este componente contempla la captación, tratamiento básico, almacenamiento, distribución y reutilización de aguas lluvias y aguas residuales mineras postratamiento, destinadas exclusivamente a usos no potables, garantizando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y las condiciones técnicas establecidas por la autoridad ambiental competente.

Principales beneficios económicos

- **Reducción de costos asociados al consumo de agua fresca:** El aprovechamiento de aguas lluvias y aguas tratadas permite disminuir significativamente la demanda de agua proveniente de fuentes superficiales, subterráneas o redes de abastecimiento externo, generando ahorros recurrentes en costos de captación, conducción y consumo.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

- Optimización de la infraestructura hídrica existente: La recirculación del recurso hídrico maximiza el aprovechamiento de las infraestructuras de tratamiento y almacenamiento, reduciendo la necesidad de ampliaciones futuras y mejorando la eficiencia operativa del sistema hídrico del proyecto.
- Disminución de costos por manejo y disposición de vertimientos: La reutilización de aguas residuales tratadas reduce los volúmenes de descarga al medio ambiente, disminuyendo costos asociados al cumplimiento de límites de vertimiento, monitoreos y posibles medidas de compensación ambiental.
- Soporte a proyectos productivos y ambientales: El sistema de reúso garantiza la disponibilidad de agua para viveros forestales y frutales, granjas sostenibles, riego de zonas verdes, humectación de vías y limpieza de instalaciones, fortaleciendo la continuidad operativa de los demás componentes del proyecto.

Retorno de la inversión y viabilidad económica

Si bien el componente de reúso y recirculación de aguas no tiene como objetivo principal la generación directa de ingresos, su viabilidad económica se sustenta en los ahorros operativos generados y en la reducción de riesgos regulatorios y ambientales.

El periodo estimado de recuperación de la inversión se sitúa **entre 3 y 5 años**, dependiendo del nivel de aprovechamiento del recurso, los volúmenes reutilizados y la reducción efectiva del consumo de agua fresca y costos asociados al manejo de vertimientos.

A partir de este periodo, el sistema genera beneficios económicos indirectos y sostenidos, contribuyendo de manera significativa a la sostenibilidad financiera, ambiental y operativa del proyecto minero, y consolidándose como un componente clave dentro de la estrategia integral de eco-minería sostenible.

Costos de actividad reúso y recirculación de aguas lluvias y residuales mineras postratamiento

El costo de implementación reúso y recirculación de aguas lluvias y residuales mineras postratamiento tiene una inversión aproximada de:

Inversión inicial estimada: COP \$80.000.000 –ochenta millones de pesos m/cte.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

Lo cual incluye mejoramiento de Infraestructura de Captación y Almacenamiento, Sistema de Tratamiento y Postratamiento, y finalmente Sistema de Conducción, Distribución y Uso.

11.TOTAL COSTOS

A continuación, se presentan de manera detallada los valores totales requeridos para la implementación del presente proyecto

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
Implementación de Sistema solar fotovoltaico.	\$188.909.600
Implementación de Viveros Forestales y Frutales.	\$20.000.000
Implementación de granja porcícola	\$60.000.000
Implementación de granja avícola	\$50.000.000
Implementación de reúso y recirculación de aguas lluvias y residuales mineras postratamiento	\$80.000.000
TOTAL, COSTOS	\$ 398.909.600*

Por lo tanto, se requiere para implementación del presente proyecto se requiere una inversión total de **\$ 398.909.600** (Trescientos noventa y ocho millones novecientos nueve mil seiscientos pesos m/cte)

*Cabe aclarar que los valores aquí presentados **no incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA)** y corresponden exclusivamente a los costos estimados para el desarrollo y ejecución de las actividades contempladas en el proyecto.

11. CONCLUSIONES

Se concluye que el Proyecto Técnico Integral de Implementación del Sistema Fotovoltáico y del Proyecto Ambiental de Eco-Minería Sostenible, propuesto por la Sociedad Minera La Esperanza S.A.S., es técnica, económica, ambiental y normativamente viable, consolidándose como una solución integral e innovadora, alineada con las políticas del Gobierno Nacional orientadas a la transición energética, la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible del sector productivo.

Desde el punto de vista técnico, el sistema fotovoltaico propuesto presenta

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

una capacidad instalada adecuada para cubrir e incluso superar la demanda energética actual de la operación minera, garantizando confiabilidad, eficiencia operativa y una vida útil superior a veinticinco (25) años. La integración de la generación solar con los procesos productivos y ambientales permite reducir la dependencia de fuentes convencionales de energía, disminuir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero y fortalecer la seguridad y autonomía energética de la operación minera.

En el componente ambiental, el proyecto consolida un enfoque de eco-minería sostenible mediante la implementación de un Proyecto Ambiental Integral, que incorpora el manejo eficiente y el reúso del recurso hídrico, el desarrollo de granjas sostenibles, la operación de viveros forestales y frutales, así como programas de reforestación, restauración ecológica y compensación ambiental. Estas acciones permiten prevenir, mitigar y compensar los impactos asociados a la actividad minera, promoviendo la economía circular, el uso responsable de los recursos naturales y la recuperación progresiva de las áreas intervenidas.

The logo features a circular emblem with a stylized mountain range and a winding river. The words "COMPAÑÍA MINERA" are written in a semi-circle at the top, and "LA ESPERANZA SAS" is written in a green rectangular box at the bottom.

LA ESPERANZA SAS

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO Y PROGRAMA AMBIENTAL COMPAÑÍA MINERA LA ESPERANZA SAS

Desde la perspectiva financiera, el proyecto evidencia una alta rentabilidad y sostenibilidad económica, reflejada en un corto periodo de retorno de la inversión, en ahorros anuales significativos en costos energéticos y en la posibilidad de acceder a incentivos tributarios y financieros vigentes, tales como la deducción en el impuesto sobre la renta, la depreciación acelerada de activos y los beneficios asociados a proyectos de energías renovables no convencionales. Estos factores garantizan la autosostenibilidad del proyecto y fortalecen la competitividad de la Compañía Minera La Esperanza S.A.S. en el mediano y largo plazo.

Adicionalmente, el proyecto se encuentra plenamente alineado con las políticas públicas nacionales, en especial con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, la Política de Transición Energética, y los compromisos asumidos por el Estado colombiano en materia de acción climática, protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible. Su implementación contribuye de manera directa al cumplimiento de los objetivos de reducción de la huella de carbono, uso eficiente del recurso hídrico y promoción de modelos productivos responsables.

En este contexto, el proyecto no solo resulta viable, sino estratégico, al integrar de manera coherente la eficiencia técnica, la solidez financiera y la responsabilidad ambiental, posicionando a la Compañía Minera La Esperanza S.A.S. como un referente de minería sostenible, moderna y comprometida con la protección del medio ambiente, en concordancia con las prioridades actuales del Gobierno Nacional y las expectativas de la sociedad.

Finalmente, se establece que el sistema fotovoltaico implementado contará con la capacidad necesaria para abastecer energéticamente las oficinas **administrativas de COOPROVAL O.C.**, en su calidad de titular del contrato en **virtud del Aporte No. 070–93**, así como el **Punto de Atención de Salvamento Minero**, garantizando un suministro eléctrico confiable, continuo y proveniente de fuentes limpias. Este uso estratégico de la energía generada fortalece la operación administrativa y los sistemas de seguridad minera, reduce costos operativos y mejora la resiliencia energética de la cooperativa y de la operación minera en su conjunto.

Cordialmente;

XIMENA ROCIO PINZON ARISMENDI

CC:1.052.836.428

Representante Legal Compañía Minera La Esperanza S.A.S