



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESCUELA DE POSTGRADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Tesis De Grado Previa A La Obtención Del Título De:
MAGISTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Tema:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR
DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR”

Autor:

HERMENEJILDO DE LA A ANDREA VALERIA, Ing. MSc.
CAMPOZANO MENDOZA STALIN ADOLFO, Ing. MSc.

Director:

Pedro Daniel Román Barrezueta, Econ. MSc.

Guayaquil – Ecuador

Marzo, 2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESCUELA DE POSTGRADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

ACTA DE GRADUACIÓN No. ESPAE-POST-1335

| | |
|---|--|
| APELLIDOS Y NOMBRES | HERMENEJILDO DE LA A ANDREA VALERIA |
| IDENTIFICACIÓN | 0924927189 |
| PROGRAMA DE POSTGRADO | Maestría en Gestión de Proyectos |
| NIVEL DE FORMACIÓN | Maestría Profesional |
| CÓDIGO CES | 1021-750413J01-S-0901 |
| TÍTULO A OTORGAR | Magíster en Gestión de Proyectos |
| TÍTULO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN | "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR". |
| FECHA DEL ACTA DE GRADO | 2024-03-25 |
| MODALIDAD ESTUDIOS | SEMIPRESENCIAL |
| LUGAR DONDE REALIZÓ SUS ESTUDIOS | GUAYAQUIL |
| PROMEDIO DE LA CALIFICACION DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN | (9,70) NUEVE CON SETENTA CENTÉSIMAS |

En la ciudad de Guayaquil a los veinticinco días del mes de Marzo del año dos mil veinticuatro a las 11:18 horas, con sujeción a lo contemplado en el Reglamento de Graduación de la ESPOL, se reúne el Tribunal de Sustentación conformado por: ROMAN BARREZUETA PEDRO DANIEL, Director del trabajo de Titulación, VALLEJO VILLACIS CÉSAR ENRIQUE, Vocal y DOMINGUEZ ANDRADE JUAN MANUEL, Vocal; para calificar la presentación del trabajo final de graduación "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR", presentado por la estudiante HERMENEJILDO DE LA A ANDREA VALERIA.

La calificación obtenida en función del contenido y la sustentación del trabajo final es de: 9,70/10,00, NUEVE CON SETENTA CENTÉSIMAS sobre diez.

Para dejar constancia de lo actuado, suscriben la presente acta los señores miembros del Tribunal de Sustentación y la estudiante.

PEDRO DANIEL
ROMAN
BARREZUETA

Firmado digitalmente por
PEDRO DANIEL ROMAN
BARREZUETA
Fecha: 2024.03.27 12:33:23
+05'00'

ROMAN BARREZUETA PEDRO DANIEL
DIRECTOR



CÉSAR ENRIQUE
VALLEJO VILLACÍS

VALLEJO VILLACIS CÉSAR ENRIQUE
EVALUADOR / PRIMER VOCAL



JUAN MANUEL
DOMINGUEZ ANDRADE

DOMINGUEZ ANDRADE JUAN MANUEL
EVALUADOR / SEGUNDO VOCAL



ANDREA VALERIA
HERMENEJILDO DE LA
A

HERMENEJILDO DE LA A ANDREA VALERIA
ESTUDIANTE



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESCUELA DE POSTGRADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

ACTA DE GRADUACIÓN No. ESPAE-POST-1334

| | |
|---|--|
| APELLIDOS Y NOMBRES | CAMPOZANO MENDOZA STALIN ADOLFO |
| IDENTIFICACIÓN | 1311300428 |
| PROGRAMA DE POSTGRADO | Maestría en Gestión de Proyectos |
| NIVEL DE FORMACIÓN | Maestría Profesional |
| CÓDIGO CES | 1021-750413J01-S-0901 |
| TÍTULO A OTORGAR | Magister en Gestión de Proyectos |
| TÍTULO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN | "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR". |
| FECHA DEL ACTA DE GRADO | 2024-03-25 |
| MODALIDAD ESTUDIOS | SEMIPRESENCIAL |
| LUGAR DONDE REALIZÓ SUS ESTUDIOS | GUAYAQUIL |
| PROMEDIO DE LA CALIFICACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN | (9,30) NUEVE CON TREINTA CENTÉSIMAS |

En la ciudad de Guayaquil a los veinticinco días del mes de Marzo del año dos mil veinticuatro a las 11:12 horas, con sujeción a lo contemplado en el Reglamento de Graduación de la ESPOL, se reúne el Tribunal de Sustentación conformado por: ROMÁN BARREZUETA PEDRO DANIEL, Director del trabajo de Titulación, VALLEJO VILLACIS CÉSAR ENRIQUE, Vocal y DOMÍNGUEZ ANDRADE JUAN MANUEL, Vocal; para calificar la presentación del trabajo final de graduación "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR", presentado por el estudiante CAMPOZANO MENDOZA STALIN ADOLFO.

La calificación obtenida en función del contenido y la sustentación del trabajo final es de: 9,30/10,00, NUEVE CON TREINTA CENTÉSIMAS sobre diez.

Para dejar constancia de lo actuado, suscriben la presente acta los señores miembros del Tribunal de Sustentación y el estudiante.

PEDRO DANIEL
ROMÁN
BARREZUETA

Firmado digitalmente por PEDRO DANIEL ROMÁN BARREZUETA
Fecha: 2024.03.27 13:32:27 -0500'



ROMÁN BARREZUETA PEDRO DANIEL
DIRECTOR

VALLEJO VILLACIS CÉSAR ENRIQUE
EVALUADOR / PRIMER VOCAL



DOMÍNGUEZ ANDRADE JUAN MANUEL
EVALUADOR / SEGUNDO VOCAL



CAMPOZANO MENDOZA STALIN ADOLFO
ESTUDIANTE

Contenido

| | | |
|--------|---|----|
| 1.1 | Introducción General..... | 20 |
| 1.1.1. | Hitos Institucionales..... | 21 |
| 1.1.2 | Contexto Nacional de Minería en el Ecuador..... | 21 |
| 1.1.3 | Contexto Internacional..... | 22 |
| 1.1.4 | Gobierno Corporativo..... | 26 |
| 1.1.5 | Desafíos Institucionales..... | 28 |
| 1.2 | Filosofía Institucional..... | 29 |
| 1.2.1. | Misión..... | 29 |
| 1.2.2. | Visión..... | 29 |
| 1.2.3. | Valores..... | 29 |
| 1.3 | Modelo de Negocio (BMC)..... | 30 |
| 1.3.1. | Segmento de mercado..... | 31 |
| 1.3.2. | Propuesta de valor..... | 32 |
| 1.3.3. | Relación con clientes..... | 32 |
| 1.3.4. | Canales de servicio..... | 33 |
| 1.3.5. | Actividades claves..... | 33 |
| 1.3.6. | Recursos claves..... | 34 |
| 1.3.7. | Alianzas claves..... | 36 |
| 1.3.8. | Estructura de costos..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 1.3.9. Estructura de ingresos..... | 42 |
| 1.4 Estrategia Institucional..... | 47 |
| 1.4.1 Estrategia General | 47 |
| 1.4.2 Mapa estratégico..... | 48 |
| 1.4.3 Cuadro de Mando Integral..... | 49 |
| 1.5 Arquitectura Empresarial | 51 |
| 1.5.1 Cadena de valor | 61 |
| 1.5.2. Riesgos y Controles..... | 63 |
| 1.5.3. Organigrama institucional..... | 64 |
| 1.5.4. Sistemas de información..... | 76 |
| 1.5.5. Infraestructura tecnológica..... | 76 |
| 2. Caso de Negocio | 77 |
| 2.1 Resumen Ejecutivo..... | 77 |
| 2.1.1. Definición del problema/oportunidad | 77 |
| 2.1.1.1. Evaluación de Necesidades de Negocio..... | 78 |
| 2.1.1.2. Situación actual del Negocio | 78 |
| 2.2. Análisis de brechas | 81 |
| 2.2.2. Pesos de las brechas identificadas | 85 |
| 2.3. Iniciativas Claves..... | 86 |
| 2.2. Estudio de Alternativa..... | 89 |

| | |
|---|-----|
| 2.2.1. Alcance de la solución | 91 |
| 2.2.1.1 Alternativa 1 | 91 |
| 2.2.1.1.1 Beneficios..... | 92 |
| 2.2.1.1.2. Problemas..... | 92 |
| 2.2.1.1.3. Supuestos | 92 |
| 2.2.1.1.4. Restricciones..... | 93 |
| 2.2.1.2 Alternativa 2..... | 93 |
| 2.2.1.2.1. Beneficios | 94 |
| 2.2.1.2.2. Problemas..... | 94 |
| 2.2.1.2.3. Supuestos | 95 |
| 2.2.1.2.4. Restricciones..... | 95 |
| 2.2.2. Estudio de Mercado..... | 96 |
| 2.2.2.1 Descripción del bien o servicio | 96 |
| 2.2.2.2 Análisis de la oferta..... | 96 |
| 2.2.2.3 Análisis de la demanda..... | 97 |
| 2.2.2.3.1 Análisis de precios | 97 |
| 2.2.2.3.2 Esquema de comercialización | 98 |
| 2.2.3 Estudio Regulatorio..... | 98 |
| 2.2.4 Estudio Administrativo..... | 101 |
| 2.2.5. Estudio Técnico | 102 |

| | |
|---|-----|
| 2.2.5.1 Alternativa 1..... | 102 |
| 2.2.5.2 Alternativa 2..... | 102 |
| 2.2.6. Estudio Ambiental..... | 103 |
| 2.2.6.1 Alternativa 1..... | 104 |
| 2.2.6.2 Alternativa 2..... | 105 |
| 2.2.7. Estudio Económico | 105 |
| 2.2.7.1 Alternativa 1..... | 107 |
| 2.2.7.2 Alternativa 2..... | 110 |
| 2.2.8. Estudio Financiero..... | 113 |
| 2.2.8.1 Alternativa 1..... | 113 |
| 2.2.8.2 Alternativa 2..... | 114 |
| 2.2.9. Estudio de Riesgos | 118 |
| 2.2.9.1. Categorización de riesgos | 119 |
| 2.2.9.1.1 Alternativa 1 | 120 |
| 2.2.9.1.2 Alternativa 2 | 120 |
| 2.2.9.2. Scoring de riesgos | 123 |
| 2.2.9.2.1 Alternativa 1 | 123 |
| 2.2.9.2.2 Alternativa 2 | 124 |
| 2.2.9.3. Plan de Respuestas a los riesgos de Alto Impacto | 125 |
| 2.2.9.3.1 Alternativa 1 | 125 |

| | |
|--|-----|
| 2.2.9.3.2 Alternativa 2 | 126 |
| 2.3 Evaluación Multicriterio | 127 |
| 2.3.1. Identificación de la mejor alternativa en función de los beneficios a alcanzar por la mitigación de las brechas. | 127 |
| 2.3.2. Rating de selección..... | 132 |
| 2.3.3. Matriz de Priorización | 132 |
| 2.3.3 Justificación de la alternativa | 133 |
| 2.4 Enfoque de implementación..... | 134 |
| 2.4.1 Inicialización del proyecto | 135 |
| 2.4.2 Planeación del proyecto | 135 |
| 2.4.3 Ejecución del proyecto..... | 136 |
| 2.4.4 Supervisión del proyecto | 136 |
| 2.4.5 Cierre del proyecto | 136 |
| 2.4.6 Post-gestión del proyecto | 136 |
| 2.4.7 Aprobaciones..... | 137 |
| 3. Acta de Constitución del Proyecto..... | 138 |
| 4. Plan para la Dirección del Proyecto..... | 144 |
| 4.1 Plan de Gestión de la Integración | 144 |
| 4.1.2. Políticas, procesos, formatos y roles para generación de reportes de Dirección del proyecto. | 144 |

| | |
|--|-----|
| 4.1.3. Ciclo de Vida del Proyecto y Enfoques..... | 145 |
| 4.1.3.1 Ciclo de Vida del Proyecto | 145 |
| 4.1.3.2. Enfoque del Proyecto..... | 146 |
| 4.1.4. Plan de Gestión de Cambios | 147 |
| 4.1.5. Gestión de la Configuración | 149 |
| 4.1.6. Línea Base del Alcance | 149 |
| 4.1.7. Línea base del Cronograma..... | 150 |
| 4.1.8. Registro de Beneficios del Proyecto | 150 |
| 4.1.9. Registro de Lecciones Aprendidas..... | 151 |
| 4.1.10. Cierre del Proyecto..... | 152 |
| 4.2. Plan de Gestión de Alcance..... | 152 |
| 4.2.1. Gestión de Alcance..... | 152 |
| 4.2.2 Enunciado del Alcance del Proyecto | 154 |
| 4.2.3. Diccionario de la estructura de desglose del trabajo..... | 154 |
| 4.2.4 Matriz de Trazabilidad de Requisitos | 157 |
| 4.3. Plan de Gestión del Cronograma | 159 |
| 4.3.1. Desarrollo del Cronograma | 162 |
| 4.3.2. Línea Base del Cronograma..... | 162 |
| 4.3.3 Hitos del Proyecto | 163 |
| 4.3.4. Cronograma del Proyecto | 164 |

| | |
|---|-----|
| 4.3.5. Predecesoras | 165 |
| 4.3.6. Diagrama de Gantt del Proyecto..... | 168 |
| 4.3.7. Ruta crítica | 170 |
| 4.4. Plan de Gestión de los costos | 170 |
| 4.4.1. Planificación de la Gestión de costos | 170 |
| 4.4.2. Estimación de costos..... | 172 |
| 4.4.3. Línea Base de costos y Reserva de Gestión..... | 175 |
| 4.5. Plan de Gestión de Calidad..... | 176 |
| 4.5.1. Política de Calidad del Proyecto..... | 176 |
| 4.5.2. Planificación de la Gestión de Calidad del Proyecto..... | 176 |
| 4.5.3. Línea Base de Calidad del Proyecto | 176 |
| 4.5.4. Actividades de Calidad | 177 |
| 4.5.5. Roles de Gestión de Calidad | 178 |
| 4.5.6. Organización para la Calidad del Proyecto..... | 179 |
| 4.5.7. Documentos normativos para la calidad..... | 179 |
| 4.5.8. Métricas de Calidad..... | 181 |
| 4.5.9. Lista de Verificación de Calidad | 184 |
| 4.6. Plan de Gestión de Recursos | 184 |
| 4.6.1. Planificación de la Gestión de los recursos..... | 184 |
| 4.6.2. Estructura Organizacional del Proyecto | 185 |

| | |
|---|-----|
| 4.6.3. Asignaciones del personal al proyecto | 186 |
| 4.6.4. Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI)..... | 187 |
| 4.7. Plan de Gestión de Comunicaciones | 190 |
| 4.8. Plan de Gestión de Riesgos | 192 |
| 4.8.1. Procedimiento de Planificación de Respuestas | 192 |
| 4.8.2. Establecimiento de Umbrales de Riesgo | 192 |
| 4.8.3. Definición de Escalas para Probabilidad e Impacto | 195 |
| 4.8.4. Establecimientos de Mapas de Calor de Riesgos | 196 |
| 4.8.5. Plan de Respuestas a los riesgos de Alto Impacto | 197 |
| 4.8.6. Cálculo de la Reserva de Contingencia y de Gestión | 198 |
| 4.9. Plan de Gestión de Adquisiciones | 199 |
| 4.9.1. Planificación de la Gestión de Adquisiciones | 199 |
| 4.9.2. Matriz de adquisiciones del proyecto | 200 |
| 4.9.3. Criterios de selección de proveedores | 204 |
| 4.10. Plan de Gestión de los Interesados | 206 |
| 4.10.1. Identificación y Registro de Interesados | 206 |
| 4.10.3. Registro de los interesados..... | 208 |
| 4.10.4. Análisis de los Stakeholders | 209 |
| 4.10.5. Participación Actual y Deseada del Interesado | 215 |
| 4.10.6. Requisitos de información de interesados..... | 217 |

| | |
|--|-----|
| 4.10.7. Seguimiento de Gestión de Interesados..... | 219 |
| 5. Conclusiones y Recomendaciones..... | 220 |
| 5.1. Conclusiones..... | 220 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 221 |
| 6. Bibliografía..... | 223 |
| 7. Anexos..... | 226 |

Listado de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Clasificación de las empresas mineras | 20 |
| Figura 2. Gobierno Corporativo de Empresa PROMINE Cia. Ltda | 27 |
| Figura 3. Actividades mineras de la Empresa PROMINE Cía. Ltda. | 30 |
| Figura 4 Procesos Estratégicos | 51 |
| Figura 5. Procesos Operativos | 53 |
| Figura 6. Procesos de Apoyo. | 54 |
| Figura 7. Mapa de Procesos de Empresa PROMINE Cía. Ltda. | 55 |
| Figura 8. Cadena de valor | 62 |
| Figura 9. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. - Gerencias | 66 |
| Figura 10. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Gerencia de Operaciones | 67 |
| Figura 11. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de mina | 68 |
| Figura 12. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Maquinaria y Logística...69 | |
| Figura 13. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Plantas | 70 |
| Figura 14. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Fundición y Refinación .. | 71 |
| Figura 15. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Supervisor de Facilidades y Construcción | 71 |
| Figura 16. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Mantenimiento..... | 72 |
| Figura 17. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Bodega..... | 73 |
| Figura 18. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Seguridad y Salud en el trabajo | 73 |
| Figura 19. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Técnico de Medio Ambiente..... | 74 |
| Figura 20. Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Gerencia Administrativa | 75 |

| | |
|---|-------------------------------|
| Figura 21. Diagrama del Proceso de la Planta de Beneficio Promine Cia. Ltda.. | 79 |
| Figura 22. Molino de Bola | 80 |
| Figura 23. Irradiación Solar de Zona | 87 |
| Figura 24. Ubicación geográfica de la Planta de Beneficio de la compañía minera PROMINE. | 88 |
| Figura 25. <i>Tasa Interna de Retorno de las Alternativas</i> | 115 |
| Figura 26. Matriz de Gravedad en función al criterio Conservador | 120 |
| Figura 27. Matriz Probabilidad vs. Impacto del Proyecto de la alternativa 1 | 123 |
| Figura 28. Matriz Probabilidad vs. Impacto del Proyecto de la alternativa 2 | 124 |
| Figura 29. Impacto de las alternativas para el cumplimiento de los beneficios. | 130 |
| Figura 30. Ciclo de vida del proyecto | 145 |
| Figura 31. Características de enfoque de Desarrollo del proyecto | 146 |
| Figura 32. Enfoque de Desarrollo del proyecto | 147 |
| Figura 33. Línea Base del Cronograma | 163 |
| Figura 34. Diagrama de Gantt del Proyecto – Ruta Crítica | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 35. Ruta Crítica del Proyecto. | 170 |
| Figura 36. Curva S del Proyecto | 175 |
| Figura 37. Organigrama del Comité de Calidad | 179 |
| Figura 38. Estructura Organizacional del Proyecto | 186 |
| Figura 39. Mapa de Calor | 196 |

Listado de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Comparación de empresas de pequeña minería a nivel de Sudamérica. | 23 |
| Tabla 2 Costos Directos e Indirectos de le empresa PROMINE Cía. Ltda. – I Semestre 2023..... | 41 |
| Tabla 3 Ingresos por ventas de le empresa PROMINE Cía. Ltda. – I Semestre 2023..... | 44 |
| Tabla 4 Ingresos por servicios de alquiler de la empresa PROMINE Cía. Ltda. – I Semestre 2023.. | 46 |
| Tabla 5 Mapa Estratégico de Empresa PROMINE Cía. Ltda. | 49 |
| Tabla 6 Cuadro de Mando Integral de Empresa PROMINE Cía. Ltda..... | 50 |
| Tabla 7. Análisis FODA..... | 56 |
| Tabla 8. Planificación Estratégica – Fortalezas - Oportunidades. | 57 |
| Tabla 9. Planificación Estratégica – Fortalezas -Amenazas. | 58 |
| Tabla 10. Planificación Estratégica – Debilidades - Oportunidades..... | 60 |
| Tabla 11. Planificación Estratégica – Debilidades - Amenazas..... | 61 |
| Tabla 12. Riesgo y Control. | 63 |
| Tabla 13. Demanda de energía eléctrica de la planta de Beneficio Promine Cia. Ltda. | 79 |
| Tabla 14. Brechas..... | 82 |
| Tabla 15. Ponderación para calificación entre pares..... | 83 |
| Tabla 16. Comparación en pares entre objetivos estratégicos..... | 83 |
| Tabla 17. Matriz normalizada para la obtención de pesos de cada objetivo. | 84 |
| Tabla 18. Pesos de cada objetivo estratégico de la organización..... | 84 |
| Tabla 19. Impacto de las brechas a los objetivos estratégicos | 85 |
| Tabla 20. Pesos de las brechas identificadas..... | 85 |
| Tabla 21. Consumo diario de energía de equipos | 97 |

| | |
|---|--------------------------------------|
| Tabla 22. Presupuesto del proyecto Alternativa 1. "Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso" | 107 |
| Tabla 23. Estimación de la inversión, expresado en USD, de la Alternativa 1..... | 109 |
| Tabla 24. Presupuesto del proyecto Alternativa 2. "Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el techo” | 110 |
| Tabla 25. Estimación de la inversión, expresado en USD, de la Alternativa 2..... | 112 |
| Tabla 26. Gasto de mantenimiento de equipos | 113 |
| Tabla 27. Flujo de caja del Proyecto de la Alternativa 1 | 116 |
| Tabla 28. Flujo de caja del Proyecto de la Alternativa 2. | 117 |
| Tabla 29. Riesgos identificados de la alternativa 1 | 118 |
| Tabla 30. Riesgos identificados de la alternativa 2..... | 118 |
| Tabla 31. Tabla para valoración numérica de los riesgos en función de probabilidad e impacto | 119 |
| Tabla 32. Evaluación Cualitativa de Riesgos en Taller..... | 121 |
| Tabla 33. Evaluación Cualitativa de Riesgos en Taller | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 34. Riesgos de Alto Impacto de la alternativa 1. | 124 |
| Tabla 35. . Riesgos de Alto Impacto de la alternativa 2 | 125 |
| Tabla 36. Plan de respuestas a riesgos de alto impacto de la alternativa 1 | 125 |
| Tabla 37. Plan de respuestas a riesgos de alto impacto de la alternativa 2. | 126 |
| Tabla 38. Beneficios esperados de las alternativas | 127 |
| Tabla 39. Beneficios esperados de las alternativas. | 128 |
| Tabla 40. Alternativas y brechas a mitigar o reducir para el cumplimiento de los beneficios | 129 |
| Tabla 41. Valores de alternativas en función del impacto de las brechas para la obtención de los beneficios. | 130 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 42. Ponderación de alternativas | 132 |
| Tabla 43. Matriz de Priorización..... | 132 |
| Tabla 44. Comparación entre las alternativas, según los criterios de selección..... | 134 |
| Tabla 45. Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de Integración. | 145 |
| Tabla 46. Principales entregables por ciclo de vida..... | 146 |
| Tabla 47. Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de Cambios. | 148 |
| Tabla 48. Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de la Configuración..... | 149 |
| Tabla 49. Registro de Beneficios | 150 |
| Tabla 50. Registro de Lecciones aprendidas..... | 151 |
| Tabla 51. Gestión de cierre del proyecto | 152 |
| Tabla 52. Plan de Gestión del Alcance | 153 |
| Tabla 53. Enunciado del alcance del proyecto..... | 154 |
| Tabla 54. Identificación de los Requisitos | 156 |
| Tabla 55. Matriz de Trazabilidad de Requisitos. | 158 |
| Tabla 56. Formato del Diccionario de EDT..... | 159 |
| Tabla 57. Plan de Gestión del cronograma. | 160 |
| Tabla 58. Hitos del Proyecto..... | 163 |
| Tabla 59. Cronograma del Proyecto..... | 164 |
| Tabla 60. Predecesoras..... | 166 |
| Tabla 61. Plan de Gestión de Costos..... | 171 |
| Tabla 62. Estimación de costo | 172 |
| Tabla 63. Costo por tarea | 174 |
| Tabla 64. Reserva de Gestión | 175 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 65. Presupuesto del Proyecto | 176 |
| Tabla 66. Métricas de calidad del proyecto | 177 |
| Tabla 67. Actividades de calidad del proyecto | 177 |
| Tabla 68. Roles de calidad del proyecto | 178 |
| Tabla 69. Métricas de calidad del proyecto | 181 |
| Tabla 70. Métricas de calidad de los entregables. | 183 |
| Tabla 71. Lista de verificación de calidad | 184 |
| Tabla 72. Plan de Gestión de los recursos..... | 185 |
| Tabla 73. Asignación del personal | 186 |
| Tabla 74. Formato Descripción Matriz RACI..... | 188 |
| Tabla 75. Código de roles. | 188 |
| Tabla 76. Matriz RACI | 188 |
| Tabla 77. Plan de Gestión de los Comunicaciones | 190 |
| Tabla 78. Matriz de Comunicaciones del Proyecto | 192 |
| Tabla 79. Análisis Cualitativo de Riesgo..... | 193 |
| Tabla 80. Evaluación Cualitativa de Riesgos en Taller | 193 |
| Tabla 81. Matriz Probabilidad – Impacto | 195 |
| Tabla 82. Calificación del riesgo | 195 |
| Tabla 83. Escalas de probabilidad e impacto de un riesgo | 196 |
| Tabla 84. Riesgos de Alto Impacto | 197 |
| Tabla 85. Plan de Respuesta a riesgos de alto impacto..... | 197 |
| Tabla 86. Presupuesto Total del proyecto según análisis de riesgos..... | 199 |
| Tabla 87. Planificación de la Gestión de Adquisiciones | 199 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 88. Matriz de Adquisiciones | 200 |
| Tabla 89. Matriz de Adquisiciones | 203 |
| Tabla 90. Criterios de selección de proveedores..... | 205 |
| Tabla 91. Criterios de aceptación para servicios de construcción | 205 |
| Tabla 92. Roles de los Stakeholders | 207 |
| Tabla 93. Registro de los Stakeholders | 208 |
| Tabla 94. Puntuación para la categorización de los stakeholders | 212 |
| Tabla 95. Categorización de los Stakeholders | 212 |
| Tabla 96. Interés sobre el proyecto | 213 |
| Tabla 97. Influencia sobre el proyecto..... | 214 |
| Tabla 98. Participación actual y deseada de los interesados | 215 |
| Tabla 99. Requisitos de información de interesados..... | 217 |

1. Entorno Institucional

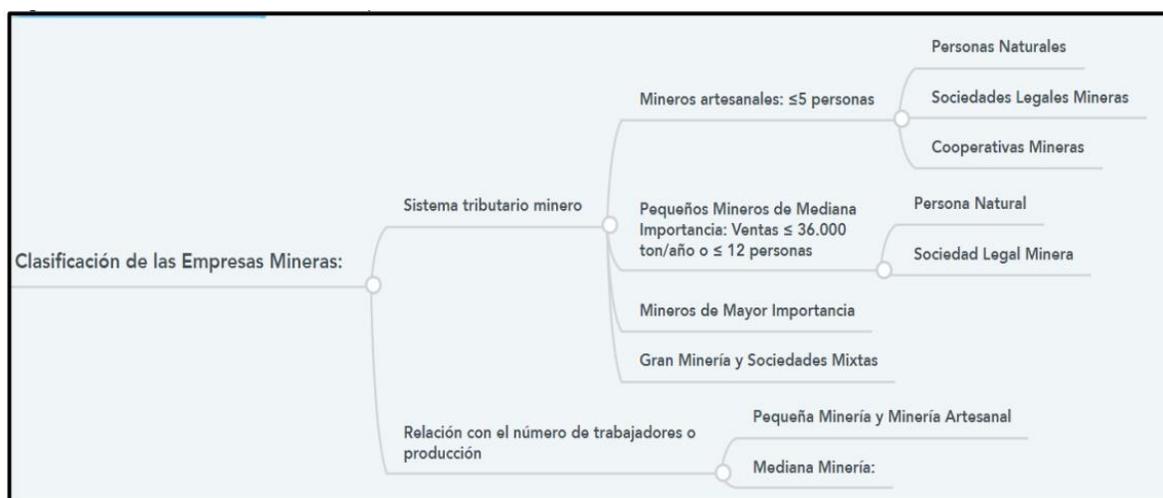
1.1 Introducción General

La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad. Es una actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. (Gallardo Molina, 2019)

Definir a los pequeños mineros, los mineros artesanales y la mediana minería no es trivial, ya que existen distintas definiciones según la institución considerada e incluso a nivel mundial; no existe una definición única. En la Figura 1, se agrupan en dos grandes clasificaciones, que no son las únicas, pero son las más importantes. (Molina, 2020)

Figura 1.

Clasificación de las empresas mineras



Fuente: Estudio de formalización de mineros artesanales y pequeña minería (Molina, 2020)

Para el presente trabajo, se analizará la organización PROMINE CIA.LTDA., empresa dedicada a la exploración, extracción y producción de minerales auríferos en el Ecuador. Su sede principal está ubicada en el cantón Machala, Provincia de El Oro.

2.2.9. Hitos Institucionales.

Los hitos institucionales más relevantes son los siguientes:

- **Fundación:** La empresa PROMINE CIA.LTDA., fue fundada el 8 de febrero del 2006 por un grupo de socios ecuatorianos.
- **Inicio de operaciones:** En el 2006, la empresa comenzó a operar su primera mina, la mina PROMINE ubicada en la provincia de Azuay, cantón Camilo Ponce Enríquez, sector La López.
- **Ampliación de actividades:** En el 2009 reformó su estatuto, incluyendo la actividad de compra y venta de materia prima, maquinarias, accesorios, insumos, herramientas y vehículos utilizados en las fases de trabajo de la mina.
- **Exportaciones:** A través del Banco Central del Ecuador, comenzaron las exportaciones el 15 de abril del 2019.

1.1.2 Contexto Nacional de Minería en el Ecuador

“El desarrollo actual de la minería en Ecuador incluye las fases de prospección, exploración, explotación, beneficio, fundición, refinación y comercialización de minerales metálicos y no metálicos. La minería metálica tiene una incidencia marginal en la economía nacional, mientras que la minería no-metálica es la abastecedora de la construcción civil y tiene un impacto en todo el país”.(Aguilar & Requelmer, 2016)

De acuerdo con la Ley de Minería (2009), se plantea cuatro tipos de explotación: minería artesanal, pequeña minería, mediana minería y la gran minería. En los artículos 134 y 138, se establece la categorización de minería artesanal y de pequeña escala.

La compañía minera PROMINE Cía. Ltda., es una organización que desarrolla sus actividades de minería promoviendo el desarrollo responsable y eficiente. En el último informe financiero disponible, se registró una producción mensual de 1355,90 toneladas métricas de mineral, destacando el enfoque de la empresa en la eficiencia y sostenibilidad. Esta empresa posee su mina subterránea PROMINE y una planta de beneficio con el mismo nombre, ubicada en la cooperativa de producción minera aurífera “BELLA RICA”, en el cantón Camilo Ponce Enríquez de la provincia del Azuay.

PROMINE Cía. Ltda., ofrece los servicios de molienda, flotación, cianuración, y refinación a más de una decena de sociedades. Esta Empresa ha desempeñado un papel muy importante para el desarrollo de las ciento de familias ya que en ella laboran más de 130 personas de distintos sectores del Ecuador.(Lapo Alberca, 2014)

1.1.3 Contexto Internacional

La empresa minera PROMINE CIA. LTDA. Representa un potencial cliente para proveedores de equipos y maquinaria especializada, en servicios de ingeniería y consultoría, proveedores de energía y combustibles, soluciones ambientales y de sostenibilidad, y proveedores de insumos y suministros. Estos proveedores contribuyen a mejorar la eficiencia, seguridad y operatividad de las operaciones de la empresa, además de la reducción en el impacto ambiental.

En el informe semestral correspondiente al año 2023, los directivos de Promine CIA. Ltda. Proporcionaron datos detallados sobre sus gastos. Se destaca una inversión significativa de \$259,988.97 en equipos y materiales, lo que subraya la importancia estratégica de la adquisición de recursos de calidad para potenciar la operación. Además, se observa un desembolso de \$908,984.08 en materiales de consumo, incluyendo químicos e insumos, lo que resalta la

diversidad de proveedores con los que la empresa se relaciona. Además, se evidencia un gasto adicional de \$2,164.69 en construcción, señalando la amplitud de las áreas en las que los proveedores pueden desempeñar un papel crucial para el desarrollo y crecimiento sostenible de PROMINE CIA. LTDA.

Se realizará una comparación exclusivamente entre empresas pertenecientes al sector minero, centrándonos específicamente en aquellas que comparten similitudes en su giro de negocio, este enfoque específico nos permitirá realizar una comparación más precisa y relevante dentro del ámbito minero en la que se desenvuelve Promine Cia. Ltda. En el contexto Internacional.

A nivel de Sudamérica, se puede comparar las competencias con empresas mineras como las que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Comparación de empresas de pequeña minería a nivel de Sudamérica.

| No. | Empresa | País de Origen | Giro de Negocio | Página Web |
|-----|--------------|----------------|--|---|
| 1 | Mineros S.A. | Colombia | Empresa dedicada a la explotación y comercialización de oro en pequeña y mediana minería. Sus operaciones mineras se realizan en dos frentes: aluvial y subterráneo; con una producción anual de 120 mil onzas de oro en promedio. Mineros S.A. contribuye de manera significativa al progreso social de las comunidades locales al enfocarse en aspectos clave como la salud y seguridad de sus colaboradores, reflejando su compromiso con el desarrollo sostenible y la mejora continua de las condiciones de vida en las áreas en las que opera. | https://mineros.com.co/es/ |

| | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------------------|--|---|
| 2 | Antofagasta Minerals. | Chile | <p>Compañía minera chilena que se centra en la producción de cobre y otros minerales, con operaciones en Chile y otros países de la región. Opera cuatro minas de cobre en Chile. De las cuales dos producen importantes volúmenes de molibdeno y oro como subproductos. En 2022 produjo 646.200 toneladas de cobre.</p> <p>Tiene 4 pilares para la gestión Social: relacionamiento abierto y colaborativo con los grupos de interés, implementación de inversiones sociales y su medición de impactos y gestión de alertas socioterritoriales</p> | https://www.aminerals.cl/ |
| 3 | Yamana Gold | Argentina | <p>Empresa minera con operaciones en Argentina, Brasil y otros países, especializada en la producción de oro y plata.</p> <p>Esta empresa está comprometida con las comunidades contribuyendo con la creación de programas comunitarios, el desarrollo de alianzas estratégicas con comunidades locales, e iniciativas a nivel de Argentina.</p> | http://yamanaargentina.com/ |
| 4 | Aurubis AG | Alemania, operaciones en Sudamérica | <p>Aurubis es uno de los mayores productores de cobre de Europa y tiene operaciones en países como Chile, involucrándose en la extracción y procesamiento de cobre.</p> <p>La sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa son aspectos clave de las operaciones de Aurubis. La empresa trabaja para minimizar su impacto ambiental y promover prácticas comerciales éticas.</p> | https://www.aurubis.com/de/ |
| 5 | Minera IRL Limited | Perú | <p>Una empresa con operaciones en varias regiones de América Latina, centrada en</p> | https://minera-irl.com/es/ |

| | | | | |
|---|---------------------|-------|---|--|
| | | | <p>la producción de plata y otros metales preciosos. En el 2021 tuvo una producción cercana a las 25,000 onzas de oro provenientes de sus concesiones mineras que abarcan 9,830 hectáreas. Desarrolla una serie de programas comunitarios con el fin de mejorar las condiciones de vida y establecer lazos más estrechos con las comunidades entre los programas tienen comedores populares, proyecto de apicultura que incluye capacitación, producción de miel y su distribución a los miembros de la comunidad.</p> | |
| 6 | Pan American Silver | Perú | <p>Una empresa con operaciones en varias regiones de América Latina, centrada en la producción de plata y otros metales preciosos. Se estima que las reservas minerales de Pan American contienen aproximadamente 486.8 millones de onzas de plata y 7.7 millones de onzas de oro al 30 de junio del 2023, como programa de responsabilidad social Pan American Silver Perú tiene previsto alcanzar los siguientes objetivos para 2028:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 500 productores capacitados en manejo productivo del cultivo de palta • 30 hectáreas adicionales o más plantadas con árboles de palta Hass • Asistencia técnica para el desarrollo de prácticas agrícolas adecuadas | <p>https://www.panamericansilver.com/es/</p> |
| 7 | Codelco | Chile | <p>Corporación Nacional del Cobre de Chile, una de las mayores productoras de cobre a nivel mundial, el cobre es el mineral más</p> | <p>https://www.codelco.com/</p> |

| | | | | |
|---|----------------|--------|---|---|
| | | | relevante en su producción, los subproductos como el molibdeno, el oro y la plata. Plantean un plan centrado en tres ejes temáticos: economía local, educación y capital social, y sustentabilidad ambiental, más un eje transversal orientado a generar un nuevo modelo de relacionamiento comunitario, que les permita contar con nuevos mecanismos de participación y diálogo. | |
| 8 | Rio Tinto | Chile | <p>Organización dedicada a la extracción de cobre y también produce subproductos como oro y plata, que son comunes en los depósitos de cobre. Las áreas de responsabilidad social abordadas dentro de los principios incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derechos humanos • Apoyo a proveedores locales e indígenas • Soborno y corrupción. | https://www.riotinto.com/ |
| 9 | Anglo American | Brasil | Compañía que produce una variedad de minerales y metales. Contribuye de manera significativa al progreso social trabajando junto con el gobierno local, los líderes comunitarios y las ONG para contribuir a las necesidades de la comunidad: esto abarca desde la vivienda y la infraestructura hasta la salud, la educación y el ocio. | https://brasil.angloamerican.com/ |

Nota. Tomado de <https://www.mineriachile.cl>, página web de las diferentes empresas mineras.

Elaborado por los Autores.

1.1.4 Gobierno Corporativo

El Gobierno Corporativo de la empresa PROMINE CIA. LTDA., cómo se representa en la Figura 2, comprende el conjunto de principios, normas y mecanismos con el objetivo de crear

valor sostenible para sus accionistas y grupos de interés. Su estructura de gestión organizacional es la siguiente: Junta General de socios, presidente, Gerencia General, Gerencias y la parte operativa, quienes son los responsables de asegurar la gobernabilidad de la empresa.

De acuerdo con el reglamento de la empresa, la junta de socios (4), debe elegir al presidente, quien tendrá la responsabilidad de representar a la asociación en acciones o gestiones y convocar a reuniones de asamblea y junta directiva; el Gerente General puede ser cualquier persona natural, quien tomará las decisiones en la empresa de acuerdo con los procesos.

Figura 2.

Gobierno Corporativo de Empresa PROMINE Cia. Ltda



Fuente: Empresa PROMINE Cia. Ltda.

Junta de accionistas: es la encargada de reunir a los accionistas de la mina para deliberar sobre los problemas que afectan a la empresa y tomar decisiones sobre temas relevantes de la empresa.

Presidente: es el encargado de la planificación y organización de las reuniones, además de facilitar y asegurar que la reunión y sus procedimientos cumplan con todas las leyes y regulaciones aplicables, incluidas las normativas corporativas y los estatutos de la empresa.

Gerencia General: área que planifica y aprueba los planes estratégicos que se desarrollan en la empresa para lograr los objetivos.

Estructura interna del área.

- Jefaturas en la gerencia de operaciones: encargadas de realizar gestiones y procesos dentro de la mina y planta de beneficio.
- Jefaturas en la gerencia administrativa: encargadas de realizar gestiones y procesos administrativos de la mina y planta de beneficio.

1.1.5 Desafíos Institucionales

La empresa minera PROMINE CIA. LTDA. Enfrenta varios desafíos institucionales, que incluyen:

- I. Reducir el impacto ambiental de la minería, gestionando los residuos mineros de forma eficiente y sostenible, incluyendo la reutilización y el reciclaje de materiales cuando sea posible.
- II. Implementar soluciones que reduzcan el consumo de energía en las operaciones mineras mediante el uso de fuentes de energía renovable, optimizando el uso de los recursos.

- III. Ampliar iniciativas que beneficien a las comunidades y promuevan bienestar social en las localidades donde opera la empresa, a través de programas educativos y generación de empleos.
- IV. Investigar el potencial para expandir la variedad de minerales y metales extraídos, de manera que se pueda satisfacer las cambiantes demandas del mercado y disminuir la dependencia de un solo recurso.
- V. Identificar áreas críticas en las operaciones mineras que puedan mejorar los procesos, reducir costos y aumentar la productividad sin comprometer la seguridad.

1.2 Filosofía Institucional

1.2.1. Misión

Explorar, extraer y obtener beneficio de los minerales con procesos seguros, calidad y eficiencia, cumpliendo con los estándares en materia de seguridad, salud ocupacional, ambiente y responsabilidad social en beneficio de todos.

1.2.2. Visión

Ser una empresa destacada y reconocida por sus trabajos seguros, encaminados al uso de nuevas tecnologías y el mejoramiento continuo en beneficio del ambiente y todo el personal; aportando al desarrollo del país.

1.2.3. Valores

Los valores de la empresa PROMINE CIA. LTDA, definen el estilo de la empresa y son compartidos con todos los miembros internos y externos, sustentándonos en los siguientes:

Respeto por el ambiente: Realizar todas las gestiones encaminadas a preservar/conservar el ambiente, para las actuales y futuras generaciones.

Trabajo en equipo: Escuchar, argumentar, conciliar ideas y opiniones facilitando la unión de esfuerzos, para alcanzar una meta común aportando lo mejor de sus capacidades.

Respeto al prójimo: Valorar a los demás y reconocer su importancia para la empresa con equidad.

Honestidad: Expresarnos con sinceridad y coherencia, respetando los valores de la justicia y la verdad.

Compromiso: Estar identificados con la misión y visión de la compañía, trabajando en beneficio de la misma.

1.3 Modelo de Negocio (BMC)

De acuerdo con la fig.3, sus principales actividades de entrega y captura de valor en el mercado son:

Figura 3.

Actividades mineras de la Empresa PROMINE Cía. Ltda.



Fuente: PROMINE Cía. Ltda.

1.3.1. Segmento de mercado

La empresa PROMINE Cia.Ltda., se enfoca en las actividades de extracción y recuperación de minerales, trabajando de manera eficaz y en armonía con el medio ambiente, valorando la vida de otros seres no humanos, como animales y plantas. De acuerdo con esto, se identifican los siguientes clientes:

Industria Metalúrgica: Empresas que utilizan minerales para la producción de metales y aleaciones en la industria. Como Metales Andinos S.A.

Industria de la Construcción: Compañías que requieren minerales para la fabricación de materiales de construcción. Como ConstruMateriales Cía.,

Industria Electrónica: Clientes que utilizan minerales en la fabricación de componentes electrónicos. Como TecneElectro Componentes.

Industria de la Energía: Empresas que necesitan minerales para la generación y distribución de energía eléctrica. Como LECGGI ENERGIA VERDE S.A., Generación Ecuador EnerPower.

Industria de la Joyería: Clientes que utilizan metales preciosos en la fabricación de joyas y accesorios. Como Oro Luminoso Joyería,

Además, la empresa PROMINE CIA. LTDA comercializa el oro y la plata al Banco Central del Ecuador.

Utiliza la ubicación de sus unidades mineras, la categoría de sus productos y la ubicación geográfica de sus clientes con el fin de prestar servicios de molienda y recuperación de oro fino por cianuración.

La empresa PROMINE CIA. LTDA., en el primer semestre del 2023, vendió el 66% de su materia prima procesada al Banco Central de Ecuador y el restante lo comercializa a través de empresas internacionales.

El Banco Central de Ecuador vendió el oro extraído en suelo ecuatoriano en el período enero a septiembre de 2022, a los siguientes países: Estados Unidos con una participación del 37,23%, seguidos de Suiza con el 35,66%, Emiratos Árabes Unidos con 16,12%, India con el 7,58% e Italia con el 3,41%. (BCE, 2023).

1.3.2. Propuesta de valor

La propuesta de valor de la Empresa Minera PROMINE CIA. LTDA se centra en lograr la mayor eficiencia y rentabilidad en sus operaciones, con el compromiso de utilizar tecnologías, prácticas innovadoras y limpias para reducir el impacto ambiental de las operaciones mineras. Se tiene un enfoque en la sostenibilidad que incluye el uso de energías renovables, la minimización de residuos y la reutilización de agua para reducir el consumo de recursos naturales, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero.

La empresa desarrolla actividades orientadas a la producción minera, trabajando con un equipo profesional enfocado en desarrollar actividades seguras y sostenibles en las diferentes etapas del ciclo de vida de las operaciones mineras. La visión, misión y valores son la base de la gestión, con un enfoque en procesos y mejora continua.

1.3.3. Relación con clientes

La relación que se tiene con el cliente es la siguiente:

- I. Compromisos con terceros por ventas de concentrado de oro, doré, cobre, y plata, mediante contratos de suministros a largo plazo que incluyen:

precio, cantidades, gestión de riesgos, calidad de producto, logística y transporte, cumplimiento normativo.

- II. Reuniones mensuales de revisión y liquidación.

1.3.4. Canales de servicio

La promoción de la empresa minera PROMINE CIA. LTDA. Se realiza a través de:

- I. Visitas programadas a potenciales clientes
- II. Redes Sociales Instagram, Facebook, X.
- III. Canales de distribución: Transporte blindado de material procesado, volquetas para transporte de material extraído.

1.3.5. Actividades claves

Entre sus actividades claves tenemos:

- I. Prospección, exploración, explotación, beneficio, fundición, refinación y comercialización.
- II. Compra y venta de materia prima, maquinaria, accesorios, insumos, herramientas y vehículos para procesamiento en todas las fases mineras; venta y distribución de estos en territorio nacional.
- III. Servicios (Molienda y cianuración, Planta de flotación, Remediación y biodetoxificación)
- IV. Selección de proveedores para maquinarias, equipos e insumos para realizar las operaciones de logística y transporte de la empresa PROMINE CIA. LTDA.

- V. Convenios con instituciones educativas (Colegios) e Instituciones de Educación Superior.
- VI. Obras sociales a comunidades aledañas tales como, talleres de manualidades, entrega de puntos limpios a escuelas.

1.3.6. Recursos claves

Los recursos claves para la operación y funcionamiento de la empresa son los siguientes:

- Concesión minera “Bella Rica”, comprendida por 1350 hectáreas mineras concesionadas, de los cuales 897 m² albergan las instalaciones de la planta de beneficio que se dividen por procesos metalúrgicos, como la trituración y molienda (conminución), lixiviación, refinación, fundición, y flotación.(Alegría Calero, 2014).

De acuerdo con (Pástor Yáñez, 2022), el ingreso de la mena a la planta se lo realiza mediante volquetas de capacidad de 18 a 20 t aproximadamente.

Trituración. – La trituración implica sólo una transformación física de la materia sin alterar su naturaleza, es de suma importancia en los siguientes procesos. La trituración primaria reduce normalmente el tamaño de los trozos de mineral a un valor comprendido entre 1” a $\frac{3}{4}$ ” y se lleva a cabo normalmente en trituradoras de mandíbulas.

Molienda. – Esta molienda se realiza dentro de la pista del molino de ruedas, para lo cual se lo hidrata con agua durante todo el tiempo que dura el proceso mediante una tubería de $\frac{3}{4}$ pulg hasta que la pulpa alcance un 30% de sólidos y un tamaño de partículas menor a 60 millas.

Concentración gravimétrica. - El método empleado son los canalones donde se obtiene la recuperación del oro a través del proceso gravimétrico aprovechando su alto valor de peso específico.

Flotación. - Promine en su planta de flotación procesa arenas provenientes del circuito de cianuración las cuales contienen compuestos como: Cuarzo, pirita, arsenopiritas y oro libre fino. Está integrado por 4 tanques acondicionadores de 31,5 m³ y 16 celdas de flotación, también se cuenta con un banco de celdas tipos DENVER de 4 celdas el cual se encuentran inoperativo. Aquí se genera concentrado mineral rico en Au, producto que al final del proceso se adiciona floculante para que se deposite en las cochas de 8 m³ de capacidad. Promine produce un promedio de 140 t/mes de concentrado mineral proveniente del proceso de flotación.

- Lixiviación La lixiviación es un proceso que se aplica al tratamiento de los minerales de oro desde hace muchos años. En el proceso de lixiviación se tiene una capacidad instalada de 10 tanques de agitación con un volumen útil de 32 m³ cada uno.

Refinación y fundición: Se realiza la refinación de arenas con alto contenido de oro. Estas arenas provienen de la concentración gravimétrica del mineral que ocurre en la molienda. En este proceso se adiciona ácido nítrico a las arenas con el fin de eliminar la parte inerte del metal valioso (oro), una vez que es separado este lleva a un proceso de fundición para dar forma al lingote de oro que queda listo para su comercialización.

- Capital de Trabajo: De acuerdo a los datos que reportan en la Superintendencia de Compañía de Ecuador, el capital a la fecha es de \$ 400.400.00
- Equipo técnico calificado: conforman un equipo idóneo para entender el entorno y realizar estudios y diseños de calidad para evaluación de yacimientos minerales, perforación y voladura; así como para la geomecánica y estabilización de taludes.
- Software especializado en minería: Visio, DIP, ARCGIS para modelamiento geológico.
- Insumos críticos (petróleo, aceros, explosivos, repuestos).
- Este posee los siguientes equipos y maquinarias: perforadoras, excavadoras, tractores, motoniveladoras, cargadoras, camiones, palas y dragas mineras, plantas generadoras y en la planta de beneficio: molino chileno, molino de bolas y sistema de trituración.

1.3.7. Alianzas claves

Sus socios clave son parte de algunas de las principales alianzas, que también constituyen la base de la operación y el comercio de la empresa, tales como:

- Empresas Mineras: SOMILOR, ORENAS S.A., PRODUMINSA, EXYCOMINSUR CIA. LTDA.
- Exportadoras: Banco Central del Ecuador.
- Laboratorios: Albexus Cía. Ltda.
- Proveedores: Repuestos de minería Jiménez Rey Astudillo, Boflex, Flexmar, Dicohierro, Casa del Perno, Multinegocio Campoverde, Tecnovoladuras.

- Alianzas estratégicas con órgano rector y ejecutor de política minera como los son el, Ministerio de Energía y Minas, organismo técnico-administrativo, Agencia de Regulación y Control Minero – ARCOM, encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, auditoría, intervención y control de las fases de la actividad minera, Cámara de la Pequeña Minería (CAPEMINE) y Asociación de Minería del Ecuador (AIME)
- Y con los Gobiernos Locales, en las competencias que les corresponden, para otorgar, administrar y extinguir los derechos mineros de materiales áridos y pétreos, en forma previa a la explotación de estos en lechos o cauces de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, en comunidades de las zonas de influencias.

1.3.8. Estructura de costos

La estructura de costos de una empresa minera puede variar según varios factores, como el tipo de mineral extraído, la ubicación de la mina, el tamaño de la empresa y la tecnología utilizada. A continuación, se mencionan la estructura de costos de la empresa PROMINE CIA.LTDA:

Los principales costos que incurre la empresa son:

Costo de Derechos de Trámite: Por cada trámite de solicitud de concesión minera y como pago único, los interesados deben cancelar cinco remuneraciones básicas unificadas. Estos pagos son únicos y aplican solamente para las nuevas concesiones otorgadas, según lo establece el artículo 33 de la ley minera.

Costo de Patentes de Conservación: De acuerdo con la (Ley de Minería, 2009), el pago de estas patentes se calcula teniendo en cuenta la Remuneración Básica Unificada, las hectáreas concesionadas. Para la pequeña minería, el porcentaje es del 2%. En el caso de la mediana y gran minería, el porcentaje es del 2,5% en la fase de Exploración Inicial, del 5% en la fase de Exploración Avanzada, del 7,5% al renovar la Evaluación Económica del Yacimiento por 2 años más y del 10% en la fase de Explotación. Estos cálculos se realizan considerando las proyecciones de la Remuneración Básica Unificada y las hectáreas concesionadas.

Costos de exploración y Evaluación de recursos minerales: Estos costos incluyen derechos de perforación, vehículos y torres de perforación, estudios topográficos, excavaciones exploratorias, toma de muestras, actividades relacionadas con la evaluación de factibilidad técnica y la viabilidad comercial del mineral.

Costos de desarrollo y preparación: Los costos atribuibles a la explotación de minerales incluyen licencias, permisos, campamento minado, rieles, madera, materiales de construcción, maquinaria y equipo, compresores, combustibles y lubricantes.

Costos operativos: En estos se contemplan la nómina de trabajadores y sus beneficios, que comprender técnicos en el área, perforadores, materiales como barrenos, dinamita, carguío y acarreo, así como explosivos.

Costos de procesamiento: Después de extraer el mineral de cabeza, se debe procesar para convertirlo en concentrado de mineral o metal fino. Esto implica costos de chancado, trituración, molienda, lixiviación, flotación, fundición y/o refinación, entre otros.

Costos de transporte: Estos costos están asociados con el transporte del mineral o metal procesado a los clientes o a los mercados.

Costos de cierre de mina y rehabilitación: Al final de la vida útil de la mina, la empresa minera está generalmente obligada a cerrar la mina y rehabilitar el sitio. Esto puede implicar la eliminación de infraestructuras, recuperación de áreas perturbadas, tratamiento de aguas residuales y monitoreo a largo plazo.

Costos administrativos: Estos costos incluyen salarios y beneficios para el personal administrativo de la mina y la planta de beneficio, costo de mantenimiento de los equipos inmersos en la operación minera, costos de oficina, costos legales, costos de telefonía e internet, costos de licencias y permisos, y otros costos generales de negocio.

Además, las empresas mineras también deben tener en cuenta otros costos potenciales, como impuestos, costos de financiación, depreciación del equipo, costos de gestión de riesgos y los asociados con el cumplimiento de las regulaciones ambientales y de seguridad. En algunos casos, también pueden enfrentar costos de responsabilidad por daños ambientales o de salud relacionados con sus operaciones.

Costos por Regalías Mineras: Este pago de las Regalías Mineras se regula en el Capítulo IV de la (Ley de Minería, 2009), en los artículos 92 y 93, los mismos que establecen que:

- “La comercialización de sustancias minerales metálicas explotadas por parte de los concesionarios mineros, se sujetará a un abono del 2% del valor total de cada transacción, por concepto de regalías, de conformidad con los plazos, precios referenciales, contenidos, condiciones y formas que a partir de parámetros técnicos y mediante resolución establezca el Servicio de Rentas Internas. Este abono será considerado como pago previo en las declaraciones semestrales (...). Se exceptúa del abono las concesiones

mineras por las que se suscriban contratos de explotación en los que se pacte el pago de regalías anticipadas.”

- De acuerdo con (Castro Bravo & Gómez Maldonado, 2021), en la Ley minera del 2018, indica que : “El concesionario minero, así como las plantas de beneficio, deberán pagar una regalía equivalente a un porcentaje sobre la venta del mineral principal y los minerales secundarios, entre el 3% y el 8% sobre las ventas.”
- “Los titulares de derechos mineros de pequeña minería, pagarán por concepto de regalías, el 3% de las ventas del mineral principal y los minerales secundarios.”(Castro Bravo & Gómez Maldonado, 2021)

En la tabla 2, se muestra los costos Directos e Indirectos de PROMINE CIA. LTDA.

Tabla 2

Costos Directos e Indirectos de le empresa PROMINE Cía. Ltda. – I Semestre 2023

| I. | COSTO OPERATIVO (OPEX) | AREA:PLANTA | | | | | | TOTAL | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| | | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | | |
| MATERIALES CONSUMIBLE | Costos de Aceites y Grasas | \$ 3.039,91 | \$ 11.503,17 | \$ 8.768,92 | \$ 5.387,19 | \$ 824,55 | \$ 6.983,77 | \$ 36.507,51 | |
| | Costos de Dormitorios | \$ 4.266,77 | | | | \$ 13,83 | \$ 27,66 | \$ 4.308,26 | |
| | Costos de Epp | \$ 2.383,92 | \$ 1.883,16 | \$ 1.605,17 | \$ 1.086,67 | \$ 1.070,06 | \$ 970,42 | \$ 8.999,40 | |
| | Costos de Equipos | \$ 1.581,42 | \$ 824,67 | \$ 1.959,18 | \$ 4.192,90 | \$ 1.889,00 | \$ 783,00 | \$ 11.230,17 | |
| | Costos de Ferrreteria | \$ 29.061,62 | \$ 33.290,86 | \$ 52.967,59 | \$ 19.811,47 | \$ 40.319,98 | \$ 49.673,16 | \$ 225.124,68 | |
| | Costos de Herramientas | \$ 195,08 | \$ 210,42 | \$ 182,41 | \$ 822,89 | \$ 105,68 | \$ 302,10 | \$ 1.818,58 | |
| | Costos de Quimicos | \$ 46.220,28 | \$ 74.090,58 | \$ 91.648,57 | \$ 89.849,36 | \$ 81.453,12 | \$ 75.628,34 | \$ 458.890,25 | |
| | Costos de Implementos | \$ 1.152,72 | \$ 1.614,31 | \$ 1.581,58 | \$ 1.730,16 | \$ 1.190,41 | \$ 996,57 | \$ 8.265,75 | |
| | Costos de Insumos | \$ 9.092,15 | \$ 4.885,44 | \$ 33.229,50 | \$ 11.532,32 | \$ 11.491,73 | \$ 8.323,86 | \$ 78.555,00 | |
| | Costos de Embalaje | \$ 3.027,85 | \$ 2.701,18 | \$ 2.595,07 | \$ 2.739,23 | \$ 1.227,82 | \$ 98,84 | \$ 12.389,99 | |
| | Costos de Mantenimiento | \$ 117,02 | \$ 141,91 | \$ 155,94 | \$ 400,95 | \$ 805,16 | \$ 287,96 | \$ 1.908,94 | |
| | Costos de Alimentacion | \$ 7.997,10 | \$ 8.999,90 | \$ 8.001,70 | \$ 7.001,20 | \$ 7.999,40 | \$ 6.996,60 | \$ 46.995,90 | |
| | Costos de Repuestos | \$ 6.319,11 | \$ 2.573,20 | \$ 2.252,24 | \$ 895,64 | \$ 626,65 | \$ 950,22 | \$ 13.617,06 | |
| | Costos de Medicamentos | \$ 142,35 | \$ 55,41 | \$ 39,93 | \$ 64,75 | \$ 39,53 | \$ 30,62 | \$ 372,59 | |
| | Sub Total | \$ 114.597,30 | \$ 142.774,21 | \$ 204.987,80 | \$ 145.514,73 | \$ 149.056,92 | \$ 152.053,12 | \$ 908.984,08 | |
| PLANILLA PERSONAL | Mano de Obra | \$ 64.590,19 | \$ 63.011,60 | \$ 61.217,99 | \$ 60.382,74 | \$ 58.228,79 | \$ 61.068,22 | \$ 368.499,53 | |
| | Horas Extras | \$ 6.951,00 | \$ 6.088,46 | \$ 7.583,62 | \$ 6.497,84 | \$ 7.196,64 | \$ 7.616,83 | \$ 41.934,39 | |
| | Decima Tercera remuneracion | \$ 6.644,28 | \$ 6.303,85 | \$ 6.570,06 | \$ 6.138,88 | \$ 6.255,09 | \$ 6.350,39 | \$ 38.262,55 | |
| | Decima Cuarta remuneracion | \$ 4.346,30 | \$ 4.236,85 | \$ 6.103,24 | \$ 3.925,00 | \$ 3.878,75 | \$ 3.956,25 | \$ 26.446,39 | |
| | Vacaciones | \$ 3.850,41 | \$ 3.687,32 | \$ 3.861,14 | \$ 3.633,57 | \$ 3.705,13 | \$ 3.719,42 | \$ 22.456,99 | |
| | Fondo de Reserva | \$ 5.366,36 | \$ 5.328,74 | \$ 5.610,86 | \$ 5.410,26 | \$ 5.510,41 | \$ 5.564,21 | \$ 32.790,84 | |
| | Aporte patronal Iess | \$ 9.701,00 | \$ 9.204,71 | \$ 9.592,82 | \$ 8.966,39 | \$ 9.133,49 | \$ 9.272,52 | \$ 55.870,93 | |
| | Bonificaciones | \$ 6.482,21 | \$ 4.695,88 | \$ 7.443,87 | | \$ - | \$ 1.853,28 | \$ 20.475,24 | |
| | | Sub Total | \$ 107.931,75 | \$ 102.557,41 | \$ 107.983,60 | \$ 94.954,68 | \$ 93.908,30 | \$ 99.401,12 | \$ 606.736,86 |
| | COSTOS VARIOS | Mantenimiento Equipos y bombas | \$ 962,00 | | | \$ 180,00 | \$ 1.586,50 | | \$ 2.728,50 |
| Agua potable | | | | \$ 146,50 | | \$ 360,05 | | \$ 506,55 | |
| Suministro, Materiales y repuestos (Planta) | | \$ 7.269,33 | \$ 2.361,55 | \$ 91,52 | \$ 904,14 | \$ 4.337,56 | \$ 9.715,32 | \$ 24.679,42 | |
| Transporte Maquinaria y equipos | | | | | \$ 200,00 | | | \$ 200,00 | |
| Costos Indirectos de Operación | | \$ 740,00 | \$ - | \$ 1.000,00 | \$ - | \$ 1.160,00 | | \$ 2.900,00 | |
| iva que se carga al costo | | \$ 38,69 | \$ 64,16 | \$ 130,67 | \$ 46,95 | | \$ 4.320,27 | \$ 4.600,74 | |
| Energia Electrica | | \$ 23.093,17 | \$ 26.640,96 | \$ 27.816,36 | \$ 34.789,03 | \$ 29.888,76 | \$ 32.475,98 | \$ 174.704,26 | |
| Sub Total | | \$ 32.103,19 | \$ 29.066,67 | \$ 29.185,05 | \$ 36.120,12 | \$ 37.332,87 | \$ 46.511,57 | \$ 210.319,47 | |
| TOTAL COSTOS | \$ 254.632,24 | \$ 274.398,29 | \$ 342.156,45 | \$ 276.589,53 | \$ 280.298,09 | \$ 297.965,81 | \$ 1.726.040,41 | | |
| GASTOS | Planilla Administrativo | \$ 25.600,00 | \$ 24.653,39 | \$ 24.189,61 | \$ 20.828,46 | \$ 21.165,38 | \$ 19.103,58 | \$ 135.540,41 | |
| | Otros Gastos deducibles. | \$ 30.052,63 | \$ 21.475,73 | \$ 24.279,17 | \$ 47.428,65 | \$ 36.068,29 | \$ 36.362,75 | \$ 195.667,20 | |
| | Gastos no Deducibles | \$ 1.879,40 | \$ 21,49 | \$ 37,86 | \$ 5.883,97 | \$ 6.876,06 | \$ 5.259,91 | \$ 19.958,68 | |
| | Energia Electrica | \$ 529,18 | \$ 352,65 | \$ 274,72 | \$ 408,37 | \$ 324,20 | \$ 342,86 | \$ 2.231,98 | |
| | TOTAL GASTOS | \$ 58.061,20 | \$ 46.503,25 | \$ 48.781,35 | \$ 74.549,45 | \$ 64.433,92 | \$ 61.069,10 | \$ 353.398,27 | |
| TOTAL COSTOS PRIMER SEMESTRE | \$ 312.693,44 | \$ 320.901,54 | \$ 390.937,80 | \$ 351.138,98 | \$ 344.732,01 | \$ 359.034,91 | \$ 2.079.438,68 | | |

Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Utilidades Mineras

De acuerdo a la (Ley de Minería, 2009), en su artículos se establece los diferentes porcentajes de pago de utilidades, dependiendo del régimen minero:

- Pequeña Minería:

10% a los trabajadores

5% a los GADs

- Gran Minería

3% a los trabajadores

12% a los GADs

El mismo artículo establece que “si los minerales se explotan en la Circunscripción Territorial Especial Amazónica, los recursos económicos correspondientes al 12% y 5% de utilidades (...) financiarán al Fondo Común para la Circunscripción Territorial Especial Amazónica y serán invertidos y asignados de conformidad a lo dispuesto en la Ley que la rige”.

El artículo enumerado referente a la participación estatal en el régimen de mediana minería establece que:

- Mediana Minería:

5% a los trabajadores

10% a los GADs

1.3.9. Estructura de ingresos

Las fuentes de ingresos se basan en el capital generado por el modelo de negocio.

Venta de minerales/metálicos: En Bella Rica predomina la presencia de metales como: Oro (Au), Plata (Ag) y Cobre (Cu), siendo el oro el más comercializado por su alto valor económico y demanda.

Venta de subproductos:

- o Cuarzo (SiO_2)
- o Pirrotina o pirrotita (Fe_7S_8)
- o Piritita (FeS_2)
- o Arsenopiritita (FeAsS)
- o Calcopiritita (CuFeS_2)

Alquiler o venta de activos: Alquiler de maquinarias de la planta de beneficio.

La empresa PROMINE CIA. LTDA. Es una prestadora de servicios metalúrgicos que trabaja con más de 12 sociedades mineras de distintos sectores del cantón. Además, procesa el material propio de la mina; su boca mina se encuentra a unos 400 m de distancia, con una capacidad máxima de procesamiento de 300 t/día.

De acuerdo con el informe del Primer Semestre 2023, proporcionado por la empresa PROMINE CIA LTDA. Ha procesado por cianuración 7.487,86 T de mineral propio y 7.390,00 T de sociedades que solicitaron sus servicios. Por flotación, procesaron 18.718,08 T.

En la Tabla 3, se muestra los ingresos por venta de PROMINE CIA. LTDA.

Tabla 3

Ingresos por ventas de le empresa PROMINE Cía. Ltda. – I Semestre 2023

| VENTA MES | ORIGEN MATERIAL | CÓDIGO DE CONCESIÓN | FACTURA | FECHA DE PROCESAMIENTO | VOLUMEN QUE INGRESA(Ton) | VOLUMEN PROCESADO(Ton) | GRAMOS DE ORO | DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RELAVES |
|----------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------------|
| ENERO | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001206 | 19/1/2023 | 489,98 | 489,98 | 4.017,81 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001208 | 20/1/2023 | 284,34 | 284,34 | 2.331,58 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001209 | 24/1/2023 | 384,22 | 384,22 | 3.150,64 | Presa Relave |
| SUB TOTAL | | | | | 1.158,54 | 1.158,54 | \$ 9.500,03 | |
| FEBRERO | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001214 | 3/2/2023 | 146,28 | 146,28 | 1.154,17 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001219 | 13/2/2023 | 418,50 | 418,50 | 3.301,97 | Presa Relave |
| SUB TOTAL | | | | | 564,78 | 564,78 | 4.456,14 | |
| MARZO | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001225 | 1/3/2023 | 550,88 | 550,88 | 4.296,85 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001230 | 8/3/2023 | 410,02 | 410,02 | 3.198,13 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | | 001-003-000001235 | 22/3/2023 | 515,14 | 515,14 | 4.018,11 | Presa Relave |
| SUB TOTAL | | | | | 1.476,04 | 1.476,04 | 11.513,09 | |
| ABRIL | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001241 | 11/4/2023 | 472,03 | 472,03 | 4.625,94 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001245 | 20/4/2023 | 404,99 | 404,99 | 3.968,87 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001246 | 21/4/2023 | 255,60 | 255,60 | 2.504,90 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001247 | 21/4/2023 | 337,78 | 337,78 | 3.310,24 | Presa Relave |
| SUB TOTAL | | | | | 1.470,40 | 1.470,40 | 14.409,95 | |
| MAYO | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001253 | 9/5/2023 | 305,98 | 305,98 | 3.047,52 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001257 | 18/5/2023 | 572,90 | 572,90 | 5.499,88 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001258 | 29/5/2023 | 528,17 | 528,17 | 5.070,39 | Presa Relave |
| SUB TOTAL | | | | | 1.407,05 | 1.407,05 | 13.617,79 | |
| JUNIO | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001262 | 12/6/2023 | 542,58 | 542,58 | 5.290,17 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 15 | 001-003-000001263 | 12/6/2023 | 333,54 | 333,54 | 3.252,06 | Presa Relave |
| | PROMINE CIA LTDA | 12 | 001-003-000001269 | 28/6/2023 | 534,92 | 534,92 | 4.600,35 | Presa Relave |
| SUB TOTAL | | | | | 1.411,05 | 1.411,05 | 13.142,58 | |
| TOTAL GENERAL | | | | | 7.487,86 | 7.487,86 | 66.639,58 | |

Fuente: Empresa PROMINE Cia

De acuerdo al informe semestral del 2023, de la empresa Promine Cia. Ltda. Se comercializó un total de 66.639,58 gramos de Oro fino en lingotes y se exportaron 2.456,31 T de concentrados de flotación, lo cual se muestra en la Tabla 4.

En el informe semestral de ingreso del 2023, proporcionado por la empresa Promine Cia. Ltda., con la venta de lingotes de oro se obtuvo un ingreso de 4.120.861,35 Usd.

Con la exportación de concentrados de flotación se obtuvo un ingreso de 3.804.649,55 Usd.

Los ingresos por comercialización de minerales y por servicios de alquiler de la planta fueron de 7.925.510,99 Usd y 260.304,03 Usd. Respectivamente.

En la Tabla 4, se muestra los ingresos por comercialización de los minerales de la empresa PROMINE CIA. LTDA.

Tabla 4

Ingresos por servicios de alquiler de la empresa PROMINE Cía. Ltda. – I Semestre 2023

| NUMERO DE FACTURA | FECHA INGRESO MINERAL | NOMBRE Y RAZON SOCIAL DEL | N° CONCESION | TIPO DE SERVICIO | INGRESO MINERAL (TON) | INGRESO ELUSION | PU | INGRESO | IVA | TOTAL | TOTAL GENERAL |
|----------------------------------|-----------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------|----------------------|-------------|--------------|----------------------|
| 001-004-0000012008 | 13/1/2023 | Minera Oro Metales el Inca | Concesión Bella Rica Codigo 15 | Procesamiento mineral aurifero | 180 | | \$ 30,00 | \$ 5.400,00 | \$ 648,00 | \$ 6.720,00 | \$ 6.720,00 |
| SUB TOTAL ENERO | | | | | | | | \$ 5.400,00 | | | \$ 6.720,00 |
| 001-003-0000012110 | 1/2/2023 | Minera Oro Metales el Inca | Concesión Bella Rica Codigo 15 | Servicio de Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | \$ 1.000,00 |
| 001-003-0000012115 | 3/2/2023 | Marcelo Godoy berrezueta de | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 340 | | \$ 30,00 | \$ 10.800,00 | \$ 1.296,00 | \$ 12.096,00 | \$ 13.096,00 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-000001216 | 9/2/2023 | Marcelo Godoy berrezueta de | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 320 | | \$ 30,00 | \$ 9.600,00 | \$ 1.152,00 | \$ 10.752,00 | \$ 11.752,00 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| SUB TOTAL FEBRERO | | | | | | | | \$ 23.078,58 | | | \$ 25.848,00 |
| 001-003-0000012266 | 1/3/2023 | Minera Oro Metales el Inca | Concesión Bella Rica Codigo 15 | Procesamiento mineral aurifero | 180 | | \$ 30,00 | \$ 6.000,00 | \$ 720,00 | \$ 6.720,00 | \$ 7.720,00 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-0000012227 | 2/3/2023 | Marcelo Godoy Berrezueta | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 1800 | | \$ 30,00 | \$ 57.150,00 | \$ 6.858,00 | \$ 64.008,00 | \$ 65.008,00 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-0000012228 | 8/3/2023 | Compañía de explotacion | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 260 | | \$ 30,00 | \$ 9.000,00 | \$ 1.080,00 | \$ 10.080,00 | \$ 10.080,00 |
| 001-003-0000012334 | 14/3/2023 | Sociedad de Produccion | Concesión San sebastian Codigo | Procesamiento mineral aurifero | 245 | | \$ 30,00 | \$ 7.200,00 | \$ 864,00 | \$ 8.064,00 | \$ 9.064,00 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-0000012337 | 24/3/2023 | Sociedad de produccion | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 113 | | \$ 30,00 | \$ 3.090,00 | \$ 370,80 | \$ 3.460,80 | \$ 4.460,80 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| SUBTOTAL MARZO | | | | | | | | \$ 86.011,44 | | | \$ 96.332,81 |
| 001-003-0000012434 | 18/4/2023 | Minera Oro Metales el Inca | Concesión Bella Rica Codigo 15 | Procesamiento mineral aurifero | 205 | | \$ 30,00 | \$ 6.150,00 | \$ 738,00 | \$ 6.888,00 | \$ 6.888,00 |
| 001-003-0000012328 | 4/4/2023 | Compañía de explotacion | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 265 | | \$ 30,00 | \$ 7.950,00 | \$ 954,00 | \$ 8.904,00 | \$ 9.904,00 |
| | | | | Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| SUBTOTAL ABRIL | | | | | | | | \$ 14.992,86 | | | \$ 16.792,00 |
| 001-003-0000012248 | 3/5/2023 | Minera Oro Metales el Inca | Concesión Bella Rica Codigo 15 | Procesamiento mineral aurifero | 215 | | \$ 30,00 | \$ 6.450,00 | \$ 774,00 | \$ 7.224,00 | \$ 8.224,00 |
| | | | | Servicio de Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-000001251 | 8/5/2023 | Sociedad de Produccion Minera la Antena | Concesión San sebastian Codigo 101455 | Procesamiento mineral aurifero | 512 | | \$ 30,00 | \$ 15.360,00 | \$ 1.843,20 | \$ 17.203,20 | \$ 17.203,20 |
| 001-003-0000012252 | 8/5/2023 | Compañía de explotacion | No identificado | Procesamiento mineral aurifero | 200 | | \$ 30,00 | \$ 6.000,00 | \$ 720,00 | \$ 6.720,00 | \$ 6.720,00 |
| SUB TOTAL MAYO | | | | | | | | \$ 28.702,86 | | | \$ 32.147,20 |
| 001-003-0000012259 | 6/6/2023 | Compañía de explotacion | Servicios Procesamiento | Procesamiento mineral aurifero | 276 | | \$ 30,00 | \$ 8.400,00 | \$ 1.008,00 | \$ 9.408,00 | \$ 10.408,00 |
| | | | | Servicios de Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-0000012265 | 12/6/2023 | Minera Oro Metales el Inca | Servicios Procesamiento | Procesamiento mineral aurifero | 245 | | \$ 30,00 | \$ 7.350,00 | \$ 882,00 | \$ 8.232,00 | \$ 9.232,00 |
| | | | | Servicios de Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-0000012266 | 16/6/2023 | Marcelo Godoy Berrezueta | Servicios Procesamiento | Procesamiento mineral aurifero | 1800 | | \$ 30,00 | \$ 54.000,00 | \$ 6.480,00 | \$ 60.480,00 | \$ 61.480,00 |
| | | | | Servicios de Elusion | | 1 | \$ 892,86 | \$ 892,86 | \$ 107,14 | \$ 1.000,00 | |
| 001-003-0000012627 | 19/6/2023 | Asociacion Comunitaria Minera Voluntad | Servicios Procesamiento de Material A | Procesamiento mineral aurifero | 79 | | \$ 30,00 | \$ 2.370,00 | \$ 284,40 | \$ 2.654,40 | \$ 2.654,40 |
| SUB TOTAL JUNIO | | | | | | | | \$ 74.798,58 | | | \$ 83.774,41 |
| Sub Total primer Semestre | | | | | | | | \$ 232.984,32 | | | \$ 261.614,43 |

Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

1.4 Estrategia Institucional

1.4.1 Estrategia General

En base a la propuesta de valor de la empresa PROMINE CIA. LTDA., se establece que la estrategia está alineada con el uso de tecnologías limpias y prácticas innovadoras que sean sostenibles y reduzcan el impacto ambiental en las operaciones de explotación y producción minera, con el objetivo de lograr la recuperación de las reservas mineras medidas a menores costos.

Basándose en estos antecedentes, se describen los siguientes objetivos estratégicos:

- I. Aumentar el posicionamiento de la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable.
- II. Fortalecer las relaciones con la comunidad minera y el gobierno local del área de influencia para el desarrollo sostenible.
- III. Lograr un alto nivel de eficiencia de los servicios y procesos que desarrolla la empresa.
- IV. Liderar programas de gestión ambiental que impacten positivamente los recursos naturales del área de influencia.
- V. Promover el desarrollo de minería responsable, eficiente y efectiva para lograr la más alta recuperación a corto y mediano plazo de las reservas mineras medidas a menores costos.

Para lograr los objetivos estratégicos se enfoca en los siguientes pilares:

- I. Uso y desarrollo de tecnologías innovadoras y procesos de extracción y producción de metales más limpios, con el objetivo de reducir el impacto ambiental de las operaciones, mejorar la eficiencia y rentabilidad de la empresa.
- II. Reducir el impacto ambiental de las operaciones a través de usos de energías renovables, la minimización de residuos y priorizando la reutilización de agua. Esto incluye el cumplimiento de las normativas ambientales locales, nacionales e internacionales, además de trabajar en colaboración con las comunidades para minimizar el impacto de las operaciones de la empresa.
- III. Compromiso que las operaciones sean responsables y sostenibles, protegiendo la salud y seguridad de los trabajadores y de las comunidades. Esto implica abordar los impactos sociales y económicos de las operaciones de la empresa.
- IV. Garantizar la calidad y pureza de los metales extraídos y procesados mediante el uso de tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente.
- V. Mantener la transparencia en las operaciones, cumpliendo los estándares éticos e informando sobre las prácticas adecuadas de sostenibilidad.

1.4.2 Mapa estratégico

En la Tabla 5, se detalla el mapa estratégico de la empresa PROMINE CIA.LTDA., en base en sus objetivos organizacionales.

Tabla 5

Mapa Estratégico de Empresa PROMINE Cía. Ltda.

| | | | | |
|---------------------------------|---|---|--|--|
| Misión | Explorar, extraer y obtener beneficio de los minerales con procesos seguros, calidad y eficiencia, cumpliendo con los estándares en materia de seguridad, salud ocupacional, ambiente y responsabilidad social en beneficio de todos. | | | |
| Visión | Ser una empresa destacada y reconocida por sus trabajos seguros, encaminados al uso de nuevas tecnologías y el mejoramiento continuo en beneficio del ambiente y todo el personal; aportando al desarrollo del país. | | | |
| Perspectivas | Financiero | Cliente y stakeholders | Procesos Internos | Aprendizaje y Crecimiento |
| Objetivos Estratégicos | OE1: Aumentar el posicionamiento de la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable. | OE2: Fortalecer las relaciones con la comunidad minera y el gobierno local del área de influencia para el desarrollo sostenible. | OE3: Lograr un alto nivel de eficiencia de los servicios y procesos que desarrolla la empresa. | OE4: Liderar programas de gestión ambiental que impacten positivamente los recursos naturales del área de influencia. |
| | OE5: Promover el desarrollo de minería responsable, eficiente y efectiva para lograr la más alta recuperación a corto y mediano plazo de las reservas mineras medidas a menores costos. | | | |
| Indicadores Estratégicos | <ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad sobre la inversión. • Rentabilidad neta. • Tasa de crecimiento de ventas. • Margen de contribución. | <ul style="list-style-type: none"> • Participación de mercado. • Posicionamiento de mercado. • Nivel de expectativa del cliente. • Fidelización del cliente | <ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción del cliente. • Nivel de cumplimiento de los procesos. • Tiempo de atención de los requerimientos. | <ul style="list-style-type: none"> • Canales de comunicación con la comunidad. • Total de inversión social para desarrollo sostenible. • Desarrollo y capacitación al personal. |

Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Elaboración de los autores.

1.4.3 Cuadro de Mando Integral

En la Tabla 6, se detalla el cuadro de mando Integral de la empresa PROMINE CIA. LTDA., poniendo énfasis en la consecución de objetivos estratégicos, junto con cada objetivo estratégico, se incluyen los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs).

Tabla 6

Cuadro de Mando Integral de Empresa PROMINE Cía. Ltda.

| ID | PERSPECTIVA | CATEGORÍA | ESTRATEGIA | ID OBJ. | OBJETIVO | KPI | ID DE INC | INICIATIVA |
|----|---------------------------|---|---|---------|---|---|-----------|---|
| 1 | FINACIERA | Maximizar la recuperación de reservas mineras a menores costos | Maximizar la recuperación de reservas mineras a menores costos en sus procesos. | OBJ01 | Lograr la máxima recuperación de reservas mineras a menores costos mediante la eficiente utilización de recursos de fuentes renovables. | % de ahorro en los procesos de recuperación | INC 1 | Reducir el costo de molienda por tonelada del mineral en 5%. |
| | | | | | | | INC 2 | Alcanzar ahorro en costos energéticos en los próximos dos años. |
| | | | | | | | INC 3 | Alcanzar un período de retorno de inversión de 20 años del sistema o sistemas implementados para el ahorro de costos energéticos. |
| 2 | CLIENTES | Posicionar la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable | Posicionamiento de la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable | OBJ02 | Promover el desarrollo responsable y sostenible para mejorar la reputación y la confianza de los stakeholders. | % Satisfacción de Cliente | INC 4 | Obtener una certificación de sostenibilidad en operaciones mineras en los 5 próximos años |
| | | | | | | | INC 5 | Mejorar en 20% la percepción de los clientes sobre la sostenibilidad |
| 3 | PROCESOS INTERNOS | Procesos operacionales | Aplicar la eficiencia energética en Procesos Mineros | OBJ03 | Optimizar la utilización de eficiencia energética en las prácticas operativas para maximizar la recuperación de reservas mineras. | % de introducción de generación de energía de fuentes de renovable dentro de los procesos mineros | INC 6 | Incrementar en el 20% la eficiencia energética en los Procesos Mineros |
| | | | | | | | INC 7 | Alcanzar un 20% de la energía total requerida proveniente de sistemas de fuentes renovables de energía en el próximo año. |
| | | | | | | | INC 8 | Aumentar 10 % la tasa de recuperación de Reservas Mineras. |
| 4 | APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO | Compromiso que las operaciones sean responsables, sostenibles, protegiendo la salud, seguridad de los trabajadores y de las comunidades, abordando los impactos sociales y económicos de las operaciones de la empresa. | Participación activa en la implementación de prácticas desarrollo sostenible. | OBJ04 | Desarrollar habilidades y capacidades para la implementación exitosa de prácticas sostenibles y uso de fuentes de energía renovable. | % de empleados capacitados | INC 9 | Proporcionar 100 horas de capacitación en eficiencia energética a los empleados en el próximo año. |
| | | | | | | | INC 10 | Involucrar al 5% de los empleados en al menos en un proyecto de innovación minera en los próximos dos años. |
| | | | | | | | INC 11 | Mejorar en un 3% la percepción de la cultura de sostenibilidad entre los empleado y comunidades aledañas a la planta de beneficio el próximo año. |

Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Elaboración de los autores.

1.5 Arquitectura Empresarial

Con el objetivo de facilitar la realización de su misión institucional, la compañía PROMINE CIA. LTDA. Implementa una estructura organizativa orientada hacia los procesos, logrando así una disposición jerárquica que promueve un ordenamiento efectivo.

Se creó una matriz de arquitectura organizacional que permitió realizar el análisis global de la gestión de procesos a lo largo de la cadena de valor. Esta matriz se integra con recursos humanos, tecnología, infraestructura, máquinas y vehículos, información y regulaciones. En el mapa de procesos de la empresa minera se identifican tres categorías: Estratégicos, operativos y de apoyo.

Procesos Estratégicos: proporcionan directrices a todos los procesos y son realizados por otras entidades, refiriéndose a las leyes y normativas aplicables que no son controladas por la empresa PROMINE CIA. LTDA., estos procesos se representan en la siguiente Figura 4, de los procesos Estratégicos.

Figura 4

Procesos Estratégicos

| Procesos Estratégicos | | |
|------------------------------|----------------|---------------|
| Gestión de Impacto ambiental | Gestión Social | Gestión Legal |

Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

- **Gestión Legal:**

Este proceso involucra y toma en cuenta los aspectos legales vigentes para que la empresa realice sus actividades de acuerdo con la ley. Se incluye las solicitudes de concesión para actividades como exploración, explotación, petitorios y denuncias mineras, permisos para manejos explosivos, etc.

- **Gestión Social:**

Formaliza políticas de seguridad, salud, ambiente y vinculación con las comunidades asegurando la calidad de vida, preservando la armonía entre el medio ambiente y la sociedad. Programas de responsabilidad social que involucre a los actores estratégicos de la comunidad.

- **Gestión de Impacto Ambiental:**

Planifica y desarrolla actividades para proteger el medio ambiente en las diferentes fases de la minería. En este proceso se realiza la documentación para adquirir la certificación ambiental, plan de impacto ambiental, monitoreo ambiental y control de pasivos ambientales en el cierre de mina.

Procesos Operativos: como se representa en la Figura 5, los procesos claves que crean valor en las diferentes áreas del servicio de la empresa y tienen impacto en el cliente.

Figura 5.

Procesos Operativos



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

- **Prospección:** Proceso que comprende la búsqueda de depósitos minerales, incluyendo la identificación preliminar de áreas con potencial minero a través de actividades de mapeo superficial, observación geológica, análisis de muestras de rocas y suelos, y el uso de técnicas geofísicas sencillas para determinar zonas prometedoras.
- **Exploración:** Proceso que comprenden los análisis a profundidad de las áreas prospectivas identificadas previamente, buscando la viabilidad económica de depósitos minerales. Esto se logra a través de perforación de sondajes, muestreo más extenso de rocas y suelos, análisis geoquímicos y geofísicos avanzados, y modelado tridimensional del depósito.
- **Explotación:** Proceso que comprende todos los procedimientos para realizar las perforaciones, voladuras en interior mina para posterior traslado.
- **Preparación de material:** Proceso que comprende todos los procedimientos que se realizan en la planta de beneficio: trituración, molienda, flotación, espesamiento y secado del producto.

- **Cierre de mina:** Proceso que comprende la preparación y ejecución de actividades para restaurar las áreas afectadas por la explotación, incluyendo toda la documentación legal para la aprobación por el gobierno del plan de cierre de mina.

Procesos de apoyo: en la Figura 6, se observa, los métodos que se encargan de brindar apoyo a los procesos fundamentales de la empresa.

Figura 6.

Procesos de Apoyo.

| Procesos de Apoyo | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|---------------|--|
| Logística | Seguridad y salud ocupacional | Comercialización y ventas | Gestión de Recursos Humanos | Contabilidad | Mantenimiento | Control Químico y Metalúrgico de minerales |

Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

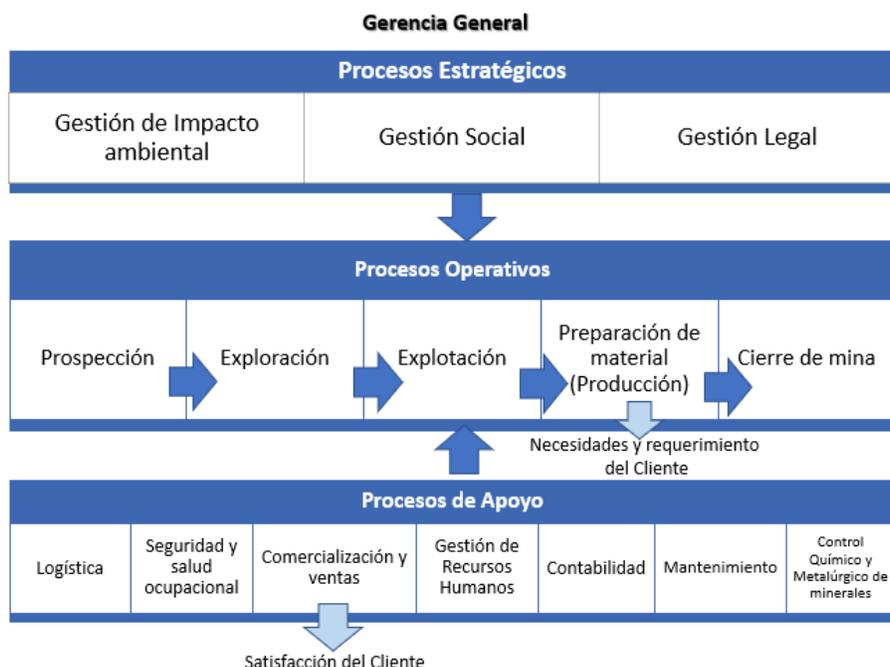
- **Logística:** Proceso que comprende la administración y planificación de las compras de productos de transporte y almacenaje. Gestión con proveedores, control de inventarios y almacenes de productos que serán transportados.
- **Seguridad y Salud Ocupacional:** Proceso que comprende la seguridad, protección de la vida y salud; además de la prevención de accidentes e incidentes en actividades mineras.
- **Comercialización y ventas:** Proceso que comprende la venta y comercialización de la producción minera. Incluye alquiler de maquinarias y servicios de procesamiento y beneficio a terceros.

- **Gestión de recursos humanos:** Proceso que comprende la administración del personal: selección, contratación y capacitación.
- **Contabilidad:** Proceso que comprende el manejo contable, estado de ganancia y pérdidas del año.
- **Mantenimiento:** Proceso que comprende el aseguramiento del funcionamiento de las maquinarias y equipos de la empresa.
- **Control Químico y Metalúrgico de minerales:** Proceso que comprende los análisis químicos de los minerales para obtener su pureza.

En la Figura 7, se muestra el mapa de procesos de la empresa minera PROMINE CIA. LTDA.

Figura 7.

Mapa de Procesos de Empresa PROMINE Cía. Ltda.



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

La empresa PROMINE Cía. Ltda., adopta el modelo vertical en el cual la gerencia general es la responsable de establecer la visión estratégica de la empresa y de la operación, con el fin de lograr la integración y la gestión eficiente de cada área. Estas áreas son esenciales para lograr un equilibrio entre la rentabilidad, la responsabilidad social y la sostenibilidad ambiental.

Mediante la matriz estratégica FODA, se realiza el análisis situacional, resumiendo factores que dan a una empresa la oportunidad de abrirse camino dentro del sector.

La Empresa PROMINE CIA. LTDA., con la herramienta FODA busca identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la empresa con respecto a sus competidores directos, utilizando una mirada interna y externa de sus capacidades. Esto permite identificar las líneas de acción y planes estratégicos necesario para alcanzar los objetivos de la empresa, en la Tabla 7, se observa el FODA.

Tabla 7.

Análisis FODA.

| FORTALEZAS |
|---|
| F1: La empresa cuenta con una buena infraestructura física y tecnológica, así como con los permisos de operación minera. |
| F2: Tiene flexibilidad para implementar nuevos productos que desafían los estándares actuales y rompen paradigmas en cuanto a la productividad y seguridad del sector de la pequeña minería. |
| F3: Han implementado sistemas de monitoreo en tiempo real para mejorar la seguridad de sus trabajadores y garantizar un mejor control en la extracción y procesamiento de minerales. |
| F4: Demuestra un compromiso con la sostenibilidad y lleva a cabo sus operaciones de manera responsable y sostenible, cumpliendo con todas las normativas ambientales y sociales. |
| F5: Utiliza sistemas de recuperación de agua y minimiza el uso de químicos tóxicos para reducir el impacto ambiental de las operaciones mineras. |
| OPORTUNIDADES |
| O1: La implementación de soluciones tecnológicas avanzadas como sistemas de automatización y control pueden potenciar la eficiencia y la seguridad en las operaciones mineras, fortaleciendo así su imagen y reputación a nivel nacional e internacional. |
| O2: Política gubernamental favorable para el desarrollo de proyectos sostenibles de bajo costo mediante prácticas sustentables de uso de recursos renovables, por ejemplo: Incentivos tributarios para fomentar el uso de energías limpias. |

| |
|--|
| O3: La posibilidad de fidelizar a los clientes a través de productos de innovación patentados puede generar un flujo de caja más constante y llevar a una mayor estabilidad a la compañía. |
| O4: La optimización de la eficiencia energética mediante la reducción del empleo de plantas generadoras de combustibles fósiles y una supervisión más rigurosa del consumo energético. |
| DEBILIDADES |
| D1: La sostenibilidad de la empresa depende en función de los precios de los minerales en el mercado mundial. |
| D2: Se carece de suficientes estudios sobre el nivel de impacto negativo que tienen las actividades mineras sobre los suelos y manejo de residuos, lo que perjudica sus componentes y alterando la vida su flora y fauna. |
| D3: Existe un sobredimensionamiento de Generación Térmica y del sistema de cableado debido a una falta de análisis exhaustivo de las necesidades reales y futuras de energía. |
| AMENAZAS |
| A1: Cambios normativos en el artículo 91 de la ley de Régimen Tributario del Ecuador y partidas arancelaria del Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), así como la inestabilidad económica, que podrían evitar la inversión de la empresa en estos proyectos. |
| A2: Nuevas regulaciones sociales, técnicas y ambientales sobre los recursos explotados podrían incluir incentivos fiscales y económicos para promover prácticas de explotación sostenible. |
| A3: Persisten conflictos con algunos moradores relacionados con la extracción de recursos minerales. |
| A4: Existe la posibilidad de delitos, incluyendo el robo de minerales, equipos, materiales, extorsión y vandalismo. |
| A5: Los impactos en la biodiversidad y los problemas de salud en las comunidades locales cercanas a los sitios de actividad minera representan amenazas significativas. |
| A6: Sequías prolongadas o precipitaciones inusuales pueden impactar negativamente la disponibilidad de recursos hídricos para las operaciones mineras. |

Fuente: Elaboración de los autores.

Después de identificar las Fortalezas, Oportunidades, Amenazas y Debilidades de la empresa PROMINE CIA. LTDA, se procede a desarrollar la matriz estrategia del FODA. Es decir, se genera una estrategia para cada par. En la Tabla 8, se muestra la Planificación Estratégica de FO, que es agresiva y se apoya en las fortalezas de las fuentes de energía renovable, aprovechando así las oportunidades externas.

Tabla 8.

Planificación Estratégica – Fortalezas – Oportunidades.

| | |
|---|---|
| MATRIZ FODA: PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA | <p>FORTALEZAS</p> <p>F1: La empresa cuenta con una buena infraestructura física y tecnológica, así como con los permisos de operación minera.</p> <p>F2: Tiene flexibilidad para implementar nuevos productos que desafían los estándares actuales y</p> |
|---|---|

| | |
|---|--|
| | <p>rompen paradigmas en cuanto a la productividad y seguridad del sector de la pequeña minería.</p> <p>F3: Han implementado sistemas de monitoreo en tiempo real para mejorar la seguridad de sus trabajadores y garantizar un mejor control en la extracción y procesamiento de los minerales.</p> <p>F4: Demuestra un compromiso con la sostenibilidad y lleva a cabo sus operaciones de manera responsable y sostenible, cumpliendo con todas las normativas ambientales y sociales.</p> <p>F5: Utiliza sistemas de recuperación de agua y minimiza del uso de químicos tóxicos para reducir el impacto ambiental de las operaciones mineras.</p> |
| <p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: La implementación de soluciones tecnológicas avanzadas como sistemas de automatización y control pueden potenciar la eficiencia y la seguridad en las operaciones mineras, fortaleciendo así su imagen y reputación a nivel nacional e internacional.</p> <p>O2: Exige una política gubernamental favorable para el desarrollo de proyectos sostenibles de bajo costo mediante prácticas sustentables de uso de recursos renovables, por ejemplo: Incentivos tributarios para fomentar el uso de energías limpias.</p> <p>O3: La posibilidad de fidelizar a los clientes a través de productos de innovación patentados puede generar un flujo de caja más constante y llevar a una mayor estabilidad a la compañía.</p> <p>O4: La optimización de la eficiencia energética mediante la reducción del empleo de plantas generadoras de combustibles fósiles y una supervisión más rigurosa del consumo energético.</p> | <p>F1O1- Fortalecer su cultura de seguridad y hacerla parte integral de sus operaciones, lo que incluye la capacitación de los empleados en prácticas seguras, la promoción de una cultura de trabajo seguro y la implementación de medidas de seguridad.</p> <p>F2O2: Aprovechar los incentivos gubernamentales para fomentar el uso de energías limpias y la implementación de prácticas sostenibles en las operaciones mineras de la empresa PROMINE.</p> <p>F4- O3: Desarrollar y crear nuevas tecnologías para la extracción de minerales, mejorar la eficiencia del procesamiento de minerales y crear productos finales de mayor calidad.</p> <p>F4-O4: Monitorear y hacer seguimiento al consumo de energía de la empresa para asegurar que se cumpla con el plan de gestión de eficiencia energética.</p> |

Fuente: Elaboración de los autores.

En la Tabla 9, se observa la Planificación Estratégicas FA: Son defensivas y se basan en utilizar las fortalezas internas de la empresa para evitar o mitigar las amenazas externas y su potencial impacto.

Tabla 9.

Planificación Estratégica – Fortalezas -Amenazas.

| | |
|--|--|
| <p>MATRIZ FODA: PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA</p> | <p>FORTALEZAS</p> <p>F1: La empresa cuenta con una buena infraestructura física y tecnológica, así como con los permisos de operación minera.</p> |
|--|--|

| | |
|---|---|
| | <p>F2: Tiene flexibilidad para implementar nuevos productos que desafían los estándares actuales y rompen paradigmas en cuanto a la productividad y seguridad del sector de la pequeña minería.</p> <p>F3: Han implementado sistemas de monitoreo en tiempo real para mejorar la seguridad de sus trabajadores y garantizar un mejor control en la extracción y procesamiento de minerales.</p> <p>F4: Demuestra un compromiso con la sostenibilidad y lleva a cabo sus operaciones de manera responsable y sostenible, cumpliendo con todas las normativas ambientales y sociales.</p> <p>F5: Utiliza sistemas de recuperación de agua y minimiza el uso de químicos tóxicos para reducir el impacto ambiental de las operaciones mineras.</p> |
| <p>AMENAZA</p> <p>A1: Cambios normativos en el artículo 91 de la ley de Régimen Tributario del Ecuador y partidas arancelaria del Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), así como la inestabilidad económica, que podrían evitar la inversión de la empresa en estos proyectos.</p> <p>A2: Nuevas regulaciones sociales, técnicas y ambientales sobre los recursos explotados podrían incluir incentivos fiscales y económicos para promover prácticas de explotación sostenible.</p> <p>A3: Persisten conflictos con algunos moradores relacionados con la extracción de recursos minerales.</p> <p>A4: Existe la posibilidad de delitos, incluyendo el robo de minerales, equipos, materiales, extorsión y vandalismo.</p> <p>A5: Los impactos en la biodiversidad y los problemas de salud en las comunidades locales cercanas a los sitios de actividad minera representan amenazas significativas.</p> <p>A6: Sequías prolongadas o precipitaciones inusuales pueden impactar negativamente la disponibilidad de recursos hídricos para las operaciones mineras.</p> | <p>A1F4: Diversificar los mercados para reducir su dependencia del mercado interno nacional y la exposición a posibles cambios normativos y la inestabilidad económica del país.</p> <p>A2F2: Colaborar con instituciones y organizaciones dedicadas a la investigación y desarrollo de prácticas sostenibles en el sector minero, considerando las regulaciones sociales, técnicas y ambientales.</p> <p>A3F5: Establecer programas de monitoreo ambiental que permitan medir y evaluar el impacto ambiental de las operaciones mineras y compartir los resultados con las comunidades locales.</p> <p>A5F2: Implementar sistemas de monitoreo climático y predicción de sequías para anticipar cambios en el clima y ajustar las operaciones en consecuencia.</p> |

Fuente: Elaboración de los autores.

En la Tabla 10, se muestra la Planificación Estrategias OD: Son defensivas, son cruciales para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad, la sostenibilidad y la rentabilidad.

Tabla 10.

Planificación Estratégica – Debilidades – Oportunidades.

| | |
|--|--|
| <p align="center">MATRIZ FODA: PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA</p> | <p>DEBILIDADES</p> <p>D1: La sostenibilidad de la empresa depende en función de los precios de los minerales en el mercado mundial.</p> <p>D2: Se carece de suficientes estudios sobre el nivel de impacto negativo que tienen las actividades mineras sobre los suelos y manejo de residuos, lo que perjudica sus componentes y alterando la vida su flora y fauna.</p> <p>D3: Existe un sobredimensionamiento de Generación Térmica y del sistema de cableado debido a una falta de análisis exhaustivo de las necesidades reales y futuras de energía.</p> |
| <p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: La implementación de soluciones tecnológicas avanzadas como sistemas de automatización y control pueden potenciar la eficiencia y la seguridad en las operaciones mineras, fortaleciendo así su imagen y reputación a nivel nacional e internacional.</p> <p>O2: Exige una política gubernamental favorable para el desarrollo de proyectos sostenibles de bajo costo mediante prácticas sustentables de uso de recursos renovables, por ejemplo: Incentivos tributarios para fomentar el uso de energías limpias.</p> <p>O3: La posibilidad de fidelizar a los clientes a través de productos de innovación patentados puede generar un flujo de caja más constante y llevar a una mayor estabilidad para la compañía.</p> <p>O4: La optimización de la eficiencia energética mediante la reducción del empleo de plantas generadoras de combustibles fósiles y una supervisión más rigurosa del consumo energético.</p> | <p>O1D2: Promover diversos programas económicos que incentiven la implementación de proyectos de fuentes de recursos renovables mediante alianzas estratégicas que permitan ahorrar costos, aumentar la rentabilidad y reducir la contaminación ambiental.</p> <p>O1D3: Integrar fuentes energéticas sustentables, tanto desde un punto de vista económico como términos ambientales y sociales.</p> <p>O4D3: Diseñar e implementar un sistema de potencia que satisfaga la demanda energética actual de la mina, considerando fuentes de energía renovable como la solar, eólica o hidroeléctrica para aumentar la capacidad y reducir la dependencia de las plantas generadoras basadas en combustibles fósiles.</p> |

Fuente: Elaboración de los autores.

En la Tabla 11, se muestra la planificación Estratégica, son de supervivencia, de forma que procuran disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno, que impidieran el cierre o quiebra de la organización.

Tabla 11.*Planificación Estratégica – Debilidades – Amenazas*

| | |
|---|---|
| <p>MATRIZ FODA: PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA</p> | <p>DEBILIDADES</p> <p>D1: La sostenibilidad de la empresa depende en función de los precios de los minerales en el mercado mundial.</p> <p>D2: Se carece de suficientes estudios sobre el nivel de impacto negativo que tienen las actividades mineras sobre los suelos y manejo de residuos, lo que perjudica sus componentes y alterando la vida su flora y fauna.</p> <p>D3: Existe un sobredimensionamiento de Generación Térmica y del sistema de cableado debido a una falta de análisis exhaustivo de las necesidades reales y futuras de energía.</p> |
| <p>AMENAZA</p> <p>A1: Cambios normativos en el artículo 91 de la ley de Régimen Tributario del Ecuador y partidas arancelaria del Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), así como la inestabilidad económica, que podrían evitar la inversión de la empresa en estos proyectos.</p> <p>A2: Nuevas regulaciones sociales, técnicas y ambientales sobre los recursos explotados podrían incluir incentivos fiscales y económicos para promover prácticas de explotación sostenible.</p> <p>A3: Persisten conflictos con algunos moradores relacionados con la extracción de recursos minerales.</p> <p>A4: Existe la posibilidad de delitos, incluyendo el robo de minerales, equipos, materiales, extorsión y vandalismo.</p> <p>A5: Los impactos en la biodiversidad y los problemas de salud en las comunidades locales cercanas a los sitios de actividad minera representan amenazas significativas.</p> <p>A6: Sequías prolongadas o precipitaciones inusuales pueden impactar negativamente la disponibilidad de recursos hídricos para las operaciones mineras.</p> | <p>A1-D1: Establecer alianzas estratégicas con otras empresas o instituciones que estén trabajando en el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles en el sector minero.</p> <p>A2-D2: Alianzas estratégicas con compañías de seguros para financiar y apoyar la implementación de programas de manejos de residuos y reducir la contaminación ambiental.</p> <p>A2-D3: Diseñar e implementar un sistema de potencia que cubra la demanda energética actual de la mina, teniendo en cuenta las regulaciones y normativas ambientales, utilizando tecnologías eficientes y limpias, como fuentes de energía renovable, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> |

Fuente: Elaboración de los autores.

1.5.1 Cadena de valor

Como se citó en la tesis “Plan De Negocio Para El Desarrollo Y Explotación De La Mina Don Mario”, el sector de minería divide sus actividades en niveles. Primero se encuentran las

labores primarias como el abastecimiento, que se divide en exploraciones, logística, operaciones, distribución y comercialización. Y segundo se encuentran las tareas de apoyo como son la administración de recursos humanos, el desarrollo tecnológico, entre otras (Goycochea Martínez, Bedoya Valdivia, Meza Farfán, & Francia Centeno, 2021). En la Figura 8, se muestra la cadena de valor de la empresa PROMINE CIA. LTDA.

Figura 8.

Cadena de valor



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*
Elaboración de los autores.

En la tercera etapa se encuentra la explotación, donde se realizan los trabajos mineros para la preparación y el desarrollo del yacimiento. Luego se ejecuta el trabajo de explotación en el cual se efectúa la extracción, la formación en el manejo de maquinarias, las medidas de seguridad y transporte. Las principales secciones de trabajo son: áreas de extracción, planta de beneficio, áreas para almacenamiento de material estéril (tepetateras, depósito de jales) y servicios de apoyo como son talleres de reparación, laboratorios para analizar la calidad del material extraído, campamentos y oficinas.

El beneficio, junto con la fundición y la refinación, son pasos de los procesos en los cuales se realiza todo lo que comprende la concentración de minerales brutos a concentrados para su comercialización. En ellos se manejan maquinarias, además de la dirección y la distribución del agua y agentes químicos (como el mercurio en el caso del oro) o procesos mecánicos (la fundición) que son dañinos para la salud y el medio ambiente. También se realizan trabajos como la trituración, el secado, la clasificación, etc. La fundición se realiza para separar los metales de los minerales, mientras que la refinación busca convertir el producto en uno más refinado.

1.5.2. Riesgos y Controles

En la Tabla 12, se detallan los probables riesgos que pueden existir en el flujo de trabajo y los seguimientos a tener en consideración.

Tabla 12.

Riesgo y Control.

| Riesgos | | Controles y Seguimiento | | |
|--------------------|--|--|---|---|
| CATEGORÍA | RIESGOS | ACTIVIDAD | CAUSA | MITIGACIÓN |
| Ambientales | Presión de grupos ambientalistas y comunitarios. | Implementación de prácticas sostenibles y relaciones comunitarias. | Preocupaciones ambientales, impacto en comunidades. | Adoptar prácticas de minería responsable, promover la transparencia en operaciones, colaborar con grupos ambientales. |
| | Cambios climáticos y eventos naturales extremos. | Evaluación de resiliencia climática y mitigación de impactos. | Variaciones climáticas, fenómenos naturales. | Adaptar infraestructura a condiciones extremas, implementar medidas de mitigación ambiental, evaluar la vulnerabilidad de la operación. |
| Financieros | Fluctuaciones en los precios de los minerales. | Evaluación de viabilidad económica. | Cambios en la demanda global, factores económicos. | Diversificar la cartera de productos, mantener costos bajos, establecer reservas financieras. |

| | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|--|
| | Fluctuaciones en los costos de energía | Aumentos repentinos en los precios de la energía pueden impactar negativamente la rentabilidad de las operaciones mineras. | Variabilidad en los precios de los combustibles, cambios en las rutas de transporte y logística. | Implementar estrategias de eficiencia energética, buscar fuentes de energía alternativas y eficientes |
| Socioeconómicos y Comunitarios | Relaciones negativas con comunidades locales. | Programas de desarrollo comunitario y participación activa. | Escasa participación comunitaria, impactos negativos. | Establecer diálogo con las comunidades locales, implementar proyectos de desarrollo sostenible, contribuir al bienestar local. |
| Delincuencia y Seguridad | Inseguridad y daño de Infraestructura de las instalaciones mineras. | Posibilidad de robos, vandalismo y otras actividades delictivas en las instalaciones mineras. | Ubicación remota, valor de los equipos y recursos en el sitio. | Implementación de seguridad física, sistemas de monitoreo, patrullas de seguridad, colaboración con fuerzas de seguridad locales. |
| | Exposición a químicos eje. Cianuro, mercurio. | Disolver y extraer metales preciosos de los minerales triturados | Manipulación incorrecta de soluciones químicas o la exposición accidental durante la carga, descarga o transporte de productos químicos | Capacitación exhaustiva sobre el manejo seguro del cianuro, que incluya la correcta utilización de equipos de protección personal (EPP). |
| Legal | Cambios en acuerdos comerciales y políticas internacionales. | Monitoreo de relaciones internacionales y acuerdos comerciales | Negociaciones comerciales, conflictos internacionales. | Diversificar mercados de exportación, mantener relaciones diplomáticas, establecer alianzas estratégicas. |
| | Cambios en regulaciones y políticas gubernamentales mineras. | Seguimiento de cambios normativos y cumplimiento. | Decisiones gubernamentales y cambios de política. | Estar actualizados de los cambios regulatorios, participar en consultas públicas y mantener un equipo legal dedicado |

Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Elaboración de los autores.

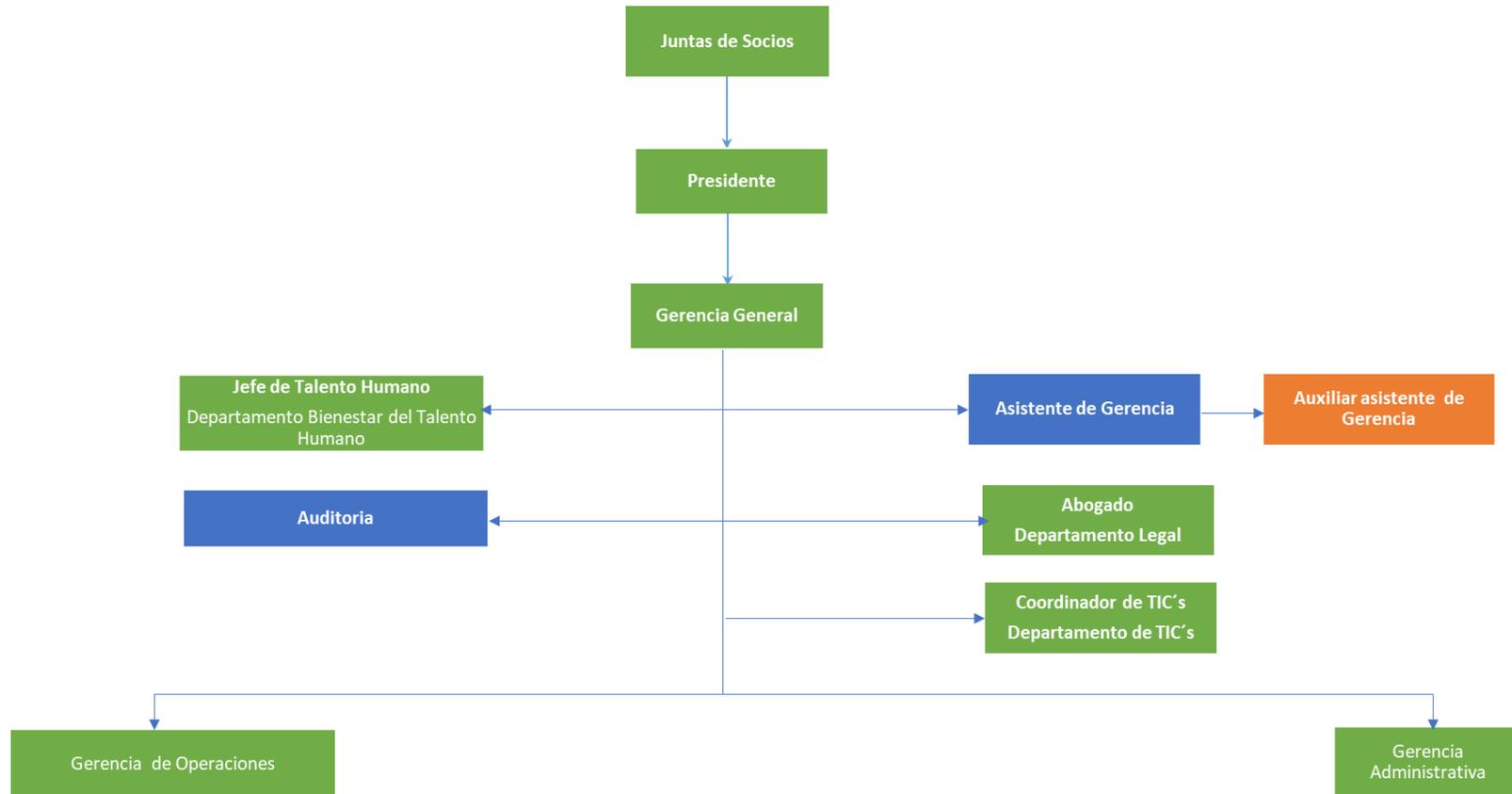
1.5.3. Organigrama institucional

La empresa PROMINE CIA. LTDA. Aplica en su organización una estructura formal, la cual surge como una necesidad para realizar una división de las actividades dentro de la misma con el fin de permitir principalmente alcanzar los objetivos. Esto se refleja en el organigrama

representado en las Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20, donde se indica claramente la función de cada miembro de la compañía, las áreas que la componen, las líneas de autoridad, las relaciones laborales y los canales de comunicación.

Figura 9.

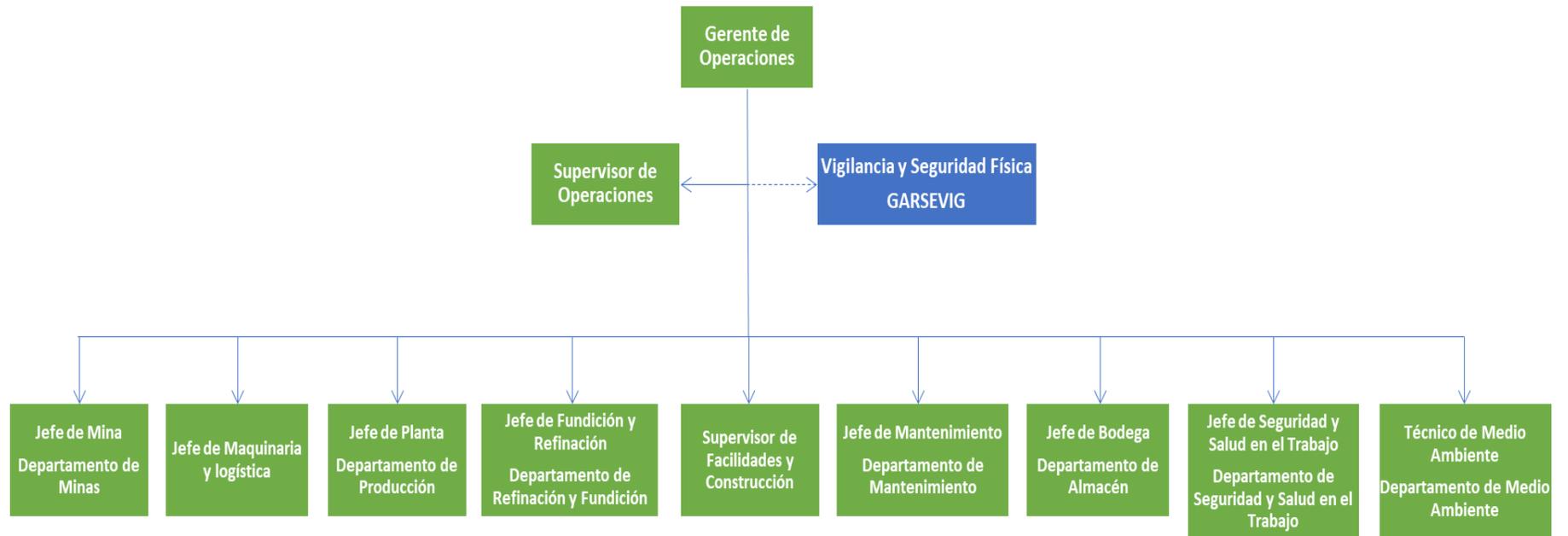
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Gerencias



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Figura 10.

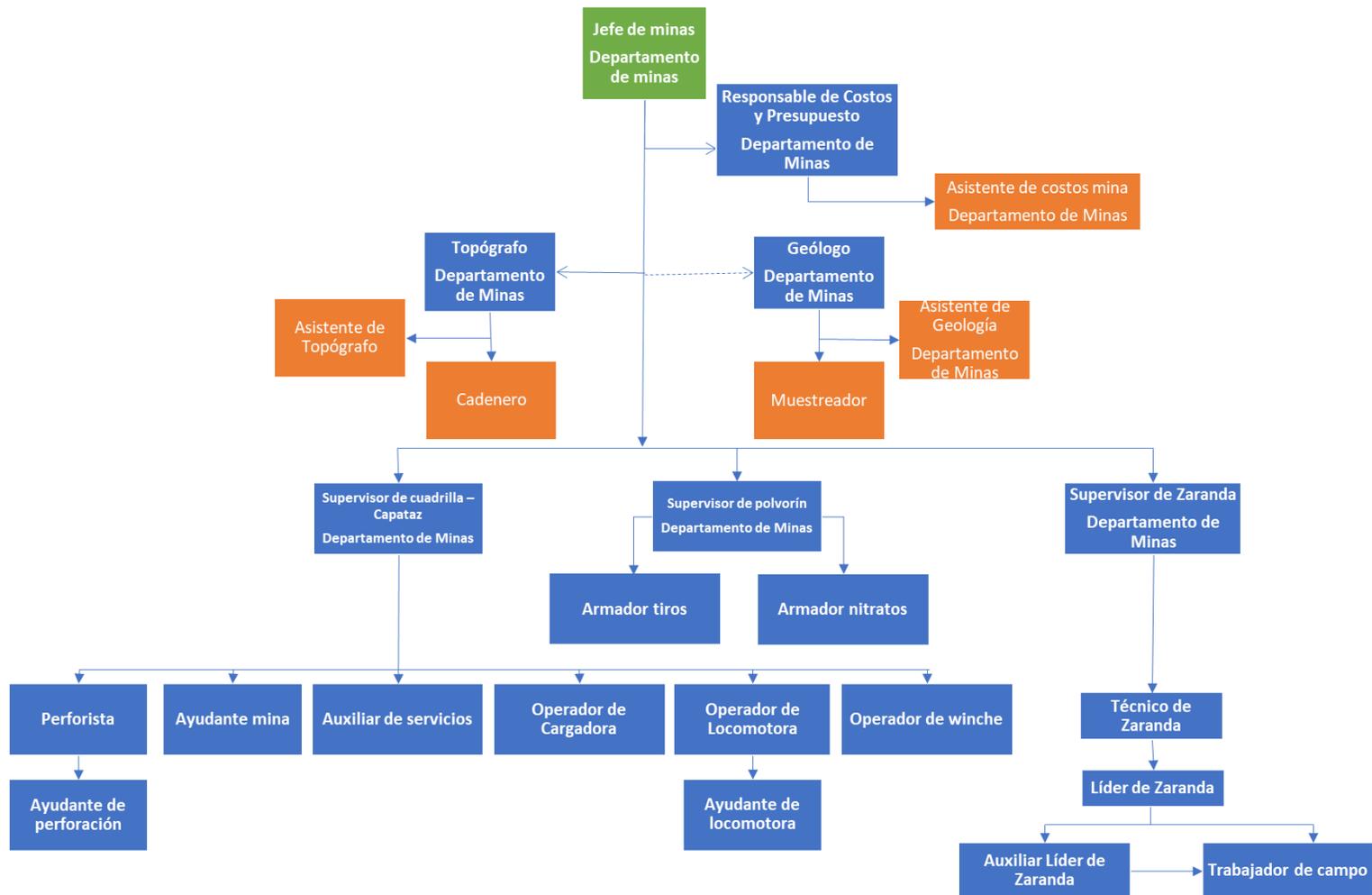
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Gerencia de Operaciones



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Figura 11.

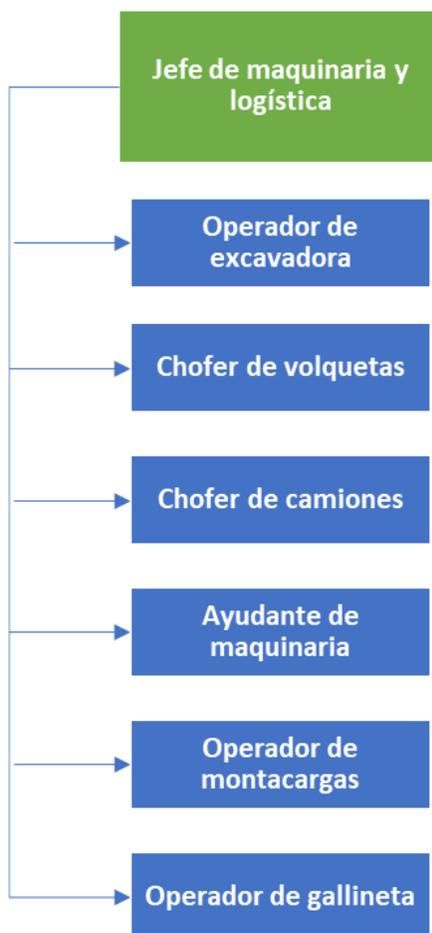
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de mina



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Figura 12.

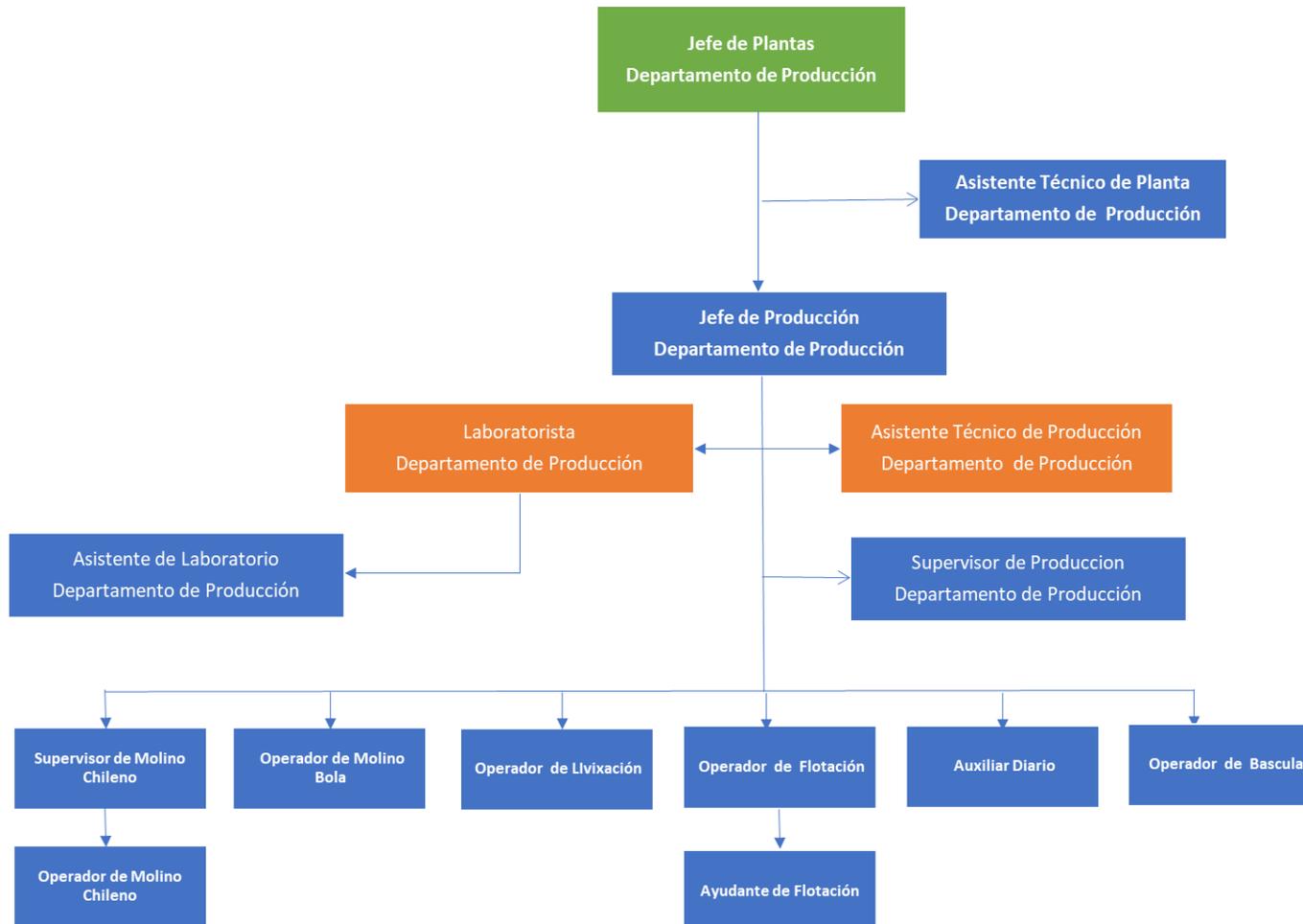
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Maquinaria y Logística



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Figura 13.

Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Plantas



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Figura 14.

Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Fundición y Refinación



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Figura 15.

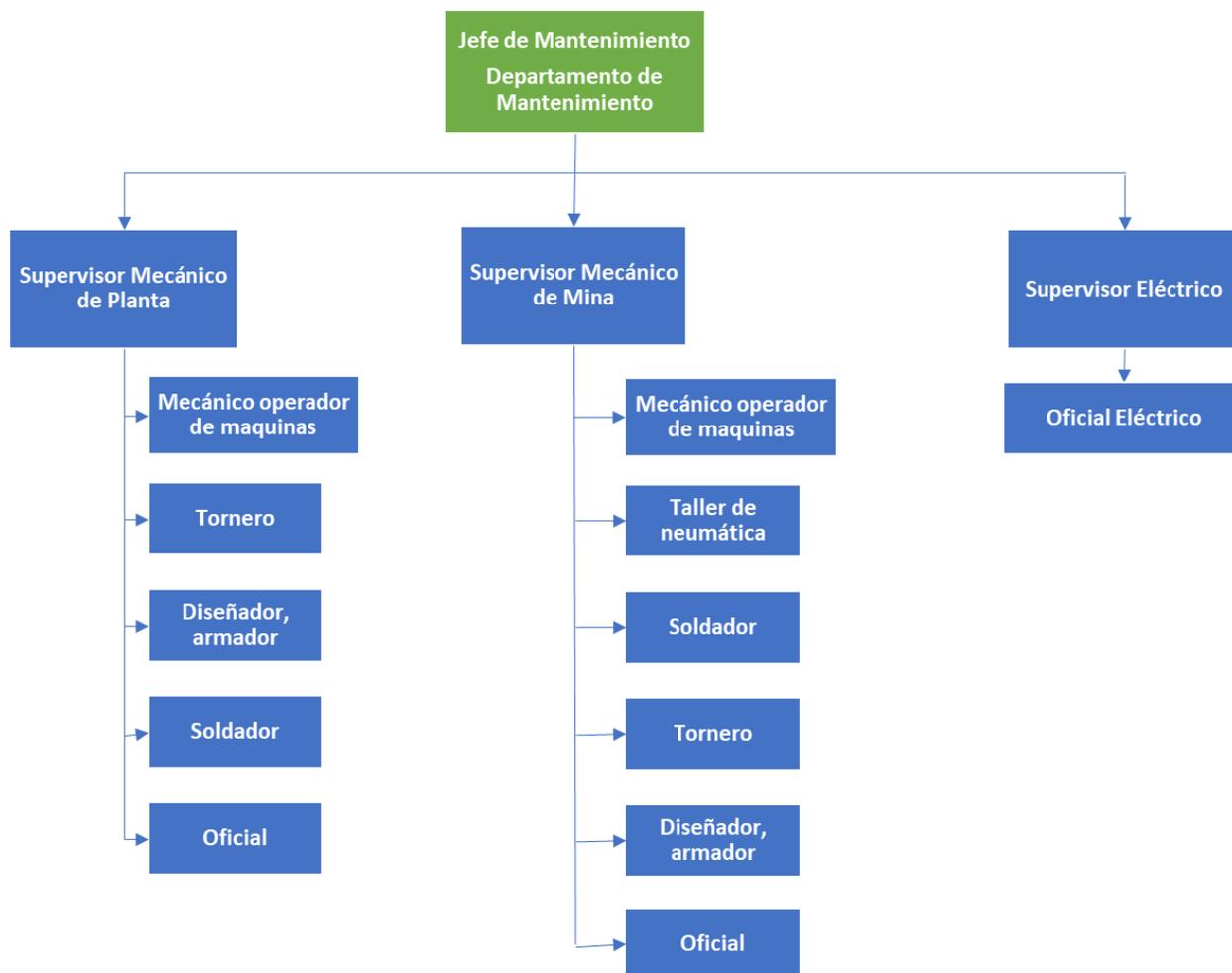
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Supervisor de Facilidades y Construcción



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Figura 16.

Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Mantenimiento



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Figura 17.

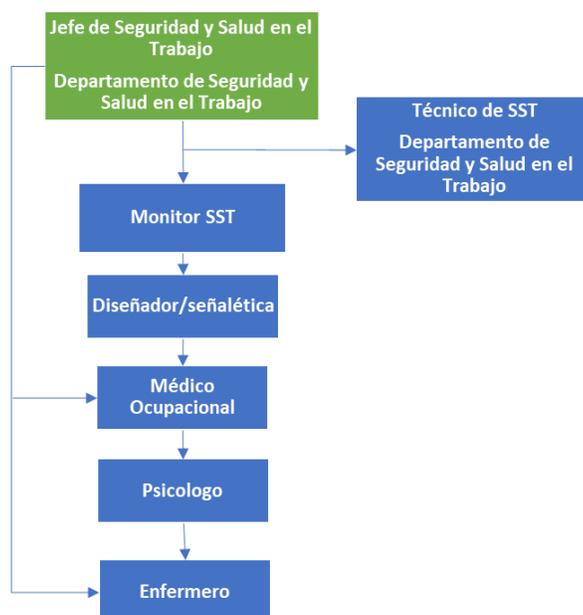
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Bodega



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Figura 18.

Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Jefatura de Seguridad y Salud en el trabajo



Fuente: Empresa PROMINE Cía. Ltda.

Figura 19.

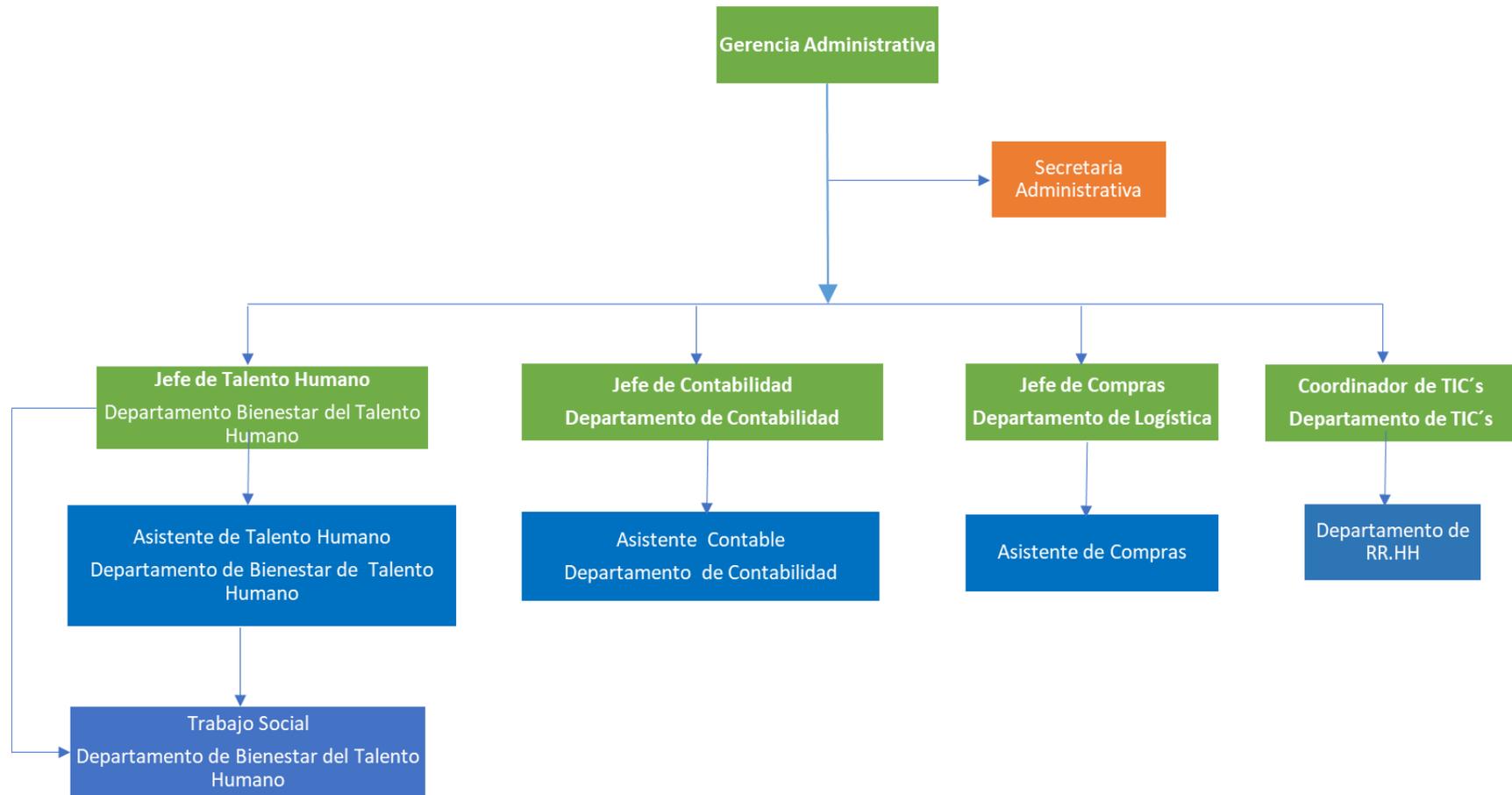
Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Técnico de Medio Ambiente



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

Figura 20.

Organigrama de Empresa PROMINE Cía. Ltda. – Gerencia Administrativa



Fuente: *Empresa PROMINE Cía. Ltda.*

1.5.4. Sistemas de información

Los sistemas de información empresarial son esenciales para analizar las condiciones comerciales y desarrollar diferentes estrategias para mejorar el desempeño y alcanzar las metas organizacionales. Entre los que se considerarán principalmente los siguientes sistemas:

- I. Sistema del área de compra, inventario y salida de bodega, sistemas del área de ventas, Sistema contable financiero tributario.
- II. Sistemas de información geográfica (SIG): ARCGIS, AUTOCAD, GOOGLE EARTH, licencias de aplicaciones, indicadores minas y plantas.
- III. Automatización de pagos.

1.5.5. Infraestructura tecnológica

La empresa PROMINE CIA. LTDA. Cuenta básicamente con herramientas indispensables para la realización de trabajo con eficiencia y puntualidad.

- I. Equipos como computadores, impresoras, servidores, telefonía satelital, etc., material de oficina para los diferentes procesos entre áreas (impresión de documentos, carpetas, resmas de hojas, etc.).
- II. Sistemas de gestión minera: Software de planificación minera, software de gestión de flota y software de gestión de activos para optimizar la productividad y la eficiencia de la mina. Sistemas de monitoreo y control: Esto puede incluir sistemas de control de procesos, sistemas de monitoreo de seguridad, sistemas de monitoreo ambiental y sistemas de monitoreo de equipos y maquinarias.

2. Caso de Negocio

2.1 Resumen Ejecutivo

2.1.1. Definición del problema/oportunidad

Las empresas mineras que operan en el sector de la pequeña minería y la minería artesanal en Ecuador enfrentan importantes desafíos económicos y operativos que afectan directamente las etapas del ciclo minero: exploración, planificación y construcción de la mina, producción del mineral, cierre de mina y recuperación de la zona.

De acuerdo con (D. Paillacho, 2021) en su artículo “Informe técnico de línea base: Situación energética de las empresas mineras ubicadas en el sector Bella Rica, en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay 2020”, indica que: La situación energética de las empresas mineras ubicadas en el sector Bella Rica, en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay, se identificó que dentro de la etapa de procesamiento (planta de beneficio), los equipos que consumen mayor energía eléctrica son los molinos de bolas, concentrando desde el 20% al 40% del gasto total.

Y en el mismo informe indica que el costo por consumo de electricidad en las plantas de beneficio puede llegar hasta los US\$60.000 mensuales.

Dentro de la fase de procesamiento, la planta de beneficio desempeña un rol de suma relevancia en el proceso de tratamiento de minerales, siendo responsable de la obtención de metales concentrados que son de vital importancia para diversas ramas industriales. No obstante, es ineludible reconocer que el elevado consumo de energía eléctrica, en particular durante la etapa de molienda, plantea retos considerables tanto en el ámbito medioambiental como económico.

En las operaciones de las plantas de beneficio se presentan los siguientes inconvenientes en sus procesos: Sistemas de potencia eléctrica sobredimensionados, difícil acceso a subestaciones eléctricas y al Sistema Nacional Interconectado, sistemas de procesamiento de mineral de bajo rendimiento, alto consumo de agua y electricidad, carencia de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, sistemas de arranque impropios para el funcionamiento de los equipos. (Marín, 2021)

2.1.1.1. Evaluación de Necesidades de Negocio

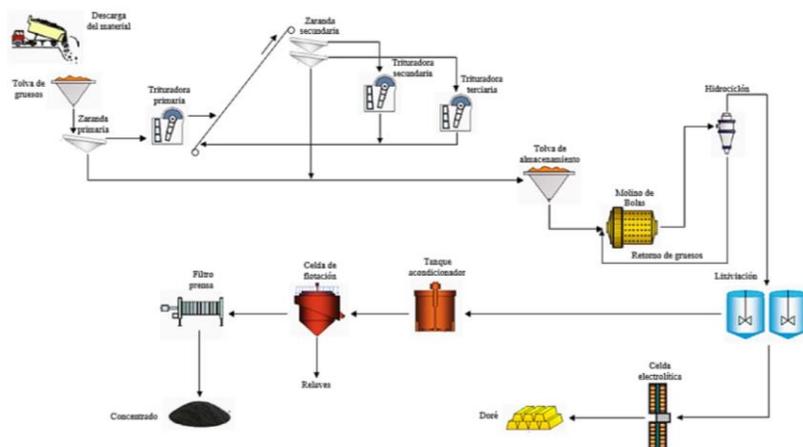
La empresa PROMINE Cía. Ltda. Busca reducir costos operativos mediante la transición a energías renovables, lo que reduce emisiones de gases de efecto invernadero y concuerda con valores de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Esto le ayuda a cumplir con normativas más estrictas en la industria minera, mejorando su imagen y atrayendo inversores y clientes comprometidos con la sostenibilidad. Además, de poseer seguridad energética que fortalece su posición en el mercado. Al alquilar sus servicios a mineros artesanales, la adopción de fuentes energéticas eficientes podría reducir costos y, eventualmente, beneficiar a la comunidad local con precios más accesibles y relaciones comerciales sólidas.

2.1.1.2. Situación actual del Negocio

Como ya se explicó en el capítulo 1, recursos claves la cadena operativa de la planta de Beneficio Promine Cia. Ltda., empieza desde el ingreso de la mena a la planta que se lo realiza mediante volquetas hasta el beneficio que es el proceso de fundición para dar forma al lingote de oro que queda listo para su comercialización, lo mencionado en este párrafo se lo representa en la siguiente figura 21.

Figura 21.

Diagrama del Proceso de la Planta de Beneficio Promine Cia. Ltda..



Fuente. Pástor Yáñez, C. A. (2022). *Optimización del proceso de conminución en la planta de beneficio promine, Camilo Ponce Enríquez-Azuay.*

En la tabla 13, se detallan los elementos que consumen electricidad en la planta de beneficio de la empresa Promine Cia. Ltda, así como la potencia de cada uno, potencia total, el tiempo promedio diario, coeficiente de simultaneidad, con esto se determina el consumo eléctrico. En base a la mencionada tabla en el párrafo anterior, la empresa PROMINE Cía. Ltda., en sus operaciones, ha identificado un alto consumo de energía en el área de molienda, en la que opera el molino de bolas, que se observa en la Figura 22.

Tabla 13.

Demanda de energía eléctrica de la planta de Beneficio Promine Cia. Ltda.

| Área | Nº | Equipo y/o maquinaria | Cantidad | Potencia [W] | Potencia total[W] | Horas / día | Coficiente simultaneidad | Energía [Wh/día] |
|---------------------|----|-----------------------|----------|--------------|-------------------|-------------|--------------------------|------------------|
| Área de trituración | 1 | Alimentador | 1 | 7460 | 7460 | 8 | 0,45 | 26856 |
| | 2 | Zaranda | 2 | 3730 | 7460 | 8 | 0,35 | 20888 |
| | 3 | Trituradora | 1 | 29820 | 29820 | 8 | 0,45 | 107352 |
| | 4 | Motor de banda | 5 | 4100 | 20050 | 8 | 0,35 | 56140 |
| | 5 | Zaranda 1 | 1 | 55930 | 55930 | 8 | 0,45 | 201348 |
| | 6 | Trituradora 1 | 1 | 22370 | 22370 | 8 | 0,45 | 80532 |
| Área de | 7 | Alimentador | 1 | 7460 | 7460 | 8 | 0,45 | 26856 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|----|--|----|-------|--------|---|------|--------|
| molino de bolas | 8 | Molino de bolas | 1 | 95000 | 95000 | 8 | 1 | 760000 |
| | 9 | Motor de zona de filtros de prensa | 17 | 10940 | 186000 | 8 | 0,3 | 446400 |
| | 10 | Motor de filtro prensa | 2 | 7085 | 14170 | 4 | 0,35 | 19838 |
| | 11 | Motor chancha | 1 | 5600 | 5600 | 8 | 0,45 | 20160 |
| | 12 | Molino pequeño | 1 | 29820 | 29820 | 8 | 0,45 | 107352 |
| | 13 | Motor de banda de molino pequeño | 1 | 3730 | 3730 | 8 | 0,45 | 13428 |
| | 14 | Banda trituradora | 1 | 14910 | 14910 | 8 | 0,45 | 53676 |
| | 15 | Motor zaranda | 1 | 5600 | 5600 | 8 | 0,45 | 20160 |
| | 16 | Tecele | 1 | 4470 | 4470 | 8 | 0,45 | 16092 |
| Área de Cianuración | 17 | Motore cianuración | 1 | 4470 | 4470 | 8 | 0,45 | 16092 |
| | 18 | Motor de bombas de solidos | 2 | 3170 | 6340 | 4 | 0,35 | 8876 |
| | 19 | Motore de cianuración | 17 | 17530 | 298000 | 4 | 0,35 | 417200 |
| | 20 | Agitador de cianuro | 1 | 5590 | 5590 | 4 | 0,35 | 7826 |
| | 21 | Bomba solidos | 1 | 7460 | 7460 | 4 | 0,45 | 13428 |
| | 22 | Criba | 1 | 2240 | 2240 | 4 | 0,45 | 4032 |
| Área de molino de ruedas | 23 | Área de molinos de ruedas. | 6 | 746 | 44740 | 4 | 0,35 | 62636 |
| | 24 | Área de molinos de ruedas. Zarandas y trituradoras | 8 | 5590 | 44740 | 4 | 0,35 | 62636 |
| | 25 | Motor área de molinos de ruedas | 7 | 8520 | 59660 | 4 | 0,35 | 83524 |
| | 26 | Motores de flotación | 23 | 13130 | 302000 | 4 | 0,35 | 422800 |
| | 27 | Concentrador gravimétrico | 1 | 3730 | 3730 | 4 | 0,45 | 6714 |
| Área de Lixiviación | 28 | Motores lixiviación | 17 | 21114 | 358940 | 4 | 0,35 | 502516 |

Nota: Se exponen los equipos y maquinarias, con los que cuenta la planta de beneficio identificando la potencia de cada uno, el horario de funcionamiento y en función de estos el consumo de energía eléctrica promedio diario.

Figura 22.

Molino de Bola



Fuente: Empresa PROMINE Ltda.

El elevado gasto energético causado por este equipo en la planta de beneficio impacta negativamente tanto en la rentabilidad como en la huella ambiental de la empresa. Esto se debe al uso de generadores de electricidad a base de combustibles fósiles, que además generan gastos adicionales como el gasto en combustible, transporte del mismo, mantenimiento del generador, entre otros. Esto crea una necesidad de abordar la situación del consumo de energía eléctrica en el procesamiento de metales en la planta de beneficio. Este molino tiene una potencia eléctrica de 95 kW de marca Helmke, con una Eficiencia de 80%, con una capacidad de producción de 2.64 toneladas por hora. Con los datos mencionados anteriormente se calcula:

Capacidad de Producción Diaria:

Capacidad Diaria=Capacidad por Hora ×Horas de Operación Diarias

Capacidad Diaria=2.64 ton/hora×8horas/día=21.12 ton/día

Capacidad Diaria=5ton/hora×24horas/día=120ton/día

2.2. Análisis de brechas

De acuerdo con el (PMI, 2015), en la pág. 28, el análisis de brechas es un proceso que se usa para comparar el estado actual de la empresa con el estado futuro/deseado a fin de identificar las diferencias o brechas. El análisis se ha realizado manteniendo una relación entre el Plan Estratégico, la matriz de Arquitectura y la Matriz FODA. En la Tabla 14, se presentan las brechas con sus respectivas necesidades e iniciativas estratégicas que facilitan el camino para el logro de las metas.

Se debe superar las brechas para adaptarse a la estrategia institucional que afecta a esta área.

Tabla 14.*Brechas*

| BRECHAS | JUSTIFICACIÓN | PE | FODA | NECESIDADES DE NEGOCIO | OBJETIVOS ESTRATEGICO |
|--|--|-----------|-------------|---|------------------------------|
| BR-01: Implementación de alternativas de generación de energía limpia y renovable en el sector minero. | La adopción de fuentes de energía renovable en las operaciones mineras ayudará a la empresa a diversificar sus fuentes de energía y reducir su impacto ambiental, alineándose con su compromiso con la sostenibilidad. | PE2 | A2, D3 | Implementación de generación de electricidad por medio de fuentes renovables. | OE1, OE2, OE3, OE4 |
| BR-02: Sobredimensionamiento en los cálculos y análisis de la demanda energética en las actividades de las empresas mineras. | El sobredimensionamiento, implica un desperdicio de la capacidad del grupo electrógeno y resulta en un funcionamiento deficiente, además de ocasionar costos adicionales debido al consumo excesivo de combustible. | PE3 | A2, D3 | Diseño efectivo del sistema eléctrico de alimentación de energía a los molinos de bolas. | OE1, OE3, OE5 |
| BR-03: Deficiente monitorización del consumo energético y análisis de datos operativos. | La falta de seguimiento y análisis de los datos operativos impide identificar patrones de consumo energético y áreas específicas donde se pueden implementar mejoras. | PE1PE5 | F2, O4 | Implementar modelos de seguimiento y análisis de datos operativos en el área de molienda. | OE3, OE5 |

Fuente: Elaborado por Autores.

Para determinar los factores que influirán en la toma de decisiones con respecto a las alternativas a presentar, además de considerar los parámetros del flujo financiero, en el presente trabajo se desarrolla un análisis utilizando el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process – AHP), herramienta creada (Saaty, 2008).

Este análisis implica comparar pares de objetivos estratégicos para determinar el peso de cada uno en función de la consecución de la misión y visión de la empresa PROMINE CIA. LTDA.

El objetivo principal es seleccionar la mejor alternativa en función de la suma de porcentajes que impacten en el logro de los objetivos de la organización. Es importante tener en cuenta que los objetivos de la organización se corresponden con los presentados en la Tabla 3, del capítulo 1. La forma en que se calificarán los pares de objetivos se basará en la escala fundamental de comparación por pares, que se detalla en la tabla 15, que se muestra a continuación:

Tabla 15.

Ponderación para calificación entre pares

| Intensidad | Definición | Explicación |
|----------------------------------|--|--|
| 1 | De igual importancia | 2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo |
| 3 | Moderada importancia | La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre otra |
| 5 | Importancia fuerte | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra |
| 7 | Muy fuerte o demostrada | Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su predominancia se demostró en la práctica |
| 9 | Extrema | La evidencia que favorece una actividad sobre la otra es absoluta y totalmente clara |
| 2, 4, 6, 8 Recíprocos | Valores intermedios $a_{ij}=1/a_{ji}$ | Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes. Hipótesis del método |

Fuente: Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980)

Haciendo uso de la herramienta, de “comparación en pares” entre objetivos, se obtuvo la tabla 16.

Tabla 16.

Comparación en pares entre objetivos estratégicos.

| | Obj.E1 | Obj.E2 | Obj.E3 | Obj.E4 | Obj.E5 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Obj.E1 | 1 | 3 | 2,0 | 4 | 3 |
| Obj.E2 | 0,33 | 1 | 0,5 | 3 | 2 |
| Obj.E3 | 0,50 | 2,00 | 1 | 5 | 4 |
| Obj.E4 | 0,25 | 0,33 | 0,2 | 1 | 0,5 |
| Obj.E5 | 0,33 | 0,5 | 0,3 | 2,00 | 1 |
| | 2,42 | 6,83 | 3,95 | 15,00 | 11 |

Fuente: Elaborado por Autores.

Se realiza la normalización de la tabla 17, promediando sus filas, se obtiene el peso respectivo para cada uno de los objetivos, resultando:

Tabla 17.

Matriz normalizada para la obtención de pesos de cada objetivo.

| Matriz Normalizada | | | | | Pesos | Pesos % |
|--------------------|------|------|------|------|-------|---------|
| 0,41 | 0,44 | 0,51 | 0,27 | 0,29 | 0,38 | 38,23% |
| 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,20 | 0,19 | 0,16 | 16,03% |
| 0,21 | 0,29 | 0,25 | 0,33 | 0,38 | 0,29 | 29,34% |
| 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 6,34% |
| 0,14 | 0,07 | 0,06 | 0,13 | 0,10 | 0,10 | 10,06% |

Fuente: Elaborado por los Autores

De la tabla anterior se obtiene, la ponderación de peso e importancia de cada uno de los objetivos estratégicos como se observa en la tabla 18.

Tabla 18.

Pesos de cada objetivo estratégico de la organización.

| Objetivos estratégicos de la organización para el cumplimiento de la misión | Pesos |
|---|----------|
| OE1: Aumentar el posicionamiento de la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable. | 0,375157 |
| OE2: Fortalecer las relaciones con la comunidad minera y el gobierno local del área de influencia para el desarrollo sostenible. | 0,158479 |
| OE3: Lograr un alto nivel de eficiencia de los servicios y procesos que desarrolla la empresa. | 0,289832 |
| OE4: Liderar programas de gestión ambiental que impacten positivamente los recursos naturales del área de influencia. | 0,076832 |
| OE5: Promover el desarrollo de minería responsable, eficiente y efectiva para lograr la más alta recuperación a corto y mediano plazo de las reservas mineras medidas a menores costos. | 0,099699 |

Fuente: Elaborado por los Autores

Siendo los objetivos estratégicos “Aumentar el posicionamiento de la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable” y “Lograr un alto nivel de eficiencia de los servicios y procesos que desarrolla la empresa.” Los más importantes para la consideración de las alternativas.

2.2.2. Pesos de las brechas identificadas

De acuerdo al registro de las brechas presentadas en la tabla 14, se procederá a realizar la sumade los objetivos estratégicos que impacten en función de la tabla 19, para obtener el peso respectivo e importancia a cada una de las 3 brechas señaladas en la tabla 14, teniendo como resultado los datos de la tabla 19.

Tabla 19.

Impacto de las brechas a los objetivos estratégicos

| ID | Brecha identificada | Sumatoria de los pesos de los OE que impactan |
|------|---|---|
| BR01 | Implementación de alternativas de generación de energía limpias y renovables en el sector minero. | 0,900300655 |
| BR02 | Sobredimensionamiento en los cálculos y análisis de la demanda energética en las actividades de las empresas mineras. | 0,764688543 |
| BR03 | Insuficiente monitorización del consumo energético y análisis de datos operativos. | 0,389531207 |
| | Suma | 2,054520405 |

Fuente: Elaborado por los Autores

Normalizando la tabla anterior, se obtiene el peso respectivo e importancia de cada una de las brechas identificadas, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 20.

Pesos de las brechas identificadas

| ID | Brecha identificada | Pesos |
|------|---|--------|
| BR01 | Implementación de alternativas de generación de energía limpias y renovables en el sector minero. | 90,03% |
| BR02 | Sobredimensionamiento en los cálculos y análisis de la demanda energética en las actividades de las empresas mineras. | 76,47% |
| BR03 | Insuficiente monitorización del consumo energético y análisis de datos operativos. | 38,95% |

Fuente: Elaborado por los Autores.

Por lo tanto, las brechas BR01 y BR02 destacan como las de mayor peso porcentual entre las brechas identificadas. Este aspecto reviste una gran importancia en la selección de la alternativa que tendrá un impacto directo en la mitigación de estas brechas claves.

La información proporcionada en la tabla 20, será de utilidad para identificar y respaldar la elección de las alternativas o propuestas de solución destinadas a abordar el problema identificado en la sección 2.1.1, de este documento. Esto permitirá evaluar cual es la mejor decisión en cuanto a la alternativa a desarrollar para mitigar y reducir las brechas que tienen el mayor impacto en la misión de la organización.

2.3. Iniciativas Claves

De acuerdo con (Roldán Vilorio, 2013), las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales que, por sus características, pueden producir energía de manera inagotable e indefinida. Este tipo de energía es también denominada como energías limpias.

De acuerdo con Velasco y Cabrera (2009), el Ecuador, debido a su localización geográfica es un país con abundantes recursos energéticos ya que al estar ubicado sobre la línea ecuatorial no existe una variación significativa del recurso solar a lo largo del año., la irradiación global incidente en la mayoría de su territorio, va sobrepasando los 1500 [kWh/m²], con lo cual se evidencia que en territorio ecuatoriano existe una constante de insolación solar promedio de 4,574 kWh /m² /día.

Camilo Ponce Enríquez, Ecuador, presenta un perfil solar adecuado para la implementación de sistemas fotovoltaicos, según los datos típicos obtenidos de fuentes climáticas locales. Con una latitud específica y condiciones geográficas favorables, la región experimenta una alta radiación solar a lo largo del año. Los análisis realizados con el software PVSyst indican una radiación solar promedio anual de 2.8 kWh/m², lo que refleja una adecuada disponibilidad de recursos solares para la generación de energía solar fotovoltaica. Este perfil solar estable proporciona una base sólida para el diseño y la eficiencia de sistemas fotovoltaicos, lo descrito anteriormente se visualiza en la fig.23.

Figura 23.*Irradiación Solar de Zona*

| | Irradiación horizontal global kWh/m ² /día | Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día | Temperatura °C | Velocidad del viento m/s | Humedad relativa % |
|------------|---|---|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Enero | 2.80 | 2.25 | 25.7 | 1.55 | 99.7 |
| Febrero | 3.25 | 2.50 | 26.2 | 1.15 | 99.7 |
| Marzo | 3.48 | 2.60 | 25.8 | 1.61 | 99.9 |
| Abril | 3.30 | 2.49 | 26.0 | 1.60 | 99.5 |
| Mayo | 2.34 | 1.96 | 25.3 | 1.77 | 98.8 |
| Junio | 2.19 | 1.67 | 24.1 | 2.11 | 97.9 |
| Julio | 2.66 | 2.20 | 23.4 | 2.51 | 92.3 |
| Agosto | 3.06 | 2.27 | 23.4 | 2.19 | 91.1 |
| Septiembre | 2.87 | 2.47 | 22.5 | 1.16 | 92.3 |
| Octubre | 2.37 | 2.08 | 23.1 | 1.59 | 96.3 |
| Noviembre | 2.45 | 2.14 | 23.2 | 1.48 | 96.8 |
| Diciembre | 3.19 | 2.48 | 24.2 | 1.64 | 97.7 |
| Año | 2.83 | 2.26 | 24.4 | 1.7 | 96.8 |

Fuente. Pvsyst.

Dado lo mencionado en el párrafo anterior se considera, las iniciativas claves identificadas para abordar las brechas existentes en la empresa PROMINE CIA. LTDA., las cuales pueden tener un impacto significativo en la producción y rentabilidad de la empresa, se enumeran a continuación:

- **Alternativa 1: Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el Suelo.**

El propósito de esta iniciativa consiste en desarrollar un sistema de generación de energía solar que estará ubicado en tierra, a una distancia de 500 metros de la zona de molienda de la planta de beneficio de la empresa PROMINE Cía. Ltda. Este sistema se dimensionará de manera que sea capaz de satisfacer la demanda energética del molino de bolas. El diseño del sistema será concebido de manera que compense las posibles pérdidas de eficiencia y se adapte a la variabilidad climática, incluyendo situaciones de exceso de generación. El excedente de energía generada

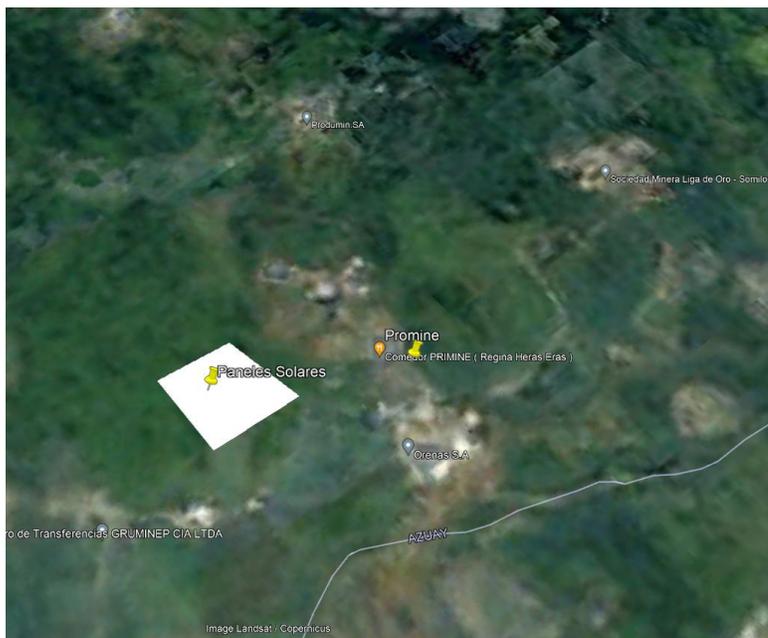
será inyectado en la red eléctrica, lo que podría resultar en la obtención de créditos o compensaciones.

Alternativa 2: Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica en el techo.

El propósito de esta iniciativa, a diferencia de la alternativa 2, consiste en la concepción de un sistema de generación de energía solar que optimice los espacios disponibles en el techo de la infraestructura de la empresa, específicamente en el área de molienda, cumpliendo todas las funcionalidades de un sistema de generación de energía limpia. En la Figura 24, se observa la ubicación de las dos alternativas descritas en los párrafos anteriores.

Figura 24.

Ubicación geográfica de la Planta de Beneficio de la compañía minera PROMINE.



Fuente. Google Earth.

2.2. Estudio de Alternativa

Las alternativas expuestas buscan utilizar los sistemas fotovoltaicos en la minería para abordar desafíos como el consumo excesivo de energía y la falta de monitorización. Estos sistemas no solo reducen la huella de carbono, sino que también optimiza la gestión de la demanda energética. Además, ofrece una diversificación de ingresos al vender excedentes de energía y reducir costos, contribuyendo a un sector más sostenible y rentable. A continuación, se detallan beneficios, supuestos, problemas y restricciones comunes de estas alternativas.

Beneficios

- La energía solar reduce los gastos continuos en combustibles fósiles y tarifas eléctricas, lo que resulta en ahorros significativos a lo largo del tiempo.
- El cálculo preciso de la demanda energética permite a las empresas evitar inversiones innecesarias en infraestructura y consumo de energía, lo que se traduce en ahorro de costos.
- Optimiza los procesos mineros, lo que se traduce en un menor consumo de energía y una mayor eficiencia.
- Además de reducir costos energéticos, también aporta beneficios en términos de sostenibilidad, cumplimiento normativo y mejora de la competitividad.

Supuestos

- Se asume que se obtendrán las aprobaciones y permisos necesarios de las autoridades regulatorias para la instalación del sistema solar y la ejecución de programas educativos o sociales. Esto puede implicar procesos regulatorios y tiempos de espera.
- Se toma en cuenta la radiación solar disponible en la zona y las condiciones climáticas óptimas, lo que posibilita dimensionar el sistema fotovoltaico de acuerdo con la cantidad de energía que se puede generar en el lugar.

- Se asume que el área disponible para la instalación de los paneles solares es suficiente para cubrir la demanda energética de la empresa o área.
- Se asume que la empresa minera está comprometida a largo plazo con las iniciativas de eficiencia energética y sostenibilidad, ya que los beneficios pueden no ser inmediatos y requerir un horizonte de tiempo más extenso.
- Existe disponibilidad de recursos para la ejecución del proyecto.
- Se supone que la evaluación de la demanda energética actual y futura se realiza con precisión, lo que garantiza que el sistema solar dimensionado satisfaga las necesidades de energía.

Problemas

- Los sistemas fotovoltaicos requieren mantenimiento periódico y tienen una vida útil de 25 años. Las minas deben estar preparadas para llevar a cabo el mantenimiento necesario y considerar los costos a largo plazo.
- La implementación de estas alternativas podría requerir coordinación y comunicación efectiva con diferentes stakeholders, incluyendo empleados, comunidades locales y autoridades regulatorias. La falta de alineación podría ser un obstáculo.
- La instalación de sistemas fotovoltaicos y la implementación de programas sociales pueden tener implicaciones ambientales. Es esencial llevar a cabo una evaluación de impacto ambiental adecuada y asegurarse de cumplir con las regulaciones ambientales.

Restricciones

La inseguridad asociada a la realización de estudios y diseños de infraestructuras solares en campamentos mineros se debe a dos factores principales: cumplimiento del presupuesto establecido para el diseño del proyecto y la falta de conocimiento y comprensión por parte de

este sector acerca de las fuentes de energía renovables. Esto contribuye al rechazo y la resistencia hacia la implementación de dicha infraestructura solar en los campamentos mineros. Estas restricciones se presentan para ambas alternativas.

2.2.1. Alcance de la solución

2.2.1.1 Alternativa 1

La alternativa propuesta tiene como alcance el Diseño de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica conectado a red en suelo, como una fuente de suministro eléctrico confiable para el molino de bola en el área de molienda de la planta de beneficio de la empresa PROMINE CÍA. LTDA., con el fin de reducir el gasto en energía eléctrica del molino de bolas.

La alternativa incluye la colocación de paneles solares fotovoltaicos en el suelo, concretamente a una distancia de 500 metros del campamento minero, como se ilustra en la Figura 24. Esta ubicación se seleccionó en base al Software PVSyst, en donde se busca optimizar la captación irradiación solar en el sitio disponible y garantizar un rendimiento óptimo de los paneles, de manera que sea capaz de satisfacer la demanda de energía eléctrica del molino de bolas.

Esta iniciativa busca abordar tanto la eficiencia energética como la responsabilidad ambiental en el sector minero, lo que contribuirá a la mitigación de los desafíos energéticos actuales.

La alternativa tiene como entregables: Diseño del Sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica, documentación técnica, ambiental y económica, así como informes de rendimiento y eficiencia del sistema.

2.2.1.1.1 Beneficios

- Optimización de los espacios disponibles, aprovechando áreas que, permanecen desaprovechadas.
- Mayor capacidad de adaptación a las fluctuaciones en la demanda de energía sin requerir inversiones adicionales de gran envergadura.
- Planificación más efectiva a largo plazo, debido a la capacidad de aumentar más paneles solares según la demanda energética.

2.2.1.1.2. Problemas

- Evaluación de impacto ambiental: la instalación de paneles solares en el suelo puede afectar el terreno y la vegetación circundante. Se debe considerar el impacto ambiental y tomar medidas para mitigarlo.
- Asentamiento del suelo al implementar el sistema puede afectar el correcto funcionamiento, debido a que cambia la orientación y no recibe la radiación solar óptima.

2.2.1.1.3. Supuestos

- Estimar los costos totales del proyecto, incluyendo la inversión inicial, los costos de instalación, los gastos operativos y el financiamiento disponible.
- Recursos existentes para la ejecución del proyecto.
- Se asume que se obtendrán las aprobaciones y permisos necesarios de las autoridades regulatorias para la instalación de sistemas solares y la ejecución de programas educativos o sociales. Esto puede implicar procesos regulatorios y tiempos de espera.

2.2.1.1.4. Restricciones

- La instalación en el suelo a menudo implica una mayor cantidad de trabajo civil y preparación del terreno, lo que puede aumentar los costos de instalación en comparación con los sistemas en el techo.
- En las minas, pueden existir obstáculos como estructuras, equipos pesados y montañas de escombros que afecten la ubicación de los paneles solares y la eficiencia de la instalación.
- Se debe considerar el impacto ambiental de la instalación, especialmente en áreas sensibles como hábitats naturales o áreas de revegetación minera. Pueden existir restricciones ambientales y requerimientos de mitigación adicionales.
- La ubicación de los paneles solares debe permitir un acceso seguro y eficiente para el mantenimiento y la limpieza.

2.2.1.2 Alternativa 2

La propuesta abarca el diseño de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica conectado a la red, pero se centra en la instalación en el techo del área de molienda de la planta de beneficio de la empresa PROMINE CIA. LTDA. El objetivo principal es reducir los costos de energía eléctrica asociados con el funcionamiento del molino de bolas, aprovechando una fuente de energía renovable y sostenible.

Este enfoque implica la colocación de paneles solares fotovoltaicos en el techo del área de molienda, lo que proporcionará una fuente de energía eléctrica confiable y local para el funcionamiento del molino. La selección de esta ubicación específica se basa en un análisis cuidadoso del potencial de irradiación solar en el techo y en la optimización de la captación de luz solar disponible. Además, se busca garantizar un rendimiento óptimo de los paneles para satisfacer la demanda energética del molino de bolas de manera eficiente.

La implementación de esta iniciativa no solo busca mejorar la eficiencia energética de la planta de beneficio, sino que también refuerza el compromiso ambiental del sector minero al reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y la huella de carbono asociada. Los entregables claves de esta alternativa incluyen el diseño detallado del sistema de generación de energía solar, documentación técnica, ambiental y económica, así como informes de rendimiento y eficiencia del sistema que respalden la viabilidad y el impacto positivo de esta solución.

2.2.1.2.1. Beneficios

- Optimización del uso del espacio: aprovechar los techos para la generación solar no solo maximiza la utilización del espacio, sino que también contribuye al fomento de prácticas sostenibles dentro de la industria minera.

2.2.1.2.2. Problemas

- Las estructuras del techo pueden no ser adecuada para soportar el peso de los paneles solares y los sistemas de montaje. Esto requerirá modificaciones en la estructura del techo, lo que aumentaría los costos.
- Debe realizarse un análisis de sombras cuidadoso. Debido a sombras de equipos, chimeneas, ventiladores u otras obstrucciones en el techo pueden reducir significativamente la eficiencia de los paneles solares.
- Reubicación de equipos y conductos en el techo para acomodar la instalación de paneles solares, lo que puede ser costoso y requerir tiempo adicional.
- La instalación de paneles solares en el techo puede afectar la seguridad de los trabajadores, especialmente si se necesita acceso al techo para mantenimiento. Se deben implementar medidas de seguridad adecuadas.

2.2.1.2.3. Supuestos

- Al escoger la infraestructura en donde se ubicarán los paneles solares, se considerará la orientación e inclinación óptimas del techo para maximizar la captura de radiación solar. Esto puede variar según la dirección del techo y la ubicación geográfica.
- Cantidad de espacio adecuada y disponible en el techo de los edificios de la empresa minera para la instalación de paneles solares y otros componentes del sistema.
- Cumplimiento de todas las regulaciones y requisitos de permisos locales y nacionales para la instalación y operación del sistema en una empresa minera.
- Disponibilidad de recursos para la ejecución del proyecto.
- Se supone que la evaluación de la demanda energética actual y futura se realiza con precisión, lo que garantiza que el sistema solar dimensionado satisfaga las necesidades de energía

2.2.1.2.4. Restricciones

- Los techos deben estar diseñados para soportar el peso adicional de los paneles solares y los sistemas de montaje. Si la capacidad estructural es insuficiente, se requerirán modificaciones o refuerzos, lo que aumentará los costos. Antes de la instalación de paneles solares, es necesario evaluar la condición del techo existente. Si el techo tiene fugas o daños, es necesario realizar reparaciones antes de la instalación.
- La instalación de paneles solares en el techo puede tener un impacto ambiental, especialmente si se ubica en áreas sensibles desde el punto de vista ecológico. Se deben tomar medidas para minimizar dicho impacto.

2.2.2. Estudio de Mercado

El diseño de sistemas fotovoltaico de las 2 alternativas, presentadas en este documento, se basa en los estudios que indican que en:

Los procesos de beneficio de los equipos con mayor consumo energético son los molinos de bolas, y se ha observado que los gastos rondan desde un 20% al 40% de su consumo total. La variación de este porcentaje se debe al número de molinos que poseen cada empresa, y existe un consumo de energía eléctrica aún mayor en los molinos de bolas y de ruedas, con un valor que varía desde los 1.579,7 kW hasta los 600 kW.(Samaniego Zabala, 2022)

El molino de bolas desempeña un papel esencial en una planta de beneficio minera, al ser una herramienta importante en la reducción del tamaño de partículas, la liberación de minerales valiosos y la mejora de la eficiencia del proceso de extracción de minerales.

2.2.2.1 Descripción del bien o servicio

La empresa PROMINE CIA. LTDA., con estas alternativas de diseño de sistema fotovoltaico para suministrar de energía eléctrica al molino de bolas del área de molienda, proporciona una fuente de energía limpia y sostenible que beneficia tanto económicamente como ambientalmente a la operación minera, al tiempo que garantiza la eficiencia y la continuidad de la producción.

2.2.2.2 Análisis de la oferta

PROMINE CIA. LTDA. Es una empresa cuyo giro de negocio abarca la exploración, extracción, procesamiento, comercialización de minerales y recursos naturales, así como el alquiler de la planta de beneficio, la compra y venta de materia prima, maquinarias, accesorios, insumos, herramientas y vehículos utilizados en las fases de trabajo de la mina. La empresa

llevará a cabo el diseño del Sistema Fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica al molino de bolas en el área de molienda. Su objetivo es proporcionar una fuente de energía limpia, sostenible y eficiente que contribuirá a la optimización de sus operaciones mineras. En caso de tener excedentes de energía eléctrica, esta se suministrará a la red de distribución a los costos establecidos por las leyes y regulaciones señalados por el Estado ecuatoriano.

2.2.2.3 Análisis de la demanda

Como demanda de energía eléctrica, se tomará únicamente el consumo expresado en la Tabla 21, del molino de bola del área de molienda para ambas alternativas. En esta tabla, se emplea un promedio de 760000 Wh/día como el valor de energía requerida para la operación de 8 horas al día del equipo mencionado.

Tabla 21.

Consumo diario de energía de equipos

| Equipo y/o maquinaria | Tipo | Cantidad | Potencia eléctrica (W) | Horas/ día | Energía (Wh/día) | Potencia T |
|-----------------------|-------|----------|------------------------|------------|------------------|------------|
| Molino de bolas | motor | 1 | 95000 | 8 | 760000 | 95000 |

Fuente: Empresa PROMINE Ltda.

2.2.2.3.1 Análisis de precios

En caso de tener excedentes de generación de energía eléctrica, los precios de ventas se basarán en el Pliego Tarifario definido por la Agencia de Regulación y Control de Energía de Recursos Naturales no Renovables definidos a través de la Resolución Nro. ARCERNNR-003/2021.

2.2.2.3.2 Esquema de comercialización

El esquema de comercialización de la energía eléctrica excedente se basa en la cantidad de energía inyectada a la red de la empresa distribuidora, la cual será cuantificada mediante un equipo de medición bidireccional.

2.2.3 Estudio Regulatorio

En la legislación ecuatoriana, actualmente rigen varias leyes y regulaciones que permiten el uso de este tipo de alternativas de proyectos. Entre las más destacadas tenemos:

En el artículo 25, de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica 2015, se establece que, de forma excepcional, el Estado podrá autorizar la administración de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización, importación y exportación de energía eléctrica y servicio de alumbrado público general a empresas de capital privado, así como empresas de la economía popular y solidaria.

Según (Angamarca Ipiales & Guevara Pajuña, 2020) en su tesis *“Diseño de microgeneración fotovoltaica conectada a la red para el suministro eléctrico de los centros operativos y agencias de la EEQ ubicados al noroccidente y sur de la ciudad de Quito. Escuela Politécnica Nacional”*, señalan que: Las energías renovables no convencionales son una prioridad para el Estado ecuatoriano por lo que poseen ventajas tributarias. Para estos proyectos se ha dispuesto la exención del impuesto a la renta por 12 años si es fuera de Quito y Guayaquil, 8 años para inversiones en Quito y Guayaquil, 15 años si es en provincias como Manabí, los cuales se cuentan desde el primer año que se generen ingresos atribuibles. Otro beneficio es la tarifa 0% de IVA en importaciones de paneles solares (p. 30).

Regulaciones:

Desde el 12 de mayo del 2021, entraron en vigencia las regulaciones ARCERNNR 001/2021 y ARCERNNR-002/2021, que establecen como marco normativo los requerimientos para instalar y operar emprendimientos de fuentes renovables de hasta 1 MW, además de las condiciones técnicas y comerciales agregados para que personas jurídicas puedan contar con centrales distribuidas con una capacidad de hasta 10 MW. (ARCERNNR, 2021)

La ARCERNNR-001/2021 dispone que, para el proceso de habilitación, conexión, instalación y operación de sistemas de generación distribuida, estos deben estar basadas en fuentes de energía renovable para el autoabastecimiento de consumidores regulados.

Entre las condiciones destacadas, las empresas deben cumplir con el artículo 6 de la resolución ARCERNNR 001/2021 y ARCERNNR-002/2021, y deben tener una capacidad nominal en el rango de 100 kW y 10 MW.

El punto de conexión debe localizarse cerca de la instalación eléctrica y estar conectado a una red de un sistema de distribución de medio o alto voltaje de hasta 138 kV. El plazo de vigencia del Certificado de Calificación será igual al tiempo de vida útil de la SGDA, dependiendo de la tecnología de generación, para el caso de la fotovoltaica es de 25 años.

Además, deben ser construida, operada, mantenida y administrada por Empresas de Generación Distribuida Habilitadas (EGDHs), de acuerdo con los términos establecidos en dicha regulación. En cuanto a la ARCERNNR-002/2021, esta regula las condiciones técnicas y comerciales relacionadas con el desarrollo y operación de centrales de generación distribuida pertenecientes a empresas habilitadas por el Ministerio de Electricidad para ejecutar la actividad de generación.

En cuanto a proyectos dirigidos por personas jurídicas, se especifica en el artículo 7, se dividen en: empresas públicas, empresas privadas (de la economía popular y solidaria y de

economía mixta), y proyectos adosados. En este último, en particular, es preciso hacer referencia a que no existe restricción respecto a la tecnología en virtud de poder solucionar los problemas relacionados con la calidad del servicio o la seguridad del sistema de distribución; además, se limita a que las centrales se instalen en redes de bajo voltaje o a alimentadores de medio voltaje para favorecer la reducción de las pérdidas técnicas de energía. Además de las regulaciones y leyes mencionadas están:

Carta Suprema:

- Constitución de la República del Ecuador
- Normas Internacionales:
 - Tratados y convenios internacionales
- Códigos:
 - Código Orgánico de Coordinación Territorial, Descentralizado y Autonomía – (COOTAD)
- Leyes Orgánicas:
 - Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP)
 - Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (LOGJCC)
- Leyes Ordinarias
 - Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre
 - Ley de Régimen del Sector Eléctrico.
 - Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación.

- Código Orgánico General de Procesos
- Reglamento de Leyes
 - Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación. Del Servicio de Energía Eléctrica.
 - Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas.
 - Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico.

2.2.4 Estudio Administrativo

La estructura organizacional de la empresa sigue un enfoque jerárquico vertical, con un Gerente General designado por los accionistas. La empresa cuenta con cuatro departamentos: Gerencia de Operaciones, Departamento de Seguridad, Medio Ambiente y Responsabilidad Social y Departamento Administrativo-Financiera, además del área de Gestión Empresarial, Departamento Jurídico y Departamento de Transparencia.

Para la implementación de la alternativa del diseño de sistema fotovoltaico, será necesario contratar asesores técnicos externos especializados en diferentes áreas. Estos son: 1 Director de Proyecto, 1 Ingeniero Eléctrico que será el Líder de Ingeniería, 1 Técnico Electricista especializado en Sistemas fotovoltaico, Ingeniero de Calidad. Estos profesionales se dedicarán exclusivamente a realizar los estudios para el diseño de los sistemas fotovoltaicos de la empresa PROMINE CIA LTDA. Además, estos contarán con el apoyo del personal que requieran de la Planta de Beneficio de la empresa PROMINE CIA LTDA.

La estructura organizativa de la empresa se mantendrá intacta, pero se incrementará el personal técnico externo (4).

Para el control del proyecto, la empresa cuenta con procesos y procedimientos internos establecidos. Los empleados asignados al proyecto tendrán la capacidad de abordar tareas

adicionales en su jornada laboral, mientras que los nuevos empleados contratados se dedicarán exclusivamente a las labores relacionadas con el proyecto. De esta manera, se asegura un enfoque adecuado en las tareas del proyecto y se garantiza la eficiencia en la ejecución del mismo.

2.2.5. Estudio Técnico

El estudio técnico del diseño de los sistemas fotovoltaicos de la empresa PROMINE CIA. LTDA, será un entregable del proyecto previo a su implementación.

2.2.5.1 Alternativa 1

Para realizar este diseño se debe realizar lo siguiente:

Evaluación de Suelo y Terreno: Se requerirá un estudio del suelo y el terreno para evaluar su idoneidad para la instalación de los paneles solares en el suelo. Esto implica la verificación de la estabilidad del suelo, la capacidad de soporte y la posible necesidad de cimientos especiales.

Diseño de Estructuras de Montaje: Se realizará un diseño detallado de las estructuras de montaje en el suelo, que pueden incluir pilotes, soportes y sistemas de inclinación para optimizar la exposición solar.

Consideraciones de Orientación: Se evaluará la orientación de los paneles solares en función de la ubicación geográfica y la inclinación óptima para maximizar la captación de luz solar durante todo el año.

Integración con la Infraestructura Eléctrica Existente: Se planificará la integración de los paneles solares con el sistema eléctrico existente en el área de molienda, lo que puede incluir la conexión a la red eléctrica.

2.2.5.2 Alternativa 2

Para realizar este diseño se debe cumplir lo siguiente:

Evaluación Estructural del Techo: Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de la estructura del techo para determinar su capacidad de soporte y su integridad, asegurando que pueda soportar la carga adicional de los paneles solares.

Diseño de Montaje en Techos: Se diseñará el sistema de montaje específico para el techo, lo que puede implicar sistemas de rieles, anclajes y soportes que se adhieren al techo de manera segura.

Integración con la Infraestructura Eléctrica Existente: Se planificará la integración de los paneles solares con el sistema eléctrico existente en el área de molienda, lo que puede incluir la conexión a la red eléctrica.

Seguridad en el Techo: Se establecerán protocolos de seguridad para el acceso al techo y el mantenimiento de los paneles solares, ya que los trabajadores deberán acceder a alturas elevadas.

2.2.6. Estudio Ambiental

El estudio ambiental del proyecto del Sistema Fotovoltaico, que es un entregable de ambas alternativas, se basa en la cantidad de CO₂ que se dejará de emitir. Los Sistemas fotovoltaicos contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂, tanto en el sistema on grid como en el sistema off grid, ya que no requieren ningún tipo de proceso para la generación de energía, sino que la captan directamente del sol. Este es el caso de la energía convencional, que necesita de elementos contaminantes para generar energía. Como proviene de una fuente de energía renovable, sus recursos son ilimitados, ya que no dependen de un proceso de contaminación ambiental para la producción de energía eléctrica (Arroba Cuesta, 2018).

La Huella de Carbono (HC) es un instrumento que permite apreciar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) emitidos por un individuo, organización, evento o producto. El

cálculo consiste en compilar los datos referentes a los consumos directos e indirectos de insumos materiales y energía, y traducirlos en emisiones de CO₂ equivalentes. Generalmente, se eligió el CO₂ como valor de referencia para poder compararlos con los otros GEI, ya que es el gas que más progreso ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos (Agroindustria, 2018)

Las emisiones de CO₂ por el uso de Sistemas fotovoltaico y la distribución eléctrica tradicional se comparan de acuerdo a indicadores ambientales obtenidos de diferentes fuentes. Por ejemplo, por la producción del 1 MW/año de energía fotovoltaica, se reduce la emisión de 0,7 toneladas de CO₂ en la atmósfera. (Garrigues Medio Ambiente & del Medio Ambiente, 2010)

Los paneles fotovoltaicos pueden ser reciclados casi por completo, debido a que están hechos principalmente de vidrio y aluminio, que son fáciles de reutilizar, y se clasifican como residuos no peligrosos. Según (Rueda & Castellanos, 2023), se puede reciclar el 85% de la masa total del panel solar.

La instalación de sistemas fotovoltaicos en el suelo y en el techo de una planta de beneficio minero revelaría diferencias significativas en términos de impacto ambiental y las siguientes consideraciones:

2.2.6.1 Alternativa 1

Uso del Suelo: Este enfoque puede requerir la conversión de áreas de tierra en sitios de generación de energía solar, lo que puede tener un impacto en el uso del suelo y la vegetación circundante. El estudio debe evaluar el grado de transformación y su impacto en la biodiversidad y los ecosistemas locales.

Hidrología: La instalación en el suelo puede afectar la hidrología local, ya que los paneles pueden cambiar la forma en que el agua fluye y se infiltra en el suelo. Se deben considerar posibles impactos en la calidad del agua y la gestión de aguas pluviales.

Hábitat y Biodiversidad: Un estudio ambiental debe evaluar el impacto en la fauna y la flora locales, incluyendo la pérdida de hábitat, las rutas migratorias y la posibilidad de que los sistemas en el suelo atraigan a aves u otros animales.

2.2.6.2 Alternativa 2

Alteraciones Estructurales: El estudio debe considerar cómo la instalación de paneles solares en los techos afecta la integridad estructural de los edificios y si se requieren refuerzos estructurales adicionales.

Carga Adicional: Evaluar el impacto de la carga adicional de los paneles solares en los techos y cómo esto puede afectar la vida útil del techo existente.

Reflejo Solar: Los sistemas en los techos pueden generar un reflejo solar, lo que puede tener implicaciones para el ambiente circundante, como afectar la vida silvestre o causar molestias visuales en la comunidad local. Debe considerarse el ángulo de los paneles y su orientación.

Sostenibilidad de la Infraestructura: Evaluar cómo la integración de sistemas fotovoltaicos en los techos afecta la sostenibilidad de la infraestructura existente y si se pueden aplicar prácticas de manejo sostenible.

2.2.7. Estudio Económico

El propósito general de este análisis económico-financiero de ambas alternativas es determinar la factibilidad de los escenarios de negocio mediante la revisión de parámetros de inversión, ingresos, gastos y proyecciones de flujo de caja. Al analizar los indicadores, es posible

evaluar la viabilidad del proyecto. Como tal, la rentabilidad de un modelo de negocio se determina utilizando varios métodos de valoración.

Podemos explorar dos fuentes de ingresos potenciales al iniciar el proyecto. Estos pueden derivarse de la reducción en el gasto de energía eléctrica y la venta de créditos de carbono. A continuación, se detallarán cada una de estas fuentes de ingresos.

Ahorro en consumo eléctrico:

De acuerdo con la evaluación energética realizada, se concluyó que el consumo eléctrico mensual asciende a 760 kilovatios-hora/día (kWh/día), considerando 8 horas de funcionamiento del molino de bolas con un costo de \$ 0,095 por kWh. Esto nos lleva a estimar un ahorro anual en el consumo de electricidad equivalente a \$25.992,00 anuales.

Venta de Bonos de Carbono:

El beneficio ambiental más significativo se relaciona con la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Esta reducción se puede calcular en función de la generación de 313.1 megavatios-hora (MWh) a partir de fuentes de energía renovable.

De acuerdo al Protocolo de Kioto, esta reducción de emisión de CO₂, puede ser transferida a cualquiera de las partes incluidas dentro de este protocolo. Para ello, se calculó el precio total de la venta de CO₂ que se dejará de emitir. (Vásquez Chigne & Zúñiga Anticona, 2015).

El sistema fotovoltaico propuestos como alternativas ahorraran 80.133 tCO₂/año.

Según (Dumoulin, 2023), en el informe de Fijación de Precios del Carbono 2023 del Banco Mundial, el precio promedio del CO₂ varía entre 60 y 90 dólares.

Estimación de costos de inversión del proyecto

A continuación, se proporciona una evaluación de los gastos de inversión proyectados para la fase de diseño de ambas alternativas de solución.

2.2.7.1 Alternativa 1

La Tabla 22, presenta el presupuesto de la Alternativa 1, del sistema fotovoltaico para el molino de bola de la planta de Beneficio de PROMINE Ltda. En esta tabla, se estiman los gastos y recursos necesarios para planificar, desarrollar y construir un sistema de energía solar fotovoltaica que atienda las necesidades de la planta minera.

Tabla 22.

Presupuesto del proyecto Alternativa 1. “Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso”

| Alternativa 1. “Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso” | Costo |
|---|------------------|
| Proyecto Diseño de Sistemas Fotovoltaicos | \$570.077 |
| Plan de Dirección del Proyecto | \$4.050 |
| Inicio | \$550 |
| Acta de constitución del proyecto | \$150 |
| Registro de interesados | \$200 |
| Validación de interesados | \$100 |
| Verificación de interesados | \$100 |
| Planeación | \$3.000 |
| Plan de gestión de alcance | \$300 |
| Plan de gestión de los requisitos | \$300 |
| Plan de gestión del cronograma | \$300 |
| Plan de gestión del presupuesto | \$300 |
| Plan de gestión de los recursos | \$300 |
| Plan de gestión de calidad | \$300 |
| Plan de gestión de las comunicaciones | \$300 |
| Plan de gestión de los riesgos | \$300 |
| Plan de gestión de las adquisiciones | \$300 |
| Plan de involucramiento de los interesados | \$300 |
| Seguimiento y control | \$500 |
| Acta de seguimiento | \$200 |
| Control de Seguimiento | \$300 |
| Diagnostico | \$3.260 |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | \$2.260 |
| Logística y Transporte desplazamiento al punto | \$1.260 |
| Levantamiento de información capacidades y consumo de energía eléctrica | \$1.000 |
| Memoria descriptiva del proyecto | \$1.000 |
| Factibilidad | \$3.700 |
| Proceso de análisis de factibilidad técnico | \$1.450 |

| | |
|---|---------------------|
| Estudio de irradiación solar del sitio | \$850 |
| Análisis de Informe de medidas | \$300 |
| Realización y presentación de informe de irradiación disponible | \$300 |
| Proceso de análisis de factibilidad ambiental | \$700 |
| Análisis del impacto de proyecto sobre el medio ambiente | \$300 |
| Análisis del efecto del entorno sobre el medio ambiente | \$400 |
| Proceso de análisis de factibilidad social | \$550 |
| Identificación de factores sociales | \$200 |
| Socialización de los impactos del proyecto con la comunidad | \$350 |
| Proceso de análisis de factibilidad económico | \$1.000 |
| Análisis de Presupuesto | \$650 |
| Análisis de Flujo de caja | \$150 |
| Análisis de Sensibilidad (VAN, TIR y PAYBACK) | \$200 |
| Diseño de Solución | \$2.900 |
| Cálculo de cantidad de paneles | \$1.200 |
| Cálculo de los elementos del sistema fotovoltaico | \$1.200 |
| Revisión de factores aplicables | \$500 |
| Construcción e implementación del diseño | \$555.417 |
| Selección de proveedor | \$0 |
| Firma de Contrato | \$0 |
| Construcción del diseño | \$555.417 |
| Cierre del Proyecto | \$750 |
| Cierre de Acta | \$250 |
| Informe Final | \$500 |
| Total, costos entregables | \$570.076,87 |

Fuente. Autores

En la tabla 23, se presenta el desglose de la estimación de la inversión para la construcción de la Alternativa 1. Del Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el suelo. En esta tabla, se estiman los gastos y recursos necesarios para planificar, desarrollar y construir un sistema de energía solar fotovoltaica que atienda las necesidades de la planta minera.

Tabla 23.

Estimación de la inversión, expresado en USD, de la Alternativa 1

| Elemento | Unidad | Características | Precio unitario | Cantidad | Valor total |
|---|---------------|--|-----------------|----------|---------------------|
| Paneles solares | U | JAM60-S20-380-MR | \$209,30 | 860 | \$179.998,00 |
| Kit de estructura para paneles | U | Estructura Suelo 10 Panel FV925 24V | \$1.279,22 | 86 | \$110.012,92 |
| Inversor Solar Fronius Internacional | U | Inversor Red Trifásico 50kW Fronius Tauro ECO D | \$8.704,03 | 5 | \$43.520,15 |
| Tablero de distribución | U | Tableros con sus respectivos elementos | \$250,00 | 5 | \$1.250,00 |
| Bandejas de Canalizaciones | | | | | |
| Bandeja Porta cables 60x100 mm | M | Acero Inoxidable ANSI 304 | \$60,00 | 900 | \$54.000,00 |
| Bandeja Porta cables 60x200 mm | M | Acero Inoxidable ANSI 304 | \$70,00 | 1100 | \$77.000,00 |
| Accesorios de unión y fijación | u | Acero Inoxidable ANSI 304 | \$15,00 | 400 | \$6.000,00 |
| Cable para Paneles Solares 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC | | | | | |
| #14 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$0,40 | 1700 | \$680,00 |
| #12 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$0,50 | 1900 | \$950,00 |
| #10 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$0,60 | 800 | \$480,00 |
| #2 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$4,75 | 700 | \$3.325,00 |
| Obra Civil | | | | | |
| Canalización de 4" | m | Tubería de PVC de 4" | \$3,00 | 550 | \$1.650,00 |
| Pozos | u | Pozos de Hormigón Armado de 60x60x60 incluido tapa | \$110,00 | 18 | \$1.980,00 |
| Sistema puesto a tierra | | | | | |
| Varilla de cobre | U | 5/8" x 2.40 metros | \$15,56 | 64 | \$995,84 |
| Soldadura exotérmica | U | Cumplimiento de IEEE837 | \$6,64 | 64 | \$424,96 |
| Cable de CU desnudo 1 AWG | U | Temple Duro, Semiduro o Suave | \$3,50 | 900 | \$3.150,00 |
| Mano de obra | Global | - | \$70.000,00 | 1 | \$70.000,00 |
| Total | | | | | \$555.416,87 |

Nota: Con la estimación de la inversión, se logró identificar los valores requeridos para la implementación del sistema fotovoltaico.

Fuente: Zona Digital Ecuador (2022), AutoSolar (2022), Global Trade Stars (2022), <https://tienda.electrocable.com/sho>

2.2.7.2 Alternativa 2

En la tabla 24, se presenta el desglose de la estimación de la inversión para la construcción de la Alternativa 2, del “Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el techo”.

En la tabla 25, se presenta el desglose de la estimación de la inversión para la construcción de la Alternativa 2, del Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el techo. En esta tabla, se estiman los gastos y recursos necesarios para planificar, desarrollar y construir un sistema de energía solar fotovoltaica que atienda las necesidades de la planta minera.

Tabla 24.

Presupuesto del proyecto Alternativa 2. “Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el techo”

| Alternativa 2: “Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el Techo” | Costo |
|--|--------------------|
| Proyecto Diseño de Sistemas Fotovoltaicos | \$1.086.234 |
| Plan de Dirección del Proyecto | \$4.050 |
| Inicio | \$550 |
| Acta de constitución del proyecto | \$150 |
| Registro de interesados | \$200 |
| Validación de interesados | \$100 |
| Verificación de interesados | \$100 |
| Planeación | \$3.000 |
| Plan de gestión de alcance | \$300 |
| Plan de gestión de los requisitos | \$300 |
| Plan de gestión del cronograma | \$300 |
| Plan de gestión del presupuesto | \$300 |
| Plan de gestión de los recursos | \$300 |
| Plan de gestión de calidad | \$300 |
| Plan de gestión de las comunicaciones | \$300 |
| Plan de gestión de los riesgos | \$300 |
| Plan de gestión de las adquisiciones | \$300 |
| Plan de involucramiento de los interesados | \$300 |

| | |
|---|--------------------|
| Seguimiento y control | \$500 |
| Acta de seguimiento | \$200 |
| Control de Seguimiento | \$300 |
| Diagnostico | \$3.260 |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | \$2.260 |
| Logística y Transporte desplazamiento al punto | \$1.260 |
| Levantamiento de información capacidades y consumo de energía eléctrica | \$1.000 |
| Memoria descriptiva del proyecto | \$1.000 |
| Factibilidad | \$3.700 |
| Proceso de análisis de factibilidad técnico | \$1.450 |
| Estudio de irradiación solar del sitio | \$850 |
| Análisis de Informe de medidas | \$300 |
| Realización y presentación de informe de irradiación disponible | \$300 |
| Proceso de análisis de factibilidad ambiental | \$700 |
| Análisis del impacto de proyecto sobre el medio ambiente | \$300 |
| Análisis del efecto del entorno sobre el medio ambiente | \$400 |
| Proceso de análisis de factibilidad social | \$550 |
| Identificación de factores sociales | \$200 |
| Socialización de los impactos del proyecto con la comunidad | \$350 |
| Proceso de análisis de factibilidad económico | \$1.000 |
| Análisis de Presupuesto | \$650 |
| Análisis de Flujo de caja | \$150 |
| Análisis de Sensibilidad (VAN, TIR y PAYBACK) | \$200 |
| Diseño de Solución | \$2.900 |
| Cálculo de cantidad de paneles | \$1.200 |
| Cálculo de los elementos del sistema fotovoltaico | \$1.200 |
| Revisión de factores aplicables | \$500 |
| Construcción e implementación del diseño | \$1.071.574 |
| Selección de proveedor | \$0 |
| Firma de Contrato | \$0 |
| Construcción del diseño | \$1.071.574 |
| Cierre del Proyecto | \$750 |
| Cierre de Acta | \$250 |
| Informe Final | \$500 |
| Total, costos entregables | \$1.086.234 |

Tabla 25.

Estimación de la inversión, expresado en USD, de la Alternativa 2.

| Elemento | unidad | Características | Precio unitario | Cantidad | Valor total |
|---|---------------|--|------------------------|-----------------|-----------------------|
| Paneles solares | U | JAM60-S20-380-MR | \$209,30 | 860 | \$179.998,00 |
| Inversor Solar Fronius Internacional | U | Inversor Red Trifásico 50kW Fronius Tauro ECO D | \$8.704,03 | 5 | \$43.520,15 |
| Tablero de distribución | U | Tableros con sus respectivos elementos | \$250,00 | 5 | \$1.250,00 |
| Sistema de Seguimiento Solar | U | Soporte metálico del seguidor solar, el sistema de control de movimiento, transmisión por cadena de rodillos | \$700,00 | 860 | \$602.000,00 |
| Bandejas de Canalizaciones | | | | | |
| Bandeja Portacables 60x100 mm | m | Acero Inoxidable ANSI 304 | \$60,00 | 900 | \$54.000,00 |
| Bandeja Portacables 60x200 mm | m | Acero Inoxidable ANSI 304 | \$70,00 | 1100 | \$77.000,00 |
| Accesorios de unión y fijación | u | Acero Inoxidable ANSI 304 | \$15,00 | 400 | \$6.000,00 |
| Cable para Paneles Solares 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC | | | | | |
| #14 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$0,40 | 1700 | \$680,00 |
| #12 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$0,50 | 1900 | \$950,00 |
| #10 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$0,60 | 800 | \$480,00 |
| #2 AWG | m | Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V | \$4,75 | 200 | \$950,00 |
| Obra Civil | | | | | |
| Estructuras en techo | Global | | \$30.000,00 | 1 | \$30.000,00 |
| Sistema puesto a tierra | | | | | |
| Varilla de cobre | U | 5/8" x 2.40 metros | \$15,56 | 64 | \$995,84 |
| Soldadura exotérmica | U | Cumplimiento de IEEE837 | \$6,64 | 64 | \$424,96 |
| Cable de CU desnudo 1 AWG | U | Temple Duro, Semiduro o Suave | \$3,50 | 950 | \$3.325,00 |
| Mano de obra | Global | - | \$70.000,00 | 1 | \$70.000,00 |
| Total | | | | | \$1.071.573,95 |

Fuente. <https://tienda.electrocable.com/shop-https://autosolar.es/paneles-solares>

Costos de operación y mantenimiento del proyecto

Este gasto incluye el pago de técnicos encargados del mantenimiento del sistema fotovoltaico. La particularidad de este sistema es que el operador no tiene que estar presente durante todo el año, ya que el sistema funciona de forma independiente y es altamente confiable. El objetivo principal del mantenimiento es preservar esta confiabilidad, especialmente la limpieza, cuando los paneles solares están instalados en áreas elevadas con presencia de polvo.

Se ha identificado que los valores corresponden a la inversión inicial requerida y el costo del mantenimiento de los equipos, el mismo que se estima en aproximadamente el 1% del monto de la inversión inicial.

Tabla 26.

Gasto de mantenimiento de equipos

| Descripción | Valor |
|-------------------------|----------|
| Sistema Fotovoltáico A1 | 5554,17 |
| Sistema Fotovoltáico A2 | 10715,74 |

Nota: Se muestra el gasto de mantenimiento del primer año, que permite realizar las proyecciones

2.2.8. Estudio Financiero

En el contexto el Proyecto de “diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador”, que implica la construcción de infraestructura con una vida útil que excede los 25 años, se debe tener en cuenta un aspecto importante en el análisis financiero. Específicamente, al calcular el flujo de efectivo para evaluar los criterios de viabilidad del proyecto, se considerará un período de 20 años, además del valor residual estimado al final de ese período. Este valor residual reflejará el valor proyectado que tendrá el negocio en ese momento.

Es relevante destacar que este valor residual no se traduce en ingresos directos, pero es esencial incluirlo en el flujo de efectivo, ya que representa la valoración de los activos que quedarán al término del período de evaluación. Para calcular este valor residual al final del período, se utilizará el concepto de valor residual económico, que representa el valor futuro que el proyecto será capaz de generar en adelante.

2.2.8.1 Alternativa 1

Una vez identificados los costos asociados con la operación al concluir el proyecto y considerando el valor inicial de la inversión, podemos observar el flujo de efectivo de la primera opción, **“Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso”**. Los datos que se presentan a continuación están expresados en miles de dólares.

Al analizar los datos, se observa que el proyecto tiene una VAN positivo de \$23.160, lo que sugiere que es una inversión viable. La TIR (12,26%) es mayor que la tasa de descuento (10%), lo que también indica que el proyecto es atractivo. Sin embargo, el Payback de 9,31 años es un período relativamente largo, pero en proyectos de energía solar, esto puede ser aceptable, ya que estos sistemas tienden a tener una vida útil bastante larga y, una vez recuperada la inversión, generan ahorros continuos a lo largo de su vida útil. En conjunto, estos indicadores sugieren que el proyecto es atractivo desde el punto de vista financiero.

2.2.8.2 Alternativa 2

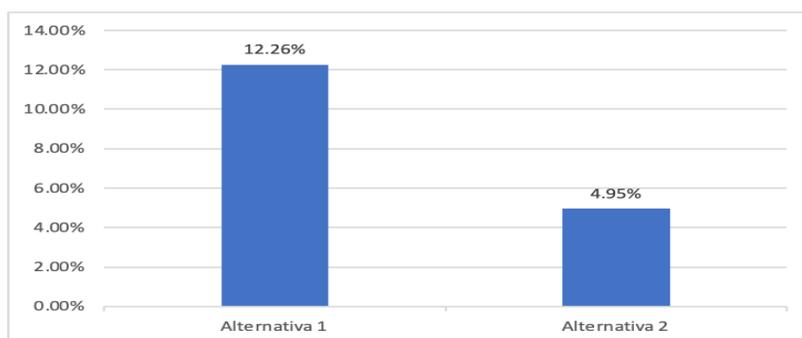
En cuanto al flujo de efectivo de la segunda opción **“Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el Techo”**, que se presenta en la tabla 27, y está expresado en miles de dólares, los indicadores son los siguientes:

El proyecto no es financiera ni económicamente viable. El VAN negativo de \$- 472054 y la TIR 4,95%, por debajo de la tasa de descuento, sugieren que el proyecto generará pérdidas y no logrará generar el rendimiento esperado. El largo período de recuperación también es un indicador de que la inversión no es recomendable.

Por lo tanto, en comparación con la alternativa 1, el proyecto no es viable según los criterios de evaluación del flujo de efectivo. Lo expresado en los párrafos anteriores se observan en la figura 25, en la cual se muestra la diferencia entre la TIR de las dos alternativas.

Figura 25.

Tasa Interna de Retorno de las Alternativas



Nota: Se expone el resultado obtenido sobre el cálculo de la Tasa Interna de Retorno entre las dos alternativas.

Además, a través del cálculo del flujo acumulado del proyecto desde el inicio de su operación, tomando en cuenta la inversión inicial, se determina que este período de acumulación es de 9,31 años para la alternativa 1 y de 14,7 años para la alternativa 2, una vez que el proyecto ha comenzado a operar.

Tabla 27.*Flujo de caja del Proyecto de la Alternativa 1*

| | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | AÑO 11 | AÑO 12 | AÑO 13 | AÑO 14 | AÑO 15 | AÑO 16 | AÑO 17 | AÑO 18 | AÑO 19 | AÑO 20 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ahorro del costo de energía eléctrica | | 33.060 | 49.590 | 52.565 | 55.719 | 59.062 | 62.606 | 66.363 | 70.344 | 74.565 | 79.039 | 83.781 | 88.808 | 94.137 | 99.785 | 105.772 | 112.118 | 118.845 | 125.976 | 133.535 | 141.547 |
| Venta de CO2 | | 6.411 | 9.616 | 10.193 | 10.804 | 11.453 | 12.140 | 12.868 | 13.640 | 14.459 | 15.326 | 16.246 | 17.221 | 18.254 | 19.349 | 20.510 | 21.741 | 23.045 | 24.428 | 25.894 | 27.447 |
| TOTAL INGRESOS (I) | | 39.471 | 59.206 | 62.758 | 66.524 | 70.515 | 74.746 | 79.231 | 83.985 | 89.024 | 94.365 | 100.027 | 106.029 | 112.391 | 119.134 | 126.282 | 133.859 | 141.891 | 150.404 | 159.428 | 168.994 |
| COSTOS DESEMBOLESABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costo de Diseño | -14.660 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adquisiciones de Solucion Fotovoltaico | -555.417 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paro de Operación y Mantenimiento | | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 | 5.554 |
| COSTOS NO DESEMBOLESABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastos depreciación del Sistema Fotovoltaico | | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 |
| TOTAL EGRESOS (E) | -570.077 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 | 47.752 |
| FLUJO ANTES DE IMPUESTOS | | -8.282 | 11.454 | 15.006 | 18.772 | 22.763 | 26.994 | 31.479 | 36.232 | 41.272 | 46.613 | 52.275 | 58.277 | 64.638 | 71.382 | 78.530 | 86.107 | 94.138 | 102.652 | 111.676 | 121.242 |
| Participación de trabajadores | | 0 | 1.718 | 2.251 | 2.816 | 3.414 | 4.049 | 4.722 | 5.435 | 6.191 | 6.992 | 7.841 | 8.741 | 9.696 | 10.707 | 11.779 | 12.916 | 14.121 | 15.398 | 16.751 | 18.186 |
| Impuesto a la renta | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.087 | 13.348 | 14.685 | 16.102 | 17.604 | 19.196 | 20.883 | 22.672 |
| FLUJO DESPUES DE OBLIGACIONES | | -8.282 | 9.736 | 12.755 | 15.956 | 19.348 | 22.945 | 26.757 | 30.798 | 35.081 | 39.621 | 44.434 | 49.535 | 54.855 | 60.414 | 66.141 | 72.035 | 78.097 | 84.336 | 90.753 | 97.359 |
| AJUSTE NO DESEMBOLESABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ajuste gastos depreciación | | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 | 42.198 |
| FLUJO DE CAJA PERIÓDICO | | 33.916 | 51.934 | 54.953 | 58.154 | 61.547 | 65.143 | 68.955 | 72.996 | 77.279 | 81.819 | 86.632 | 91.733 | 97.053 | 102.524 | 108.163 | 113.971 | 119.950 | 126.111 | 132.454 | 138.981 |
| Inversion Inicial | -570.077 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 748.290 |
| Flujo de Caja del Invercionista | -570.077 | 33.916 | 51.934 | 54.953 | 58.154 | 61.547 | 65.143 | 68.955 | 72.996 | 77.279 | 81.819 | 86.632 | 91.733 | 97.053 | 102.524 | 108.163 | 113.971 | 119.950 | 126.111 | 132.454 | 138.981 |
| Flujo de Caja Acumulado | -570.077 | -536.160 | -484.227 | -429.273 | -371.119 | -309.573 | -244.430 | -175.475 | -102.479 | -25.200 | 56.619 | 143.251 | 234.984 | 320.037 | 409.561 | 503.825 | 603.112 | 707.724 | 817.980 | 934.219 | 1.058.090 |

Fuente: Elaborado por los autores.

- (i) Las energías renovables no convencionales son una prioridad para el Estado ecuatoriano, por lo que poseen ventajas tributarias. Para estos proyectos se ha dispuesto la exención del impuesto a la renta por 12 años, por lo que no se toma en cuenta dicho ítem en el flujo de caja.
- (ii) Se considera el ahorro de Energía anual como ingreso, ya que esto reduce el gasto de energía eléctrica en la planta de beneficio en el molino de bolas en consumo de energía Eléctrica.
- (iii) Se considera como ingreso la venta de CO2 anual, ya que es la generada por el Sistema Fotovoltaico según el Anexo 1.

Tabla 28.

Flujo de caja del Proyecto de la Alternativa 2.

| | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 7 | AÑO 8 | AÑO 9 | AÑO 10 | AÑO 11 | AÑO 12 | AÑO 13 | AÑO 14 | AÑO 15 | AÑO 16 | AÑO 17 | AÑO 18 | AÑO 19 | AÑO 20 | |
|--|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ahorro del costo de energía eléctrica | | 33.060 | 49.590 | 52.565 | 55.719 | 59.062 | 62.606 | 66.363 | 70.344 | 74.565 | 79.039 | 83.781 | 88.808 | 94.137 | 99.785 | 105.772 | 112.118 | 118.845 | 125.976 | 133.535 | 141.547 | |
| Venta de CO2 | | 6.411 | 9.616 | 10.193 | 10.804 | 11.453 | 12.140 | 12.868 | 13.640 | 14.459 | 15.326 | 16.246 | 17.221 | 18.254 | 19.349 | 20.510 | 21.741 | 23.045 | 24.428 | 25.894 | 27.447 | |
| TOTAL INGRESOS (I) | | 39.471 | 59.206 | 62.758 | 66.524 | 70.515 | 74.746 | 79.231 | 83.985 | 89.024 | 94.365 | 100.027 | 106.029 | 112.391 | 119.134 | 126.282 | 133.859 | 141.891 | 150.404 | 159.428 | 168.994 | |
| COSTOS DESEMBOLSABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costo de Diseño | | -14.660 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adquisiciones de Solucion Fotovoltaico | | -1.071.574 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pago de Operación y Mantenimiento | | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 | 10.716 |
| COSTOS NO DESEMBOLSABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastos depreciación del Sistema Fotovoltaico | | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 |
| Total Egreso | | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 | 117.873 |
| FLUJO ANTES DE IMPUESTOS | | -78.402 | -58.667 | -55.115 | -51.349 | -47.358 | -43.127 | -38.642 | -33.888 | -28.849 | -23.508 | -17.846 | -11.844 | -5.483 | 1.261 | 8.409 | 15.986 | 24.017 | 32.531 | 41.555 | 51.121 | |
| Participación de trabajadores | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 189 | 1.261 | 2.398 | 3.603 | 4.880 | 6.233 | 7.668 | |
| Impuesto a la renta | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 236 | 1.572 | 2.989 | 4.491 | 6.083 | 7.771 | 9.560 | |
| FLUJO DESPUES DE OBLIGACIONES | | -78.402 | -58.667 | -55.115 | -51.349 | -47.358 | -43.127 | -38.642 | -33.888 | -28.849 | -23.508 | -17.846 | -11.844 | -5.483 | 836 | 5.575 | 10.599 | 15.924 | 21.568 | 27.551 | 33.893 | |
| AJUSTE NO DESEMBOLSABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ajuste gastos depreciación | | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 | 107.157 |
| FLUJO DE CAJA PERIODICO | | 28.755 | 48.490 | 52.043 | 55.808 | 59.800 | 64.030 | 68.515 | 73.269 | 78.308 | 83.650 | 89.311 | 95.313 | 101.675 | 107.993 | 112.733 | 117.756 | 123.081 | 128.725 | 134.708 | 141.050 | |
| Inversion Inicial | | -1.086.234 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor de desecho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 231.773 |
| Flujo de Caja del Inversionista | | -1.086.234 | 28.755 | 48.490 | 52.043 | 55.808 | 59.800 | 64.030 | 68.515 | 73.269 | 78.308 | 83.650 | 89.311 | 95.313 | 101.675 | 107.993 | 112.733 | 117.756 | 123.081 | 128.725 | 134.708 | 141.050 |
| Flujo de Caja Acumulado | | -1.086.234 | -1.057.479 | -1.008.989 | -956.946 | -901.138 | -841.339 | -777.308 | -708.793 | -635.524 | -557.216 | -473.566 | -384.255 | -288.942 | -187.267 | -79.274 | 33.459 | 151.215 | 274.296 | 403.021 | 537.730 | 670.553 |

Fuente: Elaboración de Autores.

(i) Las energías renovables no convencionales son una prioridad para el estado ecuatoriano por lo que poseen ventajas tributarias. Para estos proyectos se ha dispuesto la exención del impuesto a la renta por 12 años, por lo que no se toma en cuenta dicho ítem en el flujo de caja.

(ii) Se considera el ahorro de Energía anual como ingreso, ya que esto reduce el gasto en la planta de beneficio en el molino de bolas en consumo de energía Eléctrica.

(iii) Se considera como Ingreso la venta de CO2 anual, ya que es la generada por el Sistema Fotovoltaico según el Anexo 1.

2.2.9. Estudio de Riesgos

Los proyectos tienen riesgos que deben ser identificados y gestionados, ya que pueden afectar directamente el éxito de un proyecto. En la Tabla 29, se muestra los riesgos de mayor impacto para la alternativa 1.

Tabla 29.

Riesgos identificados de la alternativa 1

| Nro. | Riesgos | Categoría de riesgos |
|-------|--|----------------------|
| RI001 | Terrenos irregulares o difíciles de acceder | Riesgo Técnico |
| RI002 | Pueden ser más vulnerables al robo | Riesgo de Gestión |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas | Riesgo de Gestión |
| RI004 | Iteración del hábitat local, la erosión del suelo y la gestión adecuada de la vegetación circundante | Riesgo Ambiental |
| RI005 | Distancia entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica existente, lo cual puede influir en los costos de conexión y en la eficiencia de la transmisión de energía. | Riesgo Técnico |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, lo cual influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | Riesgo Técnico |

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la Tabla 30, se muestra los riesgos de mayor impacto para la alternativa 2.

Tabla 30.

Riesgos identificados de la alternativa 2

| Nro. | Riesgos | Categoría de riesgos |
|-------|--|----------------------|
| RI001 | Diseño inadecuado o problemas estructurales pueden resultar en daños al edificio | Riesgo Técnico |
| RI002 | Puede crear oportunidades para fugas de agua (lluvia) si no se sellan correctamente las penetraciones del techo, lo que podría causar daños al edificio y a los paneles solares. | Riesgo de Gestión |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas | Riesgo de Gestión |
| RI004 | Pueden estar sujetos a requisitos de permisos y códigos de construcción más estrictos, lo que podría generar retrasos o costos adicionales. | Riesgo Ambiental |
| RI005 | La inclinación y orientación del techo no son las más adecuadas para captar la radiación solar. | Riesgo Técnico |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, lo cual influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | Riesgo Ambiental |
| RI007 | Invertir en equipos y medidas de seguridad adicionales para acceder a los paneles en el techo para mantenimiento o reparaciones | Riesgo Técnico |
| RI008 | Con el tiempo, la instalación de paneles solares en el techo puede acelerar el desgaste del techo, lo que podría requerir reparaciones costosas. | Riesgo Técnico |

Fuente: Elaborado por los Autores

2.2.9.1. Categorización de riesgos

La clasificación de riesgos se llevó a cabo mediante la consideración de los juicios de expertos, las experiencias previas en el desarrollo de proyectos dentro de la organización, y la colaboración en mesas de trabajo con directivos y las partes interesadas clave. Este enfoque permitió asignar evaluaciones cualitativas a los distintos riesgos, seguidas de una evaluación cuantitativa. Este proceso fue fundamental para determinar el valor de la reserva de contingencia necesario, que debe ser tenido en cuenta al elaborar el presupuesto total del proyecto. Para la calificación correspondiente, se aplicaron valoraciones que se observan en las tablas 31, la misma que utilizan una escala del 1 al 5.

Tabla 31.

Tabla para valoración numérica de los riesgos en función de probabilidad e impacto

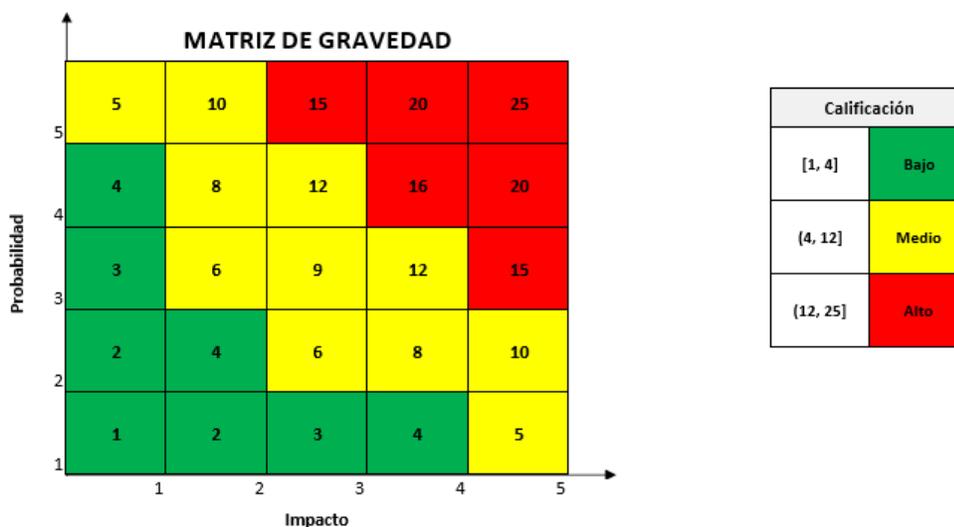
| Escala | Impacto | Probabilidad / Ocurrencia |
|---------------|----------------|---------------------------------------|
| 5 | Muy Alto | Probabilidad de ocurrencia > 60% |
| 4 | Alto | $41\% < x \leq 60\%$ |
| 3 | Medio | $20\% < x \leq 41\%$ |
| 2 | Bajo | $2\% < x \leq 20\%$ |
| 1 | Casi nulo | Probabilidad de ocurrencia $\leq 2\%$ |

Fuente: Elaborado por los Autores

Después de llevar a cabo la evaluación, se procede a ubicar cada riesgo en la matriz que relaciona el Impacto con la Probabilidad. En este proceso, se aplicó un enfoque extremadamente cauteloso, tal como se ilustra en la matriz de severidad que se muestra en la Figura 26.

Figura 26.

Matriz de Gravedad en función al criterio Conservador



Fuente: Elaborado por los Autores

2.2.9.1.1 Alternativa 1

Utilizando los datos proporcionados en la Tabla 23, como referencia, se procedió a realizar una evaluación cualitativa de los riesgos identificados para la primera opción. Los resultados de esta evaluación se encuentran resumidos en la Tabla 32.

2.2.9.1.2 Alternativa 2

Utilizando los datos proporcionados en la Tabla 32, como referencia, se procedió a realizar una evaluación cualitativa de los riesgos identificados para la primera opción. Los resultados de esta evaluación se encuentran resumidos en la Tabla 33.

Tabla 32.*Evaluación Cualitativa de Riesgos en Taller*

| Cód. del Riesgo | Riesgos | Impacto | Probabilidad | Tipo de Riesgo | Categoría de riesgos | Roles | Persona 1 | Persona 2 | Persona 3 |
|------------------------|---|----------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| RI001 | Terrenos irregulares o difíciles de acceder | 4 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | <i>Impacto</i> <i>Probabilidad</i> | 4 | 3 | 2 |
| RI002 | Pueden ser más vulnerables al robo | 4 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | <i>Impacto</i> <i>Probabilidad</i> | 3 | 2 | 1 |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas | 5 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo legal | <i>Impacto</i> <i>Probabilidad</i> | 4 | 5 | 2 |
| RI004 | Iteración del hábitat local, la erosión del suelo y la gestión adecuada de la vegetación circundante | 3 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo legal | <i>Impacto</i> <i>Probabilidad</i> | 4 | 3 | 2 |
| RI005 | Distancia entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica existente, lo cual puede influir en los costos de conexión y en la eficiencia de la transmisión de energía | 5 | 4 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | <i>Impacto</i> <i>Probabilidad</i> | 3 | 2 | 1 |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, lo cual influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | 5 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | <i>Impacto</i> <i>Probabilidad</i> | 1 | 2 | 2 |

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 33.
Evaluación Cualitativa de Riesgos en Taller

| Cód. del Riesgo | Riesgos | Impacto | Probabilidad | Tipo de Riesgo | Categoría de riesgos | Roles | Persona 1 | Persona 2 | Persona 3 |
|-----------------|--|---------|--------------|------------------------|----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| RI001 | Diseño inadecuado o problemas estructurales pueden resultar en daños al edificio. | 4 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | Impacto | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI002 | Puede crear oportunidades para fugas de agua (lluvia) si no se sellan correctamente las penetraciones del techo, lo que podría causar daños al edificio y a los paneles solares. | 4 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 3 | 2 | 1 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas. | 5 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo legal | Impacto | 4 | 5 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI004 | Pueden estar sujetos a requisitos de permisos y códigos de construcción más estrictos, lo que podría generar retrasos o costos adicionales. | 3 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo legal | Impacto | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI005 | La inclinación y orientación del techo no son las más adecuadas para captar la radiación solar, | 5 | 4 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | Impacto | 3 | 2 | 1 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | 5 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | Impacto | 1 | 2 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI007 | Invertir en equipos y medidas de seguridad adicionales para acceder a los paneles en el techo para mantenimiento o reparaciones | 4 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 2 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI008 | Con el tiempo, la instalación de paneles solares en el techo puede acelerar el desgaste de la techumbre, lo que podría requerir reparaciones costosas. | 4 | 4 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | Impacto | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |

Elaborado por los Autores

2.2.9.2. Scoring de riesgos

Una vez completado el registro de la tabla 34, se procedió a realizar la identificación de la matriz que relaciona la Probabilidad con el Impacto como se observa en la figura 25. En este proceso, se obtuvieron los siguientes resultados.

2.2.9.2.1 Alternativa 1

En la Figura 27, se muestra la Matriz de Probabilidad Vs Impacto de la alternativa 1

Figura 27.

Matriz Probabilidad vs. Impacto del Proyecto de la alternativa 1

| | | | | | |
|---|---|----|------------|-------------|----------------------|
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 RI005 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 RI001 | 15 RI006 RI003 |
| 2 | 2 | 4 | 6 RI004 | 8 RI002 | 10 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Fuente: Elaborado por los Autores.

Al observar que los riesgos han sido calificados como significativos en la matriz de gravedad aplicando el enfoque conservador, se determina que los riesgos principales para los cuales se elaborará un plan de respuesta para la alternativa 1, son los que se observan en la tabla 34.

Tabla 34.

Riesgos de Alto Impacto de la alternativa 1.

| Código del Riesgo | Descripción del Riesgo |
|-------------------|---|
| RI005 | Distancia entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica existente puede influir en los costos de conexión y en la eficiencia de la transmisión de energía. |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos. |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas. |
| RI001 | Terrenos irregulares o difíciles de acceder. |
| RI002 | Pueden ser más vulnerables al robo. |
| RI004 | Iteración del hábitat local, la erosión del suelo y la gestión adecuada de la vegetación circundante. |

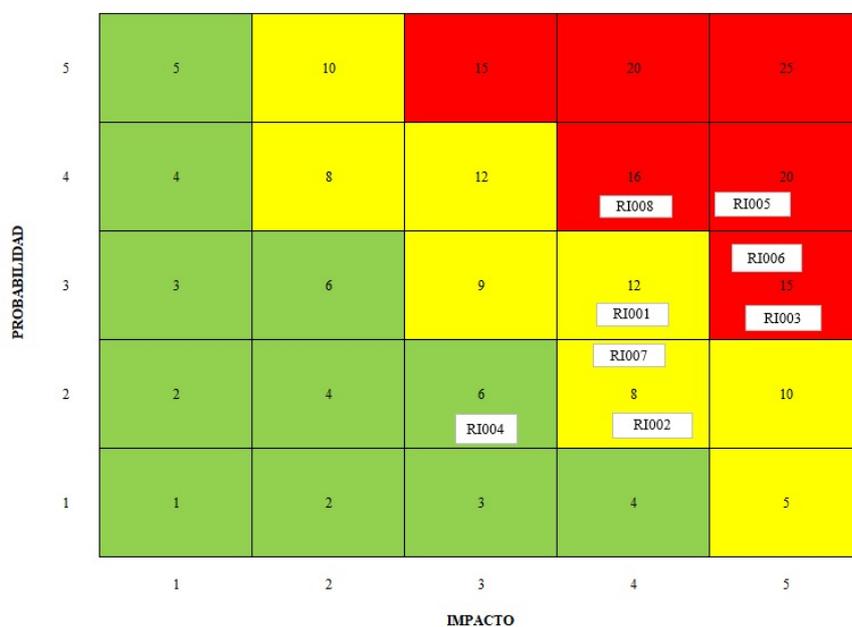
Fuente: Elaborado por los Autores.

2.2.9.2.2 Alternativa 2

En la Figura 28, se muestra la Matriz de Probabilidad Vs Impacto de la alternativa 2

Figura 28.

Matriz Probabilidad vs. Impacto del Proyecto de la alternativa 2



Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla 35, se muestra los riesgos de alto impacto de la alternativa 2.

Tabla 35.*Riesgos de Alto Impacto de la alternativa 2*

| Nro. | Riesgos |
|-------------|--|
| RI005 | La inclinación y orientación del techo no son las más adecuadas para captar la radiación solar. |
| RI008 | Con el tiempo, la instalación de paneles solares en el techo puede acelerar el desgaste de la techumbre, lo que podría requerir reparaciones costosas. |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos. |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas. |
| RI001 | Diseño inadecuado o problemas estructurales pueden resultar en daños al edificio. |
| RI007 | Invertir en equipos y medidas de seguridad adicionales para acceder a los paneles en el techo para mantenimiento o reparaciones. |
| RI002 | Puede crear oportunidades para fugas de agua (lluvia) si no se sellan correctamente las penetraciones del techo, lo que podría causar daños al edificio y a los paneles solares. |
| RI004 | Pueden estar sujetos a requisitos de permisos y códigos de construcción más estrictos, lo que podría generar retrasos o costos adicionales. |

*Fuente: Elaborado por los Autores.***2.2.9.3. Plan de Respuestas a los riesgos de Alto Impacto**

Para desarrollar el plan de manejo de los riesgos presentados en la tabla 32, se identificaron los riesgos que tienen un alto impacto y una alta probabilidad en el proyecto, utilizando un enfoque conservador como se muestra en la matriz de gravedad.

2.2.9.3.1 Alternativa 1

En la tabla 36, se muestra el plan de respuesta a riesgos de alto impacto de la alternativa 1.

Tabla 36.*Plan de respuestas a riesgos de alto impacto de la alternativa 1*

| Nro. | Descripción del Riesgo | Plan de Respuesta al Riesgo |
|-------------|---|--|
| RI005 | Distancia entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica existente puede influir en los costos de conexión y en la eficiencia de la transmisión de energía. | Realizar un estudio de viabilidad para determinar la ubicación óptima del sistema fotovoltaico en relación con la red eléctrica existente. |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos. | Monitorear constantemente el rendimiento del sistema y ajustar la operación en función de las condiciones climáticas. |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas. | Incorporar una evaluación legal y regulatoria en la fase de planificación del proyecto. |

| | | |
|-------|---|--|
| RI001 | Terrenos irregulares o difíciles de acceder. | Evaluar cuidadosamente la accesibilidad y la idoneidad del terreno durante la fase de selección del sitio. |
| RI002 | Pueden ser más vulnerables al robo. | Establecer protocolos de seguridad para el monitoreo y la respuesta a incidentes de robo. |
| RI004 | iteración del hábitat local, la erosión del suelo y la gestión adecuada de la vegetación circundante. | Evaluar cuidadosamente el impacto ambiental en la fase de planificación del proyecto y buscar asesoramiento de expertos en conservación ambiental. |

Fuente: Elaborado por los Autores.

2.2.9.3.2 Alternativa 2

En la tabla 37, se muestra el plan de respuesta a riesgos de alto impacto para la alternativa 2.

Tabla 37.

Plan de respuestas a riesgos de alto impacto de la alternativa 2.

| Nro. | Riesgos | Plan de Respuesta al Riesgo |
|-------------|--|--|
| RI005 | La inclinación y orientación del techo no son las más adecuadas para captar la radiación solar. | Incluir un análisis de la disposición óptima de los paneles en el diseño inicial del proyecto. |
| RI008 | Con el tiempo, la instalación de paneles solares en el techo puede acelerar el desgaste de la techumbre, lo que podría requerir reparaciones costosas. | Utilizar sistemas de montaje adecuados y asegurarse de que no haya daños estructurales en el techo antes de la instalación. |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos. | Utilizar tecnologías de seguimiento solar o almacenamiento de energía para mitigar los efectos de la variabilidad climática. |
| RI003 | Pueden requerir permisos especiales o incluso impedir la construcción de sistemas fotovoltaicos en ciertas áreas. | Trabajar en estrecha colaboración con las autoridades locales para obtener los permisos necesarios y abordar cualquier problema de zonificación. |
| RI001 | Diseño inadecuado o problemas estructurales pueden resultar en daños al edificio | Implementar refuerzos estructurales o modificaciones de diseño si se detectan problemas durante la instalación. |
| RI007 | Invertir en equipos y medidas de seguridad adicionales para acceder a los paneles en el techo para mantenimiento o reparaciones | Proporcionar capacitación adecuada para el personal que realiza el mantenimiento y garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad. |
| RI002 | Puede crear oportunidades para fugas de agua (lluvia) si no se sellan correctamente las penetraciones del techo, lo que podría causar daños al edificio y a los paneles solares. | Realizar inspecciones regulares para detectar y abordar cualquier fuga de agua de manera inmediata. |
| RI004 | pueden estar sujetos a requisitos de permisos y códigos de construcción más estrictos, lo que podría generar retrasos o costos adicionales | Trabajar con profesionales que estén familiarizados con las regulaciones locales y nacionales y que puedan ayudar a cumplir con los requisitos de manera adecuada. |

Fuente: Elaborado por los Autores.

2.3 Evaluación Multicriterio

Para determinar cuál de las dos alternativas propuestas es más adecuada, se llevará a cabo un proceso de evaluación que implica la recopilación y tabulación de los beneficios asociados a cada una de ellas en términos de la mitigación de las brechas correspondientes. El objetivo es identificar la alternativa que aporte los mayores beneficios a la organización en términos de cumplimiento de los objetivos estratégicos.

2.3.1. Identificación de la mejor alternativa en función de los beneficios a alcanzar por la mitigación de las brechas.

Los beneficios en común, representados en la tabla 38, de cada alternativa son los que deben mitigar las brechas que tiene la empresa PROMINE Cía. Ltda., en cuanto al consumo de energía eléctrica, con el fin de reducir las discrepancias e indicadores vinculados a ellas para su medición.

Tabla 38.

Beneficios esperados de las alternativas

| ID DE LA BRECHA | BRECHAS | NECESIDADES DE NEGOCIO | BENEFICIOS | | |
|-----------------|--|--|--|---|--|
| | | | Generales | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| BR-01 | Implementación de alternativas de generación de energía limpias y renovables en el sector minero | Necesidad de reducir los costos energéticos es un factor crítico para mejorar la rentabilidad. | La energía solar reduce los gastos continuos en combustibles fósiles y tarifas eléctricas, lo que resulta en ahorros significativos a lo largo del tiempo. | Optimización de los espacios disponibles, también saca provecho de áreas que, de lo contrario, permanecerían desaprovechadas. | Aprovechar los techos para la generación solar no solo maximiza la utilización del espacio, sino que también contribuye al fomento de prácticas sostenibles dentro de la industria minera. |

| | | | | | |
|-------|---|--|---|--|--|
| BR-02 | Sobredimensionamiento en los cálculos y análisis de la demanda energética en las actividades de las empresas mineras. | Diseño efectivo del sistema eléctrico de alimentación de energía a los molinos de bolas. | cálculo preciso de la demanda energética permite a las empresas evitar inversiones innecesarias en infraestructura y consumo de energía, lo que se traduce en ahorro de costos. | Mayor capacidad de adaptación a las fluctuaciones en la demanda de energía sin requerir inversiones adicionales de gran envergadura. | |
| BR-03 | Insuficiente monitorización del consumo energético y análisis de datos operativos. | Implementar modelos de seguimiento y análisis de datos operativos en el área de molienda para evitar gastos innecesarios y un bajo rendimiento energético. | Optimizará los procesos mineros, lo que se traduce en un menor consumo de energía y una mayor eficiencia. | Planificación más efectiva a largo plazo, debido a la capacidad de incrementar más paneles solares en base a la demanda energética. | |

Fuente: Elaborado por los Autores.

La Tabla 39, tiene como objetivo encontrar una solución para abordar el problema y lograr el alcance deseado de las diferentes alternativas. Esta tabla anticipa la reducción de las discrepancias que surgen debido a las demandas del negocio. Al analizar detenidamente las brechas, necesidades y ventajas, podemos identificar y aprovechar los beneficios que se buscan alcanzar.

Tabla 39.

Beneficios esperados de las alternativas.

| ID del beneficio | Beneficio | Descripción del beneficio | Indicador asociado para la medición del beneficio |
|-------------------------|--|--|---|
| BEN01 | La energía solar reduce los gastos continuos en combustibles fósiles y tarifas eléctricas, lo que resulta en ahorros significativos a lo largo del tiempo. | Los sistemas de Energía Solar Fotovoltaica representan una solución directa que introduce energía limpia y renovable en el sector minero, reduciendo la dependencia de fuentes de energía convencionales y disminuyendo la huella ambiental. | Capacidad de generación de energía solar instalada. |
| BEN02 | Cálculo preciso de la demanda energética permite a las empresas evitar inversiones innecesarias en in- | Adaptación a las necesidades reales de carga, y la concienciación generada por los programas puede influir en una planificación más precisa | Porcentaje de mejora en la precisión de los cálculos de demanda energéti- |

| | | | |
|-------|--|---|---|
| | fraestructura y consumo de energía, lo que se traduce en ahorro de costos | | ca después de la optimización. |
| BEN03 | Optimizara los procesos mineros, lo que se traduce en un menor consumo de energía y una mayor eficiencia. | Contribuyen a una gestión más precisa de la demanda energética. El sistema solar fotovoltaico se adapta a las necesidades reales, planificación más precisa, evitando el sobredimensionamiento y optimizando los recursos. | Ahorro de costos relacionado con la identificación y corrección de ineficiencias energéticas. |
| BEN04 | Optimización de los espacios disponibles, también saca provecho de áreas que, de lo contrario, permanecerían desaprovechadas. | La gestión eficiente de recursos a través de la optimización de espacios disponibles, aumenta la eficiencia y maximiza la rentabilidad de la empresa. | Utilización de espacio |
| BEN05 | Planificación más efectiva a largo plazo, debido a la capacidad de incrementar más paneles solares en base a la demanda energética. | La planificación a largo plazo se hace más efectiva al disponer de la capacidad de expandir la instalación de paneles solares en respuesta a la demanda energética, asegurando un suministro sostenible y eficiente en el futuro. | Índice de Crecimiento Sostenible de la Capacidad Solar |
| BEN06 | Mayor capacidad de adaptación a las fluctuaciones en la demanda de energía sin requerir inversiones adicionales de gran envergadura. | Flexibilidad para ajustarse a las variaciones en la demanda de energía sin necesidad de realizar inversiones significativas. | Factor de flexibilidad energética |

Fuente: Elaborado por los Autores.

La tabla 40, que se presenta a continuación describe cómo las alternativas elegidas impactarán en la mitigación y disminución de las diferencias, lo que permitirá alcanzar los beneficios previstos por el alcance de cada una de las opciones presentadas.

Tabla 40.

Alternativas y brechas a mitigar o reducir para el cumplimiento de los beneficios

| ID | Beneficio | Generales | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
|-------|--|----------------------------|---------------|---------------|
| BEN01 | La energía solar reduce los gastos continuos en combustibles fósiles y tarifas eléctricas, lo que resulta en ahorros significativos a lo largo del tiempo. | BR-01, BR-02, BR-03. | BR-01 | BR-01 |
| BEN02 | Cálculo preciso de la demanda energética permite a las empresas evitar inversiones innecesarias en infraestructura y consumo de energía. | BR-01, BR-02, BR-03, | BR-02 | BR-02 |
| BEN03 | Optimizará los procesos mineros, lo que se traduce en un menor consumo de energía y una mayor eficiencia. | BR-01, BR-02, BR-03, | BR-03 | BR-03 |
| BEN04 | Optimización de los espacios disponibles, también saca provecho de áreas que, de lo contrario, permanecerían desaprovechadas. | BR-01, BR-02 | BR-01 | BR-02 |

| | | | | |
|-------|--|-----------------|-------|-------|
| BEN05 | Planificación más efectiva a largo plazo, debido a la capacidad de incrementar más paneles solares en base a la demanda energética. | BR-02 | BR-01 | BR-03 |
| BEN06 | Mayor capacidad de adaptación a las fluctuaciones en la demanda de energía sin requerir inversiones adicionales de gran envergadura. | BR-02- BR-03 | BR-02 | BR-01 |

Fuente: Elaborado por los Autores.

Mediante el análisis de los beneficios a obtener de las alternativas presentadas en función del porcentaje de los pesos y la sumatoria de brechas que impacten, definidas en la tabla 19, se escogerá la mejor opción para la organización. La tabla 41, mostrada a continuación, describe el impacto que tendrá las alternativas seleccionadas en la mitigación y reducción de brechas, lo que permitirán alcanzar los beneficios esperados por el alcance de cada una de las alternativas mostradas.

Tabla 41.

Valores de alternativas en función del impacto de las brechas para la obtención de los beneficios.

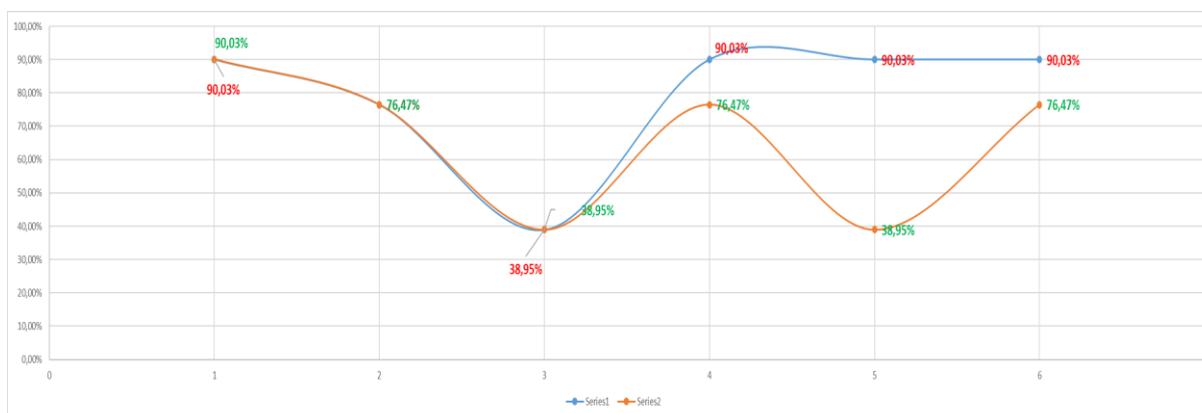
| Alternativas | BEN 01 | BEN 02 | BEN 03 | BEN 04 | BEN 05 | BEN 06 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 90,03% | 76,47% | 38,95% | 90,03% | 90,03% | 90,03% |
| 2 | 90,03% | 76,47% | 38,95% | 76,47% | 38,95% | 76,47% |

Fuente: Elaborado por los Autores.

La tabla 41, gráficamente, estaría representado como se observa en la fig.29, que es de la siguiente manera:

Figura 29.

Impacto de las alternativas para el cumplimiento de los beneficios



Fuente: Elaborado por los Autores.

2.3.1 Criterios de Selección:

Se realizará la tabulación de los beneficios obtenidos de la mitigación de las brechas existentes, seleccionando aquellas que aporten mayores beneficios a la organización en el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

1. Para el análisis de las alternativas presentadas, se consideraron los siguientes criterios:

Criterio Técnico: Eficiencia Energética, Espacio Disponible, Impacto Ambiental y la Integración con la red eléctrica.

Eficiencia Energética: Evaluar la eficiencia del sistema fotovoltaico en la conversión de la radiación solar en electricidad. Un sistema más eficiente generará más energía a partir de la misma cantidad de luz solar.

Espacio Disponible: Evaluar la disponibilidad de espacio para la instalación de paneles solares y optimización de espacios y recursos.

Impacto Ambiental: Evaluar el impacto ambiental del sistema, incluyendo la huella de carbono.

Integración con la Red Eléctrica: Considerar la capacidad del sistema para integrarse de manera efectiva con la red eléctrica local, lo que puede incluir la posibilidad de vender energía de vuelta a la red.

Criterio Organizacional: Correspondiente a la selección de la alternativa que genere más beneficios para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización, abarcando la mayor mitigación de brechas identificadas.

2. Criterio Financiero: Correspondiente a los respectivos valores de VAN, TIR y PayBack obtenidos en el flujo de caja.

3. Criterio del Mercado Local: Correspondiente a la demanda en firme solicitada por los principales interesados del mercado en la ampliación de la red de electrificación y con intenciones de inversión y desarrollo de acuerdos de excepcionalidades.

2.3.2. Rating de selección

La alternativa fue evaluada conforme a los criterios de selección, en esta evaluación se realiza una ponderación, para luego calificar del 1 al 5, considerando que el 1 es el criterio más bajo y el 5 el más alto. La Tabla 42, muestra la ponderación de alternativas.

Tabla 42.

Ponderación de alternativas

| Criterio | Valoración |
|----------------------|---|
| Técnico | Del 1 al 10 para cada criterio, donde 10 es la calificación más alta y 1 la más baja |
| Estratégico | De “1” si la opción abarca más beneficios para la organización en función de sus objetivos estratégicos y demás alternativas, y “0” la que menor abarca al cumplimiento de los beneficios definidos |
| Financiero | La que mayor VAN genere según el flujo de caja analizado en el mismo periodo, dando un valor de “1” al mejor valor y “0” a la que no lo es |
| Criterio del Mercado | De “1” si la opción es viable para el abastecimiento de los principales interesados, y “0” si no lo es |

Fuente: Elaborado por los Autores.

2.3.3. Matriz de Priorización

En base a la información de la tabla 43, se tiene que la calificación y ponderación de las alternativas presentadas corresponden a:

Tabla 43.

Matriz de Priorización

| Opciones | Criterio | Subcriterios | Evaluación (1 más bajo - 10 más alto) | Evaluación | Puntuación |
|---------------|--|---|---------------------------------------|------------|------------|
| Alternativa 1 | Técnico | Eficiencia Energética | 8 | 0,561 | 3,561 |
| | | Impacto Ambiental | 9 | | |
| | | Espacio Disponible | 5 | | |
| | | Integración con la Red Eléctrica | 8 | | |
| | Organizacional | Genera más beneficios al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización | | 1 | |
| | Financiero | Correspondiente a los respectivos valores de VAN, TIR y Payback de los obtenidos en el flujo de caja. | | 1 | |
| Mercado Local | Correspondiente a la demanda en firme solicitada por los principales interesados del mercado en la ampliación de la red de electrificación y con intenciones de inversión y desarrollo de acuerdos de excepcionalidades. | | 1 | | |
| Alternativa 2 | Técnico | Eficiencia Energética | 6 | 0,677 | 2,677 |
| | | Impacto Ambiental | 8 | | |
| | | Espacio Disponible | 4 | | |
| | | Integración con la Red Eléctrica | 7 | | |
| | Organizacional | Genera más beneficios al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización | | 1 | |
| | Financiero | Correspondiente a los respectivos valores de VAN, TIR y Payback de los obtenidos en el flujo de caja. | | 0 | |
| Mercado Local | Correspondiente a la demanda en firme solicitada por los principales interesados del mercado en la ampliación de la red de electrificación y con intenciones de inversión y desarrollo de acuerdos de excepcionalidades. | | 1 | | |

Fuente: Elaborado por los Autores.

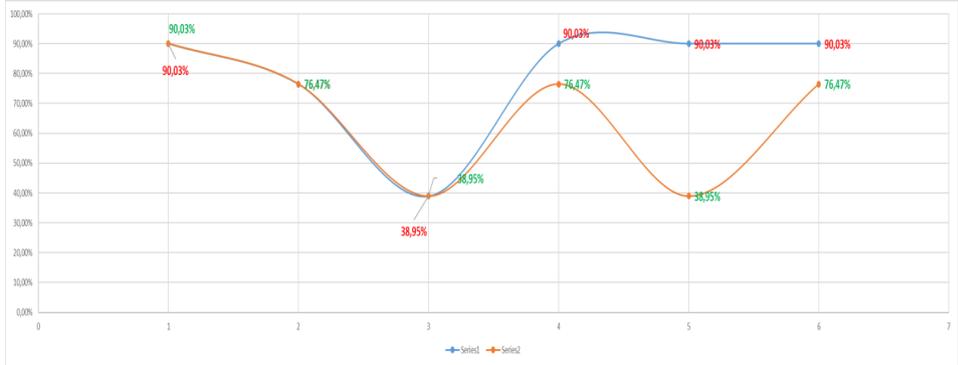
2.3.3 Justificación de la alternativa

Según los resultados obtenidos de la matriz de priorización, se concluye que la primera opción, denominada "**Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso**", satisface los criterios de selección y el análisis de beneficios de las alternativas de manera superior en comparación con la alternativa 2, ya que presenta valores más favorables en los mismos. En el anexo 7.1, se

observa la simulación en PVsyst de esta alternativa. En la tabla 44, se muestra la comparación de las alternativas según los criterios de selección.

Tabla 44.

Comparación entre las alternativas, según los criterios de selección

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
|----------------------------|---|---|
| Nombre de las Alternativas | "Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso" | Diseño de un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica en el techo. |
| Imagen |  |  |
| Inversión | \$ 570.077,00 | \$ 1.086.234,00 |
| VAN | \$ 23.160,00 | \$ -472.054,00 |
| TIR | 12,26% | 4,95% |
| PayBack | 9,3 | 14,7 |
| Beneficios |  | |
| Principales | PROMINE CIA LTDA | |

Fuente: Elaborado por los Autores.

2.4 Enfoque de implementación

La elección de la Alternativa 1, establece que el enfoque que seguimos es diseñar un Sistema de Micro generación de Energía Solar Fotovoltaica conectado a red en el piso en la empresa PROMINE CIA. LTDA. La estrategia para llevar a cabo y desarrollar los procesos seguirá un enfoque predictivo, debido a que se ha establecido un alcance concreto durante la fase inicial de preparación del proyecto.

2.4.1 Inicialización del proyecto

Con la redacción del Acta de Constitución y la correspondiente aprobación por parte del Gerente general de la empresa, se da por iniciado el proyecto. En esta acta se establecen los lineamientos a tener en cuenta para la ejecución exitosa del proyecto. Este es el documento principal para la ejecución del proyecto. Asimismo, se definen los alcances y objetivos de su desarrollo y se asignan a un director de proyecto escogido por la dirección. Las partes interesadas y los presupuestos asignados también se especifican en el documento. Es decir, todo lo relacionado con las altas exigencias de la empresa.

2.4.2 Planeación del proyecto

Este proyecto se planifica de acuerdo con las mejores prácticas descritas en PMBOK. Allí se elabora un plan para la gestión del proyecto. Esto incluye 10 planes de manejo que deben ser monitoreados más adelante. Estos son:

- Plan de Gestión de Integración
- Plan de Gestión de Interesados
- Plan de Gestión del Alcance
- Plan de Gestión del Tiempo
- Plan de Gestión de Costo
- Plan de Gestión de Calidad
- Plan de Gestión de Recursos Humanos
- Plan de Gestión de Comunicaciones
- Plan de Gestión de Riesgo
- Plan de Gestión de Adquisiciones

Adicionalmente se define cada línea base:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| • Línea base del alcance | Línea base del cronograma |
| • Línea base de costo | Línea base de la calidad. |

Se utilizan herramientas necesarias como matrices, así como herramientas para ayudar a gestionar el desarrollo adecuado del Proyecto. Las utilidades Microsoft Project y Microsoft Office se utilizan como herramientas técnicas.

2.4.3 Ejecución del proyecto

Ejecución de planes de proyecto para cumplir con los requisitos de las partes interesadas mediante el desarrollo y la validación de los entregables del proyecto. Este proceso recopila datos de desempeño que luego se transforman en información de desempeño del proyecto, genera solicitudes de cambio cuando se aprueban y modifica los planes y procedimientos de la agencia.

2.4.4 Supervisión del proyecto

El gerente del proyecto debe asegurarse de que los entregables se ejecuten de acuerdo con los parámetros establecidos en el plan de gestión. Para ello, realizamos reuniones periódicas semanales con los grupos de interés relevantes para las fases y/o resultados en proceso.

Durante esta fase, se lleva a cabo el proceso de gestión del progreso del proyecto, es decir, la gestión integrada del cambio para corregir las desviaciones del proyecto.

2.4.5 Cierre del proyecto

Para completar el proyecto, el gerente del proyecto recibe y aprueba todos los entregables definidos, los comparte con varias partes interesadas y los resultados de las pruebas se especifican en la medida estipulada por el acta de constitución del proyecto.

2.4.6 Post-gestión del proyecto

Todo lo relacionado con los eventos posteriores al proyecto debe ser gestionado por el director del proyecto. Esto incluye trabajo para aseguramiento y trabajo que requiere verificación.

2.4.7 Aprobaciones

Las aprobaciones que no afectan los cambios relacionados con el alcance del proyecto pueden ser realizadas por el director del proyecto. Además, las observaciones que impliquen cambios en el alcance deben ser aprobadas por la alta gerencia.

3. Acta de Constitución del Proyecto

| |
|---|
| 1. Project Charter (ACP) |
| 1.1. Nombre del Proyecto |
| Proyecto de DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR. |
| 1.2. Propósito y Justificación del Proyecto |
| <p>El propósito de este proyecto es diseñar un sistema de microgeneración de energía solar fotovoltaica con el fin de suministrar electricidad al molino de bolas de 95 KW de capacidad que opera en el área de molienda de la planta de beneficio de la empresa PROMINE Cía. Ltda. El objetivo principal es abordar los desafíos y limitaciones actuales en el suministro de energía en estas operaciones, contribuyendo a la mejora de la eficiencia, la reducción de costos y la minimización del impacto ambiental. Este sistema fotovoltaico permitirá a la empresa PROMINE Cía. Ltda., acceder a una fuente de energía sostenible y confiable, al tiempo que reduce su dependencia de fuentes de energía convencionales y costosas.</p> <p>Además, contribuye a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo comunitario en el cantón Camilo Ponce Enríquez, al tiempo que mejora la competitividad y la viabilidad a largo plazo de la empresa.</p> |
| 1.3. Descripción del Proyecto y Entregables |
| 1.3.1. Descripción General |
| <p>El objetivo del proyecto es realizar el diseño de un sistema de microgeneración de energía solar fotovoltaica que permita a la empresa PROMINE CIA LTDA., reducir los costos por consumo de electricidad en sus actividades diarias evitando daños en equipos y maquinarias utilizados en la operación, así como disminuyendo los incrementos de costos operativos causados por la interrupción de energía eléctrica. Este objetivo se logrará mediante la implementación de nuevas tecnologías del mercado que sean amigables con el medio ambiente y que proporcionen mayor eficiencia operativa.</p> <p>Además, se busca fomentar el desarrollo comunitario y la sostenibilidad ambiental en el cantón Camilo Ponce Enríquez.</p> |

| |
|---|
| 1.3.2. Principales Entregables |
| Memoria descriptiva del proyecto. |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero. |
| Análisis de factibilidad y viabilidad social, ambiental y económico de tipo de sistemas fotovoltaicos conectados a red en suelo. |
| Memoria Técnica o Proyecto de diseño de sistemas fotovoltaicos aplicados a la planta de beneficio minero. |
| Diseño de Solución. |
| 1.4. Requerimientos de Alto Nivel del Proyecto |
| Identificar las necesidades o capacidades del área de molienda de la planta de beneficio en la empresa minera PROMINE Cia. Ltda. en relación al consumo de energía, así como su disposición para utilizar fuentes de energías renovables y eco amigables. |
| El sistema debe tener la capacidad de conectarse a la red eléctrica de la empresa distribuidora local cuando sea necesario y permitir la inyección de energía eléctrica excedente. |
| El sistema fotovoltaico debe ser capaz de generar la cantidad de energía eléctrica requerida para las operaciones del molino de bolas de la planta de beneficio de la empresa PROMINE Cia. Ltda, |
| El proyecto debe cumplir con las regulaciones locales y nacionales en materia de seguridad y medio ambiente, minimizando las emisiones de gases de efecto invernadero. |
| El proyecto debe ofrecer una reducción significativa en los costos de electricidad en comparación con las fuentes de energía convencionales. |
| 1.5. Objetivos del Proyecto |
| 1.5.1. Objetivos Estratégicos |
| Diagnosticar y diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar de electricidad a la empresa PROMINE Cía. Ltda., permitiendo la realización de sus actividades diarias en el área de molienda de la planta de beneficio. Esto evitará pérdidas económicas en la producción, reducirá los costos operativos y ahorrará en los gastos de consumo de electricidad. |
| Motivar a la empresa PROMINE Cía. Ltda. a adoptar tecnologías amigables con el ambiente y sostenibles a largo plazo. Esto se alinea con el objetivo 2 del Plan Nacional de Desarrollo del sector minero 2020-2030 (Ministerio de Energía y Minas, 2020), que busca promover buenas prácticas ambientales y de seguridad ocupacional en la industria minera para garantizar un aprovechamiento |

| | |
|--|--|
| integral y responsable de los recursos minerales. | |
| <p>Promover el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento para la utilización de fuentes de energías renovables amigables con el ecosistema. Esto se alinea con el objetivo 4 del Plan Nacional de Desarrollo del sector minero 2020 – 2030 (Ministerio de Energía y Minas, 2020), que busca fortalecer la investigación geológica, minera y metalúrgica, fomentando el desarrollo tecnológico, servicios especializados, transferencia de conocimiento, incentivos a la innovación para todos los regímenes y generación de talento humano calificado y certificado.</p> | |
| 1.5.2. Indicadores de Éxito | |
| Reducir los costos de energía en un 30%, satisfaciendo la demanda del molino de bola en la planta de beneficio de la empresa PROMINE CIA LTDA. | |
| Reducir el uso de combustibles fósiles en las operaciones mineras en un 2%. | |
| Producción mensual de energía solar en kilovatios-hora (kWh). | |
| 1.6. Premisas y Restricciones | |
| 1.6.1. Premisas | |
| <p>Realizar el DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR, reduciría proyectos sobredimensionados de alta inversión y financiamiento con demanda de electricidad insatisfecha. Por lo tanto, es importante determinar los requerimientos de energía del área de molienda de la planta de beneficio de la empresa PROMINE Cía. Ltda., para obtener la capacidad y tamaño del sistema fotovoltaico requerido, considerando la proyección de demanda en el futuro y la disponibilidad de espacio (terreno) para la instalación de los paneles solares y cumplimiento regulatorio. Además, se asume que Ecuador mantendrá un entorno político y económico estable que no afectará negativamente la implementación y el funcionamiento del proyecto.</p> | |
| 1.6.2. Restricciones | |
| Alcance: | Las condiciones climáticas pueden variar significativamente en diferentes regiones de Ecuador, lo que puede afectar la generación de |

| | |
|--|--|
| | energía solar en ciertos momentos del año. |
| | Accesibilidad a los paneles solares y otros componentes para el mantenimiento y reparación. |
| | Los sistemas fotovoltaicos en su implementación pueden ser costosos de instalar y mantener, por lo que debe tener en cuenta el presupuesto disponible y asegurarse de que los costos sean viables y sostenibles en el largo plazo. |
| Costo: | La inversión aprobada para el proyecto debe cumplirse de acuerdo con la planificación. |
| | El requerimiento de nuevas inversiones no puede exceder el 10% de la estimación de costos y ser aprobado por el patrocinador. |
| Tiempo: | Cumplir en 155 días lo establecido en el cronograma. |
| Recursos: | Variabilidad de costos y calidad de los equipos para la implementación del sistema. |
| 1.7. Riesgos Alto Nivel | |
| Aumento de Trámites y tasas que dificultan el proceso de importación de los equipos para implementación de los sistemas fotovoltaicos. | |
| Cambios en la regulación referente al uso de fuentes de energías renovables. | |
| Cambios en Legislación ambiental. | |
| Poca fuente de financiamiento para la implementación del sistema. | |
| Reducción de tarifas eléctricas para el sector minero en horas pico. | |
| 1.8. Cronograma de Hitos del Proyecto | |
| Hito o evento significativo | Fecha programada |
| Inicio del proyecto | lunes, 25 de septiembre 2023 |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | Jueves, 9 de noviembre de 2023 |

| Proceso de análisis de factibilidad técnico | Miércoles, 15 de noviembre de 2023 | | | | |
|---|------------------------------------|-------|---------|--------|----------|
| Proceso de análisis de factibilidad ambiental | Miércoles, 15 de noviembre de 2023 | | | | |
| Proceso de análisis de factibilidad social | Miércoles, 15 de noviembre de 2023 | | | | |
| Proceso de análisis de factibilidad económico | lunes, 27 de noviembre de 2023 | | | | |
| Diseño de solución | lunes, 27 de noviembre de 2023 | | | | |
| Construcción de diseño | Jueves, 7 de diciembre del 2023 | | | | |
| Cierre y Fin del proyecto | Martes 7 de mayo de 2024 | | | | |
| 1.9. Presupuesto Estimado | | | | | |
| Un presupuesto de US\$ 576.076,87 (Quinientos setenta y seis mil setenta y siete dólares con ochenta y siete centavos de los Estados Unidos de Norteamérica). | | | | | |
| 1.10. Lista de Interesados | | | | | |
| Nombre | Empresa/cargo | Poder | Interés | Fuerza | Posición |
| SC | Director de Proyecto | 3 | 5 | 15 | Positiva |
| AB | Gerente General | 5 | 4 | 20 | Positiva |
| CD | Gerente de Operaciones | 3 | 4 | 12 | Positiva |
| EF | Supervisor de Operaciones | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| GH | Jefe de Planta | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| IJ | Jefe de Producción | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| KL | Operador de molino de bola | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| MN | Jefe de mantenimiento | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| ÑO | Supervisor mecánico de planta | 3 | 4 | 12 | Positiva |
| PQ | Supervisor Eléctrico | 3 | 5 | 15 | Positiva |
| RS | Técnico de Medio Ambiente | 3 | 5 | 15 | Positiva |
| TU | SOMILOR | 4 | 5 | 20 | Positiva |
| VW | ORENAS S.A | 4 | 5 | 20 | Positiva |
| XY | PRODUMINSA | 4 | 5 | 20 | Positiva |
| ZA | EXYCOMINSUR CIA LTD | 4 | 5 | 20 | Positiva |
| BCE | BANCO CENTRAL DEL ECUADOR | 2 | 2 | 4 | Positiva |
| CELEC EP UN Transelecc-tric | CELEC EP UN - Transelecc-tric | 3 | 3 | 9 | Positiva |

| | | | | | |
|---|---|---|---|----|----------|
| MEER | Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| MAE | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica | 4 | 4 | 16 | Positiva |
| Empresas mineras artesanales | Empresas Mineras Artesanales | 3 | 4 | 12 | Positiva |
| Empresas de la pequeña minería | Empresas Mineras Artesanales | 3 | 4 | 12 | Positiva |
| GAD - Municipal de la provincia | Camilo Ponce Enríquez Alcaldía | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| Gobernación de la provincia | Gobernación de Azuay - Ministerio de Gobierno | 3 | 3 | 9 | Positiva |
| ARCERNNR | Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables | 3 | 4 | 12 | Positiva |
| CENACE | Operador Nacional de Electricidad | 2 | 2 | 4 | Positiva |
| CELEC EP | Corporación Eléctrica del Ecuador | 2 | 2 | 4 | Positiva |
| 1.11. Requisitos de Aprobación de Proyecto | | | | | |
| Acta de Inicio del Proyecto | | | | | |
| Acta de entrega de diseños del sistema | | | | | |
| Acta de entrega de los manuales y estándares del sistema | | | | | |
| Acta de entrega de los lineamientos de implementación y control del sistema | | | | | |
| Acta de entrega de la implementación del sistema | | | | | |
| Acta de cierre formal del proyecto. | | | | | |
| 1.12. Asignación del Director(a) del proyecto | | | | | |
| Nombre y Apellidos | CD | | | | |
| Cargo en la organización | Gerente de General | | | | |
| 1.13. Autoridad del Director del proyecto | | | | | |
| Autoridad en determinar los equipos y recursos | Los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto son asignados por el Patrocinador. | | | | |
| Autoridad sobre el presupuesto y los límites de variación | El director del proyecto no tendrá restricción dentro de la inversión aprobada por el Patrocinador, sin embargo, la existencia de umbrales en el presupuesto solo podrá ser aprobado por el Patrocinador. | | | | |
| Autoridad de Aprobación | Todo cambio se aprobará a través de los Controles Formales de Cambio. Director del Proyecto no tendrá autori- | | | | |

| | |
|---|---|
| | dad para modificar los recursos sobre el presupuesto aprobado. |
| Autoridad en Gestión de tiempo y variaciones | Todo cambio o modificación en el cronograma serán aprobadas por el Patrocinador cuando corresponda a retrasos ocasionados por él. |
| 1.14. Asignación y Autoridad Patrocinador del Proyecto | |
| Nombre y Apellidos | Carlos Pastor |
| Cargo en la organización | Gerente General |
| Autoridad | Sobre creación, incremento y cambios del presupuesto, los recursos, tiempo y sus variaciones. Todas estas sobre la formalidad del control de cambios. |
| 1.15. Aprobaciones del Proyecto | |
| La Dirección del Proyecto debe presentar formalmente los cambios para estos ser aprobados. La autoridad principal es el Patrocinador quien aprobará con voto dirimente, en comisión con el director del Proyecto y el Gerente Administrativo, quienes tendrán solo voz, pero no voto. | |

4. Plan para la Dirección del Proyecto

En este capítulo se describe en detalle los subplanes que componen el plan para la dirección del proyecto.

4.1 Plan de Gestión de la Integración

De acuerdo al (PMI, 2018), la gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.

4.1.2. Políticas, procesos, formatos y roles para generación de reportes de Dirección del proyecto.

En la tabla 45, se describen las políticas, procesos, formatos y roles para la generación de reportes de desempeño del proyecto en la empresa PROMINE CÍA. LTDA.

Tabla 45.

Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de Integración.

| Aspecto | Políticas | Procesos | Formatos | Roles |
|-------------------------------------|---|--|--|--|
| Generación de Reportes de Desempeño | <ul style="list-style-type: none"> - Los reportes deben ser precisos, objetivos y basados en datos reales. - Los reportes deben ser entregados en plazos definidos en el plan del proyecto. - Los reportes deben incluir información relevante para la toma de decisiones. -El director del Proyecto será el profesional encargado de evaluar el avance del proyecto - La información de desempeño será aprobada por el director de Proyecto | <ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de datos de desempeño, incluyendo producción de energía, eficiencia, problemas y avances. - Análisis de datos para evaluar el progreso y el cumplimiento de objetivos. - Preparación de informes periódicos de desempeño para las partes interesadas. - Revisión de los informes por parte de la dirección del proyecto antes de su distribución. - Gestionar aprobación del informe de desempeño | En el Anexo Nro. 7.3, se presenta la plantilla para el informe de desempeño del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> - Patrocinador: Es el profesional encargado de las aprobaciones de los informes de desempeños - Director del Proyecto: Es el profesional encargado de validar, controlar, gestionar el conocimiento del proyecto y análisis de datos con los alcances definidos del proyecto. - Equipo de Proyecto: Proporcionar datos y actualizaciones de desempeño <ul style="list-style-type: none"> - Administrador de contratos: Son los profesionales encargados de la representación de la parte contratante de los contratos del proyecto. -Fiscalizador de contratos: Son los profesionales encargados de la fiscalización de la parte contratante de los contratos del proyecto. |

Fuente: Activos de los procesos de la organización

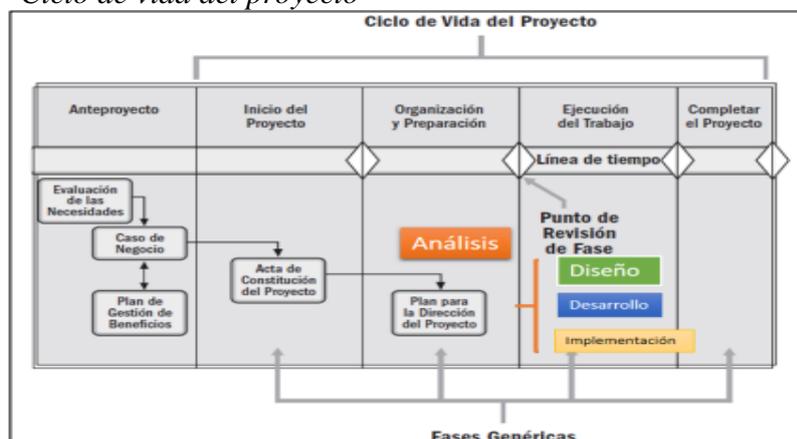
4.1.3. Ciclo de Vida del Proyecto y Enfoques

4.1.3.1 Ciclo de Vida del Proyecto

Las fases seleccionadas del proyecto se representan en la figura 30, en donde se identifican los siguientes ciclos de vida: inicio, planificación, implementación y finalización del proyecto.

Figura 30.

Ciclo de vida del proyecto



Fuente: Guía práctica de ágil, (PMI, 2018)

En la siguiente tabla 46, se muestra los principales entregables por ciclo de vida de este proyecto.

Tabla 46.
Principales entregables por ciclo de vida.

| CICLO DE VIDA DEL PROYECTO | |
|-----------------------------------|--|
| Fase | Resultados clave |
| Inicio | Acta de constitución |
| | Identificación de interesados |
| Planificación | Guías, directrices, estrategias, definiciones, estimaciones y actividades para la ejecución del proyecto. |
| Ejecución | Memoria descriptiva del proyecto. |
| | Diagnóstico del consumo energético del molino de bolas. |
| | Proceso de análisis de factibilidad técnico, económico, social y ambiental del sistema fotovoltaicos conectado a red, para suministrar energía eléctrica al molino de bolas, en el área de molienda de la Planta de beneficio de la empresa PROMINE Cía. Ltda. |
| Monitoreo y Control | Realizar el control y seguimiento del trabajo del proyecto de adecuado con la planificación detectar y evaluar desviaciones. |
| | Gestionar soluciones de cambio |
| Cierre | Asegurar el cumplimiento de los requisitos del proyecto. |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.3.2. Enfoque del Proyecto

En la figura 31, se describe el enfoque de desarrollo del producto, servicio o resultado, como un modelo predictivo, iterativo, ágil o híbrido que permitirá definir el enfoque de programación, las técnicas de estimación, las herramientas de programación y las técnicas para controlar el cronograma. Para el caso de este proyecto se utilizará un enfoque predictivo en donde la mayor parte de la planificación ocurre por adelantado, y los procesos de riesgo pueden ser seguidos secuencialmente y en forma iterativa (PMI, 2017).

Se utiliza lo que se sabe y se prueba. Esta reducción de la incertidumbre y la complejidad permite que los equipos dividan su trabajo en un conjunto de grupos predecibles.

Figura 31.

Características de enfoque de Desarrollo del proyecto

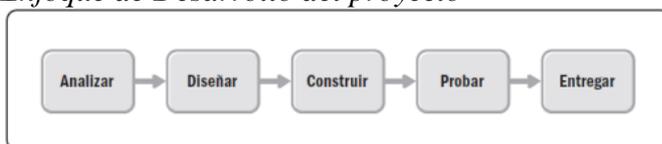
| Características | | | | |
|-----------------|------------|--|----------------------------------|--|
| Enfoque | Requisitos | Actividades | Entrega | Meta |
| Predictivo | Fijos | Realizados una vez para todo el proyecto | Entrega única | Gestionar costos |
| Iterativo | Dinámicos | Repetidos hasta que esté correcto | Entrega única | Corrección de la solución |
| Incremental | Dinámicos | Realizados una vez para un incremento dado | Entregas frecuentes más pequeñas | Velocidad |
| Ágil | Dinámicos | Repetidos hasta que esté correcto | Entregas pequeñas frecuentes | Valor para el cliente mediante entregas frecuentes y retroalimentación |

Fuente: *Guía Práctica de ágil, (PMI, 2018, pág. 18)*

Para lograr el enfoque predictivo, el equipo requiere planes detallados a fin de saber qué entregar (PMI, 2018), este procedimiento se representa en la Figura 32.

Figura 32.

Enfoque de Desarrollo del proyecto



Fuente: *Guía práctica de ágil, (Pmi, 2018).*

4.1.4. Plan de Gestión de Cambios

Según el (PMI, 2018), indica que el plan de Gestión de Cambios describe el modo en que se autorizarán e incorporarán formalmente las solicitudes de cambios a lo largo del proyecto.

4.1.4.1. Políticas, procesos, formatos y roles para la gestión de cambio.

En la tabla 47, se observa Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de cambios.

Tabla 47.

Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de Cambios.

| Aspecto | Políticas | Procesos | Formatos | Roles |
|---------------------------------|---|---|--|---|
| Gestión de Configuración | <ul style="list-style-type: none"> - Los interesados con mayor influencia y poder pueden solicitar cambios en la definición del alcance, calidad de los entregables del proyecto, esto, previo a los documentos de la licitación de los contratos - Todo cambio debe ser realizado por medio de una solicitud formal de cambio, mediante correo electrónicos, memorandos u oficios - La priorización de los cambios será realizada por el Director del Proyecto, dependiendo del interesado que lo solicite, del efecto que puede originar en el proyecto y su grado de importancia, Los cambios serán aprobados de acuerdo con el impacto que tengan sobre el proyecto - Los cambios que no impacten a los objetivos estratégicos del negocio serán aprobados por el director del Proyecto - Los cambios que afecten a los objetivos estratégicos del negocio serán aprobados por el comité de cambios - El control integrado de cambios interviene durante todo el proyecto y es responsabilidad del Director del Proyecto conocer el estado de los mismos. | <ul style="list-style-type: none"> - Receptar las solicitudes de cambio realizadas por los interesados de mayor influencia/poder del proyecto - Elaborar el Plan de la Gestión de Cambios con la plantilla del respectivo - Cotejar el cambio solicitado vs. el alcance del proyecto -Priorizar las solicitudes de cambio receptadas - Analizar el impacto del cambio en el proyecto - Gestionar la aprobación del cambio según el impacto - Planificar las solicitudes de cambio del proyecto - Generar un plan alternativo para el cambio - Ejecutar el cambio solicitado en el proyecto, - Controlar la calidad del nuevo entregable - Generar acciones correctivas -Validar el alcance según el cambio propuesto - Actualizar los documentos del proyecto - Concluir el proceso de cambios del proyecto | <p>En el anexo 7.4 ,se presenta la plantilla para el Plan de la Gestión de Cambios</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Interesados: Encargados de generar la solicitud de cambios -Equipo de proyecto: - Encargado de la generación de un plan alternativo para el cambio - Planificación de las solicitudes de cambio del proyecto - Colabora en el análisis del impacto del cambio - Ejecución del cambio en el proyecto - Actualización de los documentos del proyecto. - Departamento de Aseguramiento de la Calidad: Encargado de controlar la calidad de los entregables. -director de Proyecto: - Encargado de gestionar la aprobación de cambios que no afectan a los objetivos estratégicos del negocio - Elaboración el Plan para la Gestión de Cambios - Análisis del impacto del cambio - Generación de medidas correctoras - Validación del alcance según el cambio propuesto - Conclusión del proceso de cambios del proyecto. - Patrocinador: Es el encargado de la aprobación de cambios que afectan a los objetivos estratégicos del negocio |

Fuente: Activos de los procesos de la organización

Elaborado por los Autores.

4.1.5. Gestión de la Configuración

Según el (PMI, 2018), el Plan de Gestión de la Configuración describe la manera en que la información sobre los elementos del proyecto, así como cuales serán registrados y actualizados de modo que el producto, servicio o resultado del proyecto se mantenga consistente y/u operativo.

4.1.5.1. Políticas, procesos, formatos y roles para la gestión de la configuración.

El plan de control de configuración se encuentra interconectado con el plan de control de modificaciones, abordando los siguientes aspectos para registrar y mantener actualizada la información de los elementos del proyecto o de una de sus etapas. En la tabla 48, se muestra el Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de la Configuración.

Tabla 48.

Cuadro de Políticas, procesos, roles y Formatos de Gestión de la Configuración

| Aspecto | Políticas | Procesos | Formatos | Roles |
|-----------------------------|--|---|---|---|
| Gestión de la Configuración | - Se requiere una identificación y documentación precisa de todos los componentes y elementos del proyecto fotovoltaico. - Los cambios en la configuración deben ser evaluados, aprobados y registrados de manera formal mediante la plantilla de configuración definida. | - Comisión técnica recibe solicitud de cambio - Comisión técnica realiza la debida gestión de la solicitud de cambio - Equipo de proyecto actualiza la plantilla de configuración del elemento del proyecto que presenta el cambio - director de Proyecto confirma la respectiva gestión de la configuración al elemento del proyecto. | En el Anexo 7.4, se presentan las plantillas, registro de la configuración. | Equipo de proyecto: Actualización de los documentos del proyecto Director de Proyecto: - Validar la actualización del elemento mediante la gestión de la configuración. |

Elaborado por los autores.

4.1.6. Línea Base del Alcance

De acuerdo con el (PMI, 2017), la Estructura de Desglose de Trabajo EDT y su diccionario asociado solo se pueden modificar a través de procedimientos formales de control

de cambios y se utiliza como base de comparación. Por lo tanto, la línea base del alcance es la versión aprobada de un enunciado del alcance.

4.1.7. Línea base del Cronograma

Según el (PMI, 2017), la línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto con fases de tiempo, excluida cualquier reserva de gestión, la cual sólo puede cambiar a través de procedimientos formales de control de cambios. Se utiliza como base de comparación con los resultados reales.

4.1.8. Registro de Beneficios del Proyecto

El proyecto tiene como meta lograr los objetivos estratégicos de la empresa PROMINE Cía. Ltda., en la Tabla 49, se muestra el registro de beneficios y ganancia.

Tabla 49.

Registro de Beneficios

| Código de Beneficio | Descripción del Beneficio | Alineación Estratégica | Plazo de Generación | Responsable de Beneficios | Métricas de Seguimiento | Riesgos y Controles |
|---------------------|--|---|---------------------|---------------------------|---|---|
| 1 B | La energía solar reduce los gastos continuos en combustibles fósiles y tarifas eléctricas, lo que resulta en ahorros significativos a lo largo del tiempo. | Aumentar el posicionamiento de la empresa a nivel nacional por su explotación y producción en minería responsable y sustentable | 10 años | Gerencia General | Reducción de gasto en Energía Eléctrica | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, |
| 2b | Cálculo precisos de la demanda energética permite a las empresas evitar inversiones innecesarias en infraestructura y consumo de energía. | Lograr un alto nivel de eficiencia de los servicios y procesos que desarrolla la empresa. | 2 años | Equipo de Proyectos | Reducción de gasto en Energía Eléctrica | Validar datos, monitorear regulaciones, planificar contingencias |
| 3b | Optimizara los procesos mineros, lo que se traduce en un menor consumo de energía y una mayor eficiencia. | Lograr un alto nivel de eficiencia de los servicios y procesos que desarrolla la empresa. | 3 años | Gerencia General | Reducción de gasto en Energía Eléctrica | Evaluación exhaustiva de las tecnologías disponibles. |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.9. Registro de Lecciones Aprendidas

Este documento define condiciones adversas que se consideran oportunidades dada la aplicabilidad de acciones correctivas y lecciones aprendidas como mecanismo de autogestión del proyecto. En la tabla 50, se muestra el registro de Lecciones aprendidas del proyecto.

Tabla 50.

Registro de Lecciones aprendidas

| Código de Lección | Entregable Relacionado | Descripción del Problema | Solución Adoptada | Resultado Obtenido | Lección Aprendida | Responsable de Acción |
|-------------------|---|-------------------------------------|--|--|---|-----------------------|
| 1LA | Memoria Técnica o Proyecto de diseño de sistemas fotovoltaico en el molino de bolas de la Planta de Beneficio de la empresa PROMINE Ltda. | Gasto Elevados en energía eléctrica | Diseño de sistemas fotovoltaicos. | Cálculos y aproximaciones, exactas de la demanda eléctrica de la empresa minera. | Tener en cuenta que los valores dados y el análisis de la carga de la empresa minera. | Equipo del Proyecto. |
| 2LA | Todos los entregables | Socialización de la información EDT | Elaboración de un plan de comunicación | Conocimiento de la EDT por parte de los miembros de equipos. | Socializar la EDT a todos los interesados sin exclusión alguna y exigir el cumplimiento de la metodología PMI en el proyecto. | Equipo del Proyecto. |
| 3 LA | Proceso de análisis de factibilidad técnica, económica, social, ambiental del sistema fotovoltaico utilizado en el molino de bolas. | Riesgos del proyecto | Utilizando matriz de riesgo partiendo de los impactos. | Identificación de riesgos del proyecto | Identificar riesgos desde el inicio del proyecto y contemplar los competidores comerciales del servicio en los sectores mineros | Equipo del Proyecto. |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.10. Cierre del Proyecto

La finalización del proyecto debe ser aprobada por el patrocinador y respaldada por informes y análisis proporcionados por el gerente del proyecto, además del cumplimiento y la calidad de todos los entregables en la tabla 51, se observa el formato para el cierre del proyecto.

Tabla 51.

Gestión de cierre del proyecto

| | | | |
|---|---|--|----------------------------------|
| Nombre del Proyecto | “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA EN ECUADOR” | | |
| Política de la gestión de cierre del proyecto | | | |
| El patrocinador es quien tiene la autoridad y responsabilidad de formalizar el cierre del proyecto. | | | |
| Proceso para el cierre del proyecto | | | |
| Solicitud | El Gerente del Proyecto remite al Patrocinador toda la documentación de respaldo que da inicio al proceso de cierre del proyecto. | | |
| Aprobación | El Patrocinador acepta la solicitud y documentación de respaldo, luego de revisar y/o observar y/o aprobar se instruye al Gerente del Proyecto que proceda al cierre del proyecto. En caso de observación, se reúnen ambas partes, revisan y aprueba el cierre. | | |
| Cierre | El Patrocinador y el Gerente del Proyecto formalizan el cierre del proyecto comunicando a los interesados y/o integrantes del equipo del proyecto, transfieren los entregables y certifican el cierre de los procesos contractuales. | | |
| Roles para el cierre del proyecto | | | |
| Nombre del Rol | Persona Asignada | Responsabilidad | Nivel de autoridad |
| Patrocinador | Carlos Pastor | Aprobar o rechazar el cierre del proyecto | Máxima autoridad |
| Gerente del Proyecto | AH-SC | Recopilar toda la documentación y solicitar el cierre del proyecto | Solicitar el cierre del proyecto |

Fuente: Plantilla Dharma Consulting

Elaborado por los autores.

4.2. Plan de Gestión de Alcance

El plan de gestión del alcance del proyecto describe cómo será definido, desarrollado, monitoreado, controlado y validado el alcance (PMI, 2017).

4.2.1. Gestión de Alcance

De acuerdo al (PMI, 2017), Planificar la gestión del Alcance es el proceso de crear un plan para la gestión del alcance que documente cómo serán definidos, validados y controlados el alcance del proyecto y del producto. Siendo el beneficio clave que proporciona

guía y dirección sobre cómo se gestionará el alcance a lo largo del proyecto. En la tabla 52, se detallan los procesos alcance del proyecto en la empresa PROMINE LTDA.

Tabla 52.
Plan de Gestión del Alcance

| PLAN DE GESTIÓN DE ALCANCE | |
|---|----------------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO | SIGLAS DEL PROYECTO |
| Diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador | DSMESF |
| PROCESO DE DEFINICIÓN DE ALCANCE | |
| Para poder planificar el Alcance del Proyecto, se va a regir del siguiente proceso: | |
| 1. Se inicia con la firma del Acta de Constitución por las dos partes involucradas | |
| 2. Se realiza una revisión de los parámetros establecidos en el Acta de constitución, esta será compartido a expertos en energía solar, ingenieros, expertos en la industria minera y gestores de proyecto para complementar su revisión. | |
| 3. Por medio de reuniones se recopila información de los factores ambientales de la empresa como la cultura, infraestructura y necesidad del proyecto fotovoltaico en la empresa minera. | |
| 4. Para finalizar se procede a revisar los procesos de la organización para garantizar que el proyecto esté dentro de los lineamientos de la empresa. | |
| 5. Aprobación formal del enunciado de alcance detallado por parte de los líderes de la empresa y otros stakeholders relevantes. | |
| 6. Establecido este procedimiento más adelante se define los requisitos del proyecto. | |
| PROCESO PARA ELABORACIÓN DE WBS | |
| Para poder crear el EDT del proyecto, se va a regir del siguiente proceso: | |
| 1. Revisar las directrices establecidas en el Plan de Gestión del Alcance | |
| 2. Revisar los parámetros establecidos en los documentos del proyecto, como su enunciado y requisitos. | |
| 3. Previamente identificado por medio de juicio de expertos los factores ambientales y analizado los procesos de la organización. | |
| 4. Se procede a realizar el planteamiento de la EDT por medio de la descomposición de paquetes de trabajo. | |
| 5. Compartir con Stakeholders, la estructura de desglose del trabajo, en desarrollo con los stakeholders clave para obtener sus comentarios y asegurarte de que se incluyan todos los elementos importantes. | |
| 6. Generamos la línea base del Alcance y actualizamos los documentos del proyecto. | |
| PROCESO PARA ELABORACIÓN DEL DICCIONARIO WBS | |
| Para la elaboración del Diccionario EDT del proyecto, se va a regir del siguiente proceso: | |
| 1. Aprobado la EDT, se inicia con la creación del diccionario EDT | |
| 2. Se define una plantilla por medio de la coordinación | |
| 3. Se procede a definir características, objetivos y descripciones breves de cada paquete de trabajo. | |
| 4. Se definen actividades para el cumplimiento de los paquetes de trabajo | |
| 5. Al finalizar se asignan responsabilidades, criterios de aceptación, supuestos y recursos asignados para cada paquete de trabajo, estableciendo tiempos de entrega. | |
| 6. Aprobado el diccionario del EDT lo informa a los interesados del proyecto, imprime, se anexa al Plan para la dirección del proyecto y archiva en el repositorio de documentos. | |
| PROCESO PARA VERIFICACIÓN DE ALCANCE | |
| Para validar el alcance del proyecto, se realizarán los siguientes procesos: | |
| 1. Con la aprobación del plan de gestión del Alcance, el Plan de Requisitos y la Línea Base se puede iniciar con la validación del alcance proyecto. | |
| 2. Realiza revisión de los documentos del proyecto para actualizar información. | |
| 3. Recopilar datos de desempeño del proyecto. | |
| 4. Para la aprobación de cambios en la línea base del alcance se utiliza la votación de los Stakeholders como | |

| |
|---|
| toma de decisiones. |
| 5. Luego los entregables aceptados y solicitudes de cambio aceptadas. |
| 6. Evaluar si es necesario realizar cambios en el alcance o en otros aspectos del proyecto. |
| 7. Si se realizan cambios deberán continuar con la actualización de documentos del proyecto. |
| 8. Una vez que todos los entregables han sido verificados y aprobados, cierra formalmente la etapa de verificación de alcance de la empresa. |
| PROCESO PARA CONTROL DE ALCANCE |
| En este proceso se seguirán los siguientes puntos: |
| 1. Se inicia con el alcance definido y aprobadas las líneas base de desempeño y alcance. Adicional del Plan de gestión de cambios, alcance, requisitos, configuración. |
| 2. Los documentos del proyecto actualizados. Donde se refleje todos los cambios aprobados. |
| 3. Recopilación de datos de desempeño, esta información se va a analizar por medio de análisis de datos, a medida que se vaya recopilando información se decidirá utilizar una técnica. |
| 4. Cada entregable será revisado y aprobado antes de ser considerado como completado y aceptado. |
| 4. Todo control debe ser regido dentro de los procesos/políticas de la organización. |
| 5. Finalizar el proyecto, asegúrate de que todos los entregables hayan sido controlados y verificados de acuerdo con el alcance definido y aprobado. |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.2.2 Enunciado del Alcance del Proyecto

El enunciado del alcance del proyecto es la descripción del alcance, los entregables principales, los supuestos y las restricciones del proyecto. El enunciado del alcance del proyecto documenta el alcance en su totalidad, incluyendo el alcance del proyecto y del producto. En él, se describen en detalle los entregables del proyecto. (PMI, 2017). En la tabla 53, se detalla el enunciado del alcance del proyecto.

Tabla 53.

Enunciado del alcance del proyecto

| Enunciado del Alcance del Proyecto | |
|--|----------------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO | SIGLAS DEL PROYECTO |
| Diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador | DSMESF |
| Descripción del Alcance del Proyecto: Descripción de los componentes que forman parte del alcance del proyecto | |
| <p>El Proyecto de "Diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador", busca reducir costos de energía eléctrica a largo plazo y disminuir su dependencia de fuentes de energía no renovable, así como también mejorar la imagen corporativa de Promine Cia.Ltda.</p> <p>El proyecto será ejecutado en un plazo de 155 días laborables con un presupuesto asignado de \$570.077,00 USD.</p> <p>Los entregables de este proyecto, son los siguientes:</p> <p>1.- Documento de especificación del proyecto: Este documento detalla los objetivos del proyecto, los requisitos del cliente.</p> <p>1.2.- Análisis de viabilidad técnica y económica: Un estudio detallado que evalúa la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica en las empresas del sector minero artesanal y pequeña minería en Ecuador.</p> | |

| | |
|---|---|
| <p>1.3.- Diseño del sistema solar fotovoltaico: Incluye planos detallados del diseño del sistema solar, incluyendo la disposición de los paneles solares, la ubicación de los inversores, el sistema de montaje, el cableado, etc.</p> <p>1.4.- Lista de materiales y presupuesto: Un listado completo de todos los materiales necesarios para la instalación del sistema solar fotovoltaico, junto con los costos asociados.</p> <p>1.5.- Estudio de impacto ambiental y social: Evaluación de los posibles impactos ambientales y sociales de la instalación y operación del sistema de energía solar fotovoltaica en el sector minero..</p> <p>1.6.- Plan de ejecución del proyecto: Detalle de las actividades necesarias para la implementación del proyecto, incluyendo la logística, la programación de trabajo, la gestión de recursos, etc.</p> <p>1.7.- Documentación técnica final: Documentación completa del sistema instalado, incluyendo planos actualizados, manuales de operación y mantenimiento, certificados de garantía de los equipos, etc.</p> | |
| Alcance Detallado | |
| Diseño eléctrico de un Sistema fotovoltaico con capacidad instalada de 95 KW ubicado en la Planta de Beneficio Promine. El diseño eléctrico incluye estudio de radiación solar, selección y cálculo de paneles, diseño y selección de componentes. | |
| Descripción del Alcance del Producto: Descripción detallada de los atributos del producto, servicio o resultado descrito en el Acta de Constitución y en la documentación de requisitos | |
| Producto, Servicio o Resultado | Características |
| Sistema fotovoltaico conectado a Red para abastecer de energía eléctrica al molino de bolas marca Helmek de 95 kW, de la planta de beneficio Promine Ltda. | <p>Eficiencia Energética: Alta eficiencia en la conversión de energía solar en electricidad utilizable para suministro de energía eléctrica al molino de bolas de la planta de beneficio.</p> <p>Integración: Integración fluida con la infraestructura eléctrica existente en las instalaciones de la Planta de beneficio Promine Cia. Ltda.</p> <p>Fiabilidad: Fiabilidad en el suministro continuo de energía de 8 horas al molino de bola.</p> <p>Seguridad y Cumplimiento Normativo: Cumplimiento con normativas de seguridad y estándares de calidad relevantes.</p> <p>Monitorización y Control: Capacidad para monitorear y controlar el rendimiento del sistema.</p> |
| Producto, Servicio o Resultado | Características |
| Infraestructura Materiales para la implementación del sistema fotovoltaico a implementarse en la planta de beneficio. | <p>Descripción de los elementos que componen el sistema fotovoltaico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paneles solares JAM60-S20-380-MR. - Inversor Solar Fronius Internacional Red Trifásico 50kW Fronius Tauro ECO D. - Bandeja Portacables 60x100 mm Acero Inoxidable ANSI 304 - Bandeja Portacables 60x200 mm Acero Inoxidable ANSI 304 - Accesorios de unión y fijación <p>Cables para Paneles Solares 1.8</p> <ul style="list-style-type: none"> - #14 AWG Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V - #12 AWG Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V - #10 AWG Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V - #2 AWG Cu -Flexible- Voltaje Máximo: 600 V - Cable de CU desnudo 1 AWG Temple Duro, Semiduro |
| Criterios de aceptación | |
| <p>- Los diseños deben cumplir con la normatividad eléctrica ecuatoriana, y procedimientos establecidos para el caso de los estudios de radiación solar.</p> <p>-Aprobación por parte de las entidades regulatorias.</p> <p>-Aprobaciones de interventoría.</p> <p>- Aprobaciones de Interesados.</p> | |
| Criterios de Exclusiones. | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento del presupuesto establecido para el diseño del proyecto. - El proyecto no incluirá la instalación o actualización de la infraestructura eléctrica interna de la planta de beneficio, como tableros eléctricos, cables, transformadores internos, etc. | |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.2.3. Recopilar Requisitos

De acuerdo con el Project Management Institute, PMBOK 6ta edición, pág. 138, (PMI, 2017). El proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona la base para definir el alcance del producto y el alcance del proyecto.

Utilizando la metodología SMART e INVEST, se recopilaron las necesidades, oportunidades, metas y objetivos específicos del proyecto de diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaicas, los mismos que abordan los aspectos clave del proyecto que son críticos para alcanzar las metas y objetivos del negocio, como la viabilidad económica, la confiabilidad operativa, la sostenibilidad ambiental y la mejora de la imagen corporativa, los cuales son presentados en el siguiente tabla 54.

Tabla 54.

Identificación de los Requisitos

| IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS | | | |
|--|--|--|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO | | | SIGLAS DEL PROYECTO |
| Diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador | | | DSMESF |
| ID Asociado | Descripción de los requisitos SMART | Necesidades, oportunidades, metas y objetivos del negocio | Diseño del producto |
| REQ01 | El diseño y la implementación del sistema deben mantenerse dentro de un presupuesto predefinido para asegurar la viabilidad económica. | Reducir costos de energía eléctrica a largo plazo y disminuir su dependencia de fuentes de energía no renovables | El sistema fotovoltaico debe ser dimensionado para abastecer de electricidad al molino de bolas por 8 horas. |
| REQ02 | Integración con la Red Eléctrica | Integrar el sistema fotovoltaico con la red eléctrica de la mina de manera eficiente y estable, permitiendo el flujo bidireccional de energía. | Incluir tecnología de inversores y sistemas de control que permitan la integración y sincronización con la red eléctrica de la mina. |
| REQ03 | Mantenimiento y Durabilidad | Garantizar la operación continua y confiable del sistema fotovoltaico. Oportunidad: Minimizar los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento. | Seleccionar componentes duraderos y resistentes a las condiciones ambientales de la mina |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| REQ04 | Mejora de la Imagen Corporativa | Destacar como líder en responsabilidad ambiental, lo que podría influir positivamente en la percepción de los stakeholders y los inversionistas. | El sistema debe ser visible y accesible para los visitantes y socios de la empresa para demostrar el compromiso con la sostenibilidad |
| REQ05 | El sistema debe cumplir con estándares de eficiencia y sostenibilidad, utilizando tecnologías y materiales que minimicen el impacto ambiental. | Mejorar la sostenibilidad de las operaciones mineras al reducir las emisiones de carbono y el impacto ambiental. | El diseño debe considerar la durabilidad, eficiencia y mantenimiento del sistema a lo largo de su vida útil para maximizar el retorno de inversión y minimizar los costos de operación |

Elaborado por: Autores.

Los requisitos 1, 2 y 4, presentados en la tabla 54, son claramente SMART ya que establecen objetivos específicos, medibles y alcanzables que están alineados con las metas y objetivos del negocio.

Los requisitos 3 y 5, también presentados en la tabla 54, son tanto SMART como INVEST, ya que además de ser específicos y medibles, también son independientes, valiosos y testables, se alinean con las metas y objetivos del negocio, pero tienen un enfoque más orientado a la viabilidad económica, durabilidad y sostenibilidad, lo que los hace más versátiles y negociables en función de las necesidades y restricciones del proyecto.

4.2.3.1 Matriz de Trazabilidad de Requisitos

La matriz de trazabilidad de requisitos es una cuadrícula que vincula los requisitos desde su origen hasta los entregables que los satisfacen. La implementación de una matriz de trazabilidad de requisitos ayuda a asegurar que cada requisito agrega valor al negocio, al vincularlo con los objetivos del negocio y del proyecto (PMI, 2017). La matriz de trazabilidad para este proyecto se observa en la siguiente tabla 55.

Tabla 55.
Matriz de Trazabilidad de Requisitos.

| Matriz de Trazabilidad de Requisitos | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|--|--|--|---|---|--|
| Nombre del Proyecto | | Diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador | | | | | |
| Centro de Costos | | Diseño de un sistema de micro generación de energía solar fotovoltaica para suministrar electricidad a empresas del sector de minería artesanal y pequeña minería en Ecuador | | | | | |
| Descripción del Proyecto | | | | | | | |
| ID | ID de Asociado | Descripción de los Requisitos | Necesidades, oportunidades, metas y objetivos del negocio | Objetivos del proyecto | Entregables de la EDT/WBS | Diseño de Criterios de aceptación del Producto | Medio de validación |
| 1 | REQ01 | El diseño y la implementación del sistema deben mantenerse dentro de un presupuesto predefinido para asegurar la viabilidad económica. | Reducir costos de energía eléctrica a largo plazo y disminuir su dependencia de fuentes de energía no renovables | Reducir los costos operativos generales de la mina al disminuir los gastos en energía a través de la generación solar | Diseño detallado del sistema fotovoltaico, que incluye ubicación de paneles solares, inversores, conexiones eléctricas y otros componentes | El sistema fotovoltaico debe ser dimensionado para abastecer de electricidad al molino de bolas por 10 horas. | Revisión técnica por parte de expertos en energía solar y electricidad para asegurarse de que el diseño cumpla con los estándares y requisitos. |
| 2 | REQ02 | Integración con la Red Eléctrica | Integrar el sistema fotovoltaico con la red eléctrica de la mina de manera eficiente y estable, permitiendo el flujo bidireccional de energía. | Integrar el sistema fotovoltaico con la red eléctrica de la mina de manera eficiente y estable, permitiendo el flujo bidireccional de energía | Sistema fotovoltaico conectado y sincronizado con la red eléctrica de la empresa minera | Incluir tecnología de inversores y sistemas de control que permitan la integración y sincronización con la red eléctrica de la mina. | Pruebas de conexión y sincronización realizadas por técnicos eléctricos para asegurarse de que el sistema funcione correctamente. |
| 3 | REQ03 | Mantenimiento y Durabilidad | Garantizar la operación continua y confiable del sistema fotovoltaico. Oportunidad: Minimizar los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento | Evitar interrupciones del servicio eléctrico por fallas en el sistema fotovoltaico | Informes periódicos que detallan el monitoreo y el mantenimiento del sistema fotovoltaico a lo largo del tiempo | Seleccionar componentes duraderos y resistentes a las condiciones ambientales de la mina | Revisión de los informes por parte del equipo de proyecto y profesionales de mantenimiento para asegurarse de que se sigan las recomendaciones. |
| 4 | REQ04 | Mejora de la Imagen Corporativa | Destacar como líder en responsabilidad ambiental, lo que podría influir positivamente en la percepción de los stakeholders y los inversionistas. | Incluir información sobre el proyecto fotovoltaico y sus resultados en los informes anuales de RSC de la empresa, destacando el compromiso con la sostenibilidad | Un informe que certifique que la instalación cumple con todas las regulaciones ambientales y que detalla los procedimientos para el manejo de residuos. | El sistema debe ser visible y accesible para los visitantes y socios de la empresa para demostrar el compromiso con la sostenibilidad | Recopilación y análisis de la cobertura mediática, incluyendo el alcance y tono de las publicaciones en prensa, radio, televisión y medios en línea. |
| 5 | REQ05 | El sistema debe cumplir con estándares de eficiencia y sostenibilidad, utilizando tecnologías y materiales que minimicen el impacto ambiental | Mejorar la sostenibilidad de las operaciones mineras al reducir las emisiones de carbono y el impacto ambiental | Mostrar la eficiencia de conversión de los paneles solares y los inversores, respaldado por datos de pruebas y mediciones. | Documentación que respalde la calidad de los componentes utilizados y las garantías ofrecidas por los fabricantes. | El diseño debe considerar la durabilidad, eficiencia y mantenimiento del sistema a lo | Protocolos de Prueba en operación del sistema fotovoltaico |

Elaborado por los Autores.

4.2.4. Diccionario de la estructura de desglose del trabajo

El proyecto seleccionado se le entregará a la empresa Promine Cia. Ltda. Con 6 entregables, los cuales han sido descompuestos, de acuerdo con la estructura de desglose de trabajo que se puede visualizar en el anexo 7.2.

4.2.4.1 Diccionario de la estructura de desglose del trabajo

El diccionario de la EDT/WBS es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS. El diccionario de la EDT/WBS es un documento de apoyo a la EDT/WBS. (PMI, 2017). En la Tabla 56, se presenta el formato del Diccionario de la EDT/WBS que se utilizará para el diccionario de la EDT de este Proyecto.

Tabla 56.

Formato del Diccionario de EDT

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Diccionario de la EDT | | Versión 1.0 |
| Nombre del Proyecto | | Fecha de última actualización |
| Código Paquete de Trabajo (Según WBS) | Denominación de la Tarea (Según WBS) | Responsable |
| Descripción del Entregable | Requisitos del Entregable | Consideraciones Contractuales |
| Criterios de Aceptación | | Aprobador |
| Costo Estimado | Duración Estimada | Fecha Límite |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.3. Plan de Gestión del Cronograma

La gestión de cronograma del Proyecto permite terminar el proyecto en los tiempos estimados, a través de una debida planificación, definición, secuencias, estimación de la duración de las actividades, su desarrollo y el control de la ejecución del proyecto.

La programación del proyecto proporciona un plan detallado que representa el modo y el momento en que el proyecto entregará los productos, servicios y resultados definidos en el alcance del proyecto y sirve como herramienta para la comunicación, la gestión de las expectativas de los interesados y como base para informar el desempeño. (PMI, 2017)

En la guía de PMBOOK se plantea 6 procesos fundamentales que se deberían poner en marcha en cualquier proyecto y son los siguientes:

- Planificación de la gestión del cronograma.
- Definición de las actividades para desarrollar el proyecto en el tiempo planificado.
- Secuenciación de las actividades.
- Estimar los tiempos de duración para cada actividad.
- Desarrollar el cronograma detallado (actividades, recursos asignados y costos).
- Control del Cronograma

En la tabla 57, se muestra la matriz de Gestión del Cronograma del Proyecto, que incluye criterios para la gestión del cronograma, herramientas, metodologías, procesos, métricas y documentos para desarrollo y control del cronograma.

Tabla 57.

Plan de Gestión del cronograma.

| GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO | |
|---|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA |
| DIRECTOR DE PROYECTO: | SC-VH |
| SIGLAS DEL PROYECTO: | DSMESF |
| Metodología del cronograma | |
| Planificación | Método de Ruta Crítica |
| Control | Gestión del valor ganado |
| Técnicas de estimación | Estimación Análoga (datos históricos de actividades o proyecto similar) |
| | Estimación paramétrica para calcular las horas y coste del personal. |
| Criterios para la gestión del Cronograma | |
| Se seleccionará los indicadores más relevantes que serán presentados en informes quincenales en la que indicara el desempeño del proyecto. Este proceso los realizará el director del Proyecto y será entregado al Patrocinador. | |
| Para el desempeño del cronograma se evaluará a través de la medición del porcentaje completado con base en la línea base del cronograma versus el avance al corte de cada una de las actividades del proyecto. Se usará la desviación estándar del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI). | |

| Herramientas del cronograma | |
|---|--|
| Reuniones con los miembros del equipo del proyecto cada 15 días para validación de avances. | |
| Software de gestión de proyectos (MS Project) | |
| Técnica de descomposición (EDT) | |
| Estimaciones análogas y paramétricas | |
| Proceso de definición de actividades | |
| 1. Identificación | El director del proyecto y equipo de trabajo realizarán la EDT en la que se incluirá el detalle de las actividades identificadas. |
| 2. Revisión | Revisión y aprobación de la EDT por el patrocinador. |
| 3. Definir | Se definen las herramientas tecnológicas (MS Project) a usar para ingresar las actividades de la EDT. |
| 4. Dependencias | Se determina las dependencias (sucesoras y predecesoras) y secuencias (pueden incluir adelantos o retrasos). Las dependencias entre actividades se ingresan al MS Project. |
| 5. Definición de Fechas | Se establecen las fechas de inicio y fin para cada actividad |
| 6. Elaboración del cronograma | Para controlar el cronograma se ingresará en el Microsoft Project todas las actividades identificadas con sus dependencias, fechas de inicio y fin. |
| Proceso de asignación de recursos para las actividades del proyecto | |
| 1. Asignar recursos | Se asignan recursos a cada actividad del proyecto, clasificando si se trata de recurso humano, materiales, costo., además de validar si existe sobre carga de actividades en algún recurso para realizar las debidas correcciones. |
| 2. Definir Disponibilidad | Se establecerá tiempos para cada recurso asignado en porcentajes. |
| Proceso para el desarrollo, monitoreo y control del cronograma del proyecto | |
| 1. Línea Base | La Línea Base del Cronograma se elabora a través del Microsoft Project registrando las actividades, recursos y duración, nos ayudará a medir el desempeño y variación de costos. El director del proyecto lo debe presentar al patrocinador para su aprobación. |
| 2. Control | Para el control del proyecto se realizará seguimiento de las fechas de inicio y fin de cada actividad en la que se podrá medir el desempeño y validar variaciones de costo y tiempo. |
| 3. Cambios | De requerir cambios en el cronograma se deberá seguir el procedimiento de solicitudes de cambio con la debida justificación. |
| 4. Finalización | Se finalizará el control y seguimiento cuando se haya entregado el producto final. El Director del Proyecto presentará los informes de revisión y aprobación al Patrocinador, concluido el cronograma. |
| Proceso para el control del cambio en el cronograma del proyecto | |
| 1. Solicitud | Para realizar cambios en el cronograma, deberá realizar una solicitud de cambios indicando el motivo por el cual se solicita el cambio con datos de responsables y el impacto en costo y tiempo que tendrá en el cronograma, esta debe ser remitida al Director del Proyecto para su registro. |
| 2. Revisión | El Director del Proyecto emite un informe con los análisis de los cambios y su impacto en la línea base del proyecto. |
| 3. Aprobación | El Patrocinador del proyecto procede a revisar el informe de la solicitud de cambio para aprobar. En caso de observar se reunirán para resolver y/o archivar y/o aprobar. |
| 4. Aplicación y cierre | Con la aprobación de la solicitud de cambio se procederá a actualizar la documentación del cronograma e informar a los interesados y miembros del equipo del proyecto. Se procede al cierre de la solicitud |

| Métricas para la gestión del cronograma | | |
|--|-----------------------------------|--|
| Exactitud en tiempo | Unidades de medida del tiempo | Desviación |
| 90% | días/horas, laborables/honorarios | +/- 10% |
| Documentos para desarrollo y control del cronograma | | |
| Documentos | | Frecuencia |
| Listado detallado de actividades | | Al inicio de la planificación del cronograma |
| Secuencia de actividades | | Al inicio de la planificación del cronograma |
| Estimación de recursos para cada actividad | | Al inicio de la planificación del cronograma |
| Estimación de la duración de cada actividad | | Al inicio de la planificación del cronograma |
| Reportes | | Frecuencia |
| Informe de desempeño del proyecto | | Mensual |
| Informe de avances de actividades del proyecto | | Semanal |
| Solicitudes de cambio | | Bajo requerimiento y aprobación |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.3.1. Desarrollo del Cronograma

Los parámetros del calendario usados en la planificación del Software de Microsoft Project son los siguientes:

Año estimado de ejecución del proyecto: 2023 - 2024

Fecha de inicio del proyecto: 25-septiembre -2023.

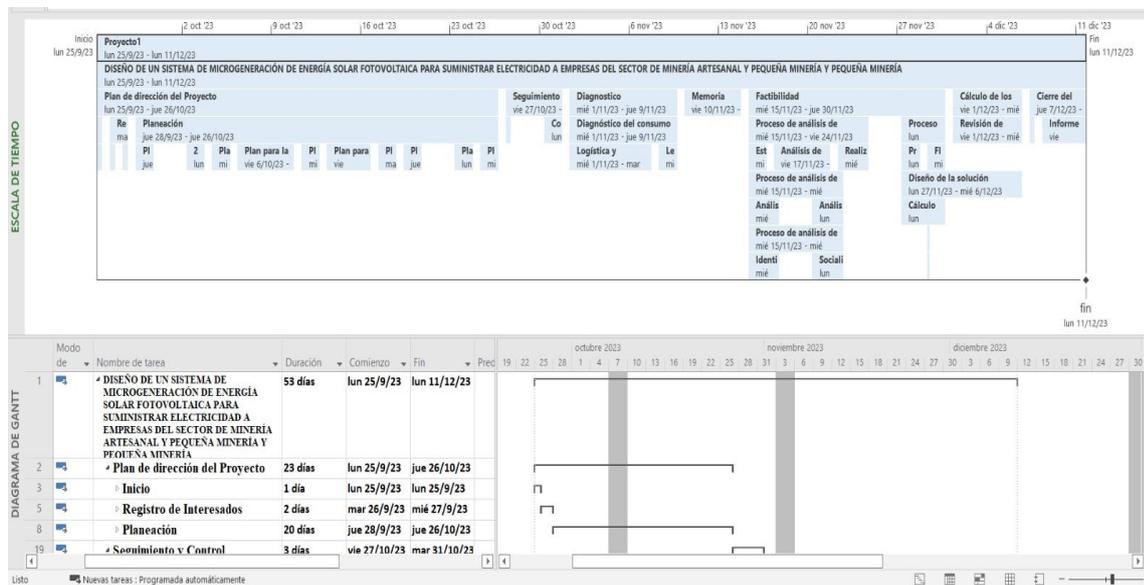
Horario Laborable: lunes a viernes (8 Horas diarias)

4.3.2. Línea Base del Cronograma

La línea base del cronograma sirve para evaluar el impacto de las desviaciones del cronograma del proyecto. Consiste en la versión aprobada de un modelo de programación que sólo puede cambiarse mediante procedimientos formales de control de cambios y que se utiliza como base de comparación con los resultados reales (PMI, 2017), pág. 217. En la Figura 33, se representa la escala del tiempo del Proyecto.

Figura 33.

Línea Base del Cronograma



Fuente: Elaborado por los autores.

4.3.3 Hitos del Proyecto

En la tabla 58, se muestra los Hitos del Proyecto.

Tabla 58.

Hitos del Proyecto.

| HITOS DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO | | | |
|---|------------------------|--|------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | |
| DIRECTOR DE PROYECTO: | | SC | |
| SIGLAS DEL PROYECTO: | | DSMESF | |
| FECHA: | | | |
| Actividad | Duración (días) | Comienzo | Fin |
| Inicio del proyecto | 3 | 25/9/2023 | 27/9/2023 |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | 5 | 1/11/2023 | 9/11/2023 |
| Proceso de análisis de factibilidad técnico | 8 | 15/11/2023 | 24/11/2023 |
| Proceso de análisis de factibilidad ambiental | 6 | 15/11/2023 | 22/11/2023 |
| Proceso de análisis de factibilidad social | 6 | 15/11/2023 | 22/11/2023 |
| Proceso de análisis de factibilidad económico | 4 | 27/11/2023 | 30/11/2023 |
| Diseño de Solución | 110 | 27/11/2023 | 2/5/2024 |
| Construcción del diseño | 102 | 7/12/2023 | 2/5/2024 |
| Cierre y Fin del proyecto | 3 | 3/5/2024 | 7/05/204 |

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Cronograma del Proyecto

De acuerdo con el (PMI, 2017) en la pág. 217; se define como cronograma del proyecto la salida de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. En la tabla 59, se muestra el cronograma del Proyecto.

Tabla 59.
Cronograma del Proyecto.

| Actividad | | Duración | Comienzo | Fin |
|-----------|---|----------|------------|------------|
| 1 | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | 155 días | 25/9/2023 | 7/5/2024 |
| 1,1 | Plan de dirección del Proyecto | 23 días | 25/9/2023 | 26/10/2023 |
| 1,1,1 | Inicio | 3 días | 25/9/2023 | 27/9/2023 |
| 1,1,1,1 | Acta de Constitución | 1 día | 25/9/2023 | 25/9/2023 |
| 1,1,1,2 | Registro de Interesados | 2 días | 26/9/2023 | 27/9/2023 |
| 1,1,1,2,1 | Validación de Interesados | 1 día | 26/9/2023 | 26/9/2023 |
| 1,1,1,2,2 | Verificación de interesados | 1 día | 27/9/2023 | 27/9/2023 |
| 1,1,2 | Planeación | 20 días | 28/9/2023 | 26/10/2023 |
| 1,1,2,1 | Plan de Gestión del Alcance | 2 días | 28/9/2023 | 29/9/2023 |
| 1,1,2,2 | Plan para la Gestión de Requisitos | 2 días | 2/10/2023 | 3/10/2023 |
| 1,1,2,3 | Plan para la Gestión de cronograma | 2 días | 4/10/2023 | 5/10/2023 |
| 1,1,2,4 | Plan para la Gestión de presupuesto | 2 días | 6/10/2023 | 10/10/2023 |
| 1,1,2,5 | Plan para la gestión de los recursos | 2 días | 11/10/2023 | 12/10/2023 |
| 1,1,2,6 | Plan para la gestión de la calidad | 2 días | 13/10/2023 | 16/10/2023 |
| 1,1,2,7 | Plan para la gestión de comunicación | 2 días | 17/10/2023 | 18/10/2023 |
| 1,1,2,8 | Plan para la Gestión de Riesgos | 2 días | 19/10/2023 | 20/10/2023 |
| 1,1,2,9 | Plan para la gestión de adquisición | 2 días | 23/10/2023 | 24/10/2023 |
| 1,1,2,10 | Plan de involucramiento de los interesados | 2 días | 25/10/2023 | 26/10/2023 |
| 1,1,3 | Seguimiento y Control | 3 días | 27/10/2023 | 31/10/2023 |
| 1,1,3,1 | Acta de Seguimiento | 1 día | 27/10/2023 | 27/10/2023 |
| 1,1,3,2 | Control de Seguimiento | 2 días | 30/10/2023 | 31/10/2023 |
| 1,2 | Diagnostico | 5 días | 1/11/2023 | 9/11/2023 |
| 1,2,1 | Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | 5 días | 1/11/2023 | 9/11/2023 |
| 1,2,2,1 | Logística y Transporte desplazamiento al punto | 3 días | 1/11/2023 | 7/11/2023 |

| | | | | |
|--------------|---|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1,2,2,2 | Levantamiento de información capacidades y consumo de energía eléctrica | 2 días | 8/11/2023 | 9/11/2023 |
| 1,2,2 | Memoria descriptiva del proyecto | 3 días | 10/11/2023 | 14/11/2023 |
| 1,3 | Factibilidad | 12 días | 15/11/2023 | 30/11/2023 |
| 1,3,1 | Proceso de análisis de factibilidad técnico | 8 días | 15/11/2023 | 24/11/2023 |
| 1,3,1,1 | Estudio de irradiación solar del sitio | 2 días | 15/11/2023 | 16/11/2023 |
| 1,3,1,2 | Análisis de Informe de medidas | 3 días | 17/11/2023 | 21/11/2023 |
| 1,3,1,3 | Realización y presentación de informe de irradiación disponible | 3 días | 22/11/2023 | 24/11/2023 |
| 1,3,3 | Proceso de análisis de factibilidad ambiental | 6 días | 15/11/2023 | 22/11/2023 |
| 1,3,3,1 | Análisis del impacto de proyecto sobre el medio ambiente | 3 días | 15/11/2023 | 17/11/2023 |
| 1,3,3,2 | Análisis del efecto del entorno sobre el medio ambiente | 3 días | 20/11/2023 | 22/11/2023 |
| 1,3,4 | Proceso de análisis de factibilidad social | 6 días | 15/11/2023 | 22/11/2023 |
| 1,3,4,1 | Identificación de factores sociales | 3 días | 15/11/2023 | 17/11/2023 |
| 1,3,4,2 | Socialización de los impactos del proyecto con la comunidad | 3 días | 20/11/2023 | 22/11/2023 |
| 1.3.2 | Proceso de análisis de factibilidad económico | 4 días | 27/11/2023 | 30/11/2023 |
| 1,3,2,1 | Análisis de Presupuesto | 2 días | 27/11/2023 | 28/11/2023 |
| 1,3,2,2 | Análisis de Flujo de caja | 2 días | 29/11/2023 | 30/11/2023 |
| 1,3,2,3 | Análisis de Sensibilidad (VAN, TIR y PAYBACK) | 0 días | 30/11/2023 | 30/11/2023 |
| 1,3,2,4 | Diseño de la solución | 110 días | 27/11/2023 | 2/5/2024 |
| 1,4 | Cálculo de cantidad de paneles | 8 días | 27/11/2023 | 6/12/2023 |
| 1,4,1 | Cálculo de los elementos del sistema fotovoltaico | 4 días | 27/11/2023 | 30/11/2023 |
| 1,4,2 | Revisión de factores aplicables | 4 días | 1/12/2023 | 6/12/2023 |
| 1,4,2,1 | Construcción e implementación del diseño | 102 días | 7/12/2023 | 2/5/2024 |
| 1,5 | Selección de proveedor | 6 días | 7/12/2023 | 14/12/2023 |
| 1,5,1 | Firma de Contrato | 6 días | 15/12/2023 | 22/12/2023 |
| 1,5,2 | Construcción del diseño | 90 días | 26/12/2023 | 2/5/2024 |
| 1,5,3 | Cierre del Proyecto | 3 días | 3/5/2024 | 7/05/204 |
| 1,6 | Cierre de Acta | 1 día | 3/05/204 | 7/05/204 |
| 1,6,1 | Informe Final | 2 días | 6/05/204 | 7/05/204 |

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Predecesoras

En la tabla 60, se muestra las predecesoras de las tareas del Proyecto.

Tabla 60.
Predecesoras

| Actividad | | Duración | Predecesor | Comienzo | Fin | Nombre de los recursos |
|-----------|--|----------|------------|------------|------------|------------------------|
| 1 | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | 155 días | | 25/9/2023 | 7/5/2024 | |
| 1,1 | Plan de dirección del Proyecto | 23 días | | 25/9/2023 | 26/10/2023 | |
| 1,1,1 | Inicio | 3 días | | 25/9/2023 | 27/9/2023 | |
| 1,1,1,1 | Acta de Constitución | 1 día | | 25/9/2023 | 25/9/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,1,2 | Registro de Interesados | 2 días | | 26/9/2023 | 27/9/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,1,2,1 | Validación de Interesados | 1 día | | 26/9/2023 | 26/9/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,1,2,2 | Verificación de interesados | 1 día | | 27/9/2023 | 27/9/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2 | Planeación | 20 días | | 28/9/2023 | 26/10/2023 | |
| 1,1,2,1 | Plan de Gestión del Alcance | 2 días | | 28/9/2023 | 29/9/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,2 | Plan para la Gestión de Requisitos | 2 días | | 2/10/2023 | 3/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,3 | Plan para la Gestión de cronograma | 2 días | | 4/10/2023 | 5/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,4 | Plan para la Gestión de presupuesto | 2 días | | 6/10/2023 | 10/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,5 | Plan para la gestión de los recursos | 2 días | | 11/10/2023 | 12/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,6 | Plan para la gestión de la calidad | 2 días | | 13/10/2023 | 16/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,7 | Plan para la gestión de comunicación | 2 días | | 17/10/2023 | 18/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,8 | Plan para la Gestión de Riesgos | 2 días | | 19/10/2023 | 20/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,9 | Plan para la gestión de adquisición | 2 días | | 23/10/2023 | 24/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,2,10 | Plan de involucramiento de los interesados | 2 días | | 25/10/2023 | 26/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,3 | Seguimiento y Control | 3 días | | 27/10/2023 | 31/10/2023 | |

| | | | | | | |
|---------|---|--------|---------|------------|------------|---------------------------|
| 1,1,3,1 | Acta de Seguimiento | 1 día | 1,1,2 | 27/10/2023 | 27/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,1,3,2 | Control de Seguimiento | 2 días | 1,1,3,1 | 30/10/2023 | 31/10/2023 | Director de Proyecto |
| 1,2 | Diagnostico | 5 días | | 1/11/2023 | 9/11/2023 | |
| 1,2,1 | Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | 5 días | | 1/11/2023 | 9/11/2023 | Gerente de Operaciones |
| 1,2,2,1 | Logística y Transporte desplazamiento al punto | 3 días | 1,1,3,2 | 1/11/2023 | 7/11/2023 | Supervisor de Operaciones |
| 1,2,2,2 | Levantamiento de información capacidades y consumo de energía eléctrica | 2 día | 1,2,2,1 | 8/11/2023 | 9/11/2023 | Jefe de Planta |
| 1,2,2 | Memoria descriptiva del proyecto | 3 días | 1,2,1 | 10/11/2023 | 14/11/2023 | |
| 1,3 | Factibilidad | 12días | | 15/11/2023 | 30/11/2023 | |
| 1,3,1 | Proceso de análisis de factibilidad técnico | 8 días | | 15/11/2023 | 24/11/2023 | Supervisor Eléctrico |
| 1,3,1,1 | Estudio de irradiación solar del sitio | 2 días | 1,2,2 | 15/11/2023 | 16/11/2023 | |
| 1,3,1,2 | Análisis de Informe de medidas | 3 días | 1,3,1,1 | 17/11/2023 | 21/11/2023 | |
| 1,3,1,3 | Realización y presentación de informe de irradiación disponible | 3 días | 1,3,1,2 | 22/11/2023 | 24/11/2023 | |
| 1,3,3 | Proceso de análisis de factibilidad ambiental | 6 días | | 15/11/2023 | 22/11/2023 | Técnico Ambiental |
| 1,3,3,1 | Análisis del impacto de proyecto sobre el medio ambiente | 3 días | 1,2,2 | 15/11/2023 | 17/11/2023 | |
| 1,3,3,2 | Análisis del efecto del entorno sobre el medio ambiente | 3 días | 1,3,3,1 | 20/11/2023 | 22/11/2023 | |
| 1,3,4 | Proceso de análisis de factibilidad social | 6 días | | 15/11/2023 | 22/11/2023 | Sociólogo |
| 1,3,4,1 | Identificación de factores sociales | 3 días | 1,2,2 | 15/11/2023 | 17/11/2023 | |
| 1,3,4,2 | Socialización de los impactos del proyecto con la comunidad | 3 días | 1,3,4,1 | 20/11/2023 | 22/11/2023 | |
| 1,3,2 | Proceso de análisis de | 4días | | 27/11/2023 | 30/11/2023 | Director Financiero |

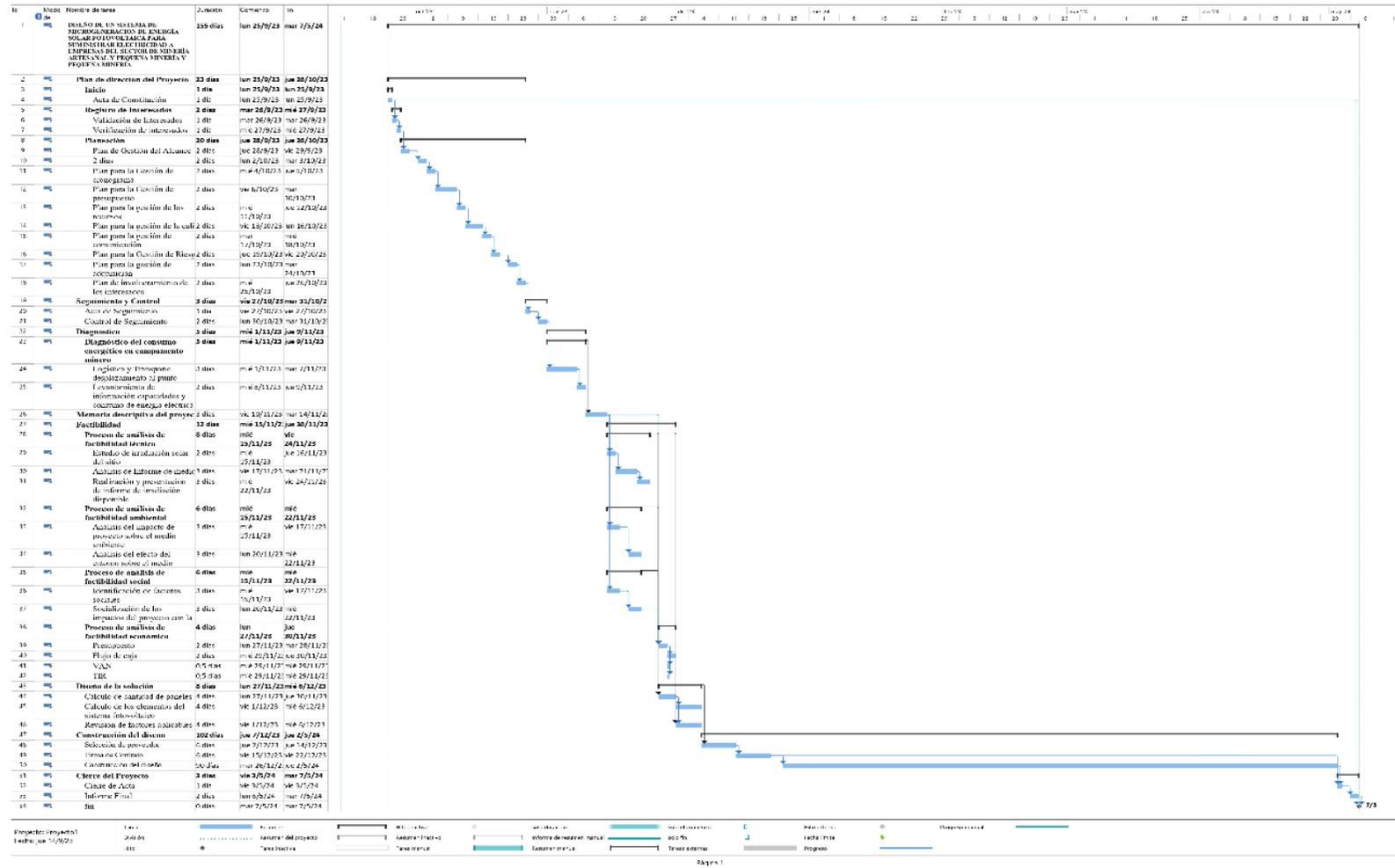
| | | | | | | |
|---------|---|----------|---|------------|------------|----------------------|
| | factibilidad económico | | | | | |
| 1,3,2,1 | Análisis de Presupuesto | 2 días | 1,2,2; 1,3,1;1,3,3;1, 3,4;1,3,4,2 | 27/11/2023 | 28/11/2023 | |
| 1,3,2,2 | Análisis de Flujo de caja | 2 días | 1,3,2,1 | 29/11/2023 | 30/11/2023 | |
| 1,3,2,3 | Análisis de Sensibilidad (VAN, TIR y PAYBACK) | 0días | 1,3,2,1 | 30/11/2023 | 30/11/2023 | |
| 1,4 | Diseño de la solución | 110 días | | 27/11/2023 | 2/5/2024 | Supervisor Eléctrico |
| 1,4,1 | Cálculo de cantidad de paneles | 8 días | 1,3,1 | 27/11/2023 | 6/12/2023 | |
| 1,4,2 | Cálculo de los elementos del sistema fotovoltaico | 4días | 1,4,1 | 27/11/2023 | 30/11/2023 | |
| 1,4,2,1 | Revisión de factores aplicables | 4días | 1,3,1;1,4,1 | 1/12/2023 | 6/12/2023 | |
| 1,5 | Construcción e implementación del diseño | 102 días | | 7/12/2023 | 2/5/2024 | |
| 1,5,1 | Selección de proveedor | 6 días | 1,4,2,1 | 7/12/2023 | 14/12/2023 | |
| 1,5,2 | Firma de Contrato | 6 días | 1,5,1 | 15/12/2023 | 22/12/2023 | |
| 1,5,3 | Construcción del diseño | 90 días | 1,5,2 | 26/12/2023 | 2/5/2024 | |
| 1,5 | Cierre del Proyecto | 3 días | | 3/5/2024 | 7/05/204 | |
| 1,5,1 | Cierre de Acta | 1 día | 1,5,2;1,5,3 | 3/05/204 | 7/05/204 | |
| 1,5,2 | Informe Final | 2 días | 1,5,1 | 6/05/204 | 7/05/204 | Director de Proyecto |

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Diagrama de Gantt del Proyecto

Los gráficos de barras o diagramas de Gantt visualizan los datos del cronograma, donde las tareas se listan en el eje vertical, las fechas se representan en el eje horizontal, y las duraciones de las tareas se exhiben como barras horizontales dispuestas según sus fechas de inicio y conclusión. En la Figura 34, se muestra el Diagrama de Gantt del Proyecto.

Figura 34.
Diagrama de Gantt del Proyecto – Ruta Crítica



contempladas. En la tabla 61, se muestra la matriz de Gestión de costos del Proyecto en la que se incluye las metodologías, procesos y políticas.

Tabla 61.
Plan de Gestión de Costos

| GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO | | |
|--|--|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA . | |
| DIRECTOR DE PROYECTO: | SC | |
| SIGLAS DEL PROYECTO: | DSMESF | |
| Políticas para el presupuesto del proyecto | | |
| Variación del +/- 5% en el presupuesto del proyecto | | |
| El proyecto no debe exceder el 10% de su valor asignado, en caso de existir una variación mayor esta deberá ser justificado. | | |
| Se usará el método del valor ganado para realizar el control del presupuesto del proyecto. | | |
| Clasificación de recursos | Unidad de medida | |
| Recurso Humano | \$/mes | |
| Recurso de materiales | \$/unidad | |
| Índices de desempeño - Valor Ganado | | |
| Índice | Formula | Frecuencia |
| Variación del cronograma (SV) | EV - PV | Revisión mensual por parte del Director del Proyecto |
| Índice de desempeño del cronograma (SPI) | EV/ PV | |
| Variación del costo (CV) | EV -AC | |
| Índice de desempeño del costo (CPI) | EV/AC | |
| Estimación de la conclusión (EAC) | AC + (BAC – EV) /CPI | |
| Procesos de gestión de costos | | |
| 1. Estimación de Costos | La estimación de costos se la realiza en base al salario del recurso humano de planta de la empresa y nuevas contrataciones y al equipamiento y duración (tiempos) en trabajos previos en el proyecto además de incluir el costo de adquisiciones que se deban realizar en el proyecto. Responsable de esta actividad es el Director del Proyecto. | |
| 2. Determinación del presupuesto | Con la estimación de los recursos se elaborará el presupuesto del proyecto. | |
| 3. Control de Costos y tiempo | El control de costos se lo realizará mediante los informes de estado y avances de actividades semanales | |

| Proceso de control de cambios | |
|--------------------------------|---|
| 1. Solicitud | Las solicitudes de cambios deben ser realizadas al Director del Proyecto y deben contar con la debida sustentación del cambio solicitado. |
| 2. Evaluación | Las solicitudes de cambio serán aprobadas por el patrocinador del proyecto. Si la solicitud genera impacto en el costo del proyecto, el patrocinador será que envíe a departamento financiero para ejecución. |
| 3. Aplicación | Una vez aprobado el cambio se procederá a la aplicación que estará a cargo de la persona que solicitó el cambio. |
| 4. Actualización de documentos | Se actualizan los documentos del proyecto y se lleva un registro de los cambios solicitados. |
| 5. Cierre | Cierre de la solicitud de cambio a cargo del director del Proyecto. |

Fuente: Elaborado por: autores

4.4.2. Estimación de costos

De acuerdo con (PMI, 2017), pág. 241; las estimaciones de costos incluyen la identificación y consideración de diversas alternativas de cálculo de costos para iniciar y completar el proyecto. En la tabla 62, se muestra la estimación de costo por actividad.

Tabla 62.

Estimación de costo

| Actividad | | Duración | Comienzo | Fin | Nombre de los recursos | Costo |
|-----------|---|----------|-----------|------------|------------------------|------------------|
| 1 | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | 155 días | 25/9/2023 | 7/5/2024 | | \$570.077 |
| 1,1 | Plan de dirección del Proyecto | 23 días | 25/9/2023 | 26/10/2023 | | \$4.050 |
| 1,1,1 | Inicio | 3 días | 25/9/2023 | 27/9/2023 | | \$550 |
| 1,1,1,1 | Acta de Constitución | 1 día | 25/9/2023 | 25/9/2023 | Director de Proyecto | \$150 |
| 1,1,1,2 | Registro de Interesados | 2 días | 26/9/2023 | 27/9/2023 | Director de Proyecto | \$200 |
| 1,1,1,2,1 | Validación de Interesados | 1 día | 26/9/2023 | 26/9/2023 | Director de Proyecto | \$100 |
| 1,1,1,2,2 | Verificación de interesados | 1 día | 27/9/2023 | 27/9/2023 | Director de Proyecto | \$100 |
| 1,1,2 | Planeación | 20 días | 28/9/2023 | 26/10/2023 | | \$3.000 |

| | | | | | | |
|--------------|---|----------------|------------|------------|-------------------------|----------------|
| 1,1,2,1 | Plan de Gestión del Alcance | 2 días | 28/9/2023 | 29/9/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,2 | Plan para la Gestión de Requisitos | 2 días | 2/10/2023 | 3/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,3 | Plan para la Gestión de cronograma | 2 días | 4/10/2023 | 5/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,4 | Plan para la Gestión de presupuesto | 2 días | 6/10/2023 | 10/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,5 | Plan para la gestión de los recursos | 2 días | 11/10/2023 | 12/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,6 | Plan para la gestión de la calidad | 2 días | 13/10/2023 | 16/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,7 | Plan para la gestión de comunicación | 2 días | 17/10/2023 | 18/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,8 | Plan para la Gestión de Riesgos | 2 días | 19/10/2023 | 20/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,9 | Plan para la gestión de adquisición | 2 días | 23/10/2023 | 24/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,2,10 | Plan de involucramiento de los interesados | 2 días | 25/10/2023 | 26/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,1,3 | Seguimiento y Control | 3 días | 27/10/2023 | 31/10/2023 | | \$500 |
| 1,1,3,1 | Acta de Seguimiento | 1 día | 27/10/2023 | 27/10/2023 | Director de Proyecto | \$200 |
| 1,1,3,2 | Control de Seguimiento | 2 días | 30/10/2023 | 31/10/2023 | Director de Proyecto | \$300 |
| 1,2 | Diagnostico | 5 días | 1/11/2023 | 9/11/2023 | | \$3.260 |
| 1,2,1 | Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | 5 días | 1/11/2023 | 9/11/2023 | Gerente de Operación | \$2.260 |
| 1,2,2,1 | Logística y Transporte desplazamiento al punto | 3 días | 1/11/2023 | 7/11/2023 | Supervisor de Operación | \$1.260 |
| 1,2,2,2 | Levantamiento de información capacidades y consumo de energía eléctrica | 2 día | 8/11/2023 | 9/11/2023 | Jefe de Planta | \$1.000 |
| 1,2,2 | Memoria descriptiva del proyecto | 3 días | 10/11/2023 | 14/11/2023 | | \$1.000 |
| 1,3 | Factibilidad | 12 días | 15/11/2023 | 30/11/2023 | | \$3.700 |
| 1,3,1 | Proceso de análisis de factibilidad técnico | 8 días | 15/11/2023 | 24/11/2023 | Supervisor Eléctrico | \$1.450 |
| 1,3,1,1 | Estudio de irradiación solar del sitio | 2 días | 15/11/2023 | 16/11/2023 | | \$850 |
| 1,3,1,2 | Análisis de Informe de medidas | 3 días | 17/11/2023 | 21/11/2023 | | \$300 |
| 1,3,1,3 | Realización y presentación de informe de irradiación disponible | 3 días | 22/11/2023 | 24/11/2023 | | \$300 |
| 1,3,3 | Proceso de análisis de factibilidad ambiental | 6 días | 15/11/2023 | 22/11/2023 | Técnico Ambiental | \$700 |
| 1,3,3,1 | Análisis del impacto de proyecto sobre el medio ambiente | 3 días | 15/11/2023 | 17/11/2023 | | \$300 |
| 1,3,3,2 | Análisis del efecto del entorno sobre el medio ambiente | 3 días | 20/11/2023 | 22/11/2023 | | \$400 |
| 1,3,4 | Proceso de análisis de factibilidad social | 6 días | 15/11/2023 | 22/11/2023 | Sociólogo | \$550 |
| 1,3,4,1 | Identificación de factores sociales | 3 días | 15/11/2023 | 17/11/2023 | | \$200 |

| | | | | | | |
|--------------|---|-----------------|------------|------------|----------------------|------------------|
| 1,3,4,2 | Socialización de los impactos del proyecto con la comunidad | 3 días | 20/11/2023 | 22/11/2023 | | \$350 |
| 1.3.2 | Proceso de análisis de factibilidad económico | 4días | 27/11/2023 | 30/11/2023 | Director Financiero | \$1.000 |
| 1,3,2,1 | Análisis de Presupuesto | 2 días | 27/11/2023 | 28/11/2023 | | \$650 |
| 1,3,2,2 | Análisis de Flujo de caja | 2 días | 29/11/2023 | 30/11/2023 | | \$150 |
| 1,3,2,3 | Análisis de Sensibilidad (VAN, TIR y PAYBACK) | 0días | 30/11/2023 | 30/11/2023 | | \$200 |
| 1,4 | Diseño de la solución | 8 días | 27/11/2023 | 2/5/2024 | Supervisor Eléctrico | \$2.900 |
| 1,4,1 | Cálculo de cantidad de paneles | 4días | 27/11/2023 | 6/12/2023 | | \$1.200 |
| 1,4,2 | Cálculo de los elementos del sistema fotovoltaico | 4días | 27/11/2023 | 30/11/2023 | | \$1.200 |
| 1,4,2,1 | Revisión de factores aplicables | 4 días | 1/12/2023 | 6/12/2023 | | \$500 |
| 1,5 | Construcción e implementación del diseño | 102 días | 7/12/2023 | 2/5/2024 | Jefe de Operación | \$555.417 |
| 1,5,1 | Selección de proveedor | 6 días | 7/12/2023 | 14/12/2023 | | \$0 |
| 1,5,2 | Firma de Contrato | 6 días | 15/12/2023 | 22/12/2023 | | \$0 |
| 1,5,3 | Construcción del diseño | 90 días | 26/12/2023 | 2/5/2024 | | \$555.417 |
| 1,6 | Cierre del Proyecto | 3 días | 3/5/2024 | 7/05/204 | | \$750 |
| 1,5,1 | Cierre de Acta | 1 día | 3/05/204 | 7/05/204 | | \$250 |
| 1,5,2 | Informe Final | 2 días | 6/05/204 | 7/05/204 | Director de Proyecto | \$500 |

Elaborado por: Autores

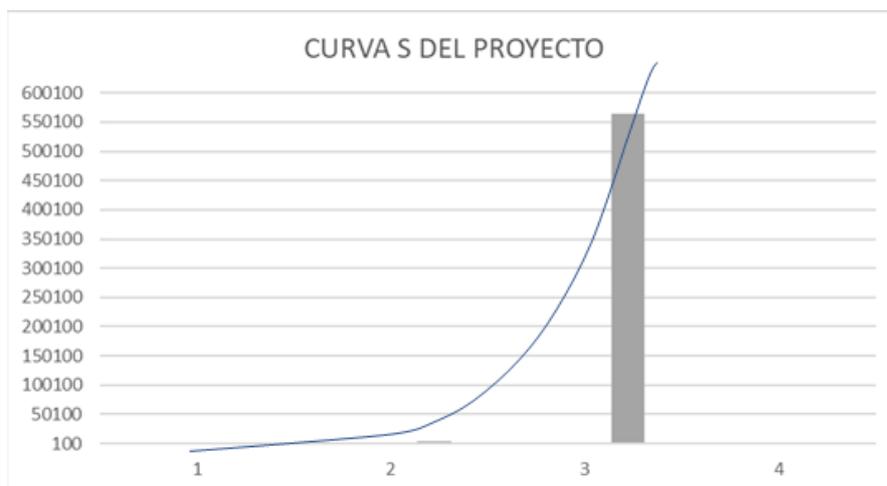
Tabla 63.

Costo por tarea

| | Actividad | Duración | Comienzo | Fin | Costo |
|------------|---|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | 155 días | 25/9/2023 | 7/5/2024 | \$ 570.076,87 |
| 1,1 | Plan de dirección del Proyecto | 23 días | 25/9/2023 | 26/10/2023 | \$ 4.050,00 |
| 1,2 | Diagnostico | 5 días | 1/11/2023 | 9/11/2023 | \$3.260 |
| 1,3 | Factibilidad | 12 días | 15/11/2023 | 30/11/2023 | \$3.700 |
| 1,4 | Diseño de la solución | 8 días | 27/11/2023 | 2/5/2024 | \$2.900 |
| 1,5 | Construcción e Implementación del diseño | 102 días | 7/12/2023 | 2/5/2024 | \$555.417 |
| 1,6 | Cierre del Proyecto | 3 días | 3/5/2024 | 7/05/204 | \$750 |

Elaborado por: Autores

En la fig. 36, se registra la curva S, del proyecto.

Figura 36.*Curva S del Proyecto**Elaborado por Autores.***4.4.3. Línea Base de costos y Reserva de Gestión**

La línea base de costos definirá el costo de partida del proyecto basado en el análisis del alcance y del cronograma, detallando cada etapa del proyecto, sin incluir cualquier reserva de gestión. Para determinar la línea base de costos, se ha realizado la sumatoria de los paquetes de trabajo del proyecto más la reserva de contingencia. Esto se observa en la Tabla 64. El presupuesto del proyecto se ha determinado en \$ 655.588,40, que está conformado por la línea base de costos más el valor de reserva de gestión (5%).

Tabla 64.*Reserva de Gestión*

| Actividad | Monto | Reserva de Contingencia | Reserva de Gestión |
|---|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| Plan de Dirección del Proyecto | \$ 4.050,00 | \$ -405,00 | \$ -202,50 |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | \$ 3.260,00 | \$ -326,00 | \$ -163,00 |
| Proceso de análisis de factibilidad técnico | \$ 1.450,00 | \$ -145,00 | \$ -72,50 |
| Proceso de análisis de factibilidad ambiental | \$ -700,00 | \$ -70,00 | \$ -35,00 |
| Proceso de análisis de factibilidad social | \$ -550,00 | \$ -55,00 | \$ -27,50 |
| Proceso de análisis de factibilidad económico | \$ -1.000,00 | \$ -100,00 | \$ -50,00 |
| Diseño de la solución | \$ -2.900,00 | \$ -290,00 | \$ -145,00 |
| Cierre del Proyecto | \$ -750,00 | \$ -75,00 | \$ -37,50 |
| Implementación de la solución | \$ -555.416,87 | \$ 55.541,69 | \$ 27.770,84 |
| Total | \$ -570.076,87 | \$ -57.007,69 | \$ -28.503,84 |

Elaborado por: autores

Como se muestra en la tabla 65, el cálculo de los costos de la EDT, el alcance del proyecto es el presentado en las fases de planificación de la dirección del proyecto y en la ejecución del proyecto. El presupuesto del proyecto es el siguiente:

Tabla 65.

Presupuesto del Proyecto

| Actividad | Monto |
|--|-----------------------|
| Suma (Proceso de Análisis de factibilidad técnico, ambiental, social y económico) | \$ -11.010,00 |
| Diseño de la solución | \$-2.900,00 |
| Implementación de la solución | \$-555.416,87 |
| Cierre del Proyecto | \$ -750,00 |
| Inversión | \$ -570.076,87 |
| Reserva de Contingencia | \$-57.007,69 |
| Línea Base de Costos | \$ -627.084,56 |
| Reserva de Gestión | \$ -28.503,84 |
| Presupuesto Total del Proyecto | \$ -655.588,40 |

Fuente: Elaborado por los Autores

4.5. Plan de Gestión de Calidad

El plan de gestión de la calidad describe cómo se implementarán las políticas, procedimientos y pautas aplicables para alcanzar los objetivos de calidad. (PMI, 2017) pág. 286.

4.5.1. Política de Calidad del Proyecto

El proyecto desarrolla soluciones de energía solar para el sector industrial minero. Esto se lleva mediante estudios técnicos y la ingeniería básica de detalle del proyecto, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por la legislación ecuatoriana para el desarrollo de este tipo de proyectos.

4.5.2. Planificación de la Gestión de Calidad del Proyecto

El objetivo es satisfacer las necesidades de las partes interesadas, cumpliendo con el cronograma, el alcance, el costo y la calidad, de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas.

4.5.3. Línea Base de Calidad del Proyecto

En la tabla 66, se muestra las métricas de calidad del proyecto.

Tabla 66.*Métricas de calidad del proyecto*

| Factor de calidad relevante | Objetivo de la calidad | Métrica a utilizar | Frecuencia y momento de medición | Frecuencia y momento de reporte |
|--|---|-------------------------------------|---|--|
| Desempeño del costo del proyecto | $CPI \geq 0.95$ | CPI= Índice de desempeño del costo | Frecuencia semanal, medición todos los viernes | Frecuencia mensual, medición todos los viernes |
| Desempeño del tiempo del proyecto | $SPI \geq 0.95$ | CPI= Índice de desempeño del tiempo | Frecuencia semanal, medición todos los viernes | Frecuencia mensual, medición todos los viernes |
| Aprobación de las características técnicas de los entregables | Cumplimiento del 100% de las especificaciones técnicas indicadas en los contratos de adjudicación del concurso de ofertas | % de entregables aprobados | Cada vez que se reciba un entregable se realiza la medición | Cada vez que se reciba un entregable y al finalizar las mediciones de calidad se emite el reporte. |

Fuente: Plantilla Dharma Consulting

4.5.4. Actividades de Calidad

En la tabla 67, se muestra las actividades de calidad.

Tabla 67.*Actividades de calidad del proyecto*

| Entregable | Estándar de calidad aplicable | Actividades de Prevención | Actividades de control |
|---|---|---|---|
| Memoria descriptiva del proyecto. | Gestión de proyecto PMI, PMBOK V.6 | Participación activa e integral del equipo conformado para el proyecto. | Gerente del Proyecto revisa y controla. Patrocinador aprueba. |
| Diagnóstico del consumo energético en campamento minero. | Que los informes de resultados se hayan desarrollado sobre la base de información levantada in-situ en el área especial de proyectos. | El área especial de proyectos participa activamente en todo el diagnóstico. | Seguimiento, evaluación y aprobación del Gerente del Proyecto |
| Proceso de análisis de factibilidad social, ambiental y económico de tipo de sistemas fotovoltaicos a usar en campamento minero (conectados a red, aislados, híbridos). | Que las alternativas cumplan con los requerimientos mínimo de eficiencia y eficacia. | Informe de seguimiento y control del responsable del entregable. | Aprobación del Gerente del Proyecto |
| Memoria Técnica o Proyecto de diseño de sistemas fotovoltaicos aplicados al campamento minero | Que cumplan con las licencias y permisos de operación y control, así como las normativas de los entes reguladores | Informe de seguimiento y control del responsable del entregable. | Aprobación del Gerente del Proyecto |
| Diseño de la solu- | Que cumplan con los | Informe de segui- | Aprobación del Gerente |

| | | | |
|-----------------------------|---|--|-------------------------------------|
| ción | requisitos para su aprobación. | miento y control del responsable del entregable. | del Proyecto |
| Construcción de la solución | Que cumpla con los requisitos y estándares de construcción. | Informe de seguimiento y control del responsable del entregable. | Aprobación del Gerente del Proyecto |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.5.5. Roles de Gestión de Calidad

En la tabla 68, se muestra los roles de gestión de calidad.

Tabla 68.

Roles de calidad del proyecto

| | |
|---|---|
| Rol N°1: Sponsor Empresa PROMINE | Objetivos del Rol: responsable ejecutivo por la calidad del proyecto. |
| | Funciones del Rol: Revisar, aprobar y tomar decisiones correctivas para mejorar la calidad. |
| | Niveles de Autoridad: Aplicar a discreción los recursos y cuando aplique renegociar los contratos |
| | Reporta a: No aplica |
| | Supervisa a: Director de Proyectos |
| | Requisitos de Conocimientos: Gestión de Proyectos y Gerencia en General. |
| | Requisitos de Habilidades: Liderazgo, comunicación, negociación, motivación y solución de conflictos. |
| Requisitos de Experiencia: Mas de 4 años de experiencia en el sector. | |
| Rol N°2: Director de Proyecto | Objetivos del Rol: Gestionar el Plan de Calidad |
| | Funciones del Rol: Revisar estándares, revisar entregables, aceptar entregables o disponer su reproceso, deliberar para generar acciones correctivas, aplicar acciones correctivas. |
| | Niveles de Autoridad: Aplicar a discreción los recursos, renegociar los contratos, exigir el cumplimiento de los entregables a los miembros del equipo. |
| | Reporta a: Sponsor |
| | Supervisa a: Equipo de Proyecto |
| | Requisitos de Conocimientos: Gestión de Proyectos |
| | Requisitos de Habilidades: Liderazgo, comunicación, negociación, motivación y solución de conflictos. |
| Requisitos de Experiencia: Mas de 2 años de experiencia | |
| Rol N°2: Equipo de Proyecto | Objetivos del Rol: Elaborar los entregables con la calidad requerida y según estándares establecidos. |
| | Funciones del Rol: Elaborar los entregables y supervisar de ser necesario a los proveedores. |
| | Niveles de Autoridad: Aplicar los recursos que se le han asignado |
| | Reporta a: Director de Proyectos |
| | Supervisa a: No aplica |
| | Requisitos de Conocimientos: Gestión de Proyectos y los inherentes al desarrollo de los entregables que están bajo su responsabilidad. |
| | Requisitos de Habilidades: Especificas según entregables asignados |
| Requisitos de Experiencia: Preferible más de dos años de experiencia en el cargo. | |

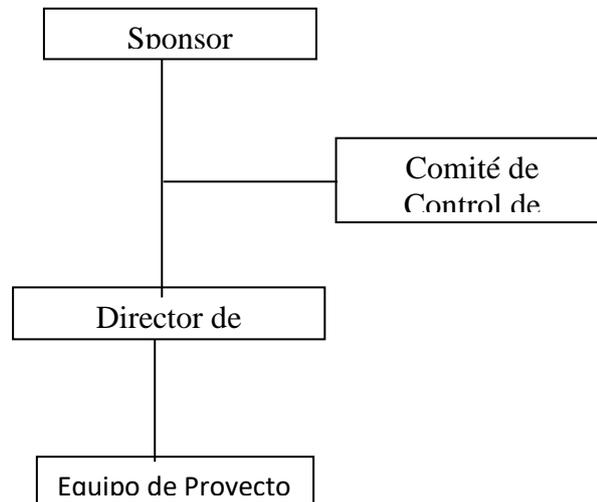
Fuente: Elaborado por los autores.

4.5.6. Organización para la Calidad del Proyecto

En la Figura 37, se muestra Organigrama del comité de calidad.

Figura 37.

Organigrama del Comité de Calidad



Fuente: Elaborado por los autores.

4.5.7. Documentos normativos para la calidad

Para el seguimiento y control de calidad del proyecto se utiliza el Plan de Control de Calidad, los lineamientos internos aprobados para el proceso del Proyecto, área especial y los lineamientos emitidos y aprobados por el Comité de Calidad responsable del proyecto.

Procedimientos

1. Auditorías de Calidad
2. Para mejora de Proceso
3. Para reuniones de aseguramiento de calidad
4. Para resolución de problemas

Plantillas

1. Métricas
2. Plan de Gestión de Calidad

3. Para elaboración de informes técnicos

Formatos

1. Métricas
2. Línea Base de Calidad
3. Plan de Gestión de calidad

Checklist

1. De Métricas
2. De Auditorias
3. De Acciones correctivas
4. Lista de verificaciones del contenido de informes Técnicos

Enfoque de Aseguramiento de la Calidad

- El Aseguramiento de la Calidad se hará monitoreando continuamente el desempeño del trabajo, los resultados de control de calidad y las métricas del proyecto.
- De esta manera se descubrirá de manera oportuna cualquier necesidad de auditoría de procesos o de mejora.
- Los resultados se formalizarán como Solicitudes de Cambio
- Verificación de las Solicitudes de Cambio

Enfoque de Control de Calidad

- El control de calidad se ejecutará revisando los entregables para ver si están conformes o no.
- Los resultados de las mediciones se consolidarán y enviarán al proceso de Aseguramiento de la Calidad
- Los entregables que han sido reprocesados se volverán a revisar para verificar si ya se han vuelto conformes.

- Para los defectos detectados se investigarán las causas raíces de los mismos para eliminar las fuentes del error, los resultados y conclusiones se formalizarán como solicitudes de cambio.

Enfoque de Mejora de Procesos

Cada vez que se requiera mejorar un proceso se procederá de la siguiente forma:

- Demarcar el proceso
- Establecer la oportunidad de mejora
- Tomar información sobre el proceso
- Examinar la información levantada
- Definir las acciones correctivas para mejorar el proceso
- Aplicar las acciones correctivas
- Verificar si las acciones correctivas han sido efectivas
- viii. Estandarizar las mejoras logradas para hacerlas parte del proceso.

4.5.8. Métricas de Calidad

En la tabla 69, se muestra las métricas de calidad.

Tabla 69.

Métricas de calidad del proyecto

| |
|---|
| Nombre de la Métrica: Desempeño del Proyecto |
| Factor de Calidad Relevante |
| Desempeño del Proyecto y Entregables |
| Definición del Factor de Calidad |
| El éxito del proyecto se mide por el cumplimiento del tiempo y el costo del servicio. Evaluar este Nivel de calidad es muy importante, ya que brinda retroalimentación sobre lo que el equipo del proyecto ha logrado hasta el momento y si esos resultados están dentro del presupuesto y dentro del presupuesto. El no hacerlo puede resultar en retrasos en la entrega del producto, problemas de financiación y pérdidas de clientes. |
| Propósito de la Métrica |
| Monitorear el desempeño del proyecto con respecto al cumplimiento del cronograma y presupuesto, para tomar acciones correctas de forma proactiva. |
| Definición Operacional |
| El director del proyecto actualiza la hoja de cálculo de gestión de proyectos en MS Project todos los lunes por la mañana para calcular el CPI (Índice de rendimiento de costos) y el SPI (Índice de rendimiento de programación) para que el índice de rendimiento del proyecto pueda alcanzarse el lunes por la tarde. |
| Método de Medición |

| |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Se recabará información de avances reales, valor ganado, fechas de inicio y fin real, trabajo real y costo real, los cuales se ingresarán en las hojas de cálculo de la Gestión del Proyecto. 2. La hoja de cálculo de Gestión del Proyecto calculara los índices de CPI y SPI. 3. Estos índices se trasladarán al Informe Semanal del Proyecto 4. Se revisará el informe con el Sponsor y se tomaran las acciones correctivas y/o preventivas pertinentes. |
| Resultado Deseado |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Para el CPI se desea un valor acumulado no menor de 0.95 2. Para el SPI se desea un valor acumulado no menor de 0.95 |
| Enlace con Objetivos Organizacionales |
| Crear valor para la empresa y para sus accionistas. |
| Responsable de Factor de Calidad |
| El gerente de proyecto es directamente responsable de monitorear los puntajes de calidad, los resultados de las métricas e impulsar las mejoras de proceso necesarias para cumplir con los objetivos de calidad establecidos. |

Fuente: Elaborado por los Autores

En la Tabla 70, se muestra las métricas de calidad de los entregables, que representan el alcance del proyecto.

Tabla 70.*Métricas de calidad de los entregables.*

| Nombre de entregable | Estándar Aplicable | Frecuencia | Responsable | Actividad de Prevención | Actividad de Control | Ejecutor de Actividad de Control | KPIs Calidad | Umbral | | |
|--|--|--|---|---|--|---|---|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | | | | Calidad Alta | Calidad Media | Calidad Baja |
| Gestión de Proyectos | Guía PMBOK | Durante todo el proyecto | Director de Proyecto | Revisión de cumplimiento de metodología PMI | Revisión y aprobación del Project Manager y Patrocinador | Especialista de calidad | Número de correcciones efectuadas a partir de primer borrador del Acta | <=5 | entre 0 y 5 | <=10 |
| | | | | | | Analista de Auditoría | Número de correcciones efectuadas a partir de primer borrador del Informe de Cierre | <=5 | entre 0 y 5 | <=10 |
| Bienes Inmuebles | Norma técnica de suelo | Una sola vez | Profesional a fin | Una sola vez | Validación técnica de las medidas y aspectos a tener en cuenta en la creación de sistemas fotovoltaicos. | Director de proyecto | TIR, VAN | <=1 | entre 0 y 2 | <=3 |
| Estudio Evaluación Económica | Análisis de costos y beneficios | Una sola vez | Profesional a fin | Una sola vez | Realizar análisis de rentabilidad económica del proyecto | Equipo de Finanzas | Verificar la precisión de los cálculos económicos y financieros | TIR > 10% | | VAN positivo |
| Estudios Técnico | Estudios técnicos basados en las normas ANSI e IEEE | Semanales | Administrador del contrato e interesados claves | Semanales | Análisis y validación técnico del plan, incluye la presentación gradual de las etapas. | Administrador del contrato | Número de requisitos no atendidos | <=1 | entre 0 y 2 | <=3 |
| Estudio Ambiental | Basados en los formatos del MAE | Semanales | Administrador del contrato e interesados claves | Semanales | Validación técnica del estudio ambiental | Administrador del contrato | Número de requisitos no atendidos | <=1 | entre 0 y 2 | <=3 |
| Diseño de la solución | Basados en las normas ANSI e IEEE | Semanales | Administrador del contrato e interesados claves | Semanales | Validación técnica mediante el informe que emite la contratista y es validada por el fiscalizador del contrato | Administrador y fiscalizador del contrato | Número de requisitos no atendidos | <=1 | entre 0 y 2 | <=3 |
| Construcción de la solución | Diseño de la solución aprobado | Semanales | Administrador y fiscalizador del contrato | Semanales | Validación técnica mediante el informe que emite la contratista y es validada por el fiscalizador del contrato | Administrador y fiscalizador del contrato | Número de requisitos no atendidos | <=1 | entre 0 y 2 | <=3 |
| Manual de Operación del Sistema Fotovoltaico | Normas de Calidad y Seguridad Eléctrica para Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red | monitoreo continuo durante el ciclo de vida del proyecto | Equipo de Mantenimiento | Plan de capacitación para el personal encargado del mantenimiento y operación | Mantenimiento regular y programado del sistema para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil | Equipo de Mantenimiento | Eficiencia del Sistema Fotovoltaico | ≥ 90% | Entre 80 - 89% | < 80% |

4.5.9. Lista de Verificación de Calidad

Se aplica una lista de verificación de calidad para determinar si los entregables del proyecto cumplen con los estándares de calidad esperado, en la Tabla 71, se presenta el formato de la misma.

Tabla 71.

Lista de verificación de calidad

| | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|
| Proyecto: | | | | | |
| Preparado por: | | | Fecha: | | |
| Revisado por: | | | Fecha: | | |
| Aprobado por: | | | Fecha: | | |
| Id. Actividad | Descripción | Métrica (procedimiento) | Conforme | Observación | Comentario de lo observado |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.6. Plan de Gestión de Recursos

El Plan de Gestión de los Recursos del proyecto permite garantizar que todos los recursos se encuentren disponibles para la consecución exitosa del proyecto e incluye varios procesos para su aplicación tales como identificar, adquirir y gestionar los recursos.

4.6.1. Planificación de la Gestión de los recursos

De acuerdo con el (PMI, 2017) pág. 318; el plan de gestión de los recursos proporciona una guía sobre cómo se deberían categorizar, asignar, gestionar y liberar los recursos del proyecto.

Tabla 72.*Plan de Gestión de los recursos*

| GESTIÓN DE RECURSOS | | |
|--|--|----------------------------|
| FECHA | NOMBRE DEL PROYECTO | SIGLAS DEL PROYECTO |
| | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | DSMESF |
| Consideraciones | | |
| <p>El equipo del proyecto está conformado por el personal de Dirección de Ingeniería, administrativo financiero, ventas que permitirán la ejecución del proyecto, además del Patrocinador y del Director del Proyecto.</p> <p>Se utilizará varias herramientas que permitirán identificar el equipo, establecer los roles, responsabilidades y funciones. Las que se aplicarán son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estructura organizacional del proyecto. - Matriz de asignación de responsabilidades (RACI). | | |
| Capacitación, Entrenamiento, Asesoría Requerida | | |
| <p>Se desarrollará capacitaciones semanalmente dirigidas al equipo de proyecto para fortalecer las habilidades técnicas requeridas.</p> <p>Se llevarán a cabo reuniones con miembros de las diferentes áreas de la empresa de ser necesario, con la finalidad de coordinar los procesos y fases del proyecto.</p> | | |
| Cumplimiento de Regulaciones, Pactos y Políticas | | |
| <p>Obligatoriedad en el cumplimiento de los procedimientos, instructivos y normativas internas de la empresa.</p> <p>Los convenios con clientes, se deberán detallar todas las consideraciones y acuerdos.</p> | | |
| Requerimiento de Seguridad | | |
| El personal externo contratado, presentarán toda la documentación y parámetros contractuales. | | |

*Elaborado por autores.***4.6.2. Estructura Organizacional del Proyecto**

Para el desarrollo del proyecto, se realizará el uso de los siguientes profesionales:

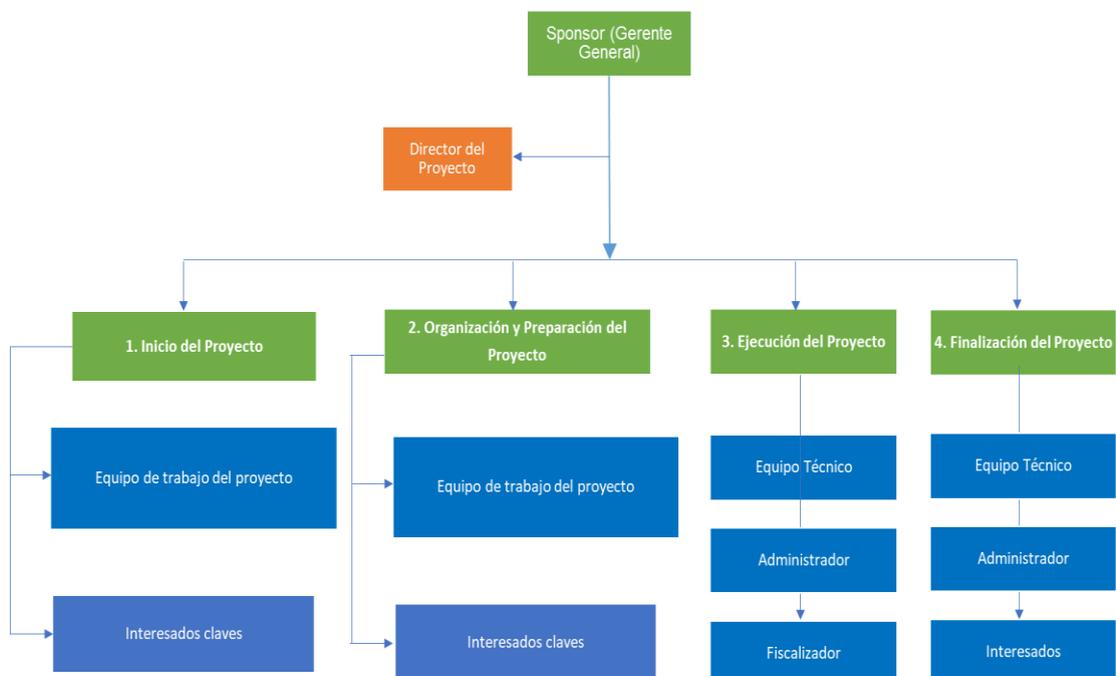
- 1 director de Proyecto
- 1 jefe de Operaciones
- 1 profesional de la Jefatura de Planta (Equipo de proyecto)
- 1 profesional técnico (Supervisor eléctrico) (Equipo de proyecto)
- 1 profesional social (Equipo de Proyecto)
- 1 profesional administrativo
- Interesados internos y externos

- Comisión Técnica calificadora de las adjudicaciones de contrato
- Administrador de contrato por la organización
- Fiscalizador de contrato por la organización

En la Figura 38, se presenta la estructura organizacional del Proyecto para cada una de las fases:

Figura 38.

Estructura Organizacional del Proyecto



Elaborado por Autores

4.6.3. Asignaciones del personal al proyecto

En la Tabla de 73, se muestra la asignación del personal del proyecto.

Tabla 73.

Asignación del personal

| Gestión de Recursos | | | | |
|---|--|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Fecha | Nombre del Proyecto | | | Siglas del Proyecto |
| | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | | | DSMESF |
| Nombre del recurso | Horas de Trabajo en el Proyecto | Área del Proyecto | | Criterio de Liberación |
| Patrocinador Gerente General | 6 | Gestión de Proyecto | | Finalizado el entregable |
| Director del Proyecto | 60 | Gestión de Proyecto | | Finalizado el entregable |
| Jefe de Operaciones | 60 | Ejecución y Control del Proyecto | | Finalizado el entregable y su control |
| Profesional de la Jefatura de Planta | 60 | Ejecución y Control del Proyecto | | Finalizado el entregable y su control |
| Profesional técnico (Supervisor eléctrico) | 240 | Ejecución y Control del Proyecto | | Finalizado el entregable y su control |
| Profesional social | 75 | Ejecución del Proyecto | | Finalizado el entregable |
| Profesional administrativo | 120 | Ejecución del Proyecto | | Finalizado el entregable |
| Administrador de contrato | 120 | Ejecución y Control del Proyecto | | Finalizado el entregable y su control |
| Fiscalizador | 120 | Ejecución y Control del Proyecto | | Finalizado el entregable y su control |
| Asignación de Recursos No Humanos: Listado de recursos no humanos asignados al proyecto | | | | |
| Nombre del recurso | Horas de Trabajo del Proyecto | Unidad | Área del Proyecto | Criterio de Liberación |
| Computadoras Portátiles | 180 | U | Ejecución y Control del Proyecto | Finalizado el entregable y su control |
| Software de diseño solar PVSYST | 30 | U | Ejecución del Proyecto | Finalizado el entregable |
| Sistemas de información geográfica (SIG): | 20 | U | Ejecución del Proyecto | Finalizado el entregable |
| Instalaciones (Oficina, internet) | 180 | U | Ejecución del Proyecto | Finalizado el entregable |
| Paquete Office | 180 | U | Ejecución del Proyecto | Finalizado el entregable |

Fuente: Elaboración de los autores.

4.6.4. Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI)

En las Tabla 74, Tabla 75 y Tabla 76, se detallarán la matriz de asignación de responsabilidades de acuerdo a las actividades del recurso humano que forman parte del proyecto, las actividades por paquete de trabajo, recursos internos, recursos externos y

la cantidad de horas que van a trabajar dentro del proyecto en la ejecución de las actividades.

Tabla 74.

Formato Descripción Matriz RACI

| Abreviatura | Leyenda | Descripción |
|-------------|-------------|---|
| R | Responsable | Este rol define a la persona que está encargada de realizar la tarea. |
| A | Aprobador | Este rol certifica que el trabajo ha sido realizado acorde lo requerido. |
| C | Consultado | Este rol otorgado a persona conocedora de un tema o actividad y que es consultada para que opine y/o sugiera. |
| I | Informado | Este rol debe ser informado sobre el desarrollo y avance del proyecto. |

Elaborado por Autores

Tabla 75.

Código de roles.

| Código de Roles |
|------------------------------|
| PAT: Patrocinador |
| DP: Director de Proyecto |
| Di: Gerente de Operaciones |
| DAF: Personal Administrativo |
| DV: Personal de ventas |

Elaborado por Autores

Tabla 76.

Matriz RACI

| FECHA | | NOMBRE DEL PROYECTO | | | SIGLAS DEL PROYECTO | |
|-------------|---------------------------------------|--|-----|----|---------------------|----|
| | | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | | | DSMESF | |
| Actividades | | PAT | DP | DI | DAF | DV |
| 1,1 | Plan de Dirección del Proyecto | | | | | |
| 1,1,1 | Inicio | | | | | |
| 1,1,1,1 | Acta de constitución del proyecto | A,R | I | C | C | I |
| 1,1,1,2 | Registro de interesados | | | | | |
| 1,1,1,2,1 | Validación de interesados | ,A, I | R,I | C | C | I |
| 1,1,1,2,2 | Verificación de interesados | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2 | Planeación | | | | | |
| 1,1,2,1 | Plan de gestión de alcance | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,2 | Plan de gestión de los requisitos | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,3 | Plan de gestión del cronograma | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,4 | Plan de gestión del presupuesto | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,5 | Plan de gestión de los recursos | A,I | R,I | C | C | I |

| | | | | | | |
|----------|---|-----|-----|---|---|---|
| 1,1,2,6 | Plan de gestión de calidad | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,7 | Plan de gestión de las comunicaciones | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,8 | Plan de gestión de los riesgos | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,9 | Plan de gestión de las adquisiciones | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,2,10 | Plan de involucramiento de los interesados | A,I | R,I | C | C | I |
| 1,1,3 | Seguimiento y control | | | | | |
| 1,1,3,1 | Acta de seguimiento | A,I | R | | | I |
| 1,1,3,2 | Control de Seguimiento | A,I | R | | | I |
| 1,2,1 | Diagnóstico del consumo energético en campamento minero | | | | | |
| 1,2,2,1 | Logística y Transporte desplazamiento al punto | | | | | I |
| 1,2,2,2 | Levantamiento de información capacidades y consumo de energía | I | A | | R | I |
| 1,2,2 | Memoria descriptiva del proyecto | I | A | R | | I |
| 1,3 | Factibilidad | | | | | |
| 1,3,1 | Proceso de análisis de factibilidad técnico | | | | | |
| 1,3,1,1 | Estudio de irradiación solar del sitio | I | A | R | | I |
| 1,3,1,2 | Análisis de Informe de medidas | I | A | R | | I |
| 1,3,1,3 | Realización y presentación de informe de irradiación disponible | I | A | R | | I |
| 1,3,2 | Proceso de análisis de factibilidad ambiental | | | | | |
| 1,3,2,1 | Análisis del impacto de proyecto sobre el medio ambiente | I | A | R | I | I |
| 1,3,2,2 | Análisis del efecto del entorno sobre el medio ambiente | I | A | R | I | I |
| 1,3,3 | Proceso de análisis de factibilidad social | | | | | |
| 1,3,3,1 | Identificación de factores sociales | I | A | R | I | I |
| 1,3,3,2 | Socialización de los impactos del proyecto con la comunidad | I | A | R | I | I |
| 1,3,4 | Proceso de análisis de factibilidad económico | | | | | |
| 1,3,4,1 | Análisis de Presupuesto | A | R | C | C | C |
| 1,3,4,2 | Análisis de Flujo de caja | A | R | C | C | C |
| 1,3,4,3 | Análisis de Sensibilidad (VAN, TIR y PAYBACK) | A | R | C | C | C |
| 1,4 | Diseño | | | | | |
| 1,4,1 | Cálculo de cantidad de paneles | I | A | R | I | I |
| 1,4,2 | Cálculo de los elementos del sistema fotovoltaico | | | | | |
| 1,4,3 | Revisión de factores aplicables | I | A | R | I | I |
| 1,5 | Construcción e implementación del diseño | | | | | |
| 1,5,1 | Selección de proveedor | I | A | R | I | I |
| 1,5,2 | Firma de Contrato | I | A | R | I | I |
| 1,5,3 | Construcción del diseño | I | A | R | I | I |
| 1,6 | Cierre del Proyecto | | | | | |
| 1,6,1 | Cierre de Acta | I | R | I | I | I |
| 1,6,2 | Informe Final | I | R | I | I | I |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.7. Plan de Gestión las Comunicaciones

El Plan de Comunicación incluye la identificación de las partes interesadas claves y los contactos principales con los clientes, las definiciones de que tipo de comunicación y la lista de reuniones que se llevaran a cabo durante el proyecto. En la tabla 77, se muestra el plan de gestión de las comunicaciones. De acuerdo con el (PMI, 2017; pág. 377); El plan de gestión de las comunicaciones que describe la forma en que se planificarán, estructurarán, implementarán y monitorearán las comunicaciones del proyecto para lograr la eficacia.

Tabla 77.

Plan de Gestión de las comunicaciones

| COMUNICACIONES DEL PROYECTO | | |
|---|--|----------------------------|
| FECHA | NOMBRE DEL PROYECTO | SIGLAS DEL PROYECTO |
| | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | DSMESF |
| Actualización del Plan de Gestión de Comunicaciones: | | |
| Aprobación de una solicitud de cambio que impacte el plan para la dirección el proyecto. | | |
| Cambios en el RRHH del proyecto. | | |
| Cambios en las asignaciones de responsabilidades de equipo del proyecto. | | |
| Quejas y sugerencias de requerimientos de información. | | |
| El Plan de Gestión de las Comunicaciones se actualizará de la siguiente manera: | | |
| Identificar los requerimientos de información. | | |
| Actualizar la matriz de comunicación del proyecto. | | |
| Modificar el plan de gestión de comunicación. | | |
| Aprobar el nuevo plan de comunicación | | |
| Socializar el nuevo plan de comunicación | | |
| Guía para evento de comunicación: | | |
| Guía para Reuniones de Trabajo | Definir agenda de trabajo. | |
| | Difundir la agenda de reunión a los participantes en la que se incluya la fecha, hora y lugar. (Convocatoria) | |
| | Confirmar la asistencia de los convocados. | |
| | Seguir la agenda de la reunión, puntualidad de los participantes. | |
| | Realizar un acta de reunión. | |
| Guía para Correo Electrónico | Socializar el acta de reunión | |
| | Todos los miembros del equipo de trabajo deben contar con correo electrónico de la empresa. | |
| | Medio de comunicación virtual para envío de documentación será el correo institucional | |
| Responsable de entregable está autorizado para realizar comunicaciones formales mediante correos electrónicos con copia al director del Proyecto. | | |

Fuente: Elaborado por los Autores.

Tabla 78.*Matriz de Comunicación del Proyecto*

| Información | Formato | Frecuencia de Comunicación | Nivel de Detalle | Método de Comunicación | Nivel de Detalle | Responsable | Grupo | Medio |
|-----------------------------|--|----------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| | | | | | | | Receptor | |
| Inicio del proyecto | Acta de Constitución | Una sola vez | Medio | Interactiva/Interpersonal | Alto | Director del Proyecto | Patrocinador y equipo del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida |
| Inicio del proyecto | Caso de negocio del proyecto | Una sola vez | Muy Alto | Interactiva/Interpersonal | Alto | Director del Proyecto | Patrocinador y equipo del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida |
| Planificación del proyecto | Plan detallado del Proyecto (alcance, tiempo, costos, calidad, RRHH, comunicaciones, riesgos, adquisiciones) | Una sola vez | Alto | Interactiva/Interpersonal | Alto | Director del Proyecto | Patrocinador y equipo del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida |
| Implementación del proyecto | Documentos técnicos informes, entregables intermedios y finales | Una sola vez por cada entregable | Alto | Interpersonal | Alto | Responsables de los entregables | Director del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida / archivo en físico de informes |
| Avance del proyecto | Informes de avance de ejecución del proyecto | Quincenal | Alto | Push | Alto | Director de proyecto | Patrocinador y equipo del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida |
| Coordinación del proyecto | Formato de acta de reunión | Una sola vez | Alto | Interactiva/Interpersonal | Alto | Director de proyecto | Patrocinador y equipo del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida / archivo digital PDF |
| Cambios propuestos | Solicitud de cambio | Cuando se lo requiera | Alto | Interpersonal | Alto | Director de Proyecto | Patrocinador y equipo del proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida / archivo en físico de informes |
| Incidentes | Registro de Incidentes | Una sola vez | Alto | Interpersonal | Alto | Director de Proyecto | Patrocinador, equipo de proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida / archivo en físico de informes |
| Terminación del proyecto | Actas de entrega y aceptación de entregables | Una sola vez | Alto | Interpersonal | Alto | Director del Proyecto | Patrocinador, equipo de proyecto | Vía por correo electrónico y en nube con carpeta compartida / archivo en físico de informes |

Fuente: Elaboración de los autores

En la matriz de comunicación Tabla 78, se detalla los métodos de comunicación del proyecto.

4.8. Plan de Gestión de Riesgos

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto. (PMI, 2017), Pág. 395; en base a lo descrito es muy importante conocer todos los posibles riesgos, con el objetivo de evaluar y saber cómo abordarlos, según su probabilidad de ocurrencia y su impacto en este proyecto. Desde la definición del alcance del servicio hasta el diseño del sistema solar.

4.8.1. Procedimiento de Planificación de Respuestas

En esta etapa, se crea un plan de gestión de riesgos. Este plan debe desarrollarse de acuerdo con las pautas del PMBOK (Capítulo 11). Este proceso inicial debe considerar las necesidades del proyecto, el contexto en el que operará el proyecto y todas las partes involucradas. Esta etapa exige un buen plan de gestión de riesgos. Esto hace que el proceso sea más eficiente y asegura que se alcancen los objetivos.

4.8.2. Establecimiento de Umbrales de Riesgo

4.8.2.1. Procedimiento de Creación de Registros de Riesgo

El registro de riesgos captura los detalles de los riesgos individuales del proyecto que hayan sido identificados. (PMI, 2017); pág. 417. Dado esto en el formato busco el orden en que se crean los planes de gestión de riesgos. Comience por identificar los riesgos, cuantificarlos y crear un plan de respuesta riesgo. En la Tabla 79, se muestra los riesgos identificados del proyecto.

Tabla 79.*Análisis Cualitativo de Riesgo*

| Nro. | Riesgos | Categoría de riesgos |
|-------------|--|-----------------------------|
| RI001 | Personal técnico calificado para la operación del Sistema Fotovoltaico | Riesgo Técnico |
| RI002 | Aumento de Trámites y tasas que dificultan el proceso de importación de los equipos para implementación de los sistemas fotovoltaicos. | Riesgo de Gestión |
| RI003 | Condiciones climatológicas adversas lo que provocaría retrasos y sobre costos en el proyecto | Riesgo Técnico |
| RI004 | Subsidios por parte del Estado a otras energías provenientes de fuentes renovables. | Riesgo Político |
| RI005 | Dificultad en la aprobación del punto de conexión que provocaría retrasos y sobrecostos en el proyecto | Riesgo de Gestión |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | Riesgo Técnico |
| RI007 | Cambios de regulaciones para el uso de fuentes de energías renovables. | Riesgo de Gestión |
| RI008 | Aprobación de las licencias de construcción y ambiental | Riesgo de Gestión |
| RI009 | Puede ocurrir que exista oposición de la comunidad para la ejecución | Riesgo de Gestión |
| RI010 | Contaminación de las fuentes hídricas cercanas al proyecto | Riesgo Ambiental |

Elaborado por Autores

4.8.2.2. Procedimiento de Análisis Cualitativo de Riesgos

Este proceso implica examinar una serie de riesgos registrados y documentados, analizándolos subjetivamente según sus características y priorizándolos según su ocurrencia o impacto en el proyecto. En consulta con los equipos de trabajo y las personas responsables, los datos recopilados para los diferentes riesgos deben utilizarse para realizar análisis y priorizar subjetivamente según su ocurrencia e impacto en las diferentes etapas del proyecto.

Utilizando la tabla 80, se procedió a realizar una evaluación cualitativa de los riesgos identificados para la primera opción. Los resultados de esta evaluación se encuentran resumidos en la Tabla 80.

Tabla 80.*Evaluación Cualitativa de Riesgos en Taller*

| Código del Riesgo | Descripción del Riesgo | Impacto | Probabilidad | Tipo de Riesgo | Categoría de riesgos | Roles | Persona 1 | Persona 2 | Persona 3 |
|--------------------------|---|----------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| RI001 | Personal técnico calificado para la operación del Sistema | 4 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | <i>Impacto</i> | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | <i>Probabilidad</i> | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------|--|---|---|------------------------|-------------------|--------------|---|---|---|
| | Fotovoltaico | | | | | | | | |
| RI002 | Aumento de Trámites y tasas que dificultan el proceso de importación de los equipos para implementación de los sistemas fotovoltaicos. | 4 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 3 | 2 | 1 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI003 | Condiciones climatológicas adversas lo que provocaría retrasos y sobre costos en el proyecto | 5 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | Impacto | 4 | 5 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI004 | Subsidios por parte del Estado a otras energías provenientes de fuentes renovables. | 3 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo Político | Impacto | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI005 | Dificultad en la aprobación del punto de conexión que provocaría retrasos y sobrecostos en el proyecto | 5 | 4 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 3 | 2 | 1 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | 5 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo Técnico | Impacto | 1 | 2 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI007 | Cambios de regulaciones para el uso de fuentes de energías renovables. | 4 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 2 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI008 | Aprobación de las licencias de construcción y ambiental | 4 | 4 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI009 | Puede ocurrir que exista oposición de la comunidad para la ejecución | 3 | 3 | Conocido - Desconocido | Riesgo de Gestión | Impacto | 2 | 2 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |
| RI010 | Contaminación de las fuentes hídricas cercanas al proyecto | 2 | 2 | Conocido - Desconocido | Riesgo Ambiental | Impacto | 2 | 2 | 2 |
| | | | | | | Probabilidad | | | |

Fuente: Elaborado por Autores

4.8.3. Definición de Escalas para Probabilidad e Impacto

Para realizar el análisis del tipo de riesgo del proyecto, se realiza una revisión documental y se utilizan diversas técnicas de investigación para detallar las amenazas y/u oportunidades, las que se detalla en la tabla 81, para determinar la naturaleza de un riesgo después de que se hayan implementado los controles, indicando si se puede reducir el impacto o la probabilidad de que ocurra, se presenta la matriz de probabilidad e impacto y determinar la exposición y posterior valoración como se observa en la tabla 82, en: Riesgo Bajo (color verde), Riesgo Moderado (color amarillo) y Riesgo Alto (color rojo).

Tabla 81.

Matriz Probabilidad – Impacto

| Probabilidad | Amenazas | | | | | Oportunidades | | | | |
|--------------|----------|----|----|----|----|---------------|----|----|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 |
| 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Fuente: Elaborado por Autores

Tabla 82.

Calificación del riesgo

| Valoración | Descripción |
|------------|--|
| Bajo | Tiene un costo mínimo sobre el costo, tiempo o calidad del proyecto |
| Moderado | Este tipo de afectaciones requerirán acciones correctivas para solucionar el problema, deberá haber especial atención de parte del Gerente del Proyecto. |
| Alto | La afectación al costo, tiempo o calidad del proyecto, demandará acciones correctivas de alto nivel involucrando la participación del Patrocinador. |

Fuente: Elaborado por Autores

Se evaluará los efectos potenciales sobre los objetivos del proyecto valorado desde lo negativo a lo positivo y su grado de impacto. En la tabla 83, se muestra las escalas de probabilidad e impacto de un riesgo.

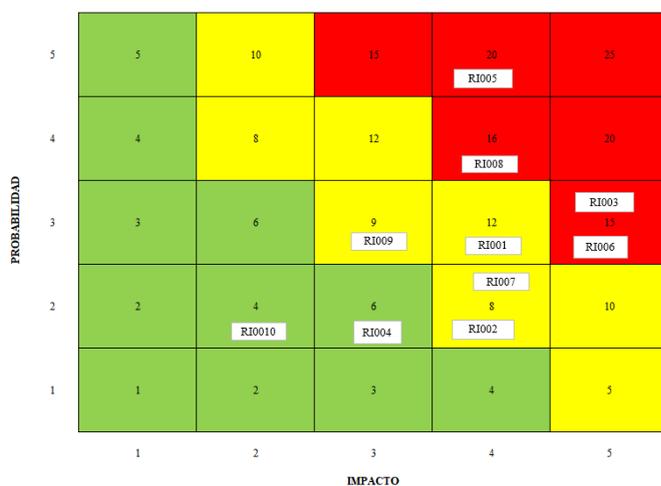
Tabla 83.*Escalas de probabilidad e impacto de un riesgo*

| Obj. del proyecto | Escala de impacto | | | | |
|-------------------|--|---|---|---|---|
| | Muy bajo/0.05 | Bajo/0.10 | Moderado/0.20 | Alto/0.40 | Muy Alto/0.80 |
| Costo | Aumento del costo insignificante | Aumento del costo < 3% | Aumento del costo del 3-5% | Aumento del costo del 6-5% | Aumento del costo del > 15% |
| Tiempo | Aumento del tiempo insignificante | Aumento del tiempo < 3% | Aumento del tiempo entre 3 – 6% | Aumento del tiempo entre 6 – 5% | Aumento del tiempo > 15% |
| Alcance | Disminución del alcance poco perceptible | Áreas secundarias del alcance afectadas | Áreas principales del alcance afectadas | Variaciones en el alcance no aceptable para el patrocinador | El elemento final del proyecto es inaceptable |
| Calidad | Disminución de la calidad poco perceptible | Afectaciones a la calidad de los entregables subsanables fácilmente | La reducción de la calidad requiere aprobación del Gerente del Proyecto | Reducción de calidad inaceptable para el Gerente del Proyecto | Reducción de calidad inaceptable para el patrocinador |

Fuente: Elaborado por Autores

4.8.4. Establecimientos de Mapas de Calor de Riesgos

El mapa de calor tendrá como base el análisis de Riesgo cualitativo en donde se identificó los riesgos con sus probabilidad e impacto en el proyecto, como se observa en la figura 39.

Figura 39.*Mapa de Calor**Fuente: Elaborado por los autores.*

Al observar que los riesgos han sido calificados como significativos en la matriz de gravedad aplicando el enfoque conservador, se determina que los riesgos principales para los cuales se elaborará un plan de respuesta son los que se observan en la tabla 84.

Tabla 84.

Riesgos de Alto Impacto

| Cód. del Riesgo | Descripción del Riesgo |
|-----------------|--|
| RI005 | Dificultad en la aprobación del punto de conexión que provocaría retrasos y sobrecostos en el proyecto |
| RI008 | Aprobación de las licencias de construcción y ambiental |
| RI003 | Condiciones climatológicas adversas lo que provocaría retrasos y sobre costos en el proyecto |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, |
| RI001 | Personal técnico calificado para la operación del Sistema Fotovoltaico |
| RI009 | Puede ocurrir que exista oposición de la comunidad para la ejecución |
| RI002 | Aumento de Trámites y tasas que dificultan el proceso de importación de los equipos para implementación de los sistemas fotovoltaicos. |
| RI007 | Cambios de regulaciones para el uso de fuentes de energías renovables. |
| RI004 | Subsidios por parte del Estado a otras energías provenientes de fuentes renovables. |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.8.5. Plan de Respuestas a los riesgos de Alto Impacto

Para desarrollar el plan de manejo de los riesgos presentados en la tabla 28, se identificaron los riesgos que tienen un alto impacto y una alta probabilidad en el proyecto, utilizando un enfoque conservador como se muestra en la matriz de gravedad. Los riesgos identificados coinciden con los que se presentan en la Tabla 85, y se procederá a elaborar un plan de respuesta basado en estrategias que incluyen la escalación, la mitigación, la evitación, la transferencia y la aceptación del riesgo. Estos detalles se encuentran en la tabla 85, a continuación.

Tabla 85

Plan de Respuesta a riesgos de alto impacto

| Código del Riesgo | Descripción del Riesgo | Plan de Respuesta al Riesgo |
|-------------------|--|--|
| RI005 | Dificultad en la aprobación del punto de conexión que provocaría retrasos y sobrecostos en el proyecto | Mantener una comunicación proactiva con las autoridades responsables. |
| RI008 | Aprobación de las licencias de construcción y ambiental | Iniciar los trámites de licencias de manera temprana y designar un equipo para el seguimiento constante de los procesos de aprobación. |
| RI003 | Condiciones climatológicas adversas lo que provocaría retrasos y sobre costos en el proyecto | Contar con equipos y recursos adicionales para mantener el cronograma en caso de retrasos. |
| RI006 | Variabilidad de las estaciones climáticas, influyen en la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos, | Optimizar el diseño de los sistemas fotovoltaicos para adaptarse a diferentes estaciones |
| RI001 | Personal técnico calificado para la operación del Sistema Fotovoltaico | Identificar las competencias requeridas y establecer programas de formación |
| RI009 | Puede ocurrir que exista oposición de la comunidad para la ejecución | Organizar reuniones informativas y promover la transparencia en el proyecto |
| RI002 | Aumento de Trámites y tasas que dificultan el proceso de importación de los equipos para implementación de los sistemas fotovoltaicos. | Establecer un presupuesto flexible para hacer frente a posibles aumentos de costos. |
| RI007 | Cambios de regulaciones para el uso de fuentes de energías renovables. | Adaptar el proyecto a las nuevas regulaciones y buscar asesoramiento legal. |
| RI004 | Subsidios por parte del Estado a otras energías provenientes de fuentes renovables. | Buscar oportunidades de mercado y mejorar la eficiencia operativa. |

Fuente: Elaborado por los Autores.

4.8.6. Cálculo de la Reserva de Contingencia y de Gestión

Para calcular la reserva de contingencia, se empleó el método del Valor Monetario Esperado (EVM), basado en un análisis cuantitativo de los riesgos identificados en el proyecto. Este análisis se realizó considerando la valoración proporcionada por los autores del presente trabajo, quienes estimaron la probabilidad y el impacto de cada riesgo. Esta evaluación se fundamentó en la experiencia de expertos y lecciones aprendidas de proyectos previos.

El cálculo del EVM reveló un valor de \$57,006.20 dólares estadounidenses como la cantidad necesaria para la reserva de contingencia. Además, se determinó que la reserva de gestión sería igual al 5% del presupuesto de inversión del proyecto. Por lo tanto, la reserva de gestión del proyecto se estimó en \$28,503.10 dólares estadounidenses.

En resumen, el presupuesto total del proyecto se fijó en \$655,571.00 dólares estadounidenses, considerando tanto la reserva de contingencia como la reserva de gestión esto se observa en la tabla 86.

Tabla 86

Presupuesto Total del proyecto según análisis de riesgos

| Componente del Presupuesto Total del Proyecto | |
|--|---------------------|
| (A) Inversión del Proyecto | \$570.062,00 |
| (B) Reserva de Contingencia | \$57.006,20 |
| Línea Base (A+B) | \$627.068,20 |
| Reserva de Gestión (C) | \$28.503,10 |
| Presupuesto Total del Proyecto (A+B+C) | \$655.571,30 |

Fuente: Elaborado por los Autores

4.9. Plan de Gestión de Adquisiciones

Para el (PMI, 2017), la gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios fuera del equipo del proyecto.

4.9.1. Planificación de la Gestión de Adquisiciones

El plan de gestión de adquisiciones incluye los procesos de gestión y de control requeridos para desarrollar acuerdos tales como contratos, órdenes de compra, memorandos de acuerdos (MOA's) o acuerdos a nivel de servicio (SLA's), esto se detalla en la Tabla 87.

Tabla 87

Planificación de la Gestión de Adquisiciones

| GESTIÓN DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO | |
|--|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA |
| DIRECTOR DE PROYECTO: | |
| SIGLAS DEL PROYECTO: | DSMESF |
| FECHA: | |
| Procedimiento para la gestión de adquisiciones | |
| El Director del proyecto revisa la planificación para conocimiento de las fechas en que se realizara las | |

| |
|---|
| adquisiciones |
| El Director del Proyecto da a conocer las bases y especificaciones técnicas a los proveedores de bienes y/o servicios |
| El Director Administrativo Financiero acepta las ofertas en el plazo establecido que se indica en la publicación |
| El Director de Ingeniería en conjunto con el Director Administrativo Financiero procede a validar las ofertas |
| El Líder de departamento de Estudios procede a realizar el análisis de criterios de aceptación instruido por el director del proyecto |
| El Líder de departamento de Estudios procede a realizar el informe de ofertas económicas del concurso. |
| El Patrocinador, Director de Proyecto y Director Administrativo Financiero se reúnen para revisar y posterior aprobación del informe de oferta. |
| Se levanta un acta una vez aprobada el informe |
| Adjudicación de contrato, términos de aceptación y documentación del proveedor a contratar, revisión del Director jurídico |
| El Director del Proyecto notifica al proveedor ganador para entrega de garantías |
| Proveedor entrega garantías y firma de contrato |
| El Director del Proyecto indica que se debe registrar el contrato en la documentación del proyecto |
| Formatos estándar a utilizar |
| Términos de referencia/especificaciones técnicas y especificaciones de contratación de servicios profesionales. |
| Términos de referencia/especificaciones técnicas y especificaciones de contratación de bienes intangibles tecnológicos. |
| Convocatoria de ofertas (vía electrónica y redes sociales) de proveedores. |
| Informe de Ofertas Económicas |
| Acta de adjudicación de contrato. |
| Contrato. |
| Coordinación con otros aspectos de la gestión del Proyecto |
| Proveedor debe firmar y entregar garantías en un plazo máximo de 5 días a partir de la comunicación que ha sido adjudicado |
| Coordinación con la gestión del Proyecto |
| Proveedor coordina con Director de proyecto y Director administrativo financiero la planificación del trabajo a realizar |
| Restricciones y Supuestos |
| Documentación de garantías debe ser entregado por el proveedor previo a inicio del contrato |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.9.2. Matriz de adquisiciones del proyecto

La matriz de adquisiciones nos ayuda a identificar el tipo de contrato que vamos a ejecutar con cada proveedor y su enlace con los paquetes de trabajo de la EDT. Como se observa en la Tabla 88.

Tabla 88

Matriz de Adquisiciones

| MATRIZ DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--|------------------------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | | | | | | |
| DIRECTOR DE PROYECTO: | SC | | | | | | |
| SIGLAS DEL PROYECTO: | DSMESF | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | |
| Producto o Servicio a Adquirir | Código de elemento EDT | Procedimiento de Contratación | Forma de contactar Proveedores | Requerimiento de Estimaciones Independientes | Área responsable de la Compra | Manejo de múltiples Proveedores | Proveedores pre-calificados |
| Adquisición de GPS | 1,2 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Adquisición de Cámara Fotográfica | 1,2 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Adquisición de Multímetro | 1,2 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Servicio de Alquiler de computadoras portátiles | 1,3 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Adquisición de Software de Diseño de Sistema | 1,4 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Servicios de Impresión (planos, hojas A4, etc) | 1 | Menor Costo | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Adquisición de Útiles de Oficina (lápices, lapiceros, libreta de campo, etc) | 1 | Menor Costo | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |

| | | | | | | | |
|--|-----|-----------------|------------------------------|----|-------------------------------------|----|----|
| Diseño de los sistemas (solución) | 1,4 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Construcción de los sistemas fotovoltaicos | 1,4 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | Si | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Paneles solares | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Inversor Solar Fronius Internacional | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Tablero de distribución | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Sistema de Seguimiento Solar Soporte metálico del seguidor | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Sistema de Seguimiento Solar - solar, el sistema de control de movimiento, | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Sistema de Seguimiento Solar - transmisión por cadena de rodillos | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Bandeja Portacables 60x100 mm | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Bandeja Portacables 60x200 mm | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Accesorios de unión y fijación | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Cable para Paneles Solares 1,8 kV DC- | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |

| | | | | | | | |
|---|-----|-----------------|------------------------------|----|-------------------------------------|----|----|
| 0,6/1 kV AC #14WAG | | | | | | | |
| Cable para Paneles Solares 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC #12WAG | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Cable para Paneles Solares 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC #10WAG | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Cable para Paneles Solares 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC #2WAG | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Estructuras en techo | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Varilla de cobre | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Soldadura exotérmica | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |
| Cable de CU desnudo 1 AWG | 1,5 | Costo y Calidad | Correo Electrónico/Reuniones | No | Dirección Administrativo Financiero | Si | Si |

Elaborado por autores.

En la tabla 89, se ha establecido las fechas para realizar la adquisición, aprobar, administrar el contrato y cierre.

Tabla 89

Matriz de Adquisiciones

| CRONOGRAMA DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA . | | | | |
| DIRECTOR DEL PROYECTO: | SC | | | | |
| SIGLAS DEL PROYECTO: | DSMESF | | | | |
| FECHA: | | | | | |
| | Cronograma de Adquisiciones Requeridas | | | | |
| | Planificación de contratación | Solicitar respuesta del proveedor | Seleccionar proveedor | Administrar Contrato | Cerrar Contrato |
| Producto o Servicio a Adquirir | Del al | Del al | Del al | Del al | Del al |
| Adquisición de GPS | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2023 | 22/09/2023-25/09/2023 | 26/09/2023-27/09/2023 | 28/09/2023-29/09/2023 |
| Adquisición de Cámara Fotográfica | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2024 | 22/09/2023-25/09/2024 | 26/09/2023-27/09/2024 | 28/09/2023-29/09/2024 |
| Adquisición de Multímetro | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2025 | 22/09/2023-25/09/2025 | 26/09/2023-27/09/2025 | 28/09/2023-29/09/2025 |
| Servicio de Alquiler de computadoras portátiles | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2024 | 22/09/2023-25/09/2024 | 26/09/2023-27/09/2024 | 28/09/2023-29/09/2024 |
| Adquisición de Software de Diseño de Sistema | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2024 | 22/09/2023-25/09/2024 | 26/09/2023-27/09/2024 | 28/09/2023-29/09/2024 |
| Servicios de Impresión (planos, hojas A4, etc) | 04/11/2023-05/11/2021 | 12/11/2023-13/11/2023 | 16/11/2023-17/11/2024 | 18/11/2023-19/11/2025 | 20/11/2023-23/11/2025 |
| Adquisición de Útiles de Oficina (lápices, lapiceros, libreta de campo, etc) | 04/11/2023-05/11/2022 | 12/11/2023-13/11/2024 | 16/11/2023-17/11/2024 | 18/11/2023-19/11/2025 | 20/11/2023-23/11/2025 |
| Servicio de Alquiler de camionetas | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2024 | 22/09/2023-25/09/2024 | 04/10/2023-5/11/2023 | 12/10/2023-13/11/2023 |
| Diseño de los sistemas (solución) | 18/09/2023-19/09/2023 | 20/09/2023-21/09/2024 | 22/09/2023-25/09/2024 | 04/10/2023-5/11/2023 | 4/11/2024 |
| Construcción de los sistemas fotovoltaicos | 4/11/2024 | 5/11/2024 | 8/11/2024 | 7/12/2024 | 7/05/2024 |

Fuente: Elaborado por los autores

4.9.3. Criterios de selección de proveedores

Para la adjudicación de contratos de servicios profesionales y, de adquisición de bienes, se debe aplicar los criterios de aprobación a las ofertas técnicas y económicas presentadas por los contratistas y/o consultores de bienes y servicios para cumplimiento y aceptación.

Se calificará las ofertas sobre 100 puntos (100%) como se indica en la Tabla 91, bajo los siguientes criterios: Costos (20%), Experiencia (40%), Garantía(s) (20%) y, Referencia(s) (20%).

La adjudicación se otorga al ofertante con el mayor puntaje reflejado en el formulario de criterios de selección de proveedores.

En la Tabla 90, se muestra los criterios de selección de proveedores.

Tabla 90

Criterios de selección de proveedores

| Contratación de: | | | Id EDT | | Calificación | 100 |
|----------------------------------|--|-----------|--------|-----------|--------------|-----|
| Bienes | | Servicios | | | | |
| Nombre del Bien o Servicio | | | | | | |
| Criterio Selección | Especificación | Peso | Cumple | No Cumple | Puntos | |
| | | | 100% | 0% | | |
| Experiencia General | En base al monto del presupuesto referencial y porcentaje de valor de experiencia general a presentar | 20% | | | 20 | |
| Experiencia Específica | En base al monto del presupuesto referencial y porcentaje de valor de experiencia específica a presentar | 20% | | | 20 | |
| Garantía(s) | Garantías con cobertura de riesgo. | 20% | | | 20 | |
| Referencias | Presenta referencias de haber participado en contratos de proyectos similares. | 20% | | | 20 | |
| Experiencia del personal técnico | Experiencia, profesión del personal técnico calificado presentado en la oferta | 20% | | | 20 | |
| Total | | 100% | | | | |

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 91

Criterios de aceptación para servicios de construcción

| Contratación de: | | | Id EDT | | Calificación | 100 |
|----------------------------|--|-----------|--------|-----------|--------------|-----|
| Bienes | | Servicios | | | | |
| Nombre del Bien o Servicio | | | | | | |
| Criterio Selección | Especificación | Peso | Cumple | No Cumple | Puntos | |
| | | | 100% | 0% | | |
| Oferta económica | Valor de la oferta igual e inferior al presupuesto referencial | 20% | | | 20 | |
| Experiencia Específica | En base al monto del presupuesto referencial y porcentaje de valor de experiencia específica a presentar | 20% | | | 20 | |

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----|--|--|----|
| Garantía(s) | Garantías con cobertura de riesgo. | 10% | | | 20 |
| Referencias | Presenta referencias de haber participado en contratos de proyectos similares. | 20% | | | 20 |
| Experiencia del personal técnico | Experiencia, profesión del personal técnico calificado presentado en la oferta | 20% | | | 20 |
| Instrumentos y equipos disponibles | Instrumentos y equipos mínimos requeridos para el desarrollo de los estudios | 10% | | | 10 |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.10. Plan de Gestión de los Interesados

De acuerdo al (PMI, 2017), el plan de Gestión de Interesados consiste en la identificación periódica a los interesados del proyecto, así como de analizar y documentar información relevante a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el proyecto.

4.10.1. Identificación y Registro de Interesados

Cada proyecto implica la presencia de personas o grupos con intereses que pueden incidir de manera positiva o negativa en el proyecto. Algunos de estos actores pueden tener una capacidad limitada para influenciar las actividades o los resultados del proyecto, mientras que otros ejercen una influencia sustancial tanto en el proyecto como en sus resultados previstos. (Project Management Institute, PMBOK 7ma edición, pág. 31).

La eficiente identificación, evaluación y compromiso de los stakeholders involucra tanto a aquellos dentro de la organización como a los ajenos a ella, incluyendo a quienes respaldan la iniciativa y a aquellos que podrían no hacerlo o mantener una posición neutral hacia la misma (Project Management Institute, Guía del PMBOK 7ma edición, pág. 10).

En esta sección se realiza un análisis de los interesados del proyecto en la que se identifica su rol de participación, si son internos y/o externos, su grado de poder e interés y su clasificación, como se indica en la tabla 92.

Tabla 92.

Roles de los Stakeholders

| ROLES DE LOS STAKEHOLDERS | STAKEHOLDERS |
|------------------------------------|--|
| Equipo del proyecto | SC – Director de Proyecto Equipo de la PMO de la organización |
| Patrocinador | Gerente General de Empresa PROMINE CIA LTDA |
| Interesados de la organización | Gerencia de Operaciones Supervisor de Operaciones Jefe de Planta Jefe de Producción Operador de molino de bolas Jefe de mantenimiento Supervisor mecánico de planta Supervisor Eléctrico Técnico de Medio ambiente |
| Clientes/Usuarios | SOMILOR ORENAS S.A. PRODUMINSA EXYCOMINSUR CIA LTDA BANCO CENTRAL DEL ECUADOR |
| Proveedores | Repuestos de minería Jiménez Rey Astudillo Boflex Flexmar Dicohierro Casa del Perno Multinegocio Campoverde Tecnovoladuras |
| Entidades Públicas y Ministeriales | Ministerio de Energía y Minas Ministerio de Ambiente Instituto de Investigación Geológico y Energético ARCERNNR |
| Otros | Empresas (Pequeña Minería) Empresas (Minería Artesanal) CENACE CELEC EP Proveedores de Servicios de Consultorías Técnicas Eléctricas y Ambientales |

| |
|--|
| Proveedores de Servicios de Construcción de Sistemas Eléctricos por fuentes de energías renovables |
|--|

Fuente: Elaborado por autores

4.10.3. Registro de los interesados

En la tabla 93, se presentará un registro a detalle de los stakeholders de la empresa PROMINE CIA LTDA.

Tabla 93.

Registro de los Stakeholder

| REGISTRO DE STAKEHOLDERS | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|---|----------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO | | | | | | | SIGLAS DEL PROYECTO | | | |
| DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A EMPRESAS DEL SECTOR DE MINERÍA ARTESANAL Y PEQUEÑA MINERÍA | | | | | | | DSMESF | | | |
| Identificación | | | | | Evaluación | | | | Clasificación | |
| Nombre | Empresa y Puesto | Localización | Rol en el Proyecto | Información de Contacto | Requerimientos Primordiales | Expectativas Principales | Influencia Potencial | Fase de Mayor Interés | Interno / Externo | Apoyo / Neutral / Opositor |
| SC | Director de Proyecto | Camilo Ponce Enríquez | Director del Proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre exitoso del proyecto | Aprobación de los recursos y reservas de gestión si se necesitase | Media | Todo el ciclo de vida del proyecto | Interno | Apoyo |
| AB | Presidente de Directorio | Camilo Ponce Enríquez | Patrocinador | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto en el alcance, costo, plazo y calidad definidos en las líneas base | Construcción del proyecto | Alta | Ejecución y cierre del proyecto | Interno | Apoyo |
| CD | Gerente de Operaciones | Camilo Ponce Enríquez | Parte del equipo de proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo y cumplimiento del proyecto | Cumplimiento del alcance del proyecto | Media | Ejecución del proyecto | Interno | Apoyo |
| EF | Supervisor de Operaciones | Camilo Ponce Enríquez | Parte del equipo de proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo y cumplimiento del proyecto | Mejoramiento de la operatividad del sistema eléctrico, para el funcionamiento del molino de bolas | Media | Ejecución del Proyecto | Interno | Apoyo |
| GH | Jefe de Planta | Camilo Ponce Enríquez | Parte del equipo de proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo y cumplimiento del proyecto | Mejoramiento de la operatividad del sistema eléctrico, para el funcionamiento del molino de bolas | Media | Ejecución del proyecto | Interno | Apoyo |
| IJ | Jefe de Producción | Camilo Ponce Enríquez | Parte del equipo de proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo y cumplimiento del proyecto | Cumplimiento del alcance del proyecto | Media | Ejecución del proyecto | Interno | Apoyo |
| KL | Operador de | Camilo | Parte del | Correo electró- | Desarrollo y cumpli- | Mejoramiento de la | Media | Ejecución del | Interno | Apoyo |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|---|---|--|-------|---------------------------------------|---------|-------|
| | molino de bola | Ponce Enríquez | equipo de proyecto | nico/ número telefónico | miento del proyecto | operatividad del molino de bolas | | proyecto | | |
| MN | Jefe de mantenimiento | Camilo Ponce Enríquez | Parte del equipo de proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo y cumplimiento del proyecto | Mejoramiento del funcionamiento de los equipos de la planta de beneficio usando energías limpias | Media | Ejecución y cierre del proyecto | Interno | Apoyo |
| ÑO | Supervisor mecánico de planta | Camilo Ponce Enríquez | Parte del equipo de proyecto | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo y cumplimiento del proyecto para abarcar los nuevos Clientes | Mejoramiento del funcionamiento de los equipos de la planta de beneficio usando energías limpias | Baja | Ejecución y cierre del proyecto | Interno | Apoyo |
| PQ | Supervisor Eléctrico | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Mejoramiento del funcionamiento eléctrico de la planta de beneficio | Alta | Planificación, Ejecución del proyecto | Interno | Apoyo |
| RS | Técnico de Medio Ambiente | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Mejoramiento de los indicadores de uso de fuentes de energías | Alta | Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| TU | SOMILOR | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Alta | Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| VW | ORENAS S.A | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Alta | Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| XY | PRODUMINSA | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Alta | Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| ZA | EXYCOMIN-SUR CIA LTD | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Alta | Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| BCE | BANCO CENTRAL DEL ECUADOR | Ecuador | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Alta | Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| CELEC EP UNT- Transelectric | CELEC EP UN- Transelectric | Guayaquil | Interesado | https://www.cel.ec/gob.e | Desarrollo del Proyecto | Cumplimiento con éxito del proyecto | Alta | Ejecución y Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------|------------|---|---|---|-------|--|---------|---------|
| MEER | Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables | Quito | Interesado | https://www.recursosyenergias.gob.ec/ | Cumplimiento de leyes gubernamentales y estándares de calidad | Cumplimiento del proyecto en las leyes gubernamentales | Alta | Cierre del Proyecto | Externo | Apoyo |
| MAE | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica | Quito | Interesado | https://www.ambiente.gob.ec/ | Cumplimiento de leyes gubernamentales y estándares de calidad | Cumplimiento del proyecto en las leyes gubernamentales | Media | Planificación y Ejecución del proyecto | Externo | Neutral |
| EMPRESAS MINERAS ARTESANALES | Empresas Mineras Artesanales | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Media | Cierre del Proyecto | Externo | Neutral |
| EMPRESAS DE LA PEQUEÑA MINERÍA | Empresas Mineras Artesanales | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | Correo electrónico/ número telefónico | Desarrollo del proyecto | Cumplimiento con éxito el proyecto | Media | Cierre del Proyecto | Externo | Neutral |
| GAD Municipal de la provincia | Camilo Ponce Enríquez Alcaldía | Camilo Ponce Enríquez | Interesado | http://www.gadec.gob.ec/gadec/ | Cumplimiento de ordenanzas Municipales | Cumplimiento del proyecto en las ordenanzas de la provincia | Media | Planificación y Cierre del proyecto | Externo | Neutral |
| Gobernación de la provincia | Gobernación de Azuay – Ministerio de Gobierno | Azuay | Interesado | https://www.gobernacion.gob.ec/ | Cumplimiento de ordenanzas de la Gobernación | Cumplimiento del proyecto en las ordenanzas de la provincia | Media | Planificación y Cierre del proyecto | Externo | Apoyo |
| ARCERNNR | Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables | Quito | Interesado | https://www.controlrecursosyenergias.gob.ec/ | Cumplimiento de leyes gubernamentales y estándares de calidad | Cumplimiento del proyecto en las regulaciones | Media | Planificación y Cierre del proyecto | Externo | Neutral |
| CENACE | Operador Nacional de Electricidad | Quito | Interesado | http://www.cenace.gob.ec/ | Cumplimiento de leyes gubernamentales y estándares de calidad | Cumplimiento del proyecto en las regulaciones | Alta | Planificación, Ejecución y Cierre del proyecto | Externo | Neutral |

4.10.4. Análisis de los Stakeholders

Una vez aprobada la matriz de interesados, el director del Proyecto clasificará a los interesados según sus niveles de poder/Interés, poder/influencia e impacto de influencia, que será útil para gestionar a los interesados y realizar el seguimiento y control sobre el proyecto. En la tabla 94, se muestra la ponderación para la categorización de los interesados.

Tabla 94.

Puntuación para la categorización de los stakeholders

| Puntuación | Poder Representado por el nivel de autoridad que representa) | Interés (Presentado por el nivel de inquietud acerca de los resultados del proyecto) | Influencia (Capacidad para influir en los resultados del proyecto) |
|------------|--|--|--|
| 5 | Muy Alto | Muy Alto | Muy Alto |
| 4 | Alto | Alto | Alto |
| 3 | Medio | Medio | Medio |
| 2 | Bajo | Bajo | Bajo |
| 1 | Nulo | Nulo | Nulo |

Fuente: Elaborado por los autores

Considerando la información de la tabla anterior, la categorización de los stakeholders será la que se presenta en la siguiente tabla 95:

Tabla 95.

Categorización de los Stakeholders

| Nombre | Empresa/cargo | Poder | Interés | Influencia |
|--------|-------------------------------|-------|---------|------------|
| SC | Director de Proyecto | 3 | 5 | 3 |
| AB | Presidente de Directorio | 5 | 4 | 5 |
| CD | Gerente de Operaciones | 3 | 4 | 4 |
| EF | Supervisor de Operaciones | 3 | 3 | 4 |
| GH | Jefe de Planta | 3 | 3 | 4 |
| IJ | Jefe de Producción | 3 | 3 | 4 |
| KL | Operador de molino de bola | 3 | 3 | 4 |
| MN | Jefe de mantenimiento | 3 | 3 | 3 |
| ÑO | Supervisor mecánico de planta | 3 | 4 | 4 |
| PQ | Supervisor Eléctrico | 3 | 5 | 4 |
| RS | Técnico de Medio Ambiente | 3 | 5 | 4 |
| TU | SOMILOR | 4 | 5 | 4 |
| VW | ORENAS S.A | 4 | 5 | 4 |
| XY | PRODUMINSA | 4 | 5 | 4 |
| ZA | EXYCOMINSUR CIA LTD | 4 | 5 | 4 |
| BCE | BANCO CENTRAL DEL ECUADOR | 2 | 2 | 2 |

| | | | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| CELEC EP UN Transelectric | CELEC EP UN - Transelectric | 3 | 3 | 3 |
| MEER | Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables | 3 | 3 | 3 |
| MAE | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica | 4 | 4 | 4 |
| Empresas mine- ras artesanales | Empresas Mineras Artesanales | 3 | 4 | 3 |
| Empresas de la pequeña minería | Empresas Mineras Artesanales | 3 | 4 | 3 |
| GAD - Municipal de la provincia | Camilo Ponce Enríquez Alcaldía | 3 | 3 | 3 |
| Gobernación de la provincia | Gobernación de Azuay - Ministe- rio de Gobierno | 3 | 3 | 3 |
| ARCERNNR | Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables | 3 | 4 | 3 |
| CENACE | Operador Nacional de Electricidad | 2 | 2 | 2 |
| CELEC | Corporación Eléctrica del Ecuador | 2 | 2 | 2 |

Fuente: Elaborado por los autores

Clasificándolos en los respectivos cuadrantes a los stakeholders, deberemos tener pre-
senta las consideraciones que se presentan en la tabla 96, para el desarrollo del proyecto:

Tabla 96.

Interés sobre el proyecto

| | | Interés sobre el proyecto | |
|-----------------------------|-------------|--|---|
| | | Baja | Alta |
| Poder en el proyecto | | Segundo Cuadrante | Primer Cuadrante |
| | Alta | CELEC TRANSELECTRIC MEER CENACE CELEC EP | SC AB CD NO PQ RS TU VW XY ZA MAE EMPRESAS MINERAS ARTESANALES EMPRESAS DE LA PEQUEÑA MINERÍA ARCERNNR |

| | | | |
|--|-------------|------------------|------------------|
| | | Tercer Cuadrante | Cuarto Cuadrante |
| | Baja | EF | BCE |
| | | GH | GAD PROVINCIAL |
| | | IJ | GAD MUNICIPAL |
| | | KL | |
| | | MN | |

Elaborado por los autores.

- I. **Para el primer cuadrante:** Trabajar con ellos, administrar de cerca, gestionar atentamente.
- II. **Para el segundo cuadrante:** Mantenerlos satisfechos.
- III. **Para el tercer cuadrante:** Monitorearlo, estar monitorizándolos por si cambian.
- IV. **Para el cuarto cuadrante:** Mantener informados.

Clasificándolos en los respectivos cuadrantes a los stakeholders, deberemos tener presente las siguientes consideraciones para el desarrollo del proyecto:

Tabla 97.

Influencia sobre el proyecto

| | Influencia sobre el proyecto | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------|
| | Baja | Alta | |
| Poder en el proyecto | Alta | Segundo Cuadrante | Primer Cuadrante |
| | | SC | AB |
| | | EF | CD |
| | | GH | NO |
| | | IJ | PQ |
| | | KL | RS |
| | | MN | TU |
| | | | VW |
| | | | XY |
| | | | ZA |
| | MAE | | |

| | | |
|-------------|--------------------------------|------------------|
| Baja | Tercer Cuadrante | Cuarto Cuadrante |
| | EF | BCE |
| | GH | GAD PROVINCIAL |
| | IJ | GAD MUNICIPAL |
| | KL | CELEC |
| | MN | TRANSELECTRIC |
| | EMPRESAS MINERAS ARTESANALES | MEER |
| | EMPRESAS DE LA PEQUEÑA MINERÍA | CENACE |
| | ARCERNNR | CELEC EP |

Elaborado por los autores

- i. **Para el primer cuadrante:** Trabajar con ellos, los más importantes.
- ii. **Para el segundo cuadrante:** Mantenerlos satisfechos, implicados importantes.
- iii. **Para el tercer cuadrante:** Monitorearlo, sin influencia.
 - i. **Para el cuarto cuadrante:** Mantener informados, implicados importante.

4.10.5. Participación Actual y Deseada del Interesado

A continuación, se detalla en la Tabla 98, el nivel de participación de los interesados:

Tabla 98.

Participación actual y deseada de los interesados

| NOMBRE INTERESADO | INTERESADOS | Desconocedor | Reticente | Neutral | Partidario | Líder |
|-------------------|---------------------------|--------------|-----------|----------|------------|------------|
| SC | Director de Proyecto | | | | | A+D |
| AB | Presidente de Directorio | | | | A | D |
| CD | Gerente de Operaciones | | | | A+D | |
| EF | Supervisor de Operaciones | | | | A+D | |
| GH | Jefe de Planta | | | A | D | |
| IJ | Jefe de Producción | | | A | D | |

| | | | | | | |
|--|---|------------|--|------------|------------|--|
| KL | Operador de molino de bola | | | A | D | |
| MN | Jefe de mantenimiento | | | A | D | |
| ÑO | Supervisor mecánico de planta | | | A+D | | |
| PQ | Supervisor Eléctrico | | | | A+D | |
| RS | Técnico de Medio Ambiente | | | | A+D | |
| TU | SOMILOR | | | | A+D | |
| VW | ORENAS S.A | | | | A+D | |
| XY | PRODUMINSA | | | A+D | | |
| ZA | EXYCOMINSUR CIA LTD | | | | A+D | |
| BCE | BANCO CENTRAL DEL ECUADOR | A+D | | | | |
| CELEC EP UN Transelectric | CELEC EP UN - Transelectric | A | | | D | |
| MEER | Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables | A | | | D | |
| MAE | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica | A | | | D | |
| Empresas mineras artesanales | Empresas Mineras Artesanales | A | | | D | |
| Empresas de la pequeña minería | Empresas Mineras Artesanales | A | | | D | |
| GAD - Municipal de la provincia | Camilo Ponce Enríquez Alcaldía | A | | | D | |
| Gobernación de la provincia | Gobernación de Azuay - Ministerio de Gobierno | A | | | D | |
| ARCERNNR | Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables | A | | | D | |
| CENACE | Operador Nacional de Electricidad | A | | | D | |
| CELEC EP | Corporación Eléctrica del Ecuador | A | | | D | |
| A= Nivel Actual de compromiso D= Nivel Deseable | | | | | | |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.10.6. Requisitos de información de interesados

En la Tabla 99, se determina los requisitos de comunicación y la frecuencia de información que recibirán los interesados en el desarrollo y avance del proyecto.

Tabla 99.

Requisitos de información de interesados

| Nombre | Cargo | Nivel de Participación Actual | Clasificación Poder/Interés | Estrategia para recibir apoyo | Tipo de comunicación | Motivo Distribución | Frecuencia |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|-------------------|
| SC | Director de Proyecto | Líder | Alto/Alto | Gestionar Altamente | Reunión, Reporte, Correo | Patrocinador | Mensual |
| AB | Presidente de Directorio | Partidario | Alto/Alto | Gestionar Altamente | Reunión, Reporte, Correo | Reporta avances del proyecto | Semanal |
| CD | Gerente de Operaciones | Partidario | Alto/Alto | Gestionar Altamente | Reunión, Reporte, Correo | Reporta avances del proyecto | Semanal |
| EF | Supervisor de Operaciones | Partidario | Alto/Alto | Gestionar Altamente | Reunión, Reporte, Correo | Reporta avances del proyecto | Semanal |
| GH | Jefe de Planta | Neutral | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Reporte, Correo | Reporta avances del proyecto | Semanal |
| IJ | Jefe de Producción | Neutral | Bajo/Alto | Mantener Monitoreado | Reunión, Correo | Informa procesos administrativos | Por requerimiento |
| KL | Operador de molino de bola | Neutral | Alto/Alto | Mantener Monitoreado | Reunión, Reporte, Correo | Reporta avances del proyecto | Por requerimiento |
| MN | Jefe de mantenimiento | Partidario | Bajo/Bajo | Gestionar Altamente | Reunión, Correo | Informes de seguimiento de presupuesto y avance de proyecto | Mensual |
| ÑO | Supervisor mecánico de planta | Neutral | Bajo/Alto | Mantener Monitoreado | Reunión, Correo | Informes de seguimiento de presupuesto y avance de proyecto | Semanal |
| PQ | Supervisor Eléctrico | Partidario | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Reporte, Correo | Informes de seguimiento de técnico y avance de proyecto | Mensual |
| RS | Técnico de Medio Ambiente | Partidario | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Reporte, Correo | Informes de seguimiento de técnico y avance de proyecto | Semanal |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--------------|-----------|----------------------|--------------------------|---|-------------------|
| TU | SOMILOR | Partidario | Bajo/Bajo | Mantener Monitoreado | Reunión, Correo | Informes de seguimiento de técnico y avance de proyecto | Semanal |
| VW | ORENAS S.A | Partidario | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Reporte, Correo | Informes de seguimiento de técnico y avance de proyecto | Mensual |
| XY | PRODU-MINSA | Neutral | Bajo/Alto | Mantener Informado | Socialización | reporta información técnica al proyecto | Semanal |
| ZA | EXYCO-MINSUR CIA LTD | Partidario | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Reporte, Correo | Informes de seguimiento de técnico y avance de proyecto | Semanal |
| BCE | BANCO CENTRAL DEL ECUADOR | Neutral | Bajo/Bajo | Mantener Informado | Socialización | | Por requerimiento |
| CELEC EP UN Transelectric | CELEC EP UN - Transelectric | Desconocedor | Bajo/Alto | Mantener Informado | Socialización | Reporta información de eficiencia energética | Por requerimiento |
| MEER | Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables | Desconocedor | Bajo/Alto | Mantener Informado | Socialización | Reporta información de eficiencia energética | Por requerimiento |
| MAE | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica | Desconocedor | Bajo/Alto | Mantener Informado | Socialización | Reporta información de eficiencia energética | Por requerimiento |
| Empresas mineras artesanales | Empresas Mineras Artesanales | Desconocedor | Bajo/Alto | Mantener Informado | Socialización | Reporta información de eficiencia energética | Por requerimiento |
| Empresas de la pequeña minería | Empresas Mineras Artesanales | Desconocedor | Bajo/Alto | Mantener Informado | Socialización | Reporta información de eficiencia energética | Por requerimiento |
| GAD - Municipal de la provincia | Camilo Ponce Enríquez Alcaldía | Partidario | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Correo | Usuario final | Por requerimiento |
| Gobernación de la provincia | Gobernación de Azuay - Ministerio de Gobierno | Partidario | Bajo/Alto | Mantener Informado | Reunión, Correo | Usuario final | Por requerimiento |

| | | | | | | | |
|----------|---|------------|------------|--------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| AR-CERNR | Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables | Partidario | Alto/Bajo | Mantener Informado | Reunión, Correo | Usuario final | Por requerimiento |
| CENACE | Operador Nacional de Electricidad | Neutral | Bajo/Bajo | Mantener Informado | Reunión, Correo | Usuario final | Por requerimiento |
| CELEC EP | Corporación Eléctrica del Ecuador | Neutral | Bajo/ Bajo | Mantener Informado | Reunión, Correo | Usuario final | Por requerimiento |

Fuente: Elaborado por los autores.

4.10.7. Seguimiento de Gestión de Interesados

El seguimiento de Gestión de Interesados se deberá realizar de manera continua y oportuna a través del plan de comunicación, reportes de desempeño, entre otros

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- De acuerdo con la potencia 95kW del molino de bolas realizado a la empresa PROMINE Cía. Ltda., se calculó la demanda promedio de energía eléctrica requerida durante 10 horas de operación, resultando en 760 kWh/día. En base a esto, se determina que se necesitan 860 paneles solares para generar esta cantidad de energía.
- A partir de la evaluación técnica realizada, se definió la inversión requerida para la implementación del sistema fotovoltaico. Esto establece una viabilidad técnica y económica favorable para la empresa PROMINE Cía. Ltda., con un período de recuperación de inversión inferior a 10 años.
- Los riesgos identificados, que tienen alta probabilidad y consecuencias significativas, son manejables. Se ha desarrollado un plan con el objetivo de reducir y fortalecer las medidas de respuesta ante estos riesgos.
- La implementar del sistema de energía solar permite a las empresas mineras reducir sus costos operativos, lo que mejora su rentabilidad a largo plazo. Además, la eficiencia energética y la gestión sostenible pueden conducir a un uso más responsable de los recursos naturales.
- Esta alternativa de proyectos proporciona beneficios intangibles que pueden ser aprovechados para mejorar la imagen corporativa de la empresa minera. Demuestra el compromiso de la empresa con el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente mediante el uso de energías renovables.

5.2 Recomendaciones

Se sugiere realizar un seguimiento continuo de los avances tecnológicos en el ámbito de la mejora de la eficiencia de los paneles solares. Luego, a través de un análisis detallado de costos y beneficios, evaluar la factibilidad de la transición hacia componentes más eficientes. Además, es importante considerar la posibilidad de actualizar el equipo para aprovechar las ventajas de la tecnología más avanzada en términos de rendimiento y rentabilidad.

Se recomienda que durante las fases de construcción y operación del sistema fotovoltaico se den prioridad a la gestión de comunicaciones, el involucramiento de las partes interesadas y la evaluación de riesgos, tal como se detalla en el presente documento.

Se sugiere que la organización establezca una estrategia de gestión de datos energéticos para recopilar y analizar datos relacionados con el consumo de energía y el rendimiento del sistema solar. Estos datos pueden utilizarse para tomar decisiones informadas y optimizar aún más la eficiencia energética.

Se recomienda que la formulación de proyectos dentro de cualquier organización se base en la resolución de problemas. Esto implica una comprensión profunda de las causas y efectos que vinculan las condiciones iniciales con el estado actual y el deseado. No debe limitarse únicamente a la generación de ingresos, sino que también debe contribuir a la mejora y al cumplimiento del valor empresarial de la organización.

Se propone crear los documentos necesarios para supervisar y gestionar de manera efectiva cada una de las áreas de conocimiento que se presentan en las directrices de buenas prácticas del PMI según el PMBOK. Además, es importante

asegurarse de tener los formatos adecuados para llevar a cabo un seguimiento preciso y un control eficiente en todas estas áreas.

Se insta a llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los procesos de la planta de beneficio para identificar áreas adicionales de mejora en la eficiencia energética. Esto podría incluir la optimización de otros equipos y sistemas para reducir aún más el consumo de electricidad.

6. Bibliografía

- Agroindustria, M. d. (2018). Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero 2020-2030. Gobierno de Ecuador. Retrieved from https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Huella_de_Carbono.pdf
- Aguilar, J., & Requelmer, F. (2016). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta de beneficio minero utilizando el proceso de lixiviación por medio de carbón activado en la Parroquia de Pacto*. Quito: UCE,
- Alegría Calero, D. R. (2014). *Propuesta de mejora para la recuperación aurífera en la zona “La Bella” de la concesión Bella Rica, ubicada en el distrito Ponce Enríquez*. Quito: UCE.,
- Angamarca Ipiales, J. G., & Guevara Pajuña, R. D. (2020). *Diseño de microgeneración fotovoltaica conectada a la red para el suministro eléctrico de los centros operativos y agencias de la EEQ ubicados al noroccidente y sur de la ciudad de Quito*. Quito, 2020.,
- ARCERNNR. (2021). REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-001/2021. Retrieved from <https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2021/05/Resolucion-Nro.-ARCERNNR-013-2021-signed-signed.pdf>
- Arroba Cuesta, A. L. (2018). *Análisis técnico y económico para el uso del sistema fotovoltaico en la Facultad de Ingeniería Industrial*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de ...
- BCE. (2023). BOLETÍN DEL SECTOR MINERO. Retrieved from <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ReporteMinero012023.pdf>,
- Castro Bravo, L. S., & Gómez Maldonado, J. A. (2021). *Determinación de parámetros técnicos-económicos en la explotación de áridos para la aplicación en el cálculo de regalías mineras para el GAD Municipal del cantón Paute*. Universidad del Azuay,
- Dumoulin, A. (2023). Breve resumen del informe de Fijación de Precios del Carbono 2023 del Banco Mundial. Retrieved from <https://www.ciat.org/breve-resumen-del-informe-de-fijacion-de-precios-del-carbono-2023-del-banco-mundial/>

- D. Paillacho, R. H., and K. Marín. (2021). “Informe técnico de línea base: Situación energética de las empresas mineras ubicadas en el sector Bella Rica, en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay 2020,”.
- Gallardo Molina, A. (2019). El cobre y su proceso de extracción en la Faja Pirítica Ibérica.
- Garrigues Medio Ambiente, C. T. y. d. G. I., & del Medio Ambiente, S. L. (2010). Guía sobre empresas de servicios energéticos (ESE). Madrid, España: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Retrieved from <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM015035.pdf>
- Goycochea Martínez, A. A., Bedoya Valdivia, G. V., Meza Farfán, J. L., & Francia Centeno, J. A. (2021). Plan de negocio para el desarrollo y explotación de la mina Don Mario.
- Ley de Minería. (2009). Ley de Minería *Quito. Ecuador.*
- Lapo Alberca, J. (2014). Reactivación química del carbón activado del tipo calgon americano 6* 12 utilizado en la sociedad minera “PROMINE” para el proceso de adsorción de metales preciosos. *Machala. Ecuador.*
- Marín, K. (2021). Consumo energético en plantas de beneficio mineral. *Petroenergía.* Retrieved from <https://www.petroenergia.info/post/consumo-energ%C3%A9tico-en-plantas-de-beneficio-mineral>
- Molina, D. (2020). *Estudio de formalización de mineros artesanales y pequeña minería SERNAGEOMIN-Chile.* Universidad Andrés Bello,
- Ordoñez Mariño, M. (2021). Diseño de un sistema de iluminación con energía solar fotovoltaica para la universidad Antonio Nariño sede Cúcuta.
- PMI. (2015). PMBOK, Project Management Body of Knowledge. pag. 28
- Pástor Yáñez, C. A. (2022). *Optimización del proceso de conminución en la planta de beneficio promine, Camilo Ponce Enríquez-Azuay.* Universidad del Azuay,.
- Rueda, A. Z. C., & Castellanos, B. M. C. (2023). RECUPERACIÓN DE MATERIALES DE PANELES FOTOVOLTAICOS. Retrieved from <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/d65eeffe-58bc-4e75-98cc-5599445c3a13/content>

- Saaty, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 102, 251-318.
- Samaniego Zabala, M. A. (2022). Evaluación del circuito de conminución, llevado en la planta de beneficio de la empresa “OroConcent SA”, ubicada en el sector El Tablón del cantón Portovelo en la provincia de El Oro.
- Sánchez Alvarado, E., Sanmiguel Torres, J. D., & Villamil Castañeda, W. F. (2021). Diseño y construcción de un sistema de generación fotovoltaica para el parque zonal San Andrés
- Vásquez Chigne, L. C. d. F., & Zúñiga Anticona, B. M. (2015). Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa
- Velasco, J. (2019). Guía sobre empresas de servicios energéticos (ESE). Madrid, España: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
- .

7. Anexos

7.1 SIMULACIÓN EN EL PROGRAMA PVSYS 7.4

RESUMEN DEL PROYECTO



Proyecto: Planta De Beneficio Promine LTDA

Variante: Promine 1

PVsyst V7.4.0

VC0, Fecha de simulación:
16/08/23 20:36
con v7.4.0

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Camilo Ponce Enriquez
Ecuador

Situación
Latitud -3.09 °S
Longitud -79.72 °W
Altitud 148 m
Zona horaria UTC-5

Configuración del proyecto
Albedo 0.20

Datos meteo
Camilo Ponce Enriquez
PVGIS api TMY

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

Orientación campo FV
Plano fijo
Inclinación/Azimut 30 / 0 °

Sombreados cercanos
Sin sombreados

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Generador FV
Núm. de módulos
Pnom total

860 unidades
327 kWp

Inversores

Núm. de unidades 5 unidades
Pnom total 250 kWca
Proporción Pnom 1.307

Resumen de resultados

Energía producida 313061 kWh/año Producción específica 958 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 86.94 %

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Resumen de proyectos y resultados | 2 |
| Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema. | 3 |
| Resultados principales | 4 |
| Diagrama de pérdida | 5 |
| Gráficos predefinidos | 6 |
| Evaluación P50 - P90 | 7 |
| Diagrama unifilar | 8 |
| Costo del sistema | 9 |
| Balance de emisiones de CO ₂ | 10 |

HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



PVsyst V7.4.0
 VCO, Fecha de simulación:
 18/08/23 20:36
 con v7.4.0

Proyecto: Planta De Beneficio Promine LTDA

Variante: Promine 1

| Parámetros generales | | | |
|-----------------------------------|----------|--|-----------|
| Sistema conectado a la red | | Sin escena 3D definida, sin sombras | |
| Orientación campo FV | | | |
| Orientación | | Configuración de cobertizos | |
| Plano fijo | | Sin escena 3D definida | |
| Inclinación/Azimut | 30 / 0 ° | Modelos usados | |
| | | Transposición | Perez |
| | | Difuso | Importado |
| | | Circunsolar | separado |
| Horizonte | | Necesidades del usuario | |
| Horizonte libre | | Carga ilimitada (red) | |

| Características del generador FV | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------|
| Módulo FV | | Inversor | |
| Fabricante | Generic | Fabricante | Generic |
| Modelo | JAM60-S20-380-MR | Modelo | Tauro Eco 50-3-P |
| (Base de datos PVsyst original) | | (Base de datos PVsyst original) | |
| Unidad Nom. Potencia | 380 Wp | Unidad Nom. Potencia | 50.0 kWca |
| Número de módulos FV | 860 unidades | Número de inversores | 5 unidades |
| Nominal (STC) | 327 kWp | Potencia total | 250 kWca |
| Módulos | 43 Cadenas x 20 En series | Voltaje de funcionamiento | 580-930 V |
| En cond. de funcionam. (50°C) | | Proporción Pnom (CC:CA) | 1.31 |
| Pmpp | 298 kWp | | |
| U mpp | 633 V | | |
| I mpp | 471 A | | |
| Potencia FV total | | Potencia total del inversor | |
| Nominal (STC) | 327 kWp | Potencia total | 250 kWca |
| Total | 860 módulos | Número de inversores | 5 unidades |
| Área del módulo | 1607 m ² | Proporción Pnom | 1.31 |

| Pérdidas del conjunto | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---|--------------|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Factor de pérdida térmica | | Pérdidas de cableado CC | | Pérdida de calidad módulo | | | | |
| Temperatura módulo según irradiancia | | Res. conjunto global | 22 mΩ | Frac. de pérdida | -0.8 % | | | |
| Uc (const) | 20.0 W/m ² K | Frac. de pérdida | 1.5 % en STC | | | | | |
| Uv (viento) | 0.0 W/m ² K/m/s | | | | | | | |
| Pérdidas de desajuste de módulo | | Pérdidas de desajuste de cadenas | | | | | | |
| Frac. de pérdida | 2.0 % en MPP | Frac. de pérdida | 0.2 % | | | | | |
| Factor de pérdida IAM | | | | | | | | |
| Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290 | | | | | | | | |
| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
| 1.000 | 0.999 | 0.987 | 0.962 | 0.892 | 0.816 | 0.681 | 0.440 | 0.000 |

HOJA DE SIMULACIÓN DE LA ENERGÍA QUE ENTREGARA EL SFV.



Proyecto: Planta De Beneficio Promine LTDA

Variante: Promine 1

PVsyst V7.4.0

VCO, Fecha de simulación:
16/08/23 20:36
con v7.4.0

Resultados principales

Producción del sistema

Energía producida 313061 kWh/año

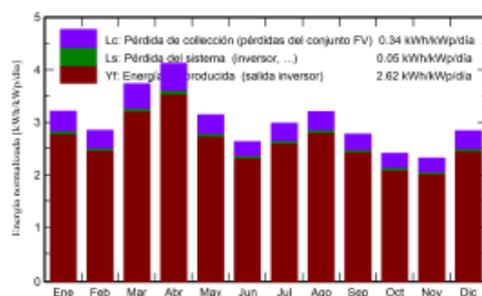
Producción específica

958 kWh/kWp/año

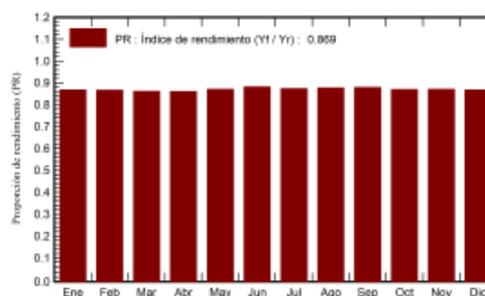
Proporción rend. PR

86.94 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

| | GlobHor MJ/m ² | DiffHor MJ/m ² | T_Amb °C | GlobInc MJ/m ² | GlobEff MJ/m ² | EArray kWh | E_Grid kWh | PR proporción |
|------------|------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|---------------|---------------|------------------|
| Enero | 441.3 | 321.9 | 22.90 | 358.3 | 345.0 | 28752 | 28208 | 0.867 |
| Febrero | 335.2 | 246.2 | 23.46 | 287.0 | 276.8 | 23016 | 22561 | 0.866 |
| Marzo | 454.2 | 302.6 | 23.87 | 416.7 | 405.3 | 33168 | 32548 | 0.860 |
| Abril | 451.3 | 284.4 | 23.64 | 445.0 | 435.9 | 35358 | 34720 | 0.860 |
| Mayo | 341.4 | 253.8 | 22.67 | 350.6 | 342.7 | 28249 | 27717 | 0.871 |
| Junio | 270.9 | 217.3 | 21.32 | 284.1 | 276.2 | 23188 | 22739 | 0.882 |
| Julio | 308.7 | 210.6 | 20.74 | 332.8 | 323.6 | 26898 | 26376 | 0.873 |
| Agosto | 352.6 | 253.1 | 20.53 | 357.3 | 346.9 | 28981 | 28431 | 0.876 |
| Septiembre | 317.8 | 242.9 | 19.92 | 299.6 | 289.2 | 24300 | 23895 | 0.879 |
| Octubre | 305.3 | 229.1 | 21.56 | 268.7 | 258.3 | 21649 | 21212 | 0.870 |
| Noviembre | 298.0 | 246.9 | 21.59 | 250.0 | 239.5 | 20171 | 19762 | 0.871 |
| Diciembre | 398.5 | 278.9 | 21.98 | 316.4 | 303.3 | 25385 | 24892 | 0.867 |
| Año | 4275.2 | 3087.9 | 22.01 | 3966.5 | 3842.8 | 319176 | 313061 | 0.869 |

Legendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E_Grid Energía inyectada en la red

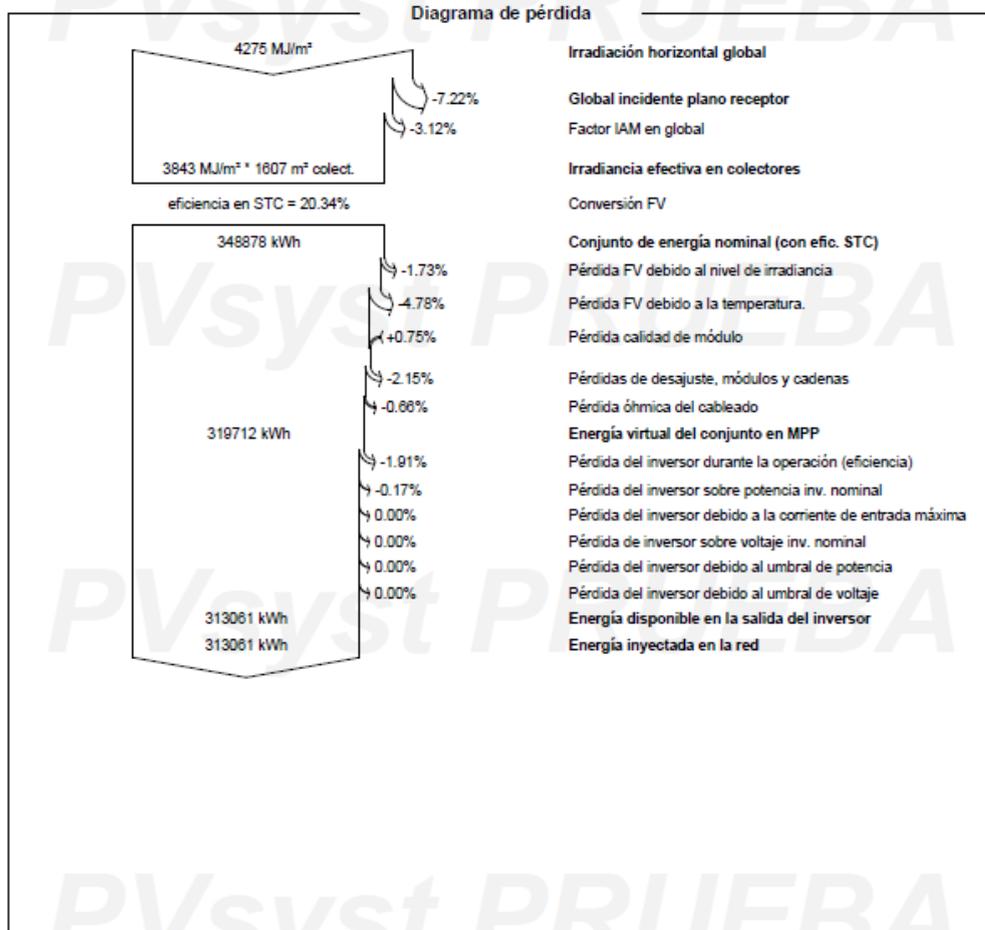
PR Proporción de rendimiento

HOJA DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN EL AÑO.

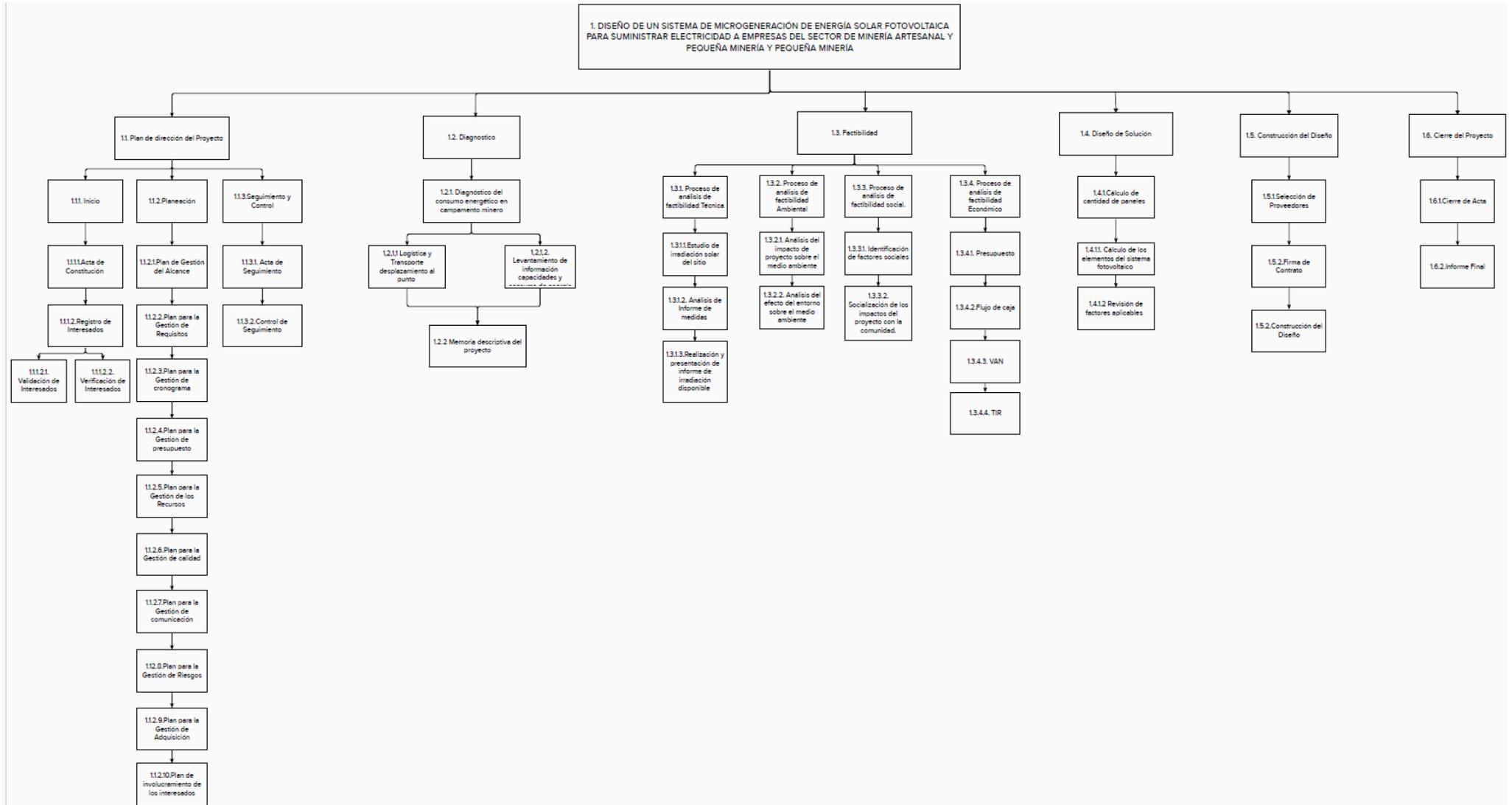


PVsyst V7.4.0
 VCO, Fecha de simulación:
 16/09/23 20:38
 con v7.4.0

Proyecto: Planta De Beneficio Promine LTDA
 Variante: Promine 1



7.2 Formato de Informe de Seguimiento del Proyecto



7.3 Formato de Informe de Seguimiento del Proyecto

| INFORME DEL DESEMPEÑO DEL PROYECTO | | | |
|--|-----------------------------|---------|---------------------|
| Fecha | Nombre del proyecto | | Siglas del proyecto |
| | | | |
| Estado actual del proyecto: cómo está el proyecto a la fecha de corte del periodo | | | |
| Situación del alcance | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| % avance real | Ev/bac | | |
| % avance planificado | Pv/bac | | |
| Eficiencia del cronograma | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Sv (variación del cronograma) | $Ev-pv$ | | |
| Spi (índice de rendimiento del cronograma) | Ev/pv | | |
| Eficiencia del costo | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Cv (variación del coste) | $Ev-ac$ | | |
| Cpi (índice de rendimiento del coste) | Ev/ac | | |
| Cumplimiento de objetivos de calidad | | | |
| | | | |
| Reporte de progreso: qué se alcanzó desde la última vez que se presentó el informe | | | |
| Alcance del período | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| % de avance planificado del período | $(pvj/bac) - (pvi/bac)$ | | |
| % de avance real del período | $(evj/bac) - (evi/bac)$ | | |
| Valor ganado del período | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Valor ganado planificado | $Pvj - pvi$ | | |
| Valor ganado real | $Evj - evi$ | | |
| Costo del período | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Costo planificado | $Pvj - pvi$ | | |
| Costo real | $Acj - aci$ | | |
| Eficiencia del cronograma en el período | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Sv del período | $(evj - evi) - (pvj - pvi)$ | | |
| Spi del período | $(evj - evi) / (pvj - pvi)$ | | |
| Eficiencia del cronograma en el período | | | |
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Cv del período | $(evj - evi) - (acj - aci)$ | | |
| Cpi del período | $(evj - evi) / (acj - aci)$ | | |
| Pronóstico: estimados del comportamiento futuro del proyecto. | | | |

| Pronóstico del costo | | | |
|--|---------------------------|----------------|------------------|
| Indicador | Fórmula | Cálculo | Resultado |
| Eac (estimate at completion) | $Ac + [(bac - ev) / cpi]$ | | |
| Etc (estimate to complete) | $(bac - ev) / cpi$ | | |
| Vac (variance at completion) | $Bac - eac$ | | |
| Pronóstico del tiempo | | | |
| Eac de tiempo | | | |
| Etc de tiempo | | | |
| Vac (de tiempo línea base) | | | |
| Fecha de término planificada | | | |
| Fecha de término pronosticada | | | |
| Estado actual de incidentes y riesgos: | | | |
| | | | |
| Trabajo para realizar en el siguiente período: | | | |
| | | | |
| Resumen de cambios aprobados durante el período: | | | |
| | | | |
| Resultados de análisis de variaciones: | | | |
| | | | |
| Otra información relevante para revisión y discusión: | | | |
| | | | |

7.4 Registro de Cambios

| Registro de Cambios | |
|--|--|
| Fecha de Presentación de Solicitud de Cambio: | |
| Fecha de Recepción de Solicitud de Cambio: | |
| Descripción del Cambio Solicitado | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| EDT | Nombre de la actividad afectada |
| Descripción de los Posibles Impactos en el Proyecto | |
| | |
| | |
| | |
| Solicitado por: | |
| Validado por: | |
| Aprobado por: | |

