UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO DE MÓDULO AUTOSUSTENTABLE PARA GESTIÓN DE AISLACIÓN Y BLOQUEO DE ENERGÍA EN FAENAS MINERAS

Trabajo de Titulación para optar al Título de INGENIERÍA EN FABRICACIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL

Trabajo de Titulación para optar al Grado de Licenciado en INGENIERÍA EN FABRICACIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL

Alumno:

Lucas Ignacio Cornejo Aguilera

Profesor Guía:

Ing. Carlos Antillanca Espina

2023

RESUMEN

KEYWORDS: BLOQUEO Y AISLACIÓN DE ENERGÍA – DISPOSITIVOS DE BLOQUEO.

En el sector minero en Chile, todos los días se tiene que intervenir algún equipo, por protocolos de mantenimiento, inspección o revisión de manera regular, para esto se aísla y bloquea su energía, previniendo riesgos causada por fuente de energía peligrosas no controladas, por otro lado, en la práctica no se bloquea un solo equipo.

El protocolo de bloqueo se realiza, en no menos de una hora, esto es debido a que el operador debe estar junto a un electricista o mecánico, además, cuando se realiza este bloqueo, se debe hacer directo sobre el equipo a intervenir, en muchas ocasiones son ocupados hasta 10 candados en un mismo equipo.

De acuerdo con el Artículo N° 407 del Decreto Supremo N° 132 Reglamento de Seguridad Minera, se establece como norma permanente y obligatoria el uso de sistemas de bloqueos y advertencia para la intervención de equipos y sistemas.

En este contexto, dos de seis tipos de accidentes fatales, ocurren por: intervenir equipos en movimiento y no desenergizar y bloquear equipos eléctricos, es decir, por no aplicar correctamente el procedimiento de aislación y bloqueo de energía.

Con este proyecto de título se establece una propuesta de mejora que, previene accidentes, reduce tiempos y la continuidad de los procesos operacionales. Esto es porque, hace los dispositivos de bloqueo tanto personal, como para equipos, asequible para el dueño de la energía, ya que, se concentrarán en un módulo que los centralice.

Para llevar a cabo este estudio se ha dividido en tres capítulos, en el primer capítulo es en donde se plantea el tema general, llevándose a cabo un análisis el macroentorno del proyecto, para identificar el problema, estableciendo objetivos para llegar a una solución que involucre la situación. En consecuencia, para el segundo capítulo establecer la parametrización del diseño teniendo en cuenta las variables descritas para luego definir modelo 3D y verificar mediante software análisis técnico. Por consiguiente, el tercer capítulo corresponde a su evaluación financiera, desde el principio hasta el final del proyecto, para así concluir con su factibilidad.

ABSTRACT

In the Chilean mining sector, every day, some equipment can be intervened because of maintenance, inspection, or revision. For this, it is isolated and its energy blocked, preventing risks caused by uncontrolled dangerous energy sources. In practice, not a single equipment is blocked.

The protocol to block equipment is done in no less than an hour, because the operator must collaborate with electricians or mechanics. Additionally, when it blocks, it is done directly on the equipment to be intervened several times-up to 10 locks are used on equipment.

According to supreme Decree N° 132, mining safety regulations, taken from "Biblioteca del Congreso Nacional de Chile", are described as follows:

The use of blocking warning systems for intervention of equipment and systems must be a permanent and mandatory rule.

In this context, two out of six types of main fatal accidents occur due to intervening in moving equipment and contacting with electrical energy for no deenergizing and blocking electrical equipment. This supposes to be the incorrect application of the isolation and energy blocking procedure.

Therefore, mine findings indicate that accidents can be prevented; time reduced; and the operational processes continued. This is because personal and equipment lock devices affordable in a concentrator module that centralized them.

To carry out this study has been divided into three chapters, in the first chapter is where the topic raises general, carrying out an analysis of the macro-environment of the project, to identify the problem, propose objectives to reach a solution that involves the situation. Consequently, for the second chapter establish the parameterization of the design, taking into account the variables described to then define the 3D model, and verify through technical analysis of software. Consequently, the third chapter corresponds to its financial evaluation, from the beginning to the end of the project, in order to conclude with its feasibility.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES 2

1. ANTECEDENTES GENERALES 3

1.1. ANTECEDENTES 3

1.1.1. Chile un país minero 3

1.1.2. Sector minero nacional 5

1.1.3. Condición climática en minería 6

1.1.4. Sustentabilidad en minería 7

1.1.5. Tipos de minas 8

1.1.5.1. Rajo abierto 9

1.1.5.2. Subterránea 9

1.1.6. Minería del cobre 10

1.1.6.1. Diagrama de procesos 11

1.1.6.2. Procesamiento de óxidos de cobre: hidrometalurgia (LX-SX-EW) 12

1.1.6.3. Proceso de chancado 13

1.1.6.4. Chancador 14

1.1.6.5. Cinta transportadora 16

1.1.7. Seguridad en la minería 18

1.1.7.1. Normas generales para todos los trabajadores 18

1.1.7.2. Normas específicas para la actividad minera 19

1.1.7.3. ¿Quién fiscaliza el cumplimiento de estas normas de seguridad? 19

1.1.7.4. Reglas de oro y accidentes con respecto a la seguridad minera. 20

1.1.8. Mantenimiento en la minería 21

1.1.8.1. Aislación de energías y tipos de bloqueo 22

1.1.8.1.1. Bloqueo departamental 23

1.1.8.1.2. Bloqueo personal 23

1.1.8.1.3. Bloqueo múltiple 24

1.1.8.1.4. Bloqueo puntual 24

1.1.8.1.5. Estación de bloqueo 25

1.1.8.1.6. Dispositivos de bloqueo. 25

1.1.8.1.7. Candados de bloqueo 26

1.1.8.1.8. Tarjetas de bloqueo 27

1.1.8.1.9. Tarjetas de bloqueo personal 27

1.1.8.1.10. Tenazas o pinzas de bloqueo 27

1.1.8.1.11. Caja o canastillo portátil 29

1.2. DEFINICIÓN DE PROBLEMA Y OPORTUNIDAD DE DISEÑO. 29

1.3. CONTEXTO DEL PROBLEMA Y OPORTUNIDAD 32
1.3.1. PESTEL 32
1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO 33
1.4.1. 5 Fuerzas de Porter 34
1.4.1.1. Competidores potenciales 35
1.4.1.2. Proveedores 35
1.4.1.3. Compradores 36
1.4.1.4. Sustitutos 36
1.4.1.5. Rivalidad 37
1.4.1.6. Análisis método ponderado 5 Fuerzas de Porter 37
1.4.2. FODA 38
1.5. COMPRENSIÓN DEL MERCADO 39
1.5.1. Definición del modelo o estrategia de negocio 39
1.5.2. Definición del mercado 40
1.5.3. Cuantificación estimada del mercado 41
1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO 42
1.6.1. Objetivo general 42
1.6.2. Objetivos específicos 42
CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA 44
2. DISEÑO DE INGENIERÍA 45
2.1. RESTRICCIONES EN EL DISEÑO 45
2.1.1. Restricciones 45
2.1.2. Normativa 46
2.1.3. Morfología de acuerdo con la usabilidad 47
2.1.4. Ergonomía usuario 47
2.1.5. Materialidad de acuerdo con contexto 48
2.2. DIMENSION TECNOLÓGICA PRELIMINAR 49
2.2.1. Análisis y definición funcional de características 49
2.2.1.1. Propuestas de alternativas morfológicas autosustentable 50
2.2.1.1.1. Paneles solares 50
2.2.1.2. Propuestas de alternativas morfológicas estructurales 50
2.2.1.2.1. Propuesta de sistemas diferenciados de dispositivos de bloqueo 51
2.2.1.2.2. Mesa de bloqueo 51
2.2.1.2.3. Gabinete de bloqueos personales 51
2.2.1.2.4. Tablero de bloqueo en terreno 53
2.2.1.2.5. Propuesta de sistemas integrado de dispositivos de bloqueo 53
2.3. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS 54
2.4. DISEÑO EN BASE A MODELOS 3D 55
2.5. ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTRUCTURAL 56
2.5.1. Definición de materiales 56
2.5.2. Definición de cargas 56

2.6. MODELAMIENTO SOFTWARE 57
2.6.1. Cálculo de esfuerzos 57
2.6.1.1. Esfuerzos sostenedor de candados 57
2.6.1.2. Esfuerzos de estructura rack 59
2.7. DEFINICIÓN DE LAYOUT IDEAL 61
2.8. ANÁLISIS DE PROCESOS DE FABRICACIÓN 62
2.8.1. Etapas del proceso 62
2.8.2. Estimación de procesos de manufactura 63
2.8.3. Estimación de Costos de Manufactura 63
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS 66
3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS 67
3.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA 67
3.1.1. Mercado Relevante 67
3.1.2. Cuota de mercado 69
3.2. CRECIMIENTO FUTURO DEL MERCADO 70
3.2.1. Tendencia proyectada 70
3.3. FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO 71
3.4. EVALUACIÓN FINANCIERA 71
3.4.1. Consideraciones Económicas 72
3.4.1.1. Tasa de descuento 72
3.4.1.2. Moneda 73
3.4.1.3. Impuesto 73
3.4.1.4. Horizonte del proyecto 74
3.4.2. Estudio de costos 74
3.4.2.1. Costos fijos 74
3.4.2.2. Costos variables 74
3.4.2.3. Inversiones 75
3.4.2.4. Depreciaciones 75
3.4.2.5. Gastos de improvisto 76
3.4.2.6. Gastos puesta en marcha 76
3.4.2.7. Capital de trabajo 77
3.4.3. Evaluación Económica 78
3.4.3.1. Flujo de caja puro 78
3.4.3.2. Financiamiento 79
3.4.3.2.1. Financiado al 25% 80
3.4.3.2.2. Financiado al 50% 81
3.4.3.2.3. Financiado al 75% 83
3.4.4. Análisis de Indicadores Económicos 84
3.4.4.1. Relación VAN / Tasa de Descuento 84
3.4.4.2. Análisis de sensibilidad 85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 88

BIBLIOGRAFÍA 89
ANEXO 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Regiones en donde está la gran minería 7
Figura 1-2. Flujo de mina Rajo Abierto 9
Figura 1-3. Flujo de mina Subterránea 10
Figura 1-4. Radiografía de productos exportados por Chile 2012 10
Figura 1-5. Diagrama de Flujo Proceso de óxido Cobre. 11
Figura 1-6. Procesamiento de sulfuros de cobre: proceso de Concentrado 12
Figura 1-7. Diagrama de Flujo Procesamiento de sulfuro de Cobre. 13
Figura 1-8. Proceso de Chancado de Óxidos Codelco división Andina. 13
Figura 1-9. Chancador Primario y Ubicación de caja multibloqueo 14
Figura 1-10. Detalles de bloqueos Chancador Primario 14
Figura 1-11. Cinta Transportadora en la Minería 16
Figura 1-12. Aglomerado 16
Figura 1-13. Diagrama de Ishikawa Incidentes Minería 20
Figura 1-14. Reglas de Oro de la Seguridad Minera en Chile. 20
Figura 1-15. Principales tipos de accidentes mineros. 21
Figura 1-16. Mantenimiento General en la minería. 22
Figura 1-17. Dispositivos Bloqueo Personal 24
Figura 1-18. Estaciones de Bloqueo 25
Figura 1-19. Estaciones de Bloqueo Tipo Armario 25
Figura 1-20. Dispositivos de Bloqueo 26
Figura 1-21. Tarjeta de Bloqueo 27
Figura 1-22. Tenaza de Bloqueo 28
Figura 1-23. Tenaza de Bloqueo Dielectrica 28
Figura 1-24. Dispositivos de Bloqueos en uso 28
Figura 1-25. Dispositivos de bloqueo en conjunto 29
Figura 1-26. Diagrama de Ishikawa en relación con Problemática 31
Figura 1-27. Fuerza de Porter 34
Figura 1-28. CANVAS 40
Figura 1-29. Integrantes consejo minero 40
Figura 1-30. Técnica TAM, SAM,SOM 41
Figura 2-1. Estructura Refugio Minero 46
Figura 2-2. Determinación de alturas de superficie de trabajo de pie 48
Figura 2-3. Distancias de alcance aceptables para las estaciones de trabajo 48
Figura 2-4. Diagrama de Venn con Funciones Ideales 49
Figura 2-5. Propuesta sistemas diferenciados 51
Figura 2-6. Mesa de Bloqueo 51
Figura 2-7. Gabinete tipo padlock 52
Figura 2-8. Gabinete de almacenamiento soporte tubular 52
Figura 2-9. Gabinete de almacenamiento soportes individuales 53
Figura 2-10. Tablero de Bloqueos en terreno 53
Figura 2-11. Sistema integrado de dispositivo de bloqueo 54

Figura 2-12. Vistas Modelado 55
Figura 2-13. Vistas en Corte 56
Figura 2-14. Estudio Von Mises Sostenedor de candados 58
Figura 2-15. Estudio Factor de Seguridad Sostenedor de candados 58
Figura 2-16. DCL Estructura 59
Figura 2-17. Estudio Von Mises Estructura 59
Figura 2-18. Estudio Factor de Seguridad Estructura 60
Figura 2-19. Estudio de Desplazamiento Estructura 61
Figura 2-20. Layout ideal 62
Figura 2-21. Estimación de procesos de manufactura. 63
Figura 3-1. Precio costo. 71
Figura 3-2. Precio Venta. 71
Figura 3-3. Calculo Rf 72
Figura 3-4. Tasa de Descuento 73
Figura 3-5. Comparación de prestamos 80
Figura 3-6. Evolución de la UF 86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. PIB del sector minero año 2003- 2014. 4
Gráfico 1-2. Empleo generado en sector minero. 4
Gráfico 1-3. Participación de empresas sector minero. 5
Gráfico 1-4. Composición exportaciones mineras Chile. 5
Gráfico 1-5. Tipos de minas en Chile. 8
Gráfico 1-6. Resumen Fuerzas de Porter 38
Gráfico 3-1. VAN / Tasas 85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Producción y reservas en Chile. 6
Tabla 1-2. Principales mineras de Cobre en Chile. 11
Tabla 1-3. Equipos a Bloquear en Chancador Primario 15
Tabla 1-4. Continuación Equipos a Bloquear en Chancador Primario 15
Tabla 1-5. Frecuencia de Fallas en Equipo de Cinta Transportadora 17
Tabla 1-6. Criticidad de Componentes de una Cinta Transportadora 17
Tabla 1-7. Tipos de Mantenimiento 21
Tabla 1-8. Ejemplo de Nomenclatura para candados de Bloqueo. 26

Tabla 1-9. PESTEL 33
Tabla 1-10. Competidores Potenciales 35
Tabla 1-11. Proveedores 35
Tabla 1-12. Compradores 36
Tabla 1-13. Sustitutos 36
Tabla 1-14. Rivalidad 37
Tabla 1-15. FODA 38
Tabla 1-16. TAM SAM SOM 41
Tabla 2-1. Normativa 46
Tabla 2-2. Características Polietileno baja densidad 57
Tabla 2-3. Costos de Implementos para la producción 64
Tabla 2-4. Costos Fabricación Módulo **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3-1. Operación empresas socias región de Tarapacá 67
Tabla 3-2. Operación empresas socias región de Antofagasta 68
Tabla 3-3. Operación empresas socias región de Antofagasta (cont.) 68
Tabla 3-4. Operación empresas socias región de Atacama y Coquimbo 68
Tabla 3-5. Operación empresas región Valparaíso, Metropolitana y O'hhigins 69
Tabla 3-6. Operación empresas socias en etapa de ejecución año 2020. 69
Tabla 3-7. Proyectos de inversión en etapa de evaluación 70
Tabla 3-8. Impuesto de Primera categoría 73
Tabla 3-9. Costos Fijos 74
Tabla 3-10. Costos Variables 75
Tabla 3-11. Inversiones 75
Tabla 3-12. Depreciaciones Anuales 76
Tabla 3-13. Depreciaciones Trimestrales 76
Tabla 3-14. Gastos puesta en marcha 77
Tabla 3-15. Capital de trabajo 77
Tabla 3-16. Cantidad de Módulos por trimestre 78
Tabla 3-17. Flujo de Caja Puro 79
Tabla 3-18. Indicadores Económicos Flujo de caja Puro 79
Tabla 3-19. Cálculo de Cuotas flujo de caja financiado 25% 80
Tabla 3-20. Flujo de caja financiado 25% 81
Tabla 3-21. Indicadores económicos flujo de caja financiado 25% 81
Tabla 3-22. Cálculo de Cuotas flujo de caja financiado 50% 82
Tabla 3-23. Flujo de caja financiado 50% 82
Tabla 3-24. Indicadores económicos flujo de caja financiado 50% 82
Tabla 3-25. Cálculo de cuota flujo de caja financiado 75% 83
Tabla 3-26. Flujo de caja financiado 75% 83
Tabla 3-27. Indicadores económicos flujo de caja financiado 75% 84
Tabla 3-28. Resumen Indicadores 84
Tabla 3-29. Sensibilidad VAN 86
Tabla 3-30. Sensibilización Infraestructura y Equipamiento Flujo de caja puro 87

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLA

BCN	:	Biblioteca del Congreso Nacional de Chile
CODELCO	:	Corporación Nacional del Cobre
DS	:	Decreto Supremo
OSHAS	:	The Occupational Safety and Health Administration
PIB	:	Producto Interno Bruto
PRI	:	Periodo de Retorno de la Inversión
SERNAGEOMIN	:	Servicio Nacional de Geología y Minería
SIIT	:	Sistema Integrado de Información Territorial
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
UF	:	Unidad de Fomento
US	:	Dólar Estadounidense
VAN	:	Valor Actual Neto

B. SIMBOLOGÍA

°C	:	Celsius
mm	:	Milimetros
m2	:	Metros Cuadrados
N	:	Newton
Km/h	:	Kilometros por Hora
MWh	:	Mega Vatio Hora
GWh	:	Giga Vatio Hora
CO2	:	Dióxido de Carbono

INTRODUCCIÓN

En el sector minero en Chile, la seguridad es un tema que involucra directamente a los trabajadores, en donde se ha ido invirtiendo y desarrollando cada vez más en la dentro de las operaciones mineras, ya que, trae consigo esfuerzos tanto logísticos, materiales y costos. Dentro de este sector, con el paso de los años, los distintos actores mineros han ido desarrollando esta área lo que ha permitido reducir índices de accidentabilidad. En donde el gobierno junto al SERNAGEOMIN ha funcionado como entes fiscalizadores para verificar el cumplimiento de la Normativa Legal vigente en Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

Lo que estableció un tema de interés, para la elaboración de este proyecto de título que se desenvuelve en este ámbito minero nacional, debido al incentivo en el desarrollo para contribuir a soluciones en el área de salud y seguridad, que corresponde al procedimiento de aislación y bloqueo de energía, debido a que, en la práctica los datos indican que no se sigue el procedimiento a cabalidad, que, en consecuencia, implica la posibilidad de aumentar lesiones y accidentes por la marcha imprevista y/o flujo de liberación inesperada de energía almacenada o acumulada en la intervención de sistemas.

El proyecto surge de la necesidad de generar un punto en donde se centralice y concentre dispositivos de bloqueo, que facilite la gestión, comunicación y logística, ya que, la realización de aislación y bloqueos de equipos está presente todos los días dentro de las mineras. Su importancia está relacionada directamente con la seguridad, la integridad y la salud de los trabajadores.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

En este capítulo se presenta información para abordar el tema, en donde se explica desde el Macro-entorno minero nacional, hasta la situación base que es el procedimiento de aislación y bloqueo de energía y el micro entorno en el que se desarrolla el estudio.

1.1. ANTECEDENTES

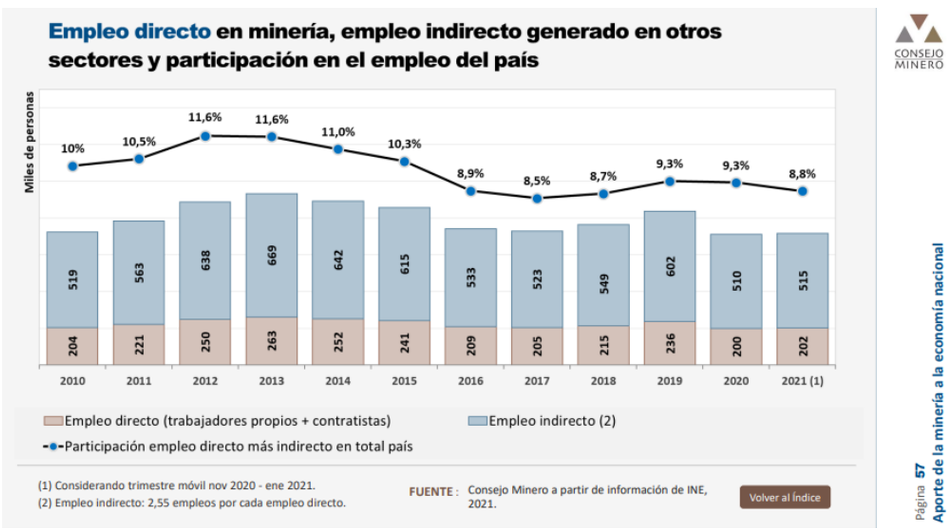
El desarrollo de la actividad minera en Chile ha sido gracias a la abundante cantidad de recursos naturales que posee, siendo la extracción de cobre uno de los pilares de la economía minera, mas no el único, sin embargo, para el desempeño de estas operaciones se requiere un espacio y seguir libre de accidentes, por lo que la gestión de la salud y seguridad debe adaptarse a las exigencias actuales.

1.1.1. Chile un país minero

En Chile, la minería representa cerca del 10% del PIB ver Gráfico 1-1, es decir, que, por cada 15 pesos recaudados por el estado, 1 peso es aportado por la minería, lo que implica un rol importante dentro de la economía y en su recuperación debido a la pandemia, generando puestos de trabajos ver Gráfico 1-2, aunque sin duda la pandemia ha paralizado al mundo, se espera una nueva normalidad, y el sector minero no está exento, en donde se busca volver e incluso incrementar los niveles de producción.

Fuente: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/CM-Gran-Minería-en-Chile-abril-20151.pdf

Gráfico 1-1. PIB del sector minero año 2003- 2014.

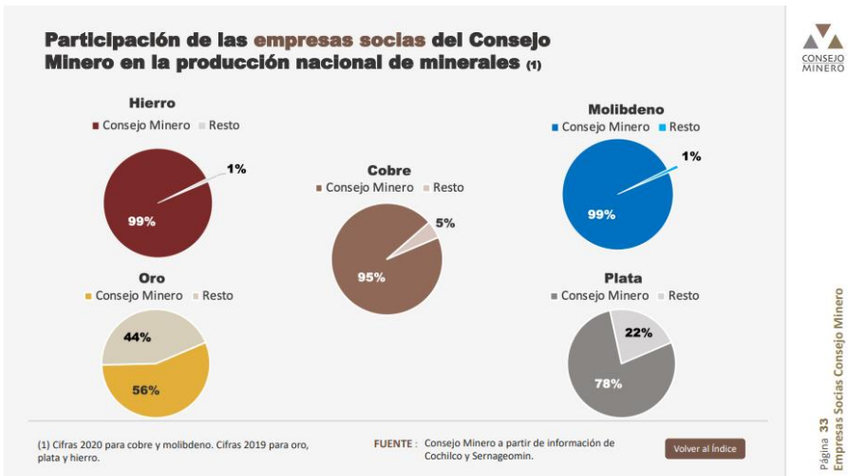


Fuente: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cifras-Actualizadas-de-la-Mineria-2021-Marzo.pdf

Gráfico 1-2. Empleo generado en sector minero.

1.1.2. Sector minero nacional

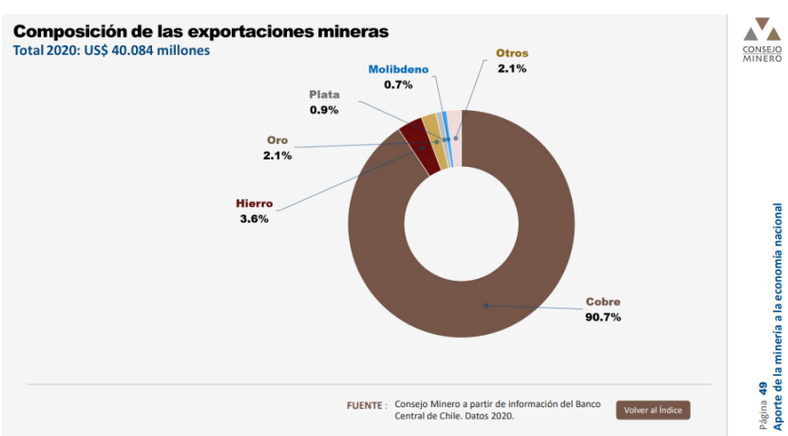
El sector minero Nacional está compuesto por empresas nacionales e internacionales, privadas y públicas ver Gráfico 1-3, según su participación en el mercado, nos centraremos en empresas socias del consejo minero.



Fuente: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cifras-Actualizadas-de-la-Mineria-2021-Marzo.pdf

Gráfico 1-3. Participación de empresas sector minero.

Por otro lado, en Chile la composición de sus exportaciones es en un 90% Ver Gráfico 1-4 con respecto al cobre, lo cual, representa en un 28% de la participación mundial. Chile es el número 1 en el ranking mundial de exportaciones de cobre Ver Tabla 1-1, desde el año 1870.



Fuente: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cifras-Actualizadas-de-la-Mineria-2021-Marzo.pdf

Gráfico 1-4. Composición exportaciones mineras Chile.

Tabla 1-1. Producción y reservas en Chile.

Producción y reservas en Chile

Tipo de Mineral	Producción en Chile en Toneladas Métricas (1)	Participación en la producción mundial	Ranking en la producción mundial	Participación en reservas mundiales
Cobre	5,732 millones TM	28%	1	23%
Oro	32,03 TM	1%	>15	8%
Plata	1.473,88 TM	6%	6	5%
Molibdeno	59.381 TM	20%	2	8%
Hierro	8,4 millones TM	0,5%	>15	nd

(1) Producción al 2020 para todos los elementos en la tabla, excepto el hierro cuyos datos son de 2019. Todos los elementos en base de metal contenido.

FUENTE : Consejo Minero a partir de información del Servicio Geológico de EE.UU., de Sernageomin y de Cochilco, 2020.
Participación reservas oro 2017.

Volver al Índice

CONSEJO MINERO

Página 4 Mercado Mundial de minerales

Fuente: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cifras-Actualizadas-de-la-Mineria-2021-Marzo.pdf

1.1.3. Condición climática en minería

Las Principales zonas mineras se ubican en 7 regiones del país, siendo Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins (ver Figura 1-1.),

Es así como en el norte del país existen condiciones xéricas, es decir, carencia de lluvias, la cual puede llegar a ser absoluta en determinados puntos. Esta falta de precipitaciones es explicada por la presencia del Anticiclón del Pacífico, que impide el ingreso de masas de aire húmedas que provienen del océano; por la corriente fría de Humboldt, y por la gran elevación de la Cordillera de Los Andes. En esta región natural existe una amplia presencia de los climas secos, los que se caracterizan por la baja cantidad de precipitaciones durante todo el año, así como las altas temperaturas e insolación diaria. Esta condición sólo es alterada por la influencia de un fenómeno estacional, conocido "invierno boliviano", que consiste en el ingreso de masas de aire húmedas provenientes de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, lo que genera lluvias en el altiplano. En el "Norte Chico" comienzan a variar estas características aun cuando el clima presenta una denominación de semiárido, apelativo originado en sus rasgos transicionales. La Zona Central de Chile se identifica con los climas de tipo templado. En esta parte del territorio, las condiciones climáticas se presentan más moderadas, combinando un monto considerable de precipitaciones con una mayor amplitud de distribución de las mismas. Las lluvias tienden a concentrarse en los meses de invierno fundamentalmente. Las

estaciones del año se encuentran más marcadas y diferenciadas. Las temperaturas son más bajas que en la región norte del país.

Del cual se destaca que la temperatura más alta ronda los 35 °C registrado en la región de Tarapacá, la temperatura mas baja ronda los -10 °C en la región de Atacama, en la región de O'Higgins las precipitaciones alcanzaron los 150 mm, y la región más ventosa es Atacama con vientos que casi alcanzan los 61 km/h. (Siit, s. f.)

Fuente:https://consejominero.cl/wpcontent/uploads/2020/07/Mineria_en_numeros_2020_web.pdf

Figura 1-1. Regiones en donde está la gran minería

1.1.4. Sustentabilidad en minería

Las condiciones climáticas en Chile facilitan y dan pie, para la implementación de uso de Energías Renovables, por lo que parece ser una opción lógica, y actualmente el sector minero está en camino hacia una ruta más verde, tal como pueden ser los casos de:

División Gabriela Mistral, Codelco: Uno de los casos destacados en la incursión en fuentes alternativas de energía por parte de la minería, es la planta Pampa Elvira Solar (PES) de la División Gabriela Mistral de Codelco. Ésta es la instalación termo solar más grande del mundo, con 2.952 paneles solares de 15 m2 cada uno y 3.500 metros de ductos, que le permiten generar calor por radiación por unos 56.000 MWh t anual. Su principio de funcionamiento se basa en la captación de radiación solar a través de paneles que calientan una mezcla de agua y anticongelante, la cual se transforma en energía térmica (calor) que se inyecta al electrolito de la planta de electro obtención.

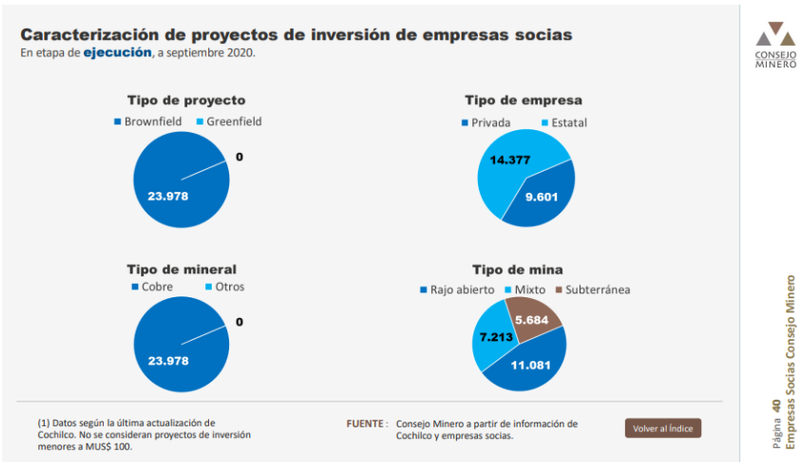
Minera Centinela, Antofagasta Minerals: Integrada al proceso de producción de cátodos de Minera Centinela, la planta termo solar de esta compañía perteneciente al grupo Antofagasta Minerals, inició su operación en noviembre de 2012.La instalación, que utiliza la tecnología de concentradores cilindro-parabólicos con 1.280 unidades de módulos conectores, alcanza una producción anual de 25 GWh t. Además, cuenta con almacenamiento térmico de 300 m3; todo ello en una superficie total del terreno que alcanza las 5,5 hectáreas. Con una inversión aproximada de US$15 millones, el objetivo

de esta planta es generar energía térmica para calentar la solución de cobre de alta pureza (electrolitos) en el proceso de electro obtención.

Minera Collahuasi construido por la empresa Solarpack, el complejo fotovoltaico Pozo Almonte Solar, que está en funcionamiento comercial desde principios de 2014, se compone de dos plantas: Pozo Almonte 2 y Pozo Almonte 3, las cuales cuentan con una potencia nominal combinada de 23,5 MW.Según explica Iñigo Malo de Molina, gerente para la Región Andina de Solarpack, “la energía generada por la planta es suministrada a Minera Collahuasi mediante un contrato PPA por 60.000 MWh/año, lo que supone un 13% del consumo de la mina. Esta generación con energía renovable, que equivale al consumo anual de 25.000 hogares, evita la emisión a la atmósfera de 50.000 toneladas de CO2 cada año”. (Energía solar en minería: Opción sustentable para autoabastecerse, 2015)

1.1.5. Tipos de minas

El tipo de minas Ver Gráfico 1-5 depende de la locación del mineral y en el proceso de estudio que se ha generado antes de la puesta en marcha del proyecto, corresponde a la división de Chuquicamata (Codelco) ubicada a 15 km al norte de Calama, en la Región de Antofagasta a la mina de cobre y oro rajo abierto más grande. Corresponde a la El Teniente (Codelco) ubicado en la comuna de Machalí, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, a 50 kilómetros de la ciudad de Rancagua a la mina de cobre subterránea más grande a nivel mundial.

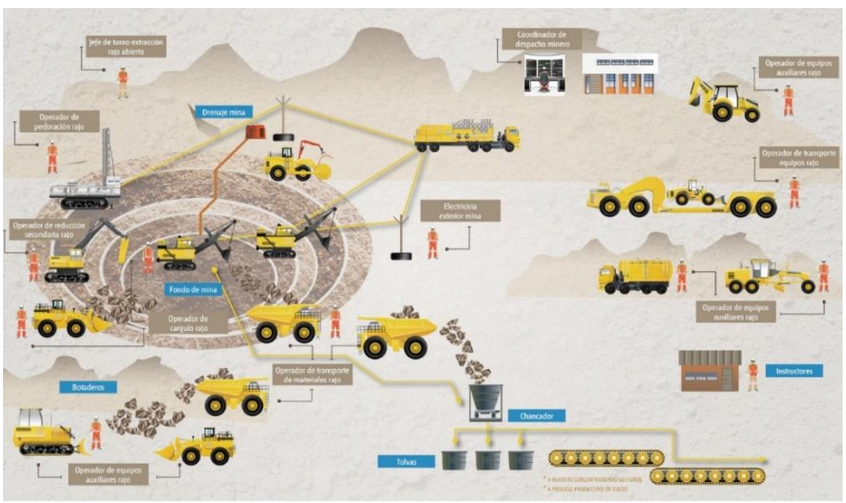


Fuente: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2021/03/Cifras-Actualizadas-de-la-Mineria-2021-Marzo.pdf

Gráfico 1-5. Tipos de minas en Chile.

1.1.5.1. Rajo abierto

"La extracción a rajo abierto ver Figura 1-2. se desarrolla cuando los yacimientos presentan una forma regular y están en la superficie o cerca de ésta. Éste es el proceso por el que actualmente se extrae la gran mayoría del mineral de cobre del país. Es ampliamente conocido por las grandes dimensiones de sus faenas y equipos, los cuales son utilizados principalmente en actividades de perforación, carguío y transporte de mineral".



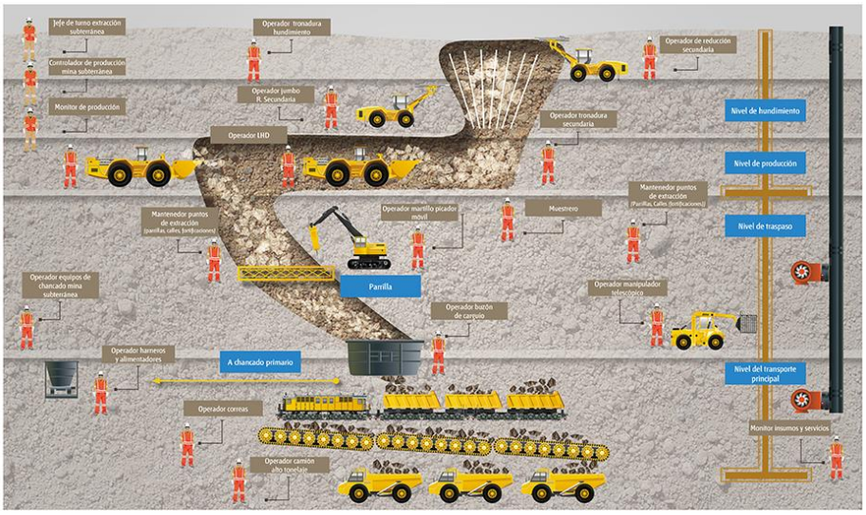
Fuente: https://www.ccm.cl/proceso-extraccion-a-rajo-abierto/

Figura 1-2. Flujo de mina Rajo Abierto

1.1.5.2. Subterránea

La extracción subterránea Ver Figura 1-3. "se desarrolla bajo tierra y combina distintas técnicas que permiten que el proceso ocurra a grandes niveles de profundidad.

Las principales labores dentro del proceso de extracción subterránea tienen relación con tronar y avanzar en zonas de producción, fortificando y habilitando zonas de trabajo que, bajo altos estándares de seguridad, permitan extraer el mineral desde el yacimiento".

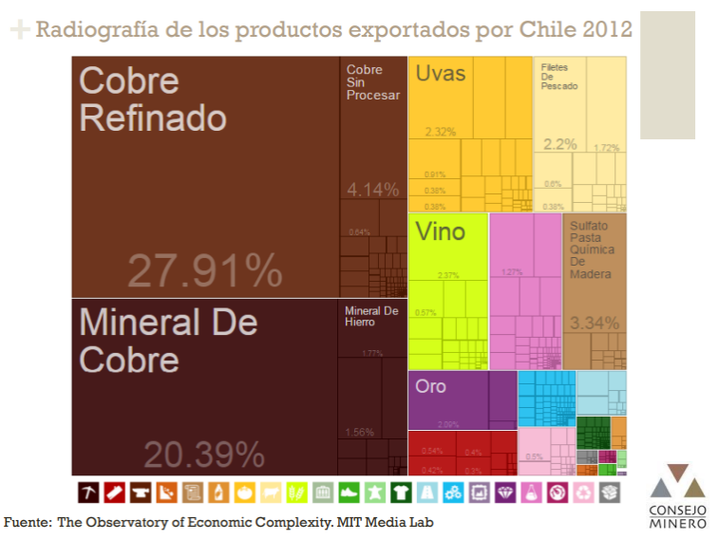


https://www.ccm.cl/proceso-extraccion-mina-subterranea/

Figura 1-3. Flujo de mina Subterránea

1.1.6. Minería del cobre

El cobre es el sueldo de Chile, esto se debe a que la mayoría de las exportaciones realizadas por la Minería en Chile se basa en cobre Ver Figura 1-4, esto representa que el país sea el líder en la participación del ranking mundial de la exportación de cobre, casi el 88% del cobre se extrae de minas de rajo abierto. (Consejo Minero, 2019)



Fuente:https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/CM-Gran-Minería-en-Chile-abril-20151.pdf

Figura 1-4. Radiografía de productos exportados por Chile 2012

Tabla 1-2. Principales mineras de Cobre en Chile.

Cuadro Nº 7: Estructura de Propiedad de Principales Cías. Mineras de Cobre en Chile y su Producción en año 2007

Nombre	Dueños	Producción miles K ton/año 2007
Codelco-Chile	Estado de Chile	1.666
S.C.M. El Abra	FreeportMcMoran (51%); Codelco (49%)	166
S.C.M Candelaria	FreeportMcMoran. (80%), Sumitomo.(20%)	181
Minera Escondida Ltda.	BHP BILLITON (57,5%), RTZ (30%); Consorcio japonés (JECO, liderado por Mitsubishi 10%) y IFC del Banco Mundial (2,5%).	1.481
Cia. Minera Cerro Colorado Ltda.	BHP BILLITON (100%)	99
Empresa Minera Mantos Blancos S.A.	Anglo American (100%)	155
Cia. Sur Andes.	Anglo American (100%)	300
S.C.M. Doña Inés de Collahuasi	Xstrata (44%), Anglo American (44%) Nippon-Mitsui (12%)	452
Cia. Minera Lomas Bayas	Falconbridge (100%)	60
Minera Los Pelambres Ltda.	Antofagasta Minerals (60%), Consorcio japonés (Nippon Mining, Marubeni, Mitsui, Mitsubishi Materials Corp. y Mitsubishi Corp, 40%)	300
Minera El Tesoro	Antofagasta Minerals (70%), Marubeni Corp (30%)	93
Minera Michilla S.A.	Antofagasta Minerals (74,18%), Otros (25,82%)	50
Cia. Minera Zaldívar	Barrick Gold (100%)	143
Quebrada Blanca	Teck Cominco (77%), Inversiones Mineras (13%) y Enami (10%)	75
Carmen de Andacollo	Aur Resources (63%), Cia. Minera del Pacífico (27%) y Enami (10%)	206

Fuente: Comisión Chilena del Cobre

Fuente: https://www.cochilco.cl/SIAC/Paginas/English/Leading-Mining-Companies.aspx

1.1.6.1. Diagrama de procesos

Según lo expuesto anteriormente, el trabajo de título se centrará en lo que corresponde a la minería de cobre, esto se debe a que permite estandarizar la información, ya que, a mayoría de las minas presentan un diagrama de proceso similar

Se presenta un ejemplo de la mina Cerro Colorado, en aquel diagrama de flujo Ver Figura 1-5 de puede visualizar áreas con sus procesos respectivos en relación con la operación en Cerro Colorado, una mina perteneciente al consejo minero.

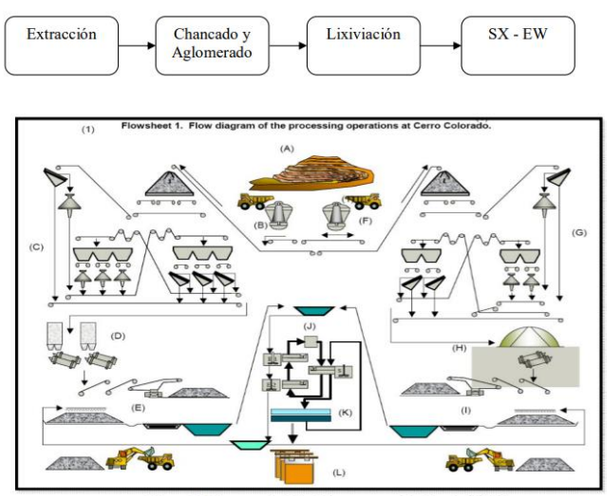


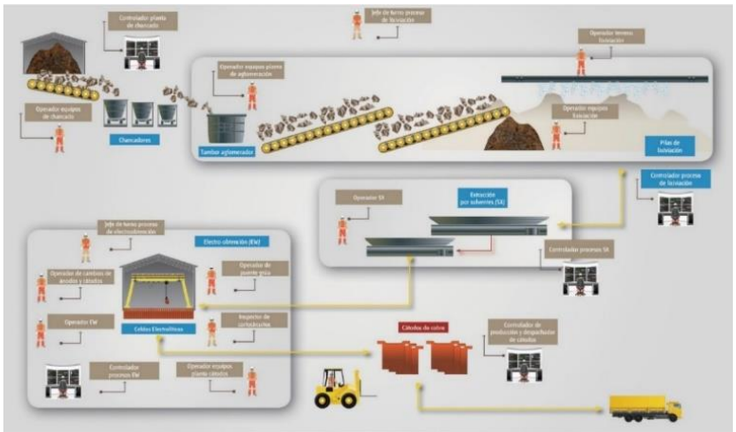
Figura 3: Diagrama de flujo del proceso productivo de CMCC

Fuente: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114812/cf-droguett_em.pdf?sequence=1

Figura 1-5. Diagrama de Flujo Proceso de óxido Cobre.

1.1.6.2. Procesamiento de óxidos de cobre: hidrometalurgia (LX-SX-EW)

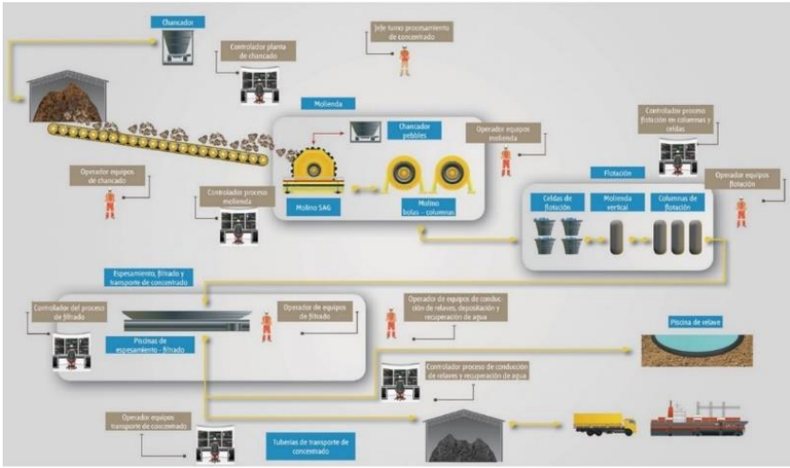
En el caso de los minerales oxidados, el proceso que se lleva a cabo es hidrometalúrgico Ver Figura 1-6. Por medio de distintas reacciones físicas y químicas, se extrae el cobre del resto del mineral chancado, disolviéndolo en una solución ácida, etapa de lixiviación, para luego continuar a una etapa de extracción por solventes y luego de electro obtención, produciendo cátodos de cobre de alta pureza.



Fuente:https://www.ccm.cl/procesamiento-sulfuros-oxidos-de-cobre-hidrometalurgia-lx-sx-ew/

Figura 1-6. Procesamiento de sulfuros de cobre: proceso de Concentrado

En el caso de los minerales sulfurados, su procesamiento tiene por objetivo liberar y concentrar las partículas de cobre que se encuentran en forma de sulfuros en las rocas Ver Figura 1-7. Para lo anterior se consideran etapas de molienda, flotación, espesamiento y filtrado. Una de las más importantes es la flotación, en la que a través de reacciones fisicoquímicas se separan los minerales sulfurados de cobre y otros elementos como el molibdeno, de las especies llamadas gangas, que no tienen valor comercial. El concentrado resultante es secado mediante filtros y llevado al proceso de fundición.

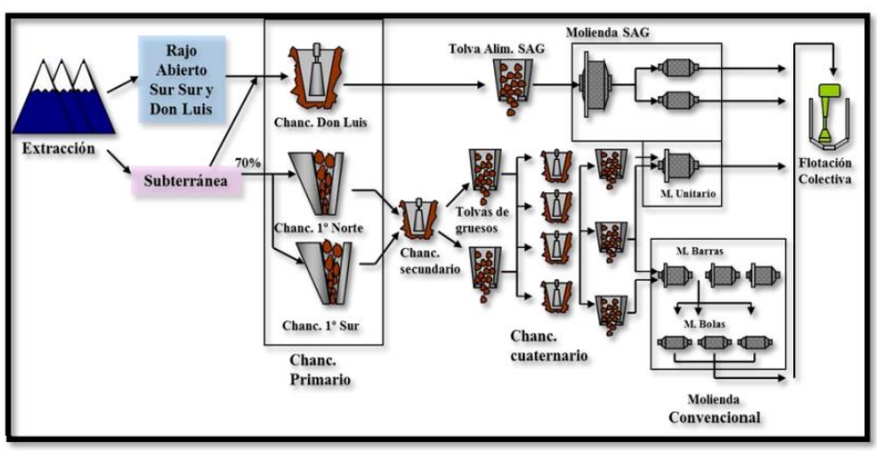


Fuente: https://www.ccm.cl/sulfuros-de-cobre/

Figura 1-7. Diagrama de Flujo Procesamiento de sulfuro de Cobre.

1.1.6.3. Proceso de chancado

Se puede ver en base a la información anterior, que independiente del proceso de extracción y procesamiento del cobre, y del tipo de mina, se utiliza chancador; se utilizará para ejemplificar este proceso de chancado, de esta manera se podrá entender la cantidad de bloqueos que se requieren. Ver Figura 1-8, en donde se presenta un diagrama de flujo.



Fuente: Codelco división Andina.

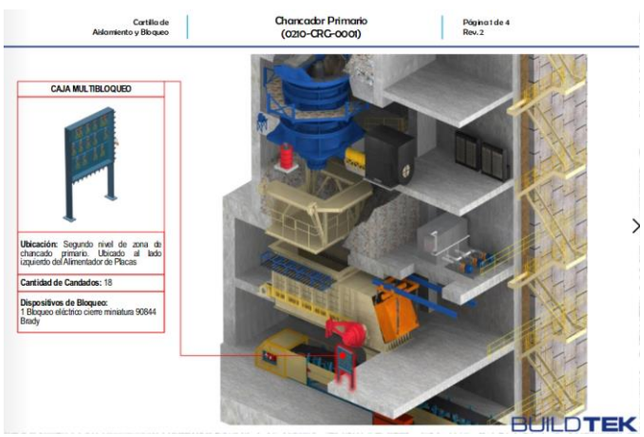
Fuente: Silva Sanhueza, 2017

Figura 1-8. Proceso de Chancado de Óxidos Codelco división Andina.

1.1.6.4. Chancador

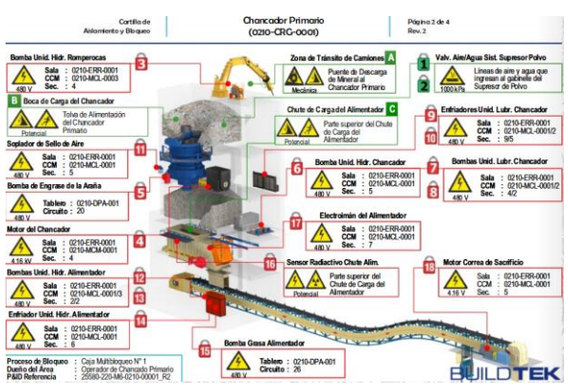
Se utiliza como ejemplo el chancador, ya que, todas las mineras poseen zona de chancado, para tener una noción de la cantidad de bloqueos Ver Figura 1-10, en donde se especificará con más detalle tanto el equipo a bloquear como el dueño de la energía, Ver Tabla 1-3 y 1-4. Se utiliza el caso de Chancador primario subterráneo Ver Figura 1-9.

En el esquema general del proceso, tanto el mineral derivado de la explotación a cielo abierto o subterránea, como el de viejos vertederos integrados en programas de aprovechamiento, deben ser ligeramente preparados en una planta de trituración o chancado y luego, si es necesario, de aglomeración para conseguir una granulometría controlada que permita asegurar un buen coeficiente de permeabilidad de la solución. El principal propósito del chancado es efectuar las reducciones de tamaño necesarias, hasta obtener un producto de una granulometría adecuada que permita el desarrollo de la lixiviación en pilas o depósitos en forma eficiente (Silva Sanhueza, 2017)



Fuente: BUILDTEK

Figura 1-9. Chancador Primario y Ubicación de caja multibloqueo



Fuente: BUILDTEK

Figura 1-10. Detalles de bloqueos Chancador Primario

Tabla 1-3. Equipos a Bloquear en Chancador Primario

Cartilla de Aislamiento y Bloqueo | Chancador Primario (0210-CRG-0001) | Página 3 de 4 Rev. 2

CATEGORÍA	Nº	EQUIPO A BLOQUEAR	TAG	CONDICIÓN PREVIA	CONDICIÓN POSTERIOR	PERSONAL AUTORIZADO	MÉTODO DE BLOQUEO
BLOQUEO AGUAS ARRIBA	A	Zona de Tránsito de Camiones de Acarreo de Mineral	--	Tránsito de camiones SUSPENDIDO	ACCESO RESTRINGIDO	OPER	VER NOTA 1
	B	Boca de Carga del Chancador	--	LIBRE DE MINERAL	Placas de Seguridad INSTALADAS	OPER	VER NOTA 2
	1	Válvulas de Aire del Sistema Supresor de Polvo	0210VV0035	CERRADA	BLOQUEADA	OPER	VER NOTA 3
	2	Válvulas de Agua del Sistema Supresor de Polvo	PCV00228	CERRADA	BLOQUEADA	OPER	VER NOTA 3
BLOQUEO DEL EQUIPO	3	Motor de la Bomba de la Unidad Hidráulica del Romperocas	0210-CRB-0001-01-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	4	Motor del Chancador Primario	0210-CRG-0002-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	5	Motor de la Bomba de Engrase de la Araña	0210-PPD-0120-COB	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	6	Motor de la Bomba de la Unidad Hidráulica (Hydroset) del Chancador Primario	0210-PPD-0121-M1	DETENIDOS	DESENERGIZADOS Y BLOQUEADOS	ELEC	ELEC-1
	7	Motor de Bomba 01 de la Unidad de Lubricación del Chancador Primario	0210-PPD-0124-M1	DETENIDOS	DESENERGIZADOS Y BLOQUEADOS	ELEC	ELEC-1
	8	Motor de Bomba 02 de la Unidad de Lubricación del Chancador Primario	0210-PPD-0125-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	9	Motor de Enfriador 01 de Aceite de la Unidad de Lubricación del Chancador Primario	0210-FAA-0001-M1	DETENIDOS	DESENERGIZADOS Y BLOQUEADOS	ELEC	ELEC-1
	10	Motor de Enfriador 02 de Aceite de la Unidad de Lubricación del Chancador Primario	0210-FAA-0002-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1

NOTAS Y OBSERVACIONES	LEYENDA
(1) Encender la luz roja del semáforo y señalizar con conos y cilindros de seguridad las rampas de acceso de los camiones.	ELEC : Eléctrico
(2) Instalar las Placas de Seguridad en la Boca del Chancador de modo que forme una barrera que impida la caída de mineral al interior del mismo.	MECA : Mecánico
(3) Cerrar las válvulas de aire y agua, instalar el elemento de bloqueo apropiado (cadena o cable) y colocar candado y tarjeta.	OPER : Operador
ELEC-1: Girar la palanca del interruptor a posición OFF y efectuar el bloqueo del equipo.	

BUILDTEK

Fuente: https://www.yumpu.com/pt/document/read/64209171/cartill-de-bloqueo-chancado-primario-rev-2

Tabla 1-4. Continuación Equipos a Bloquear en Chancador Primario

Cartilla de Aislamiento y Bloqueo | Chancador Primario (0210-CRG-0001) | Página 4 de 4 Rev. 2

CATEGORÍA	Nº	EQUIPO A BLOQUEAR	TAG	CONDICIÓN PREVIA	CONDICIÓN POSTERIOR	PERSONAL AUTORIZADO	MÉTODO DE BLOQUEO
BLOQUEO DEL EQUIPO	11	Motor del Soplador de Sello de Aire	0210-CPB-0003-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
BLOQUEO AGUAS ABAJO	C	Chute de Carga del Alimentador de Placas	0210-STP-0001	LIBRE DE MINERAL	LANZAS INSTALADAS	OPER	VER NOTA 4
	12	Motor de Bomba de la Unidad Hidráulica del Alimentador de Placas	0210-FEA-0001-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	13	Motor de Bomba de la Unidad Hidráulica del Alimentador de Placas	0210-FEA-0001-M2	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	14	Motor del Enfriador de Aceite de la Unidad Hidráulica del Alimentador de Placas	0210-FEA-0001-M3	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	15	Motor de la Bomba de Grasa del Alimentador de Placas	0210-FEA-0001-M5	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	16	Sensor Radiactivo de Nivel Alto-Alto del Chute de Carga del Alimentador de Placas	0210-LX-00130	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	VER NOTA 5
	17	Electroimán del Alimentador de Placas	0210-MAS-0002	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1
	18	Motor de la Correa de Sacrificio	0220-CVB-0001-M1	DETENIDO	DESENERGIZADO Y BLOQUEADO	ELEC	ELEC-1

NOTAS Y OBSERVACIONES	LEYENDA
(4) Instalar las lanzas en posición horizontal, atravesando el chute, evitando que el mineral de mayor tamaño caiga.	ELEC : Eléctrico
(5) Subir la palanca del interruptor del sensor a posición OFF y efectuar el bloqueo.	MECA : Mecánico
ELEC-1: Girar la palanca del interruptor a posición OFF y efectuar el bloqueo del equipo.	OPER : Operador

BUILDTEK Fuente: https://www.yumpu.com/pt/document/read/64209171/cartill-de-bloqueo-chancado-primario-rev-2

De la información anterior, y utilizando el ejemplo del diagrama de flujo de la mina Cerro Colorado, en el área de chancado existen 3 Chancadores Primarios, Ver Figura 1-8, y si la tipología existente de Chancadores Primarios, Ver Figura 1-10, informa que posee 18 equipos, esto quiere decir, que en esa área de Chancadores Primarios existen alrededor de 54 equipos de bloqueos, los cuales dependiendo de su energía, pertenecerán a distintos departamentos, el concepto de dueño de la energía se detallará posteriormente.

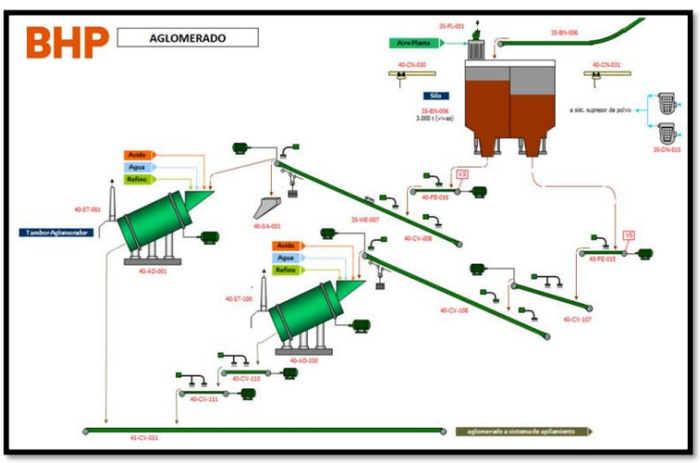
1.1.6.5. Cinta transportadora

La Cinta Transportadora, Ver Figura 1-11, es inherente a cualquier proceso minero, ya que, de una máquina se necesita transportar hacia otra, es una parte vital de la continuidad de la operación, está por otro lado posee metros de extensión para el transporte de material. Estas Cintas están expuestas a una gran cantidad de factores que pueden aumentar sus posibilidades de fallas, por lo que se hace indispensable su mantenimiento.

Fuente: División Radomiro Tomic, Codelco.

Figura 1-11. Cinta Transportadora en la Minería

Se coloca el caso de cinta transportadora modelo ST-2500 FENNER DUNLOP, se colocará en contexto el uso de esta correa, en donde se muestra la dimensión que posee, en relación con este diagrama de procesos, Ver Figura 1-12.



Fuente: BHP

Figura 1-12. Aglomerado

Se puede visualizar la cantidad de fallas Tabla 1-5 en los distintos equipos que integran a la cinta transportadora, en este caso se presencian 30 equipos, por lo que, en caso de falla se debe detener el equipo, según la Tabla 1-6 por subsistema debe existir por lo menos un dispositivo de bloqueo, por lo que en total deberían existir al menos 13 dispositivos de bloqueos.

Si suponemos, que, por cada cinta transportadora, después de cada Chancador, como mínimo posee 13 dispositivos de bloqueo, se puede deducir que, como mínimo, en esa área de Chancador Primario, se estimarían 93 equipos de bloqueo.

Tabla 1-5. Frecuencia de Fallas en Equipo de Cinta Transportadora

detalle	Nºfallas	frecuencia de falla	frecuencia de falla acumulada
Polin de carga CEMA E6, 45", 48"	42	13,86%	13,86%
Polin de carga E6, 45", 48"	40	13,20%	27,06%
Polin de retorno D6, V, 10",48", ROD, ACERO	25	8,25%	35,31%
Detector de desalineamiento	22	7,26%	42,57%
Huinche tensor	21	6,93%	49,50%
Polin de retorno D6, Disco de goma	20	6,60%	56,11%
Detector de velocidad mod. RAMSEY 60 - 24	20	6,60%	62,71%
Detector electronico de rotura de cinta	18	5,94%	68,65%
Cinta 1219mm x 9536 m ST 2500 10/8	16	5,28%	73,93%
Chute distribución, Descarga	15	4,95%	78,88%
Unidad hidraúlica huinche	6	1,98%	80,86%
Unidad hidraúlica freno	6	1,98%	82,84%
Estructura carro tensor	6	1,98%	84,82%
Interruptor de nivel	6	1,98%	86,80%
Polin de transición de carga CEMA E6, 48"	4	1,32%	88,12%
Base freno	4	1,32%	89,44%
Disco de freno D= 1500 x 40 mm	3	0,99%	90,43%
Disposición sistemas de freno	3	0,99%	91,42%
Freno BSFH 500-MS-40S-501	3	0,99%	92,41%
Limpiador primario 48"	3	0,99%	93,40%
Limpiador secundario 48"	3	0,99%	94,39%
Limpiador v-plow 48"	3	0,99%	95,38%
Unidad hidraúlica distribuidor de carga	3	0,99%	96,37%
Soporte detector de rotura	2	0,66%	97,03%
Soporte detector de velocidad	2	0,66%	97,69%
Soporte detector de desalineamiento	2	0,66%	98,35%
Soporte interruptor parada de emergencia	2	0,66%	99,01%
Motor electrico HxR 500LR6 900KW - 4000V	2	0,66%	99,67%
Acoplamiento 1080GS2	1	0,33%	100,00%
TOTAL	303	100,00%	

Fuente: Cortés Cabezas, 2021

Tabla 1-6. Criticidad de Componentes de una Cinta Transportadora

	SUBSISTEMA	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTTO	IMPACTO SHA	CONSECUENCIA	TOTAL	JERARQUIZACION
CV-110	Rodillos Carga	4	6	2	2	1	15	60	Critico
	Rodillos Impacto	4	6	2	2	1	15	60	Critico
	Estación Polin	4	2	2	1	1	6	24	Semi critico
	Cinta Transportadora	4	6	2	1	1	14	56	Critico
	Polea Motriz	2	6	2	2	2	16	32	Semi critico
	Polea de Cola	2	6	2	2	2	16	32	Semi critico
	Sistema de tensado	3	6	2	1	2	15	45	Critico
	Sistema Lubricación	2	2	2	1	2	7	14	Critico
	Protecciones Correas	1	1	1	1	2	4	4	No Critico
	Pull cord	3	2	1	1	0	3	9	No Critico
	Raspadores	2	1	1	1	1	3	6	No Critico
	Sistema electrico	4	6	2	1	2	15	60	Critico
	Polines de retorno	3	4	1	1	2	7	21	Semi critico

Fuente: Cortés Cabezas, 2021

1.1.7. Seguridad en la minería

El desarrollo de esta cultura de seguridad minera, de acuerdo a la experiencia y de la recogida de académicos, trabajadores y ejecutivos de la minería, se sustenta en pilares que requieren de permanente apoyo para seguir creciendo. (Riquelme, 2021)

1.1.7.1. Normas generales para todos los trabajadores

Las disposiciones y normativa en materia de salud y seguridad laborales tienen la misión de evitar los accidentes y las enfermedades laborales, reconociendo al mismo tiempo la relación que existe entre la salud, el adecuado descanso y la seguridad del trabajador, el lugar de trabajo y el entorno fuera del lugar de trabajo (Salud y Seguridad, s. f.).

Según el Código del Trabajo:

Las empresas, establecimientos, faenas o unidades económicas que ocupen 10 trabajadores tienen la obligación de elaborar un reglamento interno de higiene, orden y seguridad.

El empleador tiene la obligación de tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando de los posibles riesgos y manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como también los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales. Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.

Según la Ley de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales:

Las empresas, faenas, sucursales o agencias en que trabajen 25 o más personas deben organizar Comités Paritarios de Higiene y Seguridad, compuestos por representantes patronales y representantes de los trabajadores, cuyas decisiones serán obligatorias para la empresa y los trabajadores.

Las empresas mineras, industriales o comerciales con más de 100 trabajadores deben contar con un Departamento de Prevención de Riesgos Profesionales con un experto en prevención, el cual formará parte, por derecho propio, de los Comités Paritarios.

1.1.7.2. Normas específicas para la actividad minera

Las operaciones mineras deben cumplir normas específicas para la actividad minera, esta norma corresponde al Decreto 132 del Ministerio de Minería, más conocido como “Reglamento de Seguridad Minera” (Alzola, 2022).

Además del mencionado reglamento de orden, higiene y seguridad ya exigido, las empresas mineras deberán elaborar, desarrollar y mantener reglamentos internos específicos de las operaciones críticas, que garanticen la integridad física de los trabajadores, el cuidado de las instalaciones, equipos, maquinarias y del medio ambiente.

El empleador debe entregar elementos de protección certificados por organismos competentes.

Las empresas con mas de 100 trabajadores deben contar con un Departamento de Prevención de riesgos, dirigido por un experto Categoría A o B calificado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). A dicho servicio se deben entregar, además, planes y programas de prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

En el caso de subcontratación y de empresas de servicios transitorios, la empresa principal es la encargada de tomar las medidas para proteger a los trabajadores, sin importar su dependencia.

La empresa debe establecer procedimientos de emergencia y rescate que a lo menos comprendan alarmas, evacuación, salvamento, medios de comunicación y elementos necesarios para enfrentar dichas emergencias. También debe organizar y mantener brigadas de rescate; investigar todos los accidentes con lesiones y muertes de los trabajadores, analizar sus causas y tomar medidas correctivas, y elaborar un informe técnico elaborado para SERNAGEOMIN por el jefe de la faena y por el experto en prevención de riesgos en caso de muerte o lesiones de los trabajadores

1.1.7.3. ¿Quién fiscaliza el cumplimiento de estas normas de seguridad?

Para las normas generales, la Inspección del Trabajo. Para las disposiciones específicas sobre minería, el SERNAGEOMIN (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, s. f.)

1.1.7.4. Reglas de oro y accidentes con respecto a la seguridad minera.

Las reglas de oro de la seguridad minera Ver Figura 1-14 es una campaña impulsada por el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), su finalidad es dar a conocer y concientizar, para reducir los índices de accidentes graves y fatales en la minería de Chile. Dentro de estas reglas de oro se pueden desprender que 2, de las 6 principales causas de accidente en la mediana y gran minería Ver Figura 1-15, pueden ser perfectamente evitados por una correcta aplicación de Aislación y Bloqueos de energías, por otro lado, se presenta la información simplificada sobre cómo se producirían incidentes o accidentes graves en base a un diagrama de Ishikawa Ver Figura 1-13.

Fuente: Basaur Ramírez, 2019

Figura 1-13. Diagrama de Ishikawa Incidentes Minería

Fuente: https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2021/04/afiche-20-reglas-de-oro-2020.jpg

Figura 1-14. Reglas de Oro de la Seguridad Minera en Chile.

Fuente: https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2021/04/afiche-SM2020-Medianaygrande.jpg

Figura 1-15. Principales tipos de accidentes mineros.

1.1.8. Mantenimiento en la minería

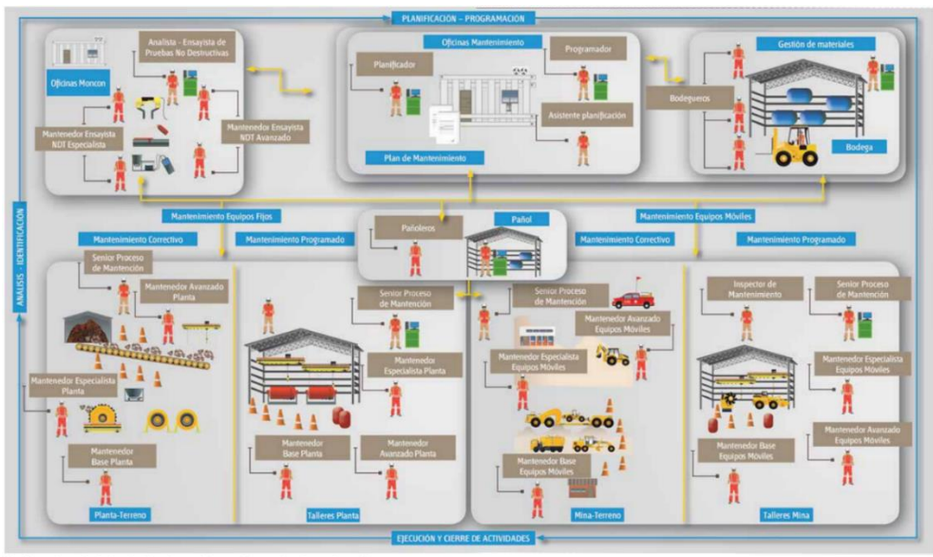
El mantenimiento se puede clasificar en distintos tipos Ver Tabla 1-7

Tabla 1-7. Tipos de Mantenimiento

TIPOS DE MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los equipos
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Mantener un nivel de servicio determinado en los equipos programando las correcciones
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	mantenimiento mas tecnologico, requiere medios mas avanzados para identificar las variables fisicas
MANTENIMIENTO HARD TIME	Dejar el equipo como si fuera nuevo, se sustituyen todos los elementos que sufren desgaste
MANTENIMIENTO EN USO	TPM (Mantenimiento productivo total) realizado por los usuarios

Fuente: Cortés Cabezas, 2021

“En términos generales, el mantenimiento mecánico en minería tiene dos grandes ámbitos de especialización: mantenimiento mina y mantenimiento planta Ver Figura 1-16. El primero aborda la mantención de los equipos de extracción, principalmente en lo referido a equipos móviles (ya sea con oruga o ruedas) que llevan a cabo labores de perforación, carguío, transporte y habilitación de zonas de trabajo. El segundo aborda todos los equipos relacionados con el procesamiento de minerales (que habitualmente están fijos en una instalación), implicando una gran variedad de dispositivos, equipos, revestimientos, instalaciones y otros.”



Fuente: https://www.ccm.cl/proceso-mantenimiento-mecanico/

Figura 1-16. Mantenimiento General en la minería.

1.1.8.1. Aislación de energías y tipos de bloqueo

Aislamiento es la acción que interrumpe de manera eficaz el flujo de energía (eléctrica, mecánica, cinética, térmica, radioactiva, etc.), la fuente hacia el equipo o sistemas y viceversa (tanto que reciba energía como que entregue energía) antes de que este sea bloqueado, para ser intervenido en forma segura.

Aislamientos de energías son acciones prácticas y de los procedimientos necesarios para la desactivación de maquinaria o equipo, con el fin de evitar la emisión de energía peligrosa durante actividades de revisión, mantención u otras realizadas por trabajadores, de acuerdo con la norma OSHAS sobre el Control de Energías Peligrosas.

Bloqueo es la acción que permite sostener durante el tiempo requerido el aislamiento por medio de la utilización de un elemento físico para asegurar el aislamiento

permanente de la energía de operación, acumulada o residual, en cada acción de bloqueo se debe verificar la inexistencia de cualquier tipo de energía, para impedir, de forma involuntaria el accionamiento o puesta en marcha del equipo o sistema cuando se realicen labores de inspección, mantención y/o reparación.

1.1.8.1.1. Bloqueo departamental

Bloqueo destinado a la protección de las personas, el cual puede corresponder al bloqueo primario que valida el bloqueo de energías (independiente de la disciplina) y a partir de su instalación, habilita la instalación de los bloqueos personales. Este bloqueo no será posible retirar hasta que no exista ningún bloqueo personal instalado relacionado con la actividad.

Este tipo de bloqueo se utiliza también:

- Para mantener en custodia las fuentes de energía peligrosas, con restricción de operar.
- Cada vez que el dueño del área requiera dejar un equipo sin movimiento operacional, sin mediar trabajo alguno.
- Cuando se requieran bloqueos múltiples.
- Para cuando los trabajos que duran mas de un turno, como por ejemplo mas de 12 horas o para ser usados en intervenciones o mantenciones prolongadas (varios días)

Este bloqueo será instalado solamente por los dueños de la energía, que correspondan al equipo o sistema. Cuando la tarea sobrepase un turno de 12 horas o inclusive pase de un turno a otro, el Supervisor responsable de esta tarea gestionara, según su protocolo establecido, la entrega de la llave al supervisor del turno entrante.

La transferencia de la llave departamental será a través del protocolo definido por cada especialidad dueño de la tarea (Mantención Mecánica, Mantención Eléctrica u Operaciones).

1.1.8.1.2. Bloqueo personal

Bloqueo destinado a la protección de las personas, que se instalara previo a efectuar la mantención y/o reparación de maquinarias o equipos Ver Figura 1-17. El bloqueo personal corresponde al dispositivo de bloqueo que será retirado solo por aquella persona a cargo de la mantención o reparación, en el momento que esta haya terminado. Este dispositivo será un indicador que, “por ningún motivo se pueden operar o utilizar

equipos” que estén con sistema de bloqueo y advertencia colocados, en tanto no sean expresamente autorizados por la supervisión; previa verificación de su estado y de cerciorarse que tal acción no involucra riesgo para la integridad de las personas, equipos e instalaciones. Artículos 54 y 409 letra “c”, DS 132.

Fuente : Elaboración propia

Figura 1-17. Dispositivos Bloqueo Personal

1.1.8.1.3. Bloqueo múltiple

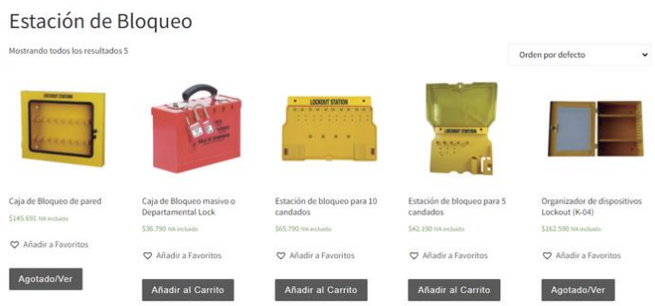
Implementación de Bloqueo, donde existe la necesidad de bloquear mas de u equipo, con el mismo dispositivo de bloqueo (pinzas, cables, prensas, etc). Se utiliza dependiendo de la estrategia de intervención de los equipos. Una vez que la acción de bloqueo haya sido ejecutada en la caja fija de la estación de bloqueo, el líder ejecutor de la actividad procederá a instalar su bloqueo personal y depositara su llave en el canastillo portátil, la cual deberá ser administrada por él.

1.1.8.1.4. Bloqueo puntual

Cada Implementación de Bloqueo, donde existe la necesidad de bloquear cada equipo, en forma independiente, cada uno con diferentes dispositivos de bloqueo. Se utiliza según estrategia de intervención de los equipos.

1.1.8.1.5. Estación de bloqueo

La función de esta estación de bloqueo es centralizar los bloqueos de las distintas energías en un solo punto de referencia, la cual posee cajas de bloqueo fijas destinadas a guardar llaves de los candados departamentales y personales usados para bloqueos múltiples, la que es cerrada y bloqueada su apertura por el operador de terreno más todos los lideres ejecutores de la actividad, estas están presentes en 2 formatos estaciones de bloqueo Ver Figura 1-18 y estaciones de bloqueo tipo armario Ver Figura 1-19.



Fuente:https://www.lioi.cl/categoria-producto/seguridad-industrial/sistemas-lockout/estacion-bloqueo/

Figura 1-18. Estaciones de Bloqueo

Fuente:https://baroig.com/loto/organizacion-senalizacion/estaciones-bloqueo/

Figura 1-19. Estaciones de Bloqueo Tipo Armario

1.1.8.1.6. Dispositivos de bloqueo.

Elementos diseñados especialmente para bloquear cajas o elementos de maniobra, según corresponda el tipo de bloqueo Ver Figura 1-20.

- Candados de bloqueo
- Tarjetas de bloqueo
- Tenazas o pinzas de bloqueo
- Caja o canastillo portátil
- Estación de bloqueo
- Plan de bloqueo de equipo a intervenir

Fuente: Elaboración propia basada en información web
Figura 1-20. Dispositivos de Bloqueo

1.1.8.1.7. Candados de bloqueo

Los candados de bloqueo deben tener una única llave asignada a un trabajador y tener el color de acuerdo con la siguiente tabla 1-8:

Tabla 1-8. Ejemplo de Nomenclatura para candados de Bloqueo.

Color de candado	**Color de candado**	**Designación por Especialidad**
VERDE		Operaciones
AMARILLO		Mecánicos
ROJO		Eléctricos / Instrumentistas
PLATEADO		Gerencia mina / Administración Mina / Geología / SSO Personal no involucrado directamente en la ejecución
AZUL		Empresas colaboradoras
NEGRO		Ingeniería y construcción

Fuente: Elaboración propia recopilada en información web

Los candados utilizados para bloqueo de energía eléctrica (dentro de sala eléctrica, paneles y/o equipos similares), no podrán ser del tipo metálico.

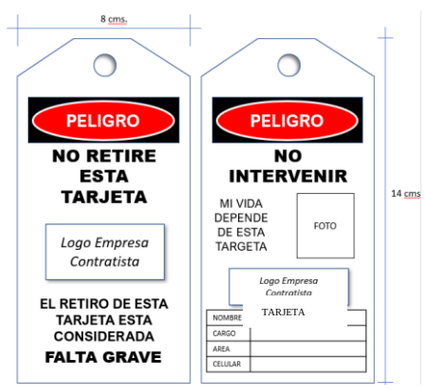
Ningún candado podrá ser alterado en su color (pintado, recubierto con cinta de ningún tipo, rayado, etc.)

1.1.8.1.8. Tarjetas de bloqueo

Tarjeta impresa que debe cumplir con el formato de acuerdo con el Estándar de Aislación y Bloqueo la cual debe estar en buenas condiciones de tal manera que sea legible. Se utiliza cada vez que se realice un bloqueo en equipos, esta se debe colgar del candado con el fin de identificar en forma rápida si es un bloqueo personal o departamental.

1.1.8.1.9. Tarjetas de bloqueo personal

Advierten visual y claramente a los trabajadores que está dando servicio a un equipo con etiquetas y tarjetas. Los datos que debe llevar la tarjeta de bloqueo personal es el Nombre, Rut, Fotografía, Cargo y Gerencia o Superintendencia, Empresa Ver Figura 1-21



Fuente: https://www.bradyid.com.mx/bloqueo-etiquetado/tarjetas/tarjetas-bilingues-de-bloqueo-etiquetado-peligro-no-operar-cps-14594?part-number=66065

Figura 1-21. Tarjeta de Bloqueo

1.1.8.1.10. Tenazas o pinzas de bloqueo

Tenaza y/o pinzas de seguridad portacandados o multiplicadora de candados Ver Figura 1-22, que será instalada en puntos de bloqueo donde la energía a controlar no sea eléctrica, mientras que la tenaza de bloqueo dieléctrica

y anti-chispas Ver Figura 1-23 , será instalada donde la energía a controlar sea eléctrica o que por la acción de chispas pueda provocar una potencial explosión., que permite a seis personas bloquear una fuente individual de energía o maquinaria con abrazadera. Pueden ser utilizadas en conjunto Ver Figura 1-24 con los canastillos portátiles para aumentar la capacidad de bloqueo de una energía en particular o equipo.

Fuente: https://www.segurycel.cl/pinza-420/p

Figura 1-22. Tenaza de Bloqueo

Fuente: https://www.segurycel.cl/pinza-428/p

Figura 1-23. Tenaza de Bloqueo Dielectrica

Fuente:https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/SafeKey_colourcode_packaging_caseexample_Europe_Spanish.pdf

Figura 1-24. Dispositivos de Bloqueos en uso

1.1.8.1.11. Caja o canastillo portátil

Caja de bloqueo portátil, corresponde a una caja metálica acondicionada con perforaciones, la cual puede ser cerrada con candado o tenazas de bloqueo.

- Considerada para ser dispuesta en una posición fácilmente visible en el lugar cercano al equipo a intervenir, que permite acercar el punto de bloqueo al lugar donde se realiza la actividad, con la finalidad de optimizar los tiempos en las acciones de bloqueo, que involucran a varios grupos de personas que intervienen en un mismo o varios equipos.
- Cada caja o canastillo portátil debe contar y/o estar claramente identificada con su correspondiente planilla del registro de bloqueo.

La siguiente imagen Ver Figura 1-25 presenta los diferentes dispositivos conectados a ella y que permiten controlar el bloqueo de una fuente de energía, de acuerdo con el número de personas que intervienen en la tarea.

Fuente: http://www.3v.cl/comercial3v/p_286/Caja-de-Bloqueo-12-Candados

Figura 1-25. Dispositivos de bloqueo en conjunto

1.2. DEFINICIÓN DE PROBLEMA Y OPORTUNIDAD DE DISEÑO

El problema se origina en la puesta en práctica de la minería; que corresponde a la interrupción de la continuidad operacional, debido a la incorrecta aplicación del procedimiento de aislación y bloqueo de energías. Para facilitar esta identificación, de las causas, además del diagnóstico mencionado, se utilizó Diagrama de Ishikawa Ver Figura 1-26 que al ser una herramienta visual se facilita la organización de la información,

entendiendo las causas de lo que pueden provocar este cuello de botella dentro de las operaciones.

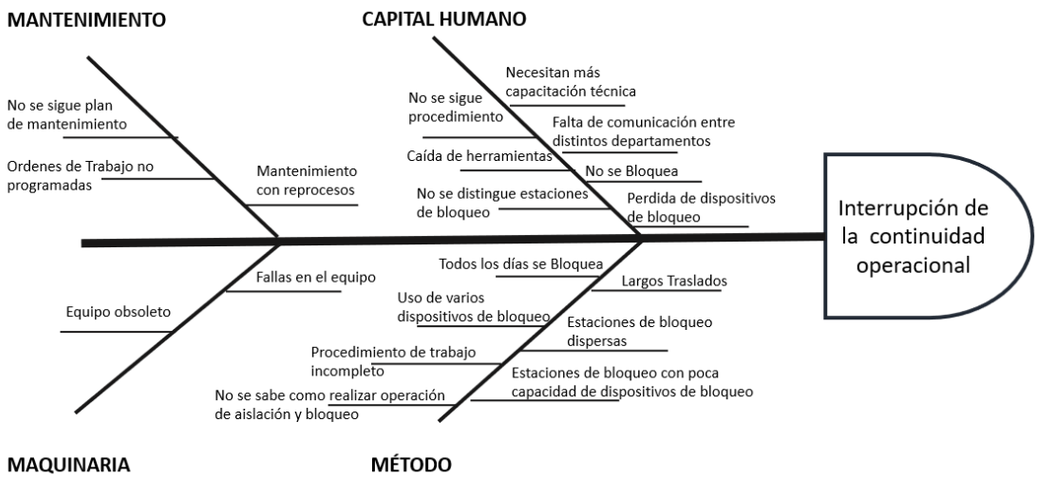
Todos los días algún equipo se tiene que bloquear, puede ser por diversas causas, mantenimiento, inspección y/o revisión mediante un procedimiento normalizado y reglamentado; esto puede ocurrir ya sea repentinamente o estar agendando, se deben coordinar con diversos departamentos, y trasladarse a la zona en donde se deba bloquear y aislar directamente sobre el equipo.

Las estaciones de bloqueo, que almacenan estos dispositivos de bloqueos, no cuentan con la capacidad de almacenar la cantidad de dispositivos de bloqueo que se requieren, ya que, como se vio anteriormente un chancador posee 20 bloqueos, de distintos departamentos, y la zona de chancado cuenta con más de un chancador, además de líneas de correas transportadoras, por lo que se habla de una zona que concentre por lo menos 90 bloqueos entre un chancador y su respectiva correa.

Estos bloqueos tienen llave única, ya que, son personales, en caso de pérdida de una llave, perdida de un candado o ausencia del propietario del candado, por posible falla en la comunicación y agotados los medios para ubicar al propietario del bloqueo, se procede con el corte, lo que, significa que el equipo no está disponible, que se traduce en un atraso en operación, ya que, no estaba planificado. Sumado a esto con lo que respecta a los planes de bloqueo, se debe identificar el detalle de los equipos que deben bloquear, según planilla de registro de bloqueo y además de los planes de bloqueo (por lo que se debe llevar un control estricto para cumplir con la normativa), los cuales son libros, que deben estar resguardados de las inclemencias del clima, ya que, este todavía es un libro físico.

En consecuencia, se debe gestionar tanto dispositivos de bloqueo como capital humano, planificar entre los distintos departamentos, además de la ruta para obtener dispositivos de bloqueos tanto personales como para equipos en terreno, largos traslados, equipos de seguridad y exposición a un ambiente de riesgos.

Se desprende por lo tanto los siguiente: Existe la dificultad para acceder a estaciones de Bloqueo; Estaciones de bloqueo con disminuida capacidad en su sistema de almacenaje; Falta de estructura que concentre dispositivos de bloqueo que facilite la comunicación y llenado de ordenes de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-26. Diagrama de Ishikawa en relación con Problemática

La oportunidad de diseño se presenta en poder solucionar estas necesidades, con un diseño que englobe estos problemas, es decir, en la posibilidad de generar un diseño que cumpla con la normativa, y funcionar como punto centralizador de bloqueos, que concentre tanto dispositivos de bloqueo Personal como Tenazas y tarjeta departamental; además de bloqueos para salida a terreno, tales como: Bloqueo de válvula de Bola, Bloqueo para interruptores miniatura universal, Bloqueo de válvula para compuerta, Kit bloqueo para válvula de mariposa, Bloqueo de válvula de bola estilo cuña , Dispositivo de bloqueo de cable retráctil. Sin embargo, este diseño además de concentrar dispositivos de bloqueo debe cumplir con la condición de que sea autosustentable con la finalidad que tenga un sistema de visualización de estos mismos dispositivos de bloqueo.

Aunque lo más importante recae en proteger y resguardar la seguridad de los trabajadores de la mina, ya que, este módulo sería más asequible para los distintos departamentos debido a su concentración de dispositivos y su ubicación idealmente cercana a las fuentes de energía, disminuyendo la tasa de accidentes provocados por la mal implementación del procedimiento de aislación y bloqueo de energías.

Esta propuesta de módulo concentrador de bloqueos resulta en la mejora para lo que hoy existe con el fin de minimizar situaciones que resulten perjudiciales, ya que, estamos hablando de personas, por otro lado, mejora la productividad operacional ahorrando algo tan importante como lo es el tiempo. Así se protegerá la integridad física de las personas, el resguardo de la propiedad privada y la continuidad de los procesos operacionales.

1.3. CONTEXTO DEL PROBLEMA Y OPORTUNIDAD

En cuanto al contexto, se sitúa en el entorno de la gran y mediana minería, el contempla el área de salud y seguridad, concretamente en la aplicación del procedimiento transversal de aislación y bloqueo de energía, el cual, queda al debe por la envergadura de los procesos operacionales, ya que, al no aplicarse correctamente este procedimiento, se habla de lesiones, causadas por fuentes de energías peligrosas no controladas, debido a la puesta en marcha imprevista y/o flujo de liberación inesperada de energía almacenada o acumulada en la intervención de equipos, maquinarias, instalaciones o sistemas, durante los trabajos de operación, construcción, ingeniería y mantenimiento.

Por lo tanto, se presenta una oportunidad para la disminución de accidentes referentes a estos, con el fin de proteger la vida y salud de personas mediante un diseño modular para concentración de estaciones de bloqueo, que facilitaría la implementación de este procedimiento, ya que, reduciría tiempos, y a la vez costos que se relacionan con tener operaciones paradas por fallas, imprevistos, o errores en la aplicación del procedimiento.

Servicio Nacional de Geología y Minería apoyamos el desarrollo y fortalecimiento de cada uno de estos pilares, y esta administración se ha centrado en fortalecer la gestión preventiva, aumentando en un 25% las fiscalizaciones a faenas con mayor exposición al riesgo, así como generando permanentes campañas de seguridad, capacitaciones y charlas dirigidas a trabajadores de la industria como a los funcionarios de la institución (Riquelme, 2021).

1.3.1. PESTEL

Se utilizo el análisis PESTEL (Ver Tabla 1-9) el cual consiste en definir el contexto a nivel nacional mediante factores: Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ambientales, Legales; en este caso los factores Políticos-Legales se unieron debido a sus semejanzas.

Se examinará los factores más relevantes que presenta nuestro país, teniendo en cuenta su grado de impacto con relación al trabajo desarrollado que corresponde a Módulo

Centralizador de Dispositivos de Bloqueos, se utilizó escala Likert que va desde Muy Indiferente, Indiferente, Neutral, Relevante, Muy Relevante.

Tabla 1-9. PESTEL

Factor	Detalle	Plazo			Impacto Con relación a Módulo Centralizador
		Corto	Mediano	Largo	
Político-Legal	Estabilidad en torno a Políticas Mineras			x	Indiferente
	Fomento gubernamental a lainversión extranjera y a lasalianzas estratégicas		x		Relevante
	Nuevos requerimientos en salud y seguridad	x			Muy Relevante
	Legislación Actual			x	Relevante
	Cambios a la legislación			x	Indiferente
	Políticas de Sustentabilidad		x		Neutral
	Organismos Reguladores	x			Relevante
Económicos	Precio de Metales	x			Relevante
	Alta Subcontratación	x			Relevante
	Dependencia de Combustible Fósil	x			Neutral
Sociales	Nivel de Ingresos	x			Neutral
	Nivel de Empleo	x			Neutral
	Tendencias Educativas y Profesionales	x			Relevante
Tecnológicos	Automatización		x		Relevante
	Sistemas Informáticos		x		Neutral
	Obsolecencia Maquinaria		x		Relevante
Ambientales	Nuevas Maquinarias		x		Relevante
	Cambio Climático		x		Neutral
	Plan cierre Faenas			x	Indiferente
	Control Medioambiental		x		Neutral

Fuente: Elaboración Propia

En consecuencia a la aplicación del instrumento PESTEL se puede anticipar que la adquisición de nueva maquinaría se realizará a largo plazo, lo que incrementa actividades de prevención y mantención, a su vez, a nivel tecnológico se presenta obsolecencia de maquinaria y la automatización ya sea a nivel de equipos o procesos, lo que implicaría un aumento de prioridades de los departamentos de operaciones, manteción y electricidad, lo que hace relevante y toma mayor preponderancia el desarrollo de la salud y seguridad, lo que recae directamente en el procedimiento transversal de aislación y bloque de energía.

1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

Se establece el análisis estratégico de la situación, para establecer la oportunidad de negocio, en donde se utilizan instrumentos tales como 5 fuerzas de Porter y FODA para realizar un diagnóstico del mercado, identificar amenazas y oportunidades, con la finalidad de proyectar la rentabilidad del mercado.

1.4.1. 5 Fuerzas de Porter

La comprensión de las fuerzas competitivas, y sus causas subyacentes (Ver Figura 1-27), revela los orígenes de la rentabilidad actual de un sector y brinda un marco para anticiparse a la competencia e influir en ella (y en la rentabilidad) en el largo plazo. Una estructura saludable de su sector debería ser tan importante para un estratega como la posición de su empresa. Comprenderla estructura de un sector también es clave para un posicionamiento estratégico eficaz. Como veremos, defender a la empresa de las fuerzas competitivas y moldearlas para su propio beneficio es crucial para la estrategia.

El poder del cliente, El poder del proveedor, Los nuevos competidores entrantes, La amenaza que generan los productos sustitutivos y La naturaleza de la rivalidad.

Fuente:https://sites.google.com/a/espe.edu.ec/gerencia-de-proyectos-de-innovacion-tecnologica/home/analisis-porter-de-las-cinco-fuerzas

Figura 1-27. Fuerza de Porter

Para cálculo de Porter se realizó mediante método ponderado, en donde se definen variables tales como peso, el cual se corresponde al porcentaje de influencia en relación al microentorno inmediato del mercado de estaciones de bloqueo, además de la variable amenazan la cual está dada por escala Likert del 1 al 5, en donde 1 representa Muy Bajo, 2 Bajo, 3 Medio, 4 Alto y 5 Muy Alto, representando su grado de amenaza.

1.4.1.1. Competidores potenciales

Se refiere a empresas que quieren entrar a competir dentro de una determinada industria. Cuanto más atractivo es un sector, más competidores potenciales habrá. Ver Tabla 1-10.

Tabla 1-10. Competidores Potenciales

Tabla Competidores Potenciales			
Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Economías de Escala	0,3	4	1,2
Diferenciacion de producto	0,3	3	0,9
Acceso a canales de Distribución	0,2	3	0,6
Bajas Barreras de Entrada	0,2	4	0,8
	1	14	3,5

Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.2. Proveedores

Cuando los proveedores cuentan con mucha organización dentro de su sector, recursos relevantes y condiciones sobre precios y tamaños de los pedidos, es cuando hacen un mercado más atractivo. Aquí medimos lo fácil que es para nuestros proveedores variar precios, plazos de entrega, formas de pago o incluso cambiar el estándar de calidad (ver Tabla 1-11). Cuanta menor base de proveedores, menor poder de negociación tendremos. (ThePowerMBA, 2022)

Tabla 1-11. Proveedores

Tabla Proveedores			
Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Poder de los Proveedores	0,3	2	0,6
Número de proveedores de importancia	0,2	2	0,4
Costo de cambio de los productos de los proveedores	0,1	1	0,1
Disponibilidad de insumos	0,4	3	1,2
	1	8	2,3

Fuente: Elaboración propia

1.4.1.3. Compradores

Esta área del modelo indica el poder de negociación que puede tener un cliente, debido a las opciones o productos sustitutos presentes en el mercado (ver Tabla 1-12).

Tabla 1-12. Compradores

Tabla Compradores			
Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Poder de los Compradores	0,4	3	1,2
Disponibilidad de sustitutos	0,3	3	0,9
Costo de cambio del comprador	0,3	2	0,6
	1	8	2,7

Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.4. Sustitutos

En este sector están situadas aquellas empresas que pueden elaborar y ofrecer un producto o servicio con la capacidad de sustituir a la empresa, ya sea por su menor precio o mejores funciones (ver Tabla 1-13). Si esto ocurriera, puede que los consumidores prefieran adquirir los productos sustitutivos en lugar de los que ofrece la empresa. (Las 5 fuerzas de porter s. f.)

Tabla 1-13. Sustitutos

Tabla Sustitutos			
Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Disponibilidad de sustitutos cercanos	0,3	2	0,6
Costo de cambio para el usuario	0,3	3	0,9
Agresividad y rentabilidad del producto del sustituto	0,2	4	0,8
Valor-Precio Sustituto	0,2	3	0,6
	1	12	2,9

Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.5. Rivalidad

Este factor es el resultado de los cuatro anteriores y es el que proporciona a la organización la información necesaria para el establecimiento de sus estrategias de posicionamiento en el mercado (ver Tabla 1-14). Cada competidor establece las estrategias con las que destacar sobre los demás. De tal modo, que una fuerte rivalidad se traduce en muchas estrategias. La rivalidad aumenta si los competidores son muchos, están muy bien posicionados o tienen costes fijos, entre otros factores. En estos casos, se trataría de mercados poco atractivos. (ThePowerMBA, 2022)

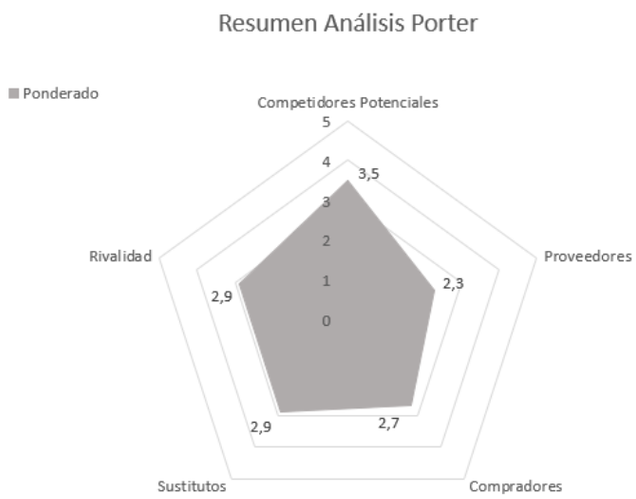
Tabla 1-14. Rivalidad

Tabla	Rivalidad		
Variable	Peso	Amenaza	Ponderado
Crecimiento de la industria	0,1	2	0,2
Intereses estrategico a nivel corporativo	0,3	4	1,2
Numero de competidores del mismo tamaño	0,3	2	0,6
Grado de Diferenciación	0,3	3	0,9
	1	11	2,9

Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.6. Análisis método ponderado 5 Fuerzas de Porter

En base a la información recopilada, se realizó un gráfico radial, Ver Gráfico 1-4 en donde se puede visualizar que dentro de la industria existen varias empresas que comercializan estaciones de bloqueo, más no manufactura directamente a nivel nacional, solo la compra al extranjero, por lo tanto la rivalidad presenta un nivel de amenaza intermedio, mientras que la posibilidad de amenaza de producto sustitutos presenta un nivel de amenaza similar debido a la diferenciación del módulo que se está planteando como un centralizador/concentrador de estaciones de bloqueo, sin embargo, la posibilidad de aparición de competidores potenciales presenta una de las mayores amenazas, esta razón viene dada por el tamaño de las empresas competidoras, ya que, están posicionadas y para estas las barreras de entradas son bajas, por lo tanto dependiendo de su aparición en el mercado con un producto similar se definirá la rentabilidad del sector.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1-6. Resumen Fuerzas de Porter

1.4.2. FODA

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. (Ponce, 2007)

Tabla 1-15. FODA

Fortalezas	Debilidades
Innovación Incremental aplicada a estaciones de bloqueo.	Dificultad de equipos para fabricación y montaje.
Se posee el Know How para el desarrollo de módulo.	Dificultad para encontrar proveedores de plásticos de ingeniería
Se cuenta con infraestructura para actividades como logística de entrada, operaciones y ventas.	No existe la marca

Oportunidades	Amenazas
Cómo no se ha implementado, suplir esa necesidad Reducción de tiempo, gestionar de mejor manera el acceso a dispositivos de bloqueo. Contribuir en mejorar y desarrollar la seguridad de los trabajadores por facilidad de la implementación del procedimiento de aislación y bloqueo	Nueva ola de covid que impida el correcto/normal funcionamiento de faenas Condiciones Climáticas en la mina Posibilidad de surgimiento de competidores potenciales

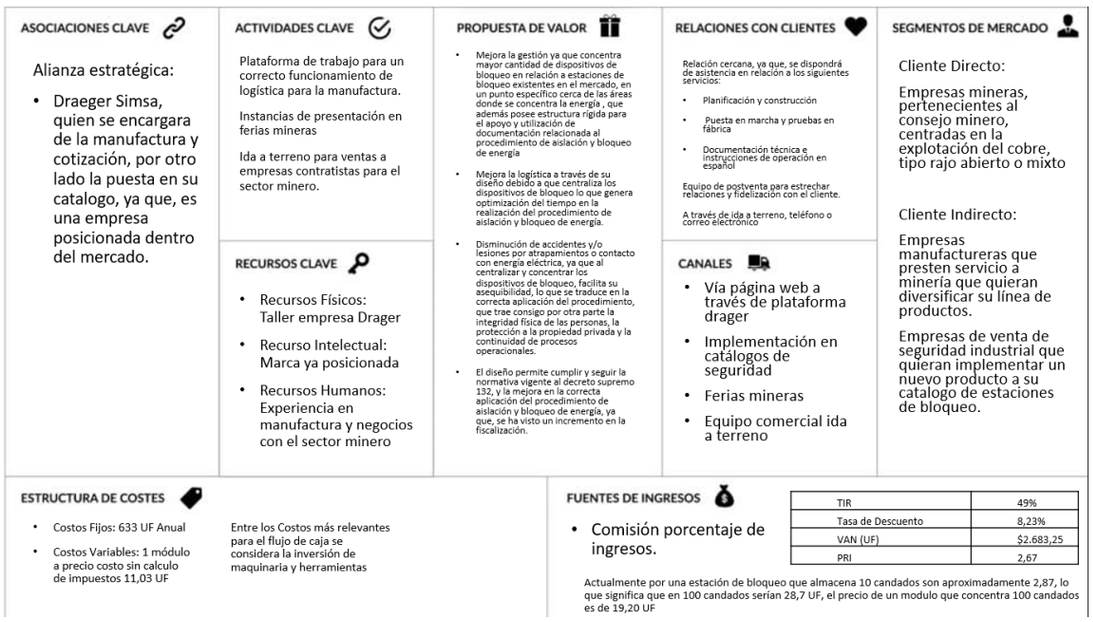
Fuente: Elaboración propia

1.5. COMPRENSIÓN DEL MERCADO

En esta sección se estimará el mercado en donde se ofrecerá el producto, de esta manera ver la oportunidad de negocio conociendo los clientes y sus necesidades.

1.5.1. Definición del modelo o estrategia de negocio

La metodología Canvas a través de los nueve componentes de su lienzo constituye la base para la elaboración de un buen plan de negocios. Se propone analizar la idea y formularla a través de Canvas previo al plan de negocios. (Ferreira-Herrera, D. C. 2015).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-28. CANVAS

1.5.2. Definición del mercado

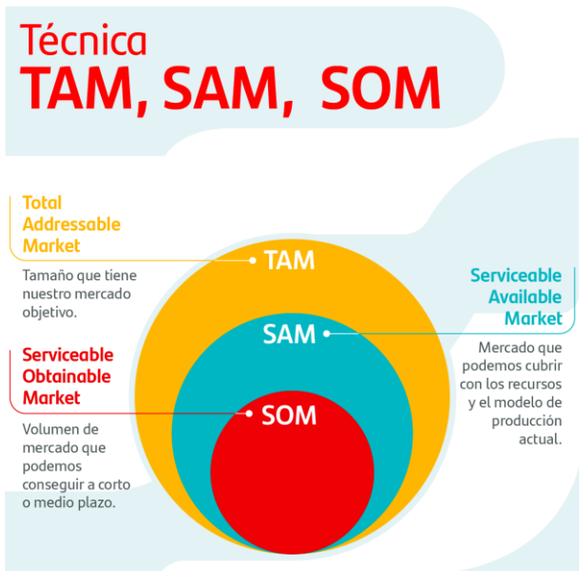
El mercado se estima en relación a las gran y mediana minería, se considera entonces empresas pertenecientes al consejo minero (Ver Figura 1-29) como el mercado objetivo.

Fuente: https://consejominero.cl/nosotros/socios/

Figura 1-29. Integrantes consejo minero

1.5.3. Cuantificación estimada del mercado

Para cuantificar el mercado se definirá de una manera inicial utilizando la herramienta TAM SAM SOM (Ver Figura 1-30) estimación realizada en base a la información presentada anteriormente complementada se requieren 300 módulos de bloqueo, ya que cada estación de gestión de bloqueo requiere de 3 módulos.



Fuente: https://www.becas-santander.com/es/blog/tam-sam-som.html

Figura 1-30. Técnica TAM, SAM, SOM

Por lo tanto, al aplicar la herramienta TAM, SAM, SOM, para realizar una estimación inicial del tamaño de un mercado minero, queda de la siguiente manera, Ver Tabla 1-16.

Tabla 1-16. TAM SAM SOM

TAM 137 760 UF / año	Observación: UF 19/11/2022
SAM 300 unidades trimestrales	
SOM 60 unidades trimestrales	

Fuente: Elaboración propia

1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

El liderazgo y la colaboración de todos los actores mineros, cada uno desde sus respectivos frentes han permitido entender y asumir la gestión de riesgos como un eje central de la actividad. Este pilar requiere de permanente reforzamiento a través de la educación técnica y profesional, así como del enfoque de las políticas de operación de la industria. (Riquelme, 2021). Lo que indica que se seguir avanzando en temas de seguridad, lo que impacta directamente en el procedimiento de aislación y bloqueo de energía.

1.6.1. Objetivo general

Diseñar sistema integrado para la gestión del procedimiento de aislación y bloqueo de energía a través de la centralización de elementos de bloqueo.

1.6.2. Objetivos específicos

Recopilar información sobre entorno del procedimiento de aislación y bloqueo de energía la gran minera, para establecer parámetros bases de diseño.

Evaluar incorporación de sistema energético autosustentable por medio de panel solar que cumpla con los requerimientos de diseño para definir su implementación.

Realizar diseño conceptual CAD (3D) del producto a través de software que permita visualizar funciones y requerimientos del procedimiento de aislación y bloqueo de energía.

Analizar factibilidad económica del proyecto mediante el uso de herramientas financieras con el fin de determinar su viabilidad.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA DEFINICIÓN

2. DISEÑO DE INGENIERÍA

En este capítulo de hará referencia a las variables y criterios que influyen en el diseño, en donde además se determinará el desarrollo de partes y componentes junto a su diseño conceptual 3D.

2.1. RESTRICCIONES EN EL DISEÑO

Para el alcanzar un diseño que cumpla con lo que se requiere se debe parametrizar mediante restricciones, en donde dividimos las restricciones en torno en sus distintas dimensiones.

Se definen los objetivos relacionados al sistema integrado en relación al contexto en donde se desarrolla, morfología de acuerdo a su usabilidad, además de requerimientos, lo que condiciona su forma y funcionalidad.

2.1.1. Restricciones

La estructura del módulo centralizador estará ubicada dentro de la siguiente estructura Ver Figura 2-1, lo que la restringe en su tamaño, otra de sus restricciones es el color que debe tener el módulo, ya que debe ser de alta visibilidad, por lo que debe ser de color amarillo.

Personas	Altura	Ancho	Largo
8	2,160 mm	2,070 mm	4,540 mm

Fuente: Dräger Chile

Figura 2-1. Estructura Refugio Minero

2.1.2. Normativa

La normativa que rige el procedimiento de aislación y bloqueo esta descrito en la Tabla 2-1

Tabla 2-1. Normativa

Título	Tipo de documento
Decreto supremo N°132 "Reglamento de Seguridad Minera"	Reglamento
Reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica (ex Nch/2003)	Reglamento
OSHA 29 CFR 1910.147 "Control de energía peligros (bloqueo/etiquetado)"	Norma
NFPA 70E "Norma de seguridad Eléctrica en lugares de Trabajo"	Norma

Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Morfología de acuerdo con la usabilidad

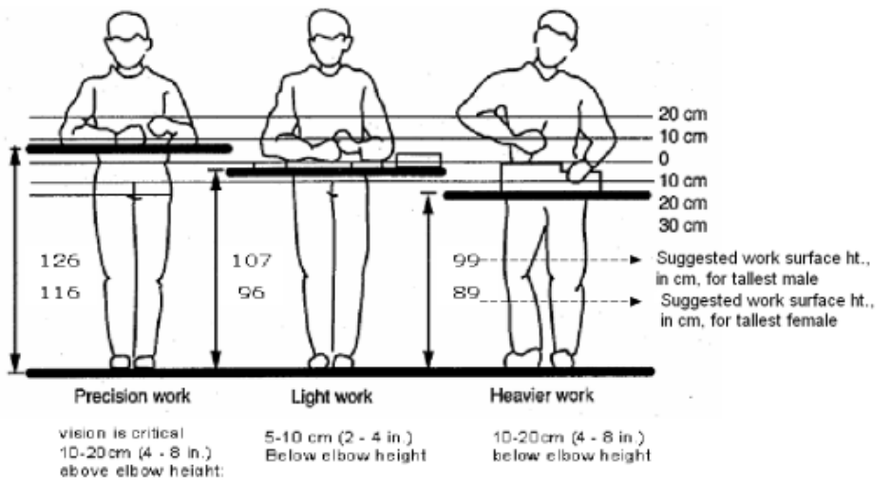
En relación con el contenido formal que debe almacenar el módulo se establece:

Almacenar 300 candados, es decir, 100 para el área de Mantención Mecánica, 100 para el área de Mantención Eléctrica y 100 para el área de Operaciones; Almacenar 10 cajas de bloqueo Almacenar Dispositivos de bloqueo Personal como Tenazas y tarjeta departamental, además de bloqueos para salida a terreno, tales como: Bloqueo de válvula de Bola, Bloqueo para interruptores miniatura universal, Bloqueo de válvula para compuerta, Kit bloqueo para válvula de mariposa, Bloqueo de válvula de bola estilo cuña , Dispositivo de bloqueo de cable retráctil.

2.1.4. Ergonomía usuario

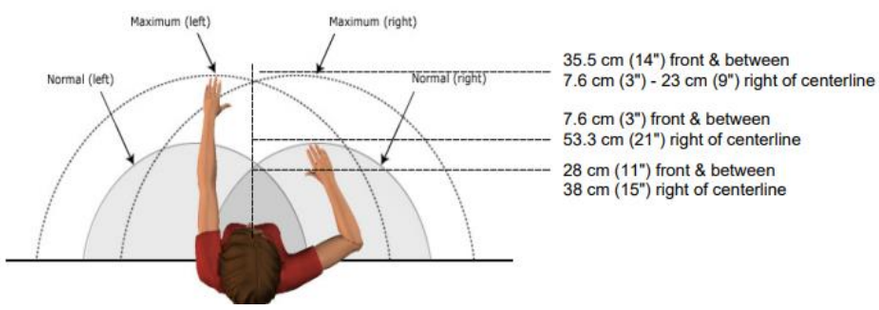
Dentro del ámbito industrial, las condiciones inadecuadas de trabajo pueden provocan efectos negativos en el trabajador y en la empresa. Estos efectos se manifiestan mediante baja productividad, mala calidad en la producción, rotación excesiva de personal, ausentismo, accidentes y enfermedades profesionales. Desde una perspectiva económica, dichos efectos traen consigo implicaciones, tanto para la empresa como para el trabajador. A la empresa le ocasiona costos innecesarios (incapacidades, indemnizaciones, etc.), mientras que al trabajador pérdida de salario, lo cual afecta la economía familiar. Con el fin de evitar estos efectos negativos a trabajadores y empresas, se hace necesaria su prevención, razón por la cual es necesario realizar un análisis ergonómico de las condiciones de trabajo. (Herrera González, 2003)

Por lo cual dentro del diseño se debe respetar la ergonomía del usuario Ver Figuras 2-2 y 2-3.



Fuente: Ergonomic Systems Associates Incorporated, 2009

Figura 2-2. Determinación de alturas de superficie de trabajo de pie



Fuente: Ergonomic Systems Associates Incorporated, 2009

Figura 2-3. Distancias de alcance aceptables para las estaciones de trabajo

2.1.5. Materialidad de acuerdo con contexto

Con respecto a la materialidad, dentro de zonas mineras este debe soportar temperaturas desde 35°C hasta los -10°C, y viento que puede alcanzar los 61 km/h, además de una humedad relativa en el ambiente de un 30%

Por lo tanto, los plásticos de ingeniería resultan una buena opción para lo que se requiere, mientras que el acero debe ser galvanizado para prolongar su vida útil.

2.2. DIMENSION TECNOLÓGICA PRELIMINAR

La dimensión tecnológica del proyecto depende de los volúmenes de producción con los que se trabajarán. Mientras mayor sea la cantidad de módulos producidor, mayores serán las necesidades tecnológicas para realizar una correcta gestión en su cadena de valor.

2.2.1. Análisis y definición funcional de características

En lo que respecta a su funcionalidad, se debe diseñar un sistema integrado estructural que sirva de concentrador de bloqueos departamentales (mantenimiento, eléctrico y operaciones), personales y de equipos en terreno; almacenarlos y que debiera tener capacidad de 300 bloqueos con su respectiva caja de bloqueos, además de almacenar de forma segura documentos de planes de trabajo. Por lo cual se realiza un diagrama con las funciones ideales que debiera poseer este sistema Ver Figura 2-4. De las cuales se aprecian 4 grupos funcionales los cuales son: Resguardar, Visualizar, Resistir Esfuerzos y Gestión de fin de vida de producto, con sus consecuentes grupos sub-funcionales.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas con partes interesadas

Figura 2-4. Diagrama de Venn con Funciones Ideales

2.2.1.1. Propuestas de alternativas morfológicas autosustentable

Se estudia la posibilidad de incorporar sistema autosustentable por medio del uso de energías renovables, por lo tanto, se verificará la alternativa más común, como lo es el uso de energía fotovoltaica por medio de paneles solares. De esta manera este sistema debe poseer tales capacidades para cargar por lo menos un computador portátil, estableciéndose por lo tanto criterios de ubicación, tamaño, costo, que indicaran si es factible su posterior introducción al sistema.

2.2.1.1.1. Paneles solares

Para la utilización de paneles solares como medio para abastecimiento de energía se estima por lo tanto que, un computador portátil genérico, consume 19 voltios, en corriente continua, y llega a consumir 2,37 amperios, lo que significaría que necesitaría 45 vatios, por lo tanto, necesitaría como mínimo 45 vatios, pero estableciéndose un factor de seguridad de un 20% indicaría que este como nuevo mínimo necesitaría 54 vatios.

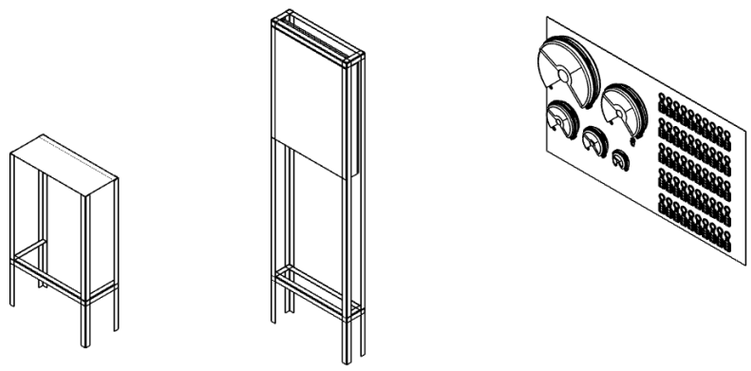
Por lo tanto, el panel solar debe cumplir la condición de generar al menos 54 vatios, por otro lado, se debe añadir un controlador de carga que por su parte también necesitará de una batería, la razón es que se si el panel solar no genera energía o sufre un déficit de esta, esta batería entregaría una carga constante independiente de las fluctuaciones de la eficiencia del panel. La batería de esta manera entregará la energía, pudiendo ser una batería genérica la cual tiene como capacidad entregar 14 amperios hora y 12 voltios en corriente continua, sin embargo, si el computador consume 19 voltios, se necesitará de esta manera un sistema que transforme estos 12 voltios a 19, por medio de un convertidor.

2.2.1.2. Propuestas de alternativas morfológicas estructurales

Se barajaron diversas propuestas utilizando la técnica de Sketching para realizar bocetos de las distintas alternativas, teniendo en cuenta las funciones mencionadas.

2.2.1.2.1. Propuesta de sistemas diferenciados de dispositivos de bloqueo

Se plantea en un inicio la separación de dispositivos de bloqueo, en relación que cada uno tenga una estación diferenciada como se puede ver en la Figura 2-5

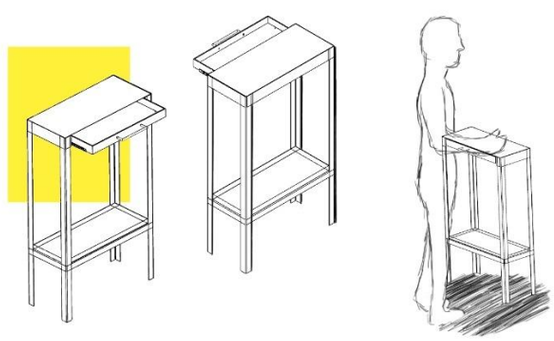


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5. Propuesta sistemas diferenciados

2.2.1.2.2. Mesa de bloqueo

Se propuso alternativas de mesas de bloqueo Ver Figura 2.6, para guardar y utilizar libro y documentos referentes al procedimiento de aislación y bloqueo de energía.



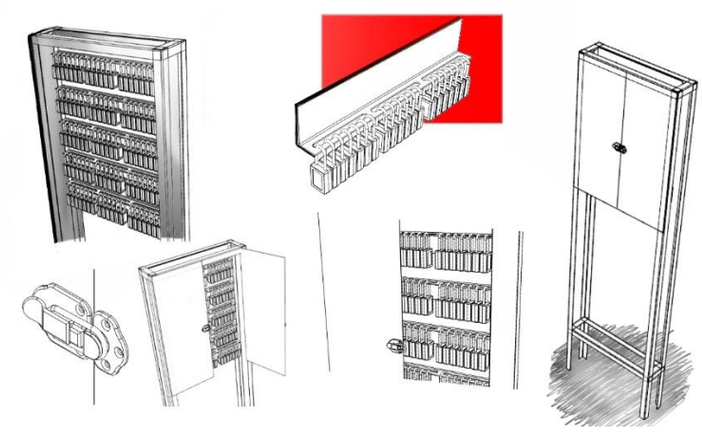
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6. Mesa de Bloqueo

2.2.1.2.3. Gabinete de bloqueos personales

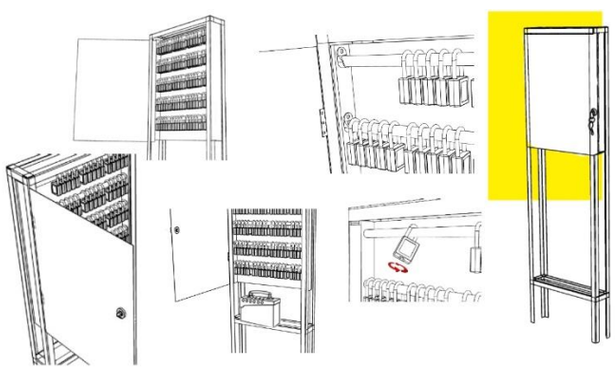
Se propusieron distintas alternativas para el almacenamiento de candados de bloqueo, que se diferencian principalmente es su forma de guardar en la Figura 2-7 se

presenta un porta candado tipo Padlock realizado en acero, el cual posee perforaciones para soportar los candados, con un espacio de 20 candados por padlock, mientras que en la Figura 2-8 se presenta una forma de almacenamiento distinta el cual posee un soporte tubular que recorre el gabinete donde se irían colocando los candados, además se presenta una tercera alternativa la cual contempla el almacenamiento de bloqueos por medio de sostenedores individuales Figura 2-9 los cuales son fabricados por medio de mecanizado en un bloque de polietileno de baja densidad.



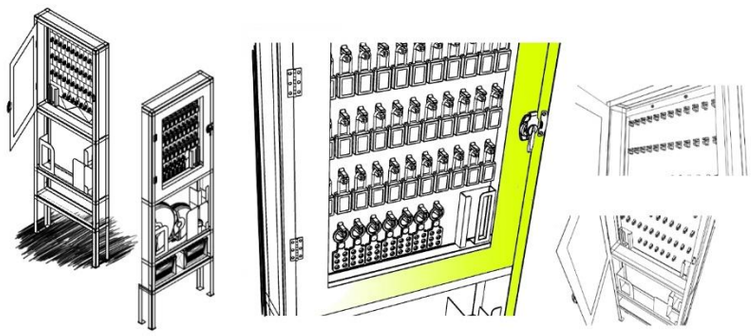
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7. Gabinete tipo padlock



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8. Gabinete de almacenamiento soporte tubular

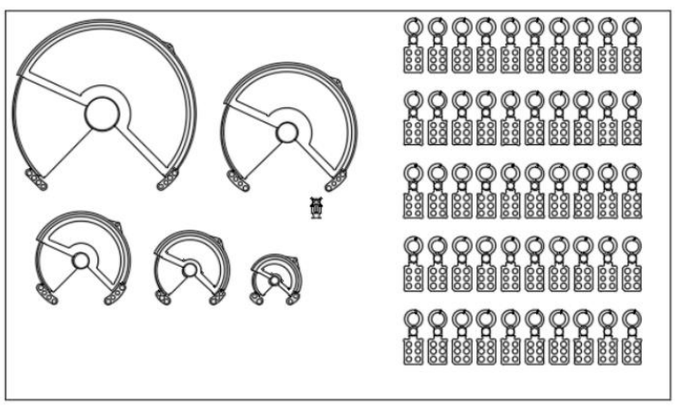


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9. Gabinete de almacenamiento soportes individuales

2.2.1.2.4. Tablero de bloqueo en terreno

Se propuso un tablero Ver Figura 2-10, que puede contener dispositivos de mayor tamaño tales como bloqueo de válvulas de radios envolventes que varían desde 1 pulgada hasta 13 pulgadas, pinzas multiplicadoras, y dispositivo de bloqueo mini breaker.



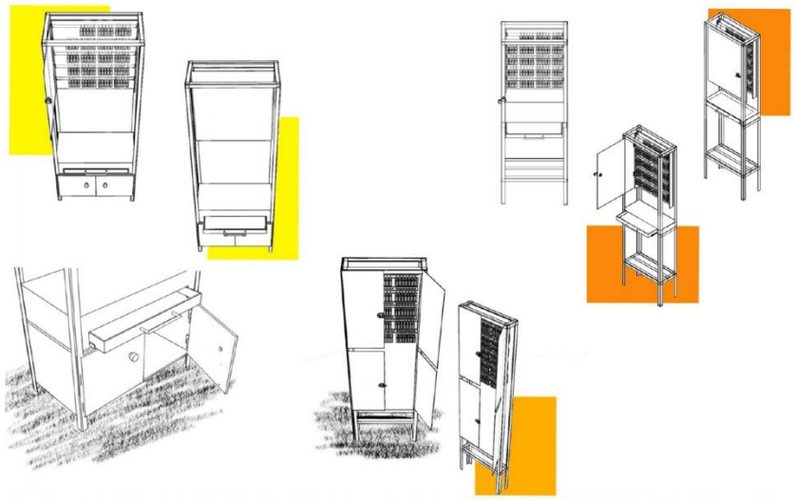
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10. Tablero de Bloqueos en terreno

2.2.1.2.5. Propuesta de sistemas integrado de dispositivos de bloqueo

Se planteo la opción de integrar todo en un diseño, es decir, los dispositivos personales, como en terreno a la par de una superficie para almacenar y utilizar el libro y

documentos de bloqueo, del cual surgieron distintos bocetos como se puede ver en la Figura 2-11.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-11. Sistema integrado de dispositivo de bloqueo

2.3. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS

De esta manera se evaluaron las distintas alternativas conceptuales en las cuales se evaluó el desarrollo de sistema integrado, esto es debido a la reducción de espacio que presenta, y a ser coherente con debido a la centralización de los sistemas. En relación al tipo de gabinete se opta por el uso de gabinete tipo soportes individuales, debido a ser la opción más adecuada en relación a criterios de facilidad en uso y visualización de contenido.

Por otro lado, se opta por no agregar un sistema autosustentable. Debido a que, los elementos que conformarían un sistema autosustentable, compuesto por panel solar, controlador de carga, batería y convertidor, en relación con el diseño dificultan su implementación. Siendo la ubicación, una restricción de este diseño, ya que, estará dentro de una estructura que la aislaría del medio (al estar dentro de un refugio minero), dificultando la llegada de radiación solar, además de las dimensiones físicas que agregaría de la estructura del módulo centralizador, dificultando su fabricación e instalación dentro de este refugio, teniendo en cuenta estas dos razones de peso, el criterio que corresponde

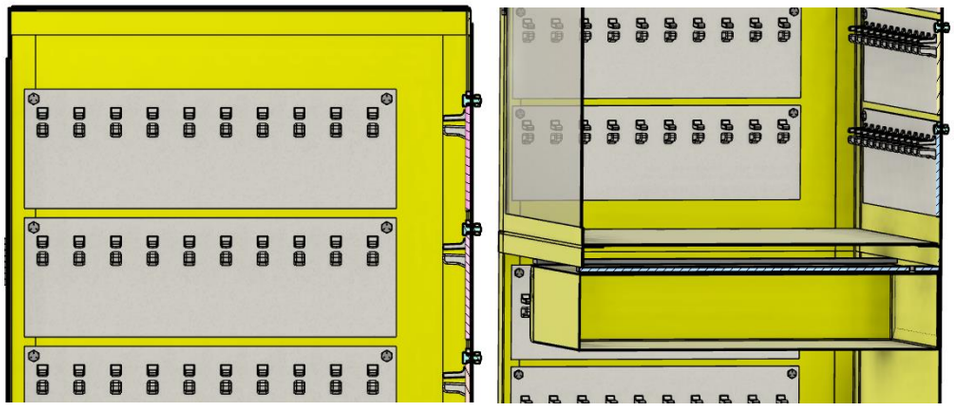
al costo se vuelve irrelevante debido a la inviabilidad de su realización e incorporación al sistema.

2.4. DISEÑO EN BASE A MODELOS 3D

La estructura del módulo está modelada en 3D por medio del software Fusion 360 de Autodesk se presentará la estructura modular en sus distintas vistas Ver Figura 2-12 y sus vistas en corte Ver Figura 2-13. Cabe señalar que el modelo cuenta con una altura 1800 mm, un ancho de 600 mm y con una profundidad de 506 mm.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12. Vistas Modelado



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13. Vistas en Corte

2.5. ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTRUCTURAL

Se establecen las condiciones que debe soportar la estructura, tanto como esfuerzos, cargas, por medio de uso de software especializado.

2.5.1. Definición de materiales

La elección de la materialidad de los componentes está definida en base a su fabricabilidad y posibilidades de encajar dentro del diseño, en donde se plantea que

2.5.2. Definición de cargas

Las cargas consideradas dentro del análisis son en base a dispositivos de bloqueo que deberán soportar la estructura. Para el caso de la estructura sostenedora de candados debe resistir el peso de los candados, mientras que, la estructura tipo rack, debe tener la capacidad de soportar su propio peso junto con las cargas de los dispositivos de bloqueo.

2.6. MODELAMIENTO SOFTWARE

El modelamiento en software 3D está dado por el software Fusion360, por la empresa Autodesk, para validar el comportamiento se utilizó la herramienta Simulation en donde se realizó el cálculo en base al método de elementos finitos.

2.6.1. Cálculo de esfuerzos

Los cálculos de esfuerzos se separaron en relación con sistema separados para ver su comportamiento individual.

2.6.1.1. Esfuerzos sostenedor de candados

Los esfuerzos aplicados para el sostenedor de candados individual, manufacturado por mecanizado en base a un bloque de polietileno de baja densidad en donde sus especificaciones técnicas vienen dadas en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Características Polietileno baja densidad

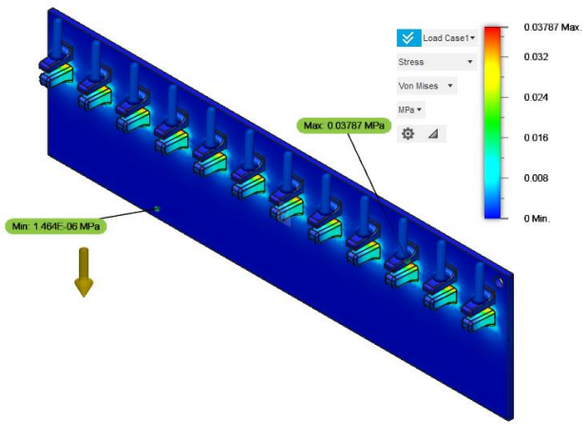
Polyethylene, Low Density

Density	8.94E-07 kg / mm^3
Young's Modulus	124 MPa
Poisson's Ratio	0.41
Yield Strength	10.8 MPa
Ultimate Tensile Strength	11 MPa
Thermal Conductivity	2.25E-04 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.8E-04 / C
Specific Heat	3182 J / (kg C)

Fuente: Biblioteca Fusion360

Se le aplica una fuerza de 10 N por cada sostenedor, además de la gravedad, para establecer si resiste la carga de los candados, por lo tanto, se realiza un estudio de fuerzas en donde se analiza según criterio de Von Mises el cual expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de Von Mises es igual al límite de

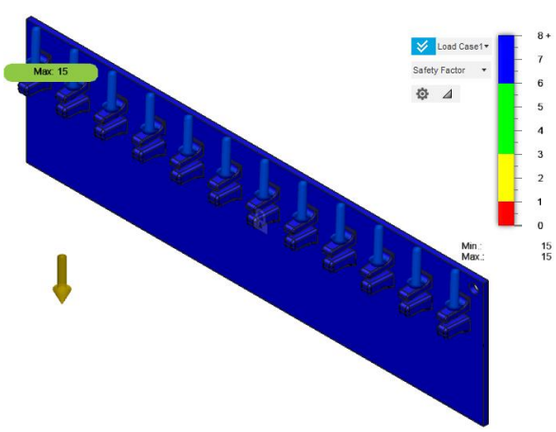
tensión. En la mayoría de los casos, el límite elástico se utiliza como el límite de tensión. (Dassault systemes, 2021). En donde el esfuerzo máximo se encuentra en la base del sostenedor Ver Figura 2-14 correspondiente 0,03787 MPa, el cual comparado con el límite de fluencia no presentaría fallas por esfuerzo.



Fuente: Fusion 360

Figura 2-14. Estudio Von Mises Sostenedor de candados

Se agrega el estudio de Factor de Seguridad, un factor de seguridad está relacionado con la seguridad de las personas. Reduce el riesgo de falla de un componente al agregar algo de amortiguación en el diseño (Factor de seguridad, s. f.). El estudio sobre el factor de seguridad (Ver Figura 2-15) entrega como resultado un mínimo y máximo de 15, lo que se asegura que el diseño resistirá.

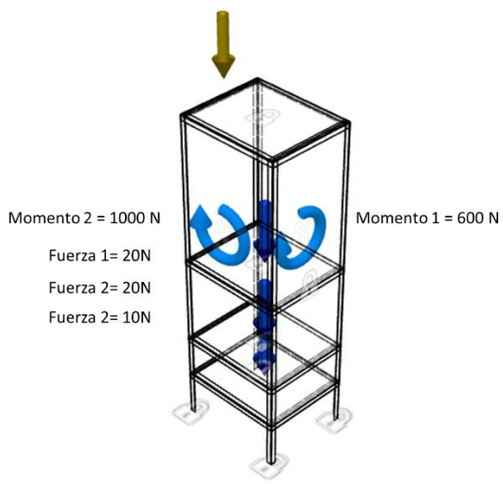


Fuente: Fusion 360

Figura 2-15. Estudio Factor de Seguridad Sostenedor de candados

2.6.1.2. Esfuerzos de estructura rack

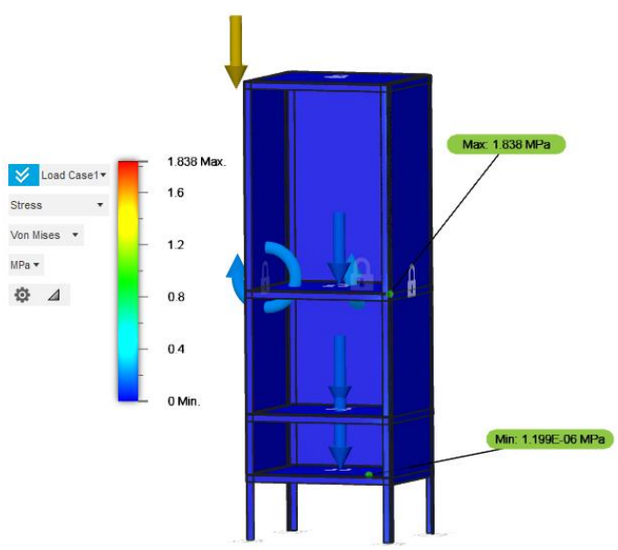
Se le agregaron las fuerzas a la estructura Ver Figura 2-16 en donde se estima la carga en Newton las cuales debieran soportar la estructura, el Momento 1 equivale a 600 N, esto es debido al peso teórico por la cantidad de sostenedores de candados que debe poseer, al igual que el momento 2, la cual lleva más carga debido a poseer más cantidad de candados, las fuerzas fueron calculadas en relación a su puesta en práctica del módulo, es decir, si se dejan encima notebook, casco, respirador, cajas de bloqueo, válvulas de bloqueo, etc.



Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones de cargas y esfuerzos.

Figura 2-16. DCL Estructura

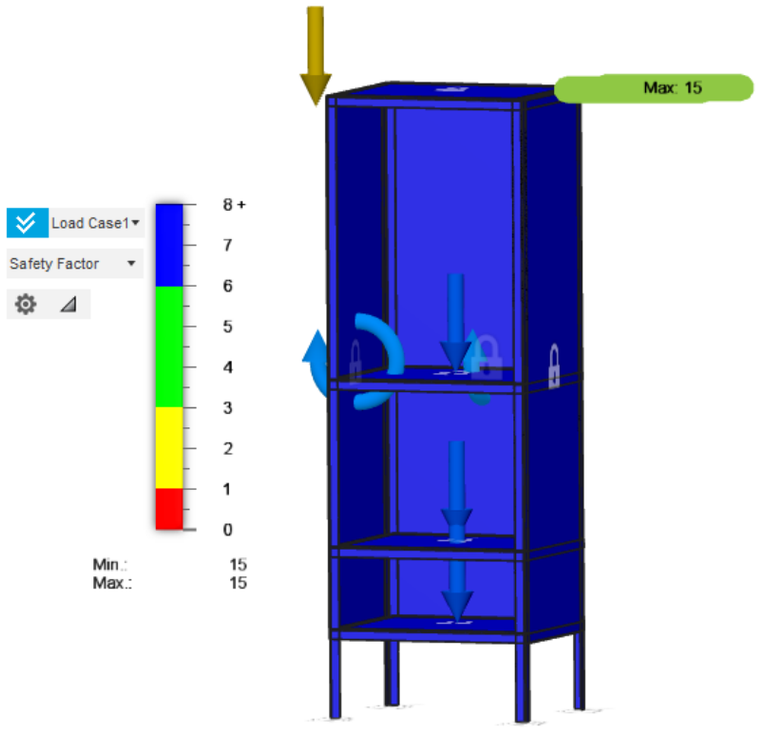
De esta manera se aplica criterio de Von Mises (Ver Figura 2-17), el cual indica que la estructura resistiría.



Fuente: Fusion 360

Figura 2-17. Estudio Von Mises Estructura

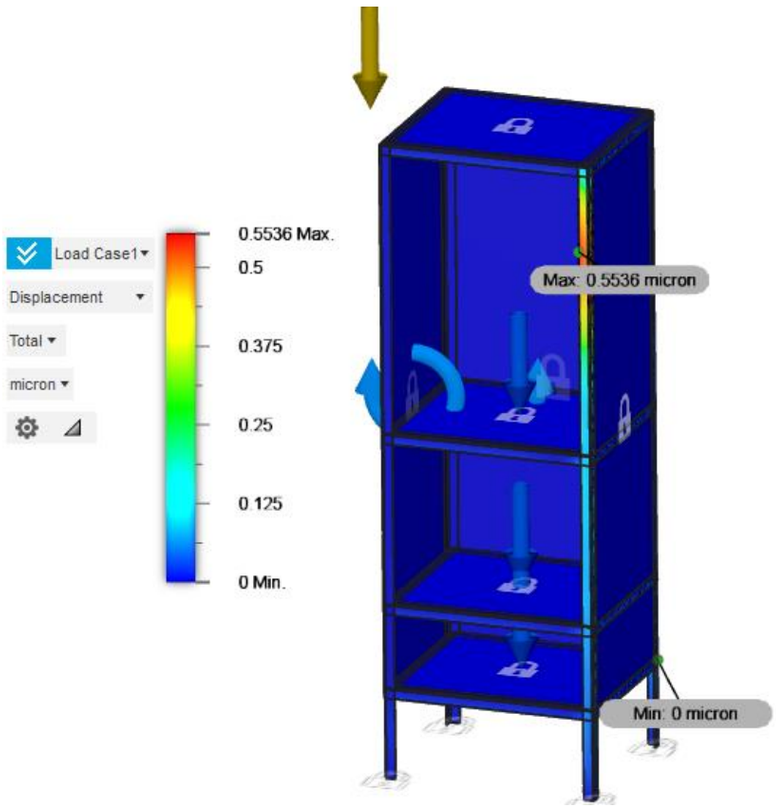
Se realiza además el estudio de factor de seguridad (Ver Figura 2-18) el cual dio como máximo y mínimo 15, lo que indica que dentro de la estructura se pueden aplicar cargas sin esperar a que la estructura falle.



Fuente: Fusion 360

Figura 2-18. Estudio Factor de Seguridad Estructura

Se realiza además el estudio de desplazamiento (Ver Figura 2-19) para ver que parte de la estructura es la que resultaría afectada por las fuerzas aplicadas, en donde se aprecia que un larguero esta sometido a fuerza de tracción lo que indicaría un alargamiento del material de 0,55 micrones.



Fuente: Fusion 360

Figura 2-19. Estudio de Desplazamiento Estructura

2.7. DEFINICIÓN DE LAYOUT IDEAL

Se presenta un layout de como estarían ubicadas las partes del lugar, y como se compondrá idealmente, en donde se realizaría la manufactura del producto, Ver Figura 2-20. En donde se aprecian sala de recepción, camarines, oficinas, comedor, sala de pintado, taller, estacionamiento y zonas de carga y descarga de insumos.

Fuente: Elaboración académica

Figura 2-20. Layout ideal

2.8. ANÁLISIS DE PROCESOS DE FABRICACIÓN

Dentro del sistema los componentes de esta mismo son productos catalogados, para manufacturar estos y lograr el diseño se realizan una serie de procesos que van desde la compra de material hasta su montaje. De esta manera los procesos que se estimaran son los usados en el proceso de transformación de la materia prima para convertirse en módulo.

2.8.1. Etapas del proceso

Etapa de Corte: Se obtienen los perfiles Angulo 30x30x2 mm los cuales proceden a cortarse para llegar al tamaño requerido. Al igual que las chapas de acero de 1mm de espesor para la conformación del cajón, y el corte de la chapa para el marco de la puerta.

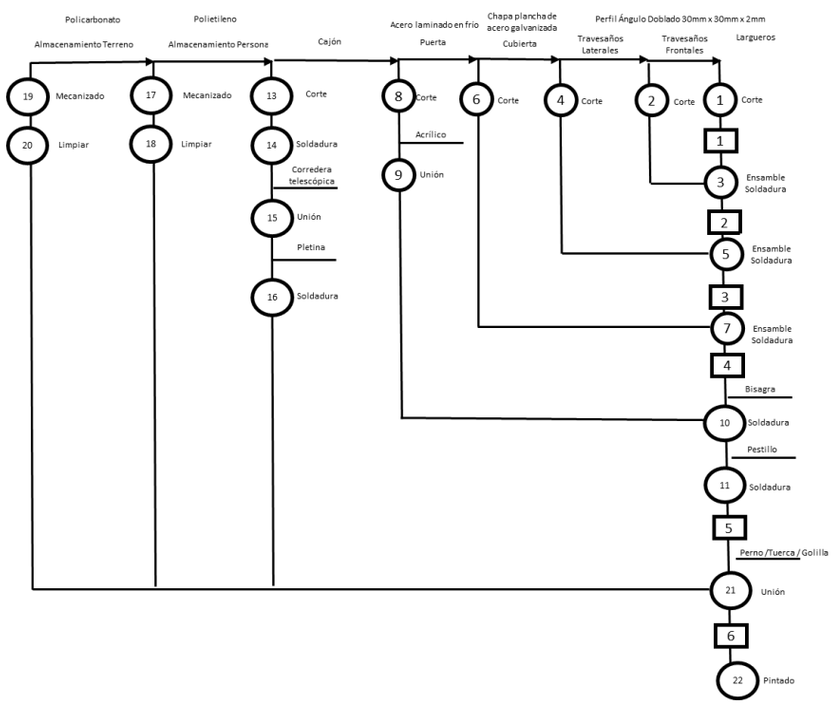
Etapa de Perforación: Se procede a perforar agujeros en la chapa de 1mm en donde se encajarán y apernarán sostenedores de candados.

Etapa de Mecanizado: Se procede a mecanizar el bloque de polietileno, para dar forma a sostenedores individuales, por otro lado, se mecaniza la plancha de policarbonato, con el fin de formar una estructura que se ensamble para contener válvulas de bloqueo.

Etapa de Soldado: Se sueldan los perfiles al ángulo, para conformar la estructura, en donde se soldará también la chapa con sus respectivas perforaciones, posterior a esto se soldará la bisagra a la estructura y al marco de la puerta, además del pestillo.

2.8.2. Estimación de procesos de manufactura

El proceso de transformación para la salida de un módulo se estima en base a los siguientes procesos, que se ejemplifica de manera gráfica, en donde se indica proceso, operaciones, entrada de material, Ver Figura 2-21.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-21. Estimación de procesos de manufactura.

2.8.3. Estimación de costos de manufactura

Para el proceso productivo anteriormente descrito, se estima los costos de los implementos, tales como herramienta y maquinaría necesaria para la fabricación puesta en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Costos de Implementos para la producción

Equipos utilizados en la fabricación		
Implementos	Valor $	Valor UF
Maquina soldadora	260.000	7,5
Router CNC	8.000.000	229,8
Taladro batería	210.000	6,0
Trozadora de perfiles	229.000	6,6

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se realizará su evaluación en términos económicos, tanto como estructura de costos y su rentabilidad, de esta manera constituir un balance general sobre el proyecto, así con esta información se podrá gestionar el uso eficiente de los recursos.

3.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Se realiza estimación de demanda para determinar el mercado y su comportamiento, para esto es necesario verificar que existe una comprensión de las características del producto demandado en el mercado.

3.1.1. Mercado Relevante

La demanda se estima en relación con las empresas pertenecientes al consejo minero, que pueden adquirir esta solución, por lo tanto, la demanda corresponde a las operaciones de estas empresas Ver tablas desde 3-1 hasta 3-6, debido a la envergadura de la maquinaria que presentan, requerirán un módulo que centralice y concentre dispositivos de bloqueos, para gestionar el procedimiento de aislación y bloqueo de una mejor manera.

Tabla 3-1. Operación empresas socias región de Tarapacá

Operación de las empresas socias del Consejo Minero

Región de Tarapacá

Operación	Productos (1)		Compañía	Propiedad	Producción 2020	
Cerro Colorado	Cu		BHP Pampa Norte	BHP Billiton	69	KTMF Cu
Doña Inés de Collahuasi	Cu	Mb	Cía. Minera Doña Inés de Collahuasi	Anglo American plc (44%), Glencore (44%) y JCR (12%)	629	KTMF Cu
Quebrada Blanca	Cu		Cía. Minera Quebrada Blanca	Teck (60%), Sumitomo Metal Mining y Sumitomo Corp. (30%) y Enami (10%)	13	KTMF Cu

Fuente: Consejo Minero

Tabla 3-2. Operación empresas socias región de Antofagasta

Operación de las empresas socias del Consejo Minero

Región de Antofagasta

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
El Abra	Cu	Sociedad Contractual Minera El Abra	Freeport-McMoRan (51%) y Codelco (49%)	72	KTMF Cu
Radomiro Tomic	Cu	Codelco	Estado de Chile	261	KTMF Cu
Chuquicamata	Cu Mb F R	Codelco	Estado de Chile	401	KTMF Cu
Spence	Cu	BHP Pampa Norte	BHP Billiton	146	KTMF Cu
Centinela	Cu	Minera Centinela	Antofagasta plc (70%) y Marubeni Corp. (30%)	247	KTMF Cu
Gabriel Mistral	Cu	Codelco	Estado de Chile	102	KTMF Cu
Lomas Bayas	Cu	Cía. Minera Xstrata Lomas Bayas	Glencore	74	KTMF Cu
Zaldívar	Cu	Cía. Minera Zaldívar	Barrick (50%) Antofagasta Minerals (50%)	97	KTMF Cu
Escondida	Cu	Minera Escondida Ltda.	BHP (57,5%), Río Tinto (30%) y otros inversionistas (12,5%)	1.187	KTMF Cu
Altonorte	F	Complejo Metalúrgico Altonorte	Glencore	290	KTMF Cu

Fuente: Consejo Minero

Tabla 3-3. Operación empresas socias región de Antofagasta (cont.)

Región de Antofagasta (Cont.)

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
Ministro Hales	Cu Ag	Codelco	Estado de Chile	171	KTMF Cu
Sierra Gorda	Cu Mb Au	Sierra Gorda SCM	KGHM International (55%), Sumitomo Metal Mining (31,5%) y Sumitomo Corp. (13,5%)	156	KTMF Cu
Antucoya	Cu	Minera Antucoya	Antofagasta Minerals (70%) y Marubeni Corp. (30%)	79	KTMF Cu
Franke	Cu	SCM Franke	KGHM International	13	KTMF Cu

Fuente: Consejo Minero

Tabla 3-4. Operación empresas socias región de Atacama y Coquimbo

REGIÓN DE ATACAMA

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
Salvador	Cu Mb F R	Codelco	Estado de Chile	56	KTMF Cu
La Coipa	Au Ag	Cía. Minera Mantos de Oro	Kinross	s/l	
Maricunga	Au	Cía. Minera Maricunga	Kinross	3.546	oz Au
Candelaria / Ojos del Salado	Cu Au	Cía. Contractual Minera Candelaria / Cía. Contractual Minera Ojos del Salado	Lundin Mining (80%) y Sumitomo Corp. (20%)	95	KTMF Cu
Caserones	Cu Mb	SCM Minera Lumina Copper Chile	JX Nippon Mining & Metals	126	KTMF Cu

REGIÓN DE COQUIMBO

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
Carmen de Andacollo	Cu	Cía. Minera Teck Carmen de Andacollo	Teck (90%) y Enami (10%)	57	KTMF Cu
Los Pelambres	Cu Mb Au	Minera Los Pelambres	Antofagasta plc (60%), Nippon LP Resources BV (25%) y MM LP Holding (15%)	372	KTMF Cu

Fuente: Consejo Minero

Tabla 3-5. Operación empresas socias región de Valparaíso, Metropolitana y O'hhigins

REGIÓN DE VALPARAÍSO

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
Ventanas	F R	Codelco	Estado de Chile	s/l	
El Soldado	Cu	Anglo American Sur	Anglo American plc (50,1%), JV Codelco-Mitsui (29,5%) y Mitsubishi Corp. (20,4%).	46	KTMF Cu
Chagres	F	Anglo American Sur	Anglo American plc (50,1%), JV Codelco-Mitsui (29,5%) y Mitsubishi Corp. (20,4%).	s/l	
Andina	Cu Mb	Codelco	Estado de Chile	185	KTMF Cu

REGIÓN METROPOLITANA

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
Los Bronces	Cu Mb	Anglo American Sur	Anglo American plc (50,1%), JV Codelco-Mitsui (29,5%) y Mitsubishi Corp. (20,4%).	325	KTMF Cu

REGIÓN DE O'HIGGINS

Operación	Productos (1)	Compañía	Propiedad	Producción 2020	
El Teniente	Cu Mb F	Codelco	Estado de Chile	443	KTMF Cu

Fuente: Consejo Minero

Tabla 3-6. Operación empresas socias en etapa de ejecución año 2020.

Proyectos de inversión de empresas socias

En etapa de **ejecución**, a septiembre 2020.

Puesta en Marcha	Proyectos (1)	Operador	Productos Principales	Región	Estado de permisos ambientales	Inversión (millones de US$)
2020-2024	Otros proyectos de Desarrollo	Codelco Chile	Cobre	Varias	EIA aprobado	3.880
2020-2024	Tranques	Codelco Chile	Cobre	Varias	EIA aprobado	3.333
2021	Traspaso Mina-planta	Codelco, Div. Andina	Cobre	Valparaiso	EIA aprobado	1.480
2022	Ampliación marginal Los Pelambres Fase I	Minera Los Pelambres	Cobre	Coquimbo	EIA aprobado	1.300
2022	Spence Growth Option	Pampa Norte	Cobre	Antofagasta	EIA aprobado	3.260
2023	Collahuasi Instalaciones Complementarias – Aumento a 170 ktpd	Doña Inés de Collahuasi	Cobre	Tarapacá	EIA aprobado	302
2023	Quebrada Blanca Hipógeno	Cia Minera Teck Quebrada Blanca	Cobre	Tarapacá	EIA aprobado	4.739
2024	Plan de Desarrollo El Teniente (Nuevo Nivel Mina y otros)	Codelco, Div. El Teniente	Cobre	O'Higgins	EIA aprobado	5.684
					Total Ejecución	23.978

Fuente: Consejo Minero

3.1.2. Cuota de mercado

La cuota de mercado que se estima inicialmente para el primer año de la puesta en marcha de módulos centralizadores es la implementación en al menos una operación, lo que supondría la producción de 150 módulos por trimestre, inicialmente, en el primer trimestre se espera la cantidad de 30 módulos, mientras que en el segundo trimestre incrementar a 75, al tercer trimestre alcanzar un stock de 135, para consiguientemente en los trimestres que siguen conseguir manufacturar 150 módulos.

3.2. CRECIMIENTO FUTURO DEL MERCADO

El gerente de Estudios de la Sociedad Nacional de Minería, Álvaro Merino, proyectó que el presente año, correspondiente al 2022, el sector minero crecerá entre 2%-3% con una producción de cobre cercana a las 5.800.000 toneladas. (Crecimiento del sector minero sectorial, 2022)

3.2.1. Tendencia proyectada

La tendencia proyectada relevante para desarrollar y la implementación en un futuro sobre los módulos concentradores, viene asociada por proyectos en etapa de evaluación como se puede ver en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7. Proyectos de inversión en etapa de evaluación

Proyectos de inversión de empresas socias

En etapa de **evaluación**, a septiembre 2020.

Puesta en Marcha	Proyectos (1)	Operador	Productos Principales	Región	Estado de permisos ambientales	Inversión (millones de US$)
2020-2024	Projectos de Información	Codelco, Chile	Cobre	Varias	Sin EIA	701
2022	Rajo Inca	Codelco, Div. Salvador	Cobre	Atacama	EIA presentado	1.480
2022	Cont. Operacional Zaldivar	Cia Minera Zaldivar SpA	Cobre	Antofagasta	EIA presentado	190
2023	La Coipa Fase 7	Kinross Minera Chile Ltda.	Oro	Atacama	EIA aprobado	200
2023	Continuidad Operacional Carmen de Andacollo	Cía. Minera Teck Carmen de Andacollo	Cobre	Coquimbo	EIA presentado	100
2024	Polo sur	Minera Centinela	Cobre	Antofagasta	EIA presentado	300
2024	Los Bronces Integrado	AngloAmerican Sur S.A.	Cobre	RM	EIA presentado	3.000
2024	Sierra Gorda Exp. 230 Ktpd	Sierra Gorda SCM	Cobre	Antofagasta	EIA aprobado	2.000
2024	Ampliación Marginal Los Pelambres Fase II	Minera Los Pelambres	Cobre	Coquimbo	Sin EIA	500

Fuente: Consejo Minero

3.3. FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO

Los criterios para la fijación del producto se realizan en base a los costos y el margen, de esta manera se calcula en el precio costo, en base a la suma de costos fijos y costos variables, dividido por la cantidad de unidades promedio como se puede ver en la Figura 3-1.

	Teoria de precios			
	Precio costos= C. variable+C. fijo /Unidad promedio			
		UF	CLP	
		$14,40	$501.238,89	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1. Precio costo.

Luego se calcula el precio de venta al cual se le agrega el margen que corresponderá a un 25% como se puede ver en la Figura 3-2, siendo el precio de venta de 19,2 UF.

	Precio de Venta= Precio costo / 1 - Margen Bruto			
	El margen será de un= 25%			
		UF	CLP	
		$19,20	$668.318,52	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-2. Precio Venta.

3.4. EVALUACIÓN FINANCIERA

Parte crítica del proyecto recae en su evaluación financiera, se verificará su factibilidad económica.

3.4.1. Consideraciones económicas

Las consideraciones económicas que se tienen en cuenta para la evaluación financiera son tasas de descuento, moneda, impuesto y el horizonte del proyecto.

3.4.1.1. Tasa de descuento

La tasa de descuento representa el retorno mínimo para hacer atractivo el proyecto, este se calculo a través del método CAPM (Capital Asset Pricing Model o Modelo de valoración de activos financieros)

$$Tasa\ de\ descuento = Rf + \beta\ (Rm - Rf)$$

Rf : Es la rentabilidad promedio anual que rinde el activo libre de riesgo (BCP) el cual lo entrega el Banco Central de Chile, para este proyecto se utiliza un valor de 6,66

Rm: Es el riesgo del mercado, se calcula como el rendimiento promedio del IPSA en relación a su variación del año anterior y su diferencia con el IPC anual, por lo que se puede ver en la siguiente Figura 3-3 el Rm estimado

IPSA	21,05
IPC anual	12,8
Rm	8,25

Fuente: Elaboración propia en base a datos bursátiles

Figura 3-3. Calculo Rf

β :Medida de la sensibilidad del activo respecto a su Benchmark. La interpretación de este parámetro nos permite conocer la variación relativa de la rentabilidad del activo respecto al mercado en que cotiza. La cual posee un valor de 0,99

Por lo tanto se procede a calcular la tasa de descuento la cual es de un 8,23% ver Figura 3-4.

IPSA	21,05
IPC anual	12,8
Rm	8,25
Rf	6,66
b	0,99
Tasa de Descuento	
8,23%	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4. Tasa de Descuento

3.4.1.2. Moneda

La moneda que se utilizará será el peso chileno ($) y la Unidad de Fomento (UF) evaluada para el día 29-11-2022 que corresponde a la equivalencia 1 UF = $34 806.

3.4.1.3. Impuesto

Se considera la tasa del Impuesto al Valor Agregado (IVA) que es de un 19%, según lo fija el artículo 14 de la Ley sobre Impuesto a las Ventas y Servicios. Además, el impuesto que se considera tiene relación al impuesto de primera categoría que corresponde al 27% según la siguiente Tabla 3-8.

Tabla 3-8. Impuesto de Primera categoría

Año Tributario	Año Comercial	Tasa	Circular SII
2002	2001	15%	N° 44, 24.09.1993
2003	2002	16%	N° 95, 20.12.2001
2004	2003	16,5%	N° 95, 20.12.2001
2005 al 2011	2004 al 2010	17%	N° 95, 20.12.2001
2012 al 2014	2011 al 2013	20%	N° 63 30.09.2010, N° 48 19.10.2012
2015	2014	21%	N° 52, 10.10.2014
2016	2015	22,5%	N° 52, 10.10.2014
2017	2016	24%	N° 52, 10.10.2014
2018 y sgtes.	2017 y sgtes.	25%	N° 52, 10.10.2014
2018	2017	25,5%	N° 52, 10.10.2014
2019 y sgtes.	2018 y sgtes.	27%	N° 52, 10.10.2014

Fuente: Servicio de Impuestos Internos

3.4.1.4. Horizonte del proyecto

El horizonte del proyecto será efectuado en el plazo de 2 años, el cual se evaluará en trimestres.

3.4.2. Estudio de costos

Para el estudio de costos se busca determinar cuáles son sus gastos fijos y variables.

3.4.2.1. Costos fijos

Como costo fijo se entiende como los costos que, independiente de la producción lograda, deben asumirse por la empresa, Ver Tabla 3-9, estos gastos son constantes, en la siguiente tabla está calculado mensual y anualmente en UF, en donde se asume un 5% el cual representa lo que el proyecto cubrirá de la empresa.

Tabla 3-9. Costos Fijos

Item	Valor ($)	Valor UF	5% (UF)
Arriendo	13.365.504	384	19,20
Sueldo	22.623.900	650	32,50
Celulares	417.672	12	0,60
Internet	104.418	3	0,15
Luz	69.612	2	0,10
Agua	34.806	1	0,05
Servicios	104.418	3	0,15
		Total Mensual	52,75
		Total Anual	633,00

Fuente: Elaboración Propia basada en empresas manufactureras en la región Metropolitana.

3.4.2.2. Costos variables

Los costos variables (Ver Tabla 3-10) son relacionados directamente a la producción, calculado para la producción de 1 módulo.

Tabla 3-10. Costos Variables

Item	Perfil [mm]	Material	Cantidad	Unidades/Venta [m]	Costo	Costo/Unidad CLP	UF
Largueros	30x30x2	acero al carbono laminado en frio	4	6	7290	8748	0,25
Travesaños Frontales	30x30x2		8	6	7290	5832	0,17
Travesaños Laterales	30x30x2		8	6	7290	4860	0,14
Chapa	1	Plancha acero galvanizada	4	1x3	55990	55990	1,61
Chapa Lateral	1		2	1x3	55990	111980	3,22
Chapa Trasera	1		1	1x3	55990	55990	1,61
Sostenedor Lateral	33	Polietileno	8	20 planchas	13580	5432	0,16
Sostenedor Posterior	33	Polietileno	5		13580	3395	0,10
Perno	7/16"	Acero zincado grado 5	26	100	22490	5847,4	0,17
Golilla		Acero zincado	26	1	283	7358	0,21
Tuerca		Acero zincado grado 5	26	200	19055	2477,15	0,07
Bisagra			2	1	3190	6380	0,18
Pestillo			1	2	9500	4750	0,14
Marco puerta	1	acero laminado en frio		3x1			
Puerta		Policarbonato	1	3,2x1,2	52290	52990	1,52
Policarbonato lateral	1	Policarbonato	4	3,2x1,3	52290		
Policarbonato frente	1	Policarbonato	2	3,2x1,4	52290		
Policarbonato base	1	Policarbonato	1	3,2x1,5	52290		
Corredera Telescopica			2	1	3990	7980	0,23
Pletina	25x3		2	6	6040	1007	0,03
Plancha Laterales	123x500	Acero laminado en frio	2	3x1	42790	42790	1,23
Plancha Trasera	300x125	Acero laminado en frio	1	3x1	42790		
Plancha Base	300x125	Acero laminado en frio	1	3x1	42790		
Plancha Superior	340x500	Acero laminado en frio	1	3x1	42790		
Chapa Puerta	300x125	Acero laminado en frio		3x1	42790		
					Costo por unidad	383.806,2	11,03
				19%	IVA	456.729,4	13,12

Fuente: Elaboración propia en base a información web

3.4.2.3. Inversiones

Las inversiones corresponden a la compra del equipamiento y herramientas como se puede ver en la siguiente Tabla 3-11.

Tabla 3-11. Inversiones

Inversiones	Descripción	$	Cantidad	Total $	Total UF
Maquinaria y Herramientas	General	8.699.000		8.699.000	250
Computador	NOTEBOOK DELL LATITUDE E5470	400.000	2	800.000	23
Telefonos	SAMSUNG GALAXY A03	180.000	4	720.000	21
Camioneta	Toyota Hillux 2018	16.000.000	1	16.000.000	460

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.4. Depreciaciones

La depreciación de los bienes del activo de una empresa corresponde al menor valor que tiene un bien, producto de su uso o desgaste, tema que está contenido en los N°s 5 y 5 bis del Artículo 31 de la Ley sobre Impuesto a la Renta, que reconoce una cuota anual por concepto de depreciación de los bienes del activo inmovilizado como gasto necesario para producir la renta, determinada de acuerdo con la vida útil fijada por el Servicio de Impuestos Internos para tal bien. (Servicio de Impuestos Internos, 2022)

Los cálculos de depreciación se realizaron de manera anual ver en la Tabla 3-12., sin embargo, como se trabaja de manera trimestral, se opta por realizar además el cálculo de depreciación por trimestre como se puede ver en la Tabla 3-13.

Tabla 3-12. Depreciaciones Anuales

Depreciación	$	UF	Vida Util	Año 1	Año 2
Maquina soldadora	260.000	7	5	1	1
Router CNC	8.000.000	230	5	46	46
Taladro bateria	210.000	6	1	6	
Trozadora de perfiles	229.000	7	1	7	
Computador	800.000	23	2	11	11
Telefonos	720.000	21	3	7	7
Camioneta	16.000.000	460	2	230	230
			Total UF	308	296

Fuente: Elaboración propia basada en información de SII

Tabla 3-13. Depreciaciones Trimestrales

	Trimestre				Trimestre			
Depreciación	1	2	3	4	1	2	3	4
Maquina soldadora	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Router CNC	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49
Taladro bateria	1,51	1,51	1,51	1,51				
Trozadora de perfiles	1,64	1,64	1,64	1,64				
Computador	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
Telefonos	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
Camioneta	57,46	57,46	57,46	57,46	57,46	57,46	57,46	57,46
	77	77	77	77	74	74	74	74

Fuente: Elaboración propia basada en información de SII

3.4.2.5. Gasto de imprevisto

El gasto de imprevisto se considera como el 12% en relación a los gastos variables, por lo tanto, si el precio de costo de módulo corresponde a 14,40 UF, el 12% correspondería a 16,36 UF, lo que se estima para situaciones no calculadas previamente.

3.4.2.6. Gastos puesta en marcha

Los gastos de puesta en marcha se consideran en relación con la creación de nuevos clientes, la formación de alianzas estratégicas, al ser calculado el proyecto en un plazo de 2 años, se considerará el gasto una sola vez, ya que, se estima que en el plazo de 1 año se conseguirán los clientes, por lo que se considerarán lo siguiente ver tabla 3-14, que da un valor de 30,58 UF relacionado a gastos de puesta en marcha.

Tabla 3-14. Gastos puesta en marcha

Gastos puesta en marcha	UF
Vendedor Industrial	7
Gastos oficina	1
Peaje/ estacionamiento	2
	10
Ferias FEXMIN, COPPER	
Realizadas en Santiago	
Total Feria Santiago	20
Feria EXPONOR	
Realizada en Antofagasta	
Vuelo ida/vuelta	2,58
Habitación	8
Total Anual	30,58

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.7. Capital de trabajo

El capital de trabajo de calculará con el método de déficit acumulado en el plazo de 1 año, en base a 4 trimestre, para calcular el capital necesario para comenzar, de esta manera cumplir con los plazos estimados, se calculará en base a los 2 primeros trimestres, ya que al tercero se estaría trabajado con aproximadamente un 90% de la producción estimada, por lo tanto, el capital de trabajo se puede ver en la siguiente Tabla 3-15 que correspondería a 53 UF, que significaría la cantidad necesaria, con la que se debe contar, para el pago de los compromisos a corto y largo plazo.

Tabla 3-15. Capital de trabajo

Capital de Trabajo UF	1 Trimestre				2 Trimestre			
Meses	1	2	3	4	1	2	3	4
Cantidad Modulos	0	10	10	10	15	15	20	25
Ingresos	0	192	192	192	288	288	384	480
Egresos	53	163	163	163	218	218	273	328
Ingresos-Egresos	-53	29	29	29	70	70	111	152
Déficit Acumulado	-53	-24	5	34	104	174	285	436

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Se realiza la evaluación económica por medio de flujos de caja con y sin financiamiento, considerando ingresos en base a la cantidad por trimestre que se realizaran (ver Tabla 3-16) y precio que se estimó por módulo de 19,20 UF, de esta manera en base a Anexo B, se puede visualizar que dentro de una operación minera se requieren 100 estaciones de bloqueo, que por cada estacón contendría 3 módulos centralizadores, de esta manera se irán fabricando de manera incremental.

Tabla 3-16. Cantidad de Módulos por trimestre

Trimestre	Cantidad
1	30
2	75
3	135
4	150
5	150
6	150
7	150
8	150
Promedio	124

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.1. Flujo de caja puro

Flujo de caja puro, es decir, la inversión se realizó el 100% por medio de capital propio, sin necesidad de incurrir a deuda Ver Tabla 3-17.

Tabla 3-17. Flujo de Caja Puro

			Año 1				Año 2			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
+	Ingresos Operacionales		576	1.440	2.592	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
-	Costo Fijo		-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158
-	Costo Variable		-331	-827	-1.489	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654
=	Margen Operacional		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
-	Gastos Generales									
=	Utilidad Bruta		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
+	Valor residual									242
-	Depreciacion		-77	-77	-77	-77	-74	-74	-74	-74
-	Amortizacion Intangible									
-	Interes deuda largo plazo									
-	Interes deuda corto plazo									
-	Perdidas años anteriores									
=	Utilidad antes de impuesto		10	378	868	991	994	994	994	1.236
-	Impuesto 27%		-3	-102	-234	-268	-268	-268	-268	-334
+	Perdida años anteriores									
=	Utilidad después de impuesto		7	276	634	723	726	726	726	902
+	Depreciacion		77	77	77	77	74	74	74	74
+	Amortizacion Intangible									
-	Amortizacion deuda Lp									
-	Amortizacion deuda Cp									
-	Infraestructura y Equipamiento	-753								
-	Gasto puesta en marcha	-31								
-	Capital de Trabajo	-53								53
-	Gasto imprevisto 12%	-16								
+	Valor de desecho									
+	Recuperacion Capital de trabajo									
=	Total Periodo	-853	84	353	711	800	800	800	800	1.029
+	Prestamo Largo plazo									
=	Flujo de caja neto	-853	84	353	711	800	800	800	800	1.029
	Flujo de caja actualizado	-853	78	301	561	583	538	497	459	546
=	Flujo de caja Acumulado	-853	-775	-474	87	670	1.208	1.706	2.165	2.711

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado se calculó la Tasa Interna de Retorno, junto al Valor Actual Neto, y el Periodo de Recuperación de la Inversión ver la siguiente Tabla 3-18.

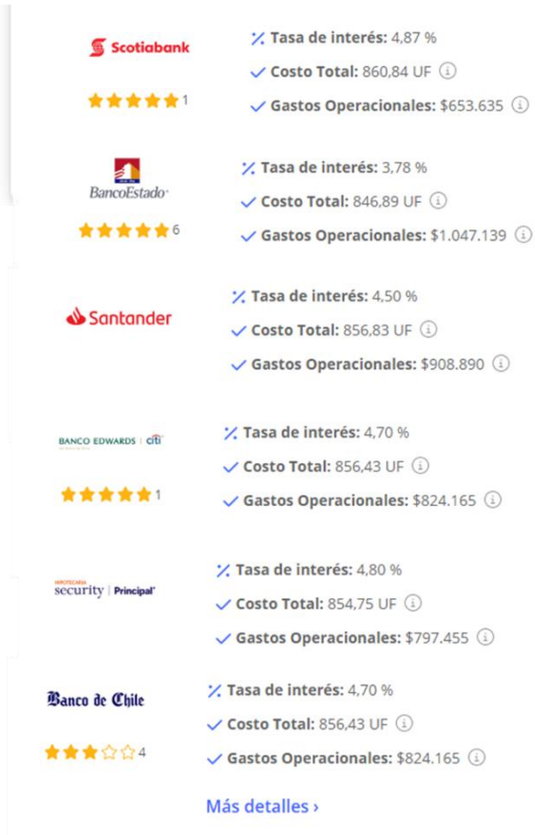
Tabla 3-18. Indicadores Económicos Flujo de caja Puro

TIR	49%
Tasa de Descuento	8,23%
VAN (UF)	2.683,25
PRI Trimestre	2,67

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.2. Financiamiento

Para el flujo de caja con financiamiento se evalúa la alternativa de un préstamo por medio de un banco, se realizaron simulaciones en donde, se obtuvieron distintas alternativas Ver Figura 3-5, en donde BancoEstado es quien tiene la tasa más baja, para 24 meses.



Fuente: (Simula crédito, 2022)

Figura 3-5. Comparación de prestamos

3.4.3.2.1. Financiado al 25%

Se presenta a continuación la simulación del financiamiento de un 25% de la inversión inicial, utilizando el método de cálculo de cuotas con el sistema francés Ver Tabla 3-19.

Tabla 3-19. Cálculo de Cuotas flujo de caja financiado 25%

Interes = Saldo deuda*Tasa
Amortización = Cuota - interes
Saldo insoluto = Saldo deuda-amortizacion

Monto Credito UF	213				
Tasa Trimestral	0,95%				
Cuota trimestral	28				
Cuota trimestral	Saldo Deuda	Cuota	Interés	Amortización	Saldo Insoluto
1	213,24	27,80	2,02	25,79	187,46
2	187,46	27,80	1,77	26,03	161,43
3	161,43	27,80	1,53	26,28	135,15
4	135,15	27,80	1,28	26,52	108,63
5	108,63	27,80	1,03	26,78	81,85
6	81,85	27,80	0,77	27,03	54,82
7	54,82	27,80	0,52	27,28	27,54
8	27,54	27,80	0,26	27,54	-0,00

Cuota Anual=Valor cuota	28
Vp=Va	213
i=Ti	0,95%
n	8

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se utilizo el interés y la amortización para realizar el flujo de caja Ver Tabla 3-20.

Tabla 3-20. Flujo de caja financiado 25%

			Año 1				Año 2			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
+	Ingresos Operacionales		576	1.440	2.592	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
-	Costo Fijo		-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158
-	Costo Variable		-331	-827	-1.489	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654
=	Margen Operacional		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
-	Gastos Generales									
=	Utilidad Bruta		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
+	Valor residual									242
-	Depreciacion		-77	-77	-77	-77	-74	-74	-74	-74
-	Amortizacion Intangible									
-	Interes deuda largo plazo		-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0
-	Interes deuda corto plazo									
-	Perdidas años anteriores									
=	Utilidad antes de impuesto		8	376	867	990	993	993	993	1.235
-	Impuesto 27%		-2	-102	-234	-267	-268	-268	-268	-334
+	Perdida años anteriores									
=	Utilidad después de impuesto		6	274	633	722	725	725	725	902
+	Depreciacion		77	77	77	77	74	74	74	74
+	Amortizacion Intangible									
-	Amortizacion deuda Lp		-26	-26	-26	-27	-27	-27	-27	-28
-	Amortizacion deuda Cp									
-	Infraestructura y Equipamiento	-753								
-	Gasto puesta en marcha	-31								
-	Capital de Trabajo	-53								
-	Gasto imprevisto 14%	-16								
+	Valor de desecho									
+	Recuperacion Capital de trabajo									53
=	Total Periodo	-853	57	326	683	773	772	772	772	1.001
+	Prestamo Largo plazo	213								
=	Flujo de caja neto	-640	57	326	683	773	772	772	772	1.001
	Flujo de caja actualizado	-640	53	278	539	563	520	480	444	531
=	Flujo de caja Acumulado	-640	-587	-309	230	793	1.313	1.793	2.237	2.768

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se realizaron los cálculos respectivos a lo relacionado con indicadores económicos Ver Tabla 3-21.

Tabla 3-21. Indicadores económicos flujo de caja financiado 25%

TIR	59%
Tasa de Descuento	8,23%
VAN (UF)	$2.768,07
PRI Trimestre	2,45

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.2.2. Financiado al 50%

Se presenta otra alternativa en donde el flujo de caja está financiado en un 50% Ver Tabla 3-22.

Tabla 3-22. Cálculo de Cuotas flujo de caja financiado 50%

Interes = Saldo deuda*Tasa
Amortización = Cuota - interes
Saldo insoluto = Saldo deuda-amortizacion

Monto Credito UF	426,49				
Tasa Trimestral	0,95%				
Cuota trimestral	55,60				
Cuota trimestral	Saldo Deuda	Cuota	Interés	Amortización	Saldo Insoluto
1	426,49	55,60	4,03	51,57	374,92
2	374,92	55,60	3,54	52,06	322,86
3	322,86	55,60	3,05	52,55	270,30
4	270,30	55,60	2,55	53,05	217,26
5	217,26	55,60	2,05	53,55	163,71
6	163,71	55,60	1,55	54,06	109,65
7	109,65	55,60	1,04	54,57	55,08
8	55,08	55,60	0,52	55,08	-0,00

Cuota Anual=Valor cuota	55,60
Vp=Va	426,49
i=Ti	0,95%
n	8

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos obtenidos se procede al cálculo del flujo de caja financiado un 50% Ver Tabla 3-23.

Tabla 3-23. Flujo de caja financiado 50%

			Año 1				Año 2			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
+	Ingresos Operacionales		576	1.440	2.592	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
-	Costo Fijo		-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158
-	Costo Variable		-331	-827	-1.489	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654
=	Margen Operacional		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
-	Gastos Generales									
=	Utilidad Bruta		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
+	Valor residual									242
-	Depreciacion		-77	-77	-77	-77	-74	-74	-74	-74
-	Amortizacion Intangible									
-	Interes deuda largo plazo		-4	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1
-	Interes deuda corto plazo									
-	Perdidas años anteriores									
=	Utilidad antes de impuesto		6	374	865	988	992	992	993	1.235
-	Impuesto 27%		-2	-101	-234	-267	-268	-268	-268	-333
+	Perdida años anteriores									
=	Utilidad después de impuesto		4	273	632	721	724	724	725	902
+	Depreciacion		77	77	77	77	74	74	74	74
+	Amortizacion Intangible									
-	Amortizacion deuda Lp		-52	-52	-53	-53	-54	-54	-55	-55
-	Amortizacion deuda Cp									
-	Infraestructura y Equipamiento	-753								
-	Gasto puesta en marcha	-31								
-	Capital de Trabajo	-53								
-	Gasto imprevisto 14%	-16								
+	Valor de desecho									
+	Recuperacion Capital de trabajo									53
=	Total Periodo	-853	30	298	656	745	744	744	744	973
+	Prestamo Largo plazo	426								
=	Flujo de caja neto	-426	30	298	656	745	744	744	744	973
	Flujo de caja actualizado	-426	28	255	517	543	501	463	428	517
=	Flujo de caja Acumulado	-426	-399	-144	373	916	1.417	1.880	2.308	2.825

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos obtenidos por lo tanto se pueden obtener los indicadores económicos Ver Tabla 3-24.

Tabla 3-24. Indicadores económicos flujo de caja financiado 50%

TIR	73%
Tasa de Descuento	8,23%
VAN (UF)	2.824,88
PRI Trimestre	2,22

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.2.3. Financiado al 75%

Se presenta la última alternativa con respecto a financiamiento en donde se opta por endeudarse para cubrir la inversión inicial en un 75% Ver Tabla 3-25.

Tabla 3-25. Cálculo de cuota flujo de caja financiado 75%

Interes = Saldo deuda*Tasa
Amortización = Cuota - interes
Saldo insoluto = Saldo deuda-amortizacion

Monto Credito UF	640				
Tasa Trimestral	0,95%				
Cuota trimestral	83,40				
Cuota trimestral	Saldo Deuda	Cuota	Interés	Amortización	Saldo Insoluto
1	640	83,40	6,05	77,36	562,38
2	562,38	83,40	5,31	78,09	484,29
3	484,29	83,40	4,58	78,83	405,46
4	405,46	83,40	3,83	79,57	325,88
5	325,88	83,40	3,08	80,33	245,56
6	245,56	83,40	2,32	81,08	164,47
7	164,47	83,40	1,55	81,85	82,62
8	82,62	83,40	0,78	82,62	0,00

Cuota Anual=Valor cuota	83,40
Vp=Va	639,73
i=Ti	0,95%
n	8

Fuente: Elaboración propia

Teniendo esta información por consiguiente se procede a realizar el cálculo de flujo de caja Ver Tabla 3-26.

Tabla 3-26. Flujo de caja financiado 75%

			Año 1				Año 2			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
+	Ingresos Operacionales		576	1.440	2.592	2.880	2.880	2.880	2.880	2.880
-	Costo Fijo		-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158	-158
-	Costo Variable		-331	-827	-1.489	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654	-1.654
=	Margen Operacional		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
-	Gastos Generales									
=	Utilidad Bruta		87	455	945	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
+	Valor residual									242
-	Depreciacion		-77	-77	-77	-77	-74	-74	-74	-74
-	Amortizacion Intangible									
-	Interes deuda largo plazo		-6	-5	-5	-4	-3	-2	-2	-1
-	Interes deuda corto plazo									
-	Perdidas años anteriores									
=	Utilidad antes de impuesto		4	372	864	987	991	992	992	1.235
-	Impuesto 27%		-1	-101	-233	-266	-268	-268	-268	-333
+	Perdida años anteriores									
=	Utilidad después de impuesto		3	272	630	720	723	724	724	901
+	Depreciacion		77	77	77	77	74	74	74	74
+	Amortizacion Intangible									
-	Amortizacion deuda Lp		-77	-78	-79	-80	-80	-81	-82	-83
-	Amortizacion deuda Cp									
-	Infraestructura y Equipamiento	-753								
-	Gasto puesta en marcha	-31								
-	Capital de Trabajo	-53								
-	Gasto imprevisto 14%	-16								
+	Valor de desecho									
+	Recuperacion Capital de trabajo									53
=	Total Periodo	-853	3	271	629	718	717	717	717	945
+	Prestamo Largo plazo	640								
=	Flujo de caja neto	-213	3	271	629	718	717	717	717	945
	Flujo de caja actualizado	-213	2	231	496	523	483	446	412	502
=	Flujo de caja Acumulado	-213	-211	20	516	1.039	1.522	1.968	2.380	2.882

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, con el flujo de caja obtenido, se realiza entonces el cálculo de los indicadores económicos Ver Tabla 3-27.

Tabla 3-27. Indicadores económicos flujo de caja financiado 75%

TIR	106%
Tasa de Descuento	8,23%
VAN (UF)	2.881,69
PRI Trimestre	1,78

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Análisis de indicadores económicos

La rentabilidad y viabilidad de un proyecto recae en su evaluación financiera, de esta manera con los flujos de caja obtenidos se compararán (Ver Tabla 3-28) para estimar si es conveniente incurrir en deuda.

Tabla 3-28. Resumen Indicadores

	Resumen Indicadores			
Financiamiento	0	25	50	75
TIR	50%	59%	73%	106%
Tasa de Descuento	8%	8%	8%	8%
VAN UF	2.711,26	2.768,07	2.824,88	2.881,69
PRI TRIMESTRE	2,67	2,45	2,22	1,78

Fuente: Elaboración propia

3.4.4.1. Relación VAN / Tasas

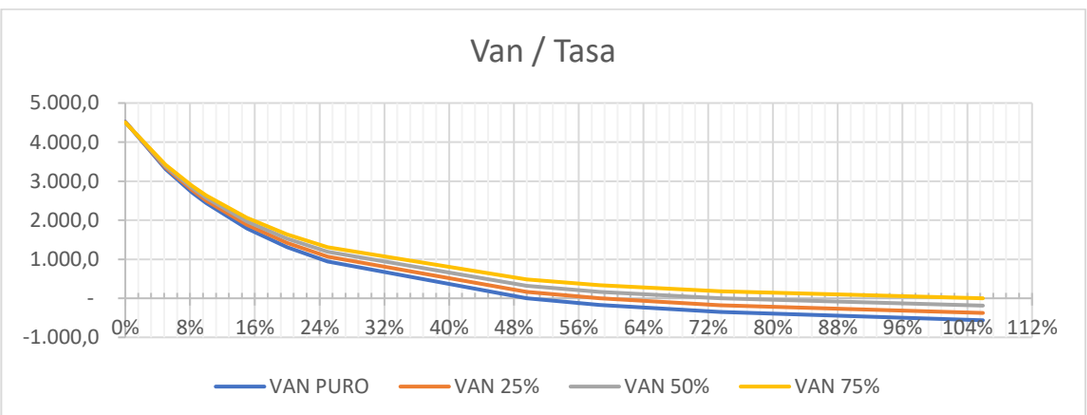
La tasa de descuento es aquella utilizada para descontar los flujos futuros de efectivo mediante la técnica del valor presente neto, y es una variable clave de este proceso. Sin embargo, no es fácil de determinar pudiendo utilizarse distintos datos en función del objetivo de la valoración. (*Tasa de Descuento*, 2018).

Por lo tanto, se establece la relación entre el VAN y Tasa de descuento, Ver Gráfico 3-1, para estimar que tanto puede crecer o disminuir la tasa de descuento para que VAN siga siendo mayor a 1, por lo tanto se comprobará la elección de la tasa escogida 8,23%, ya que, una tasa de descuento muy alta subestima VAN. De esta manera, con fines académicos, se realizara una gráfica entre la tasa de descuento y VAN, esto es para

corroborar si se cumple que; el VAN es una función inversa de la tasa de descuento, lo que significa que en la medida que la tasa de descuento es más alta el costo de oportunidad que enfrenta el proyecto también es más alto y, por lo tanto, el valor presente de los flujos futuros es menor que cuando la tasa de descuento presenta niveles más bajos (CEPEP, 2017) .

Por otro lado, para comprobar TIR, ya que gracias a este indicador se puede usar para aceptar o rechazar alternativas, pero no para seleccionarlas. Esto quiere decir que una alternativa con mayor TIR que otra no necesariamente es la mejor, Si la TIR es mayor que la tasa de descuento se debe aceptar. Si la TIR es igual a la tasa de descuento, se debe aceptar. Si la TIR es menor que la tasa de descuento se debe rechazar (Astudillo, & Fuentes, 2005). Por lo tanto, teniendo en cuenta comportamiento del gráfico, Ver Gráfico 3-1, en donde el eje y corresponde a VAN, mientras que el eje x corresponde a las tasas, para los proyectos puros y financiados, se cumplen la condiciones que el Van es una función inversa a la tasa, además de que la tasa escogida cercana al 8% es menor que la TIR, por ende TIR es mayor, lo que supone que los proyectos posean un VAN positivo y que, indicaría la rentabilidad de los proyectos.

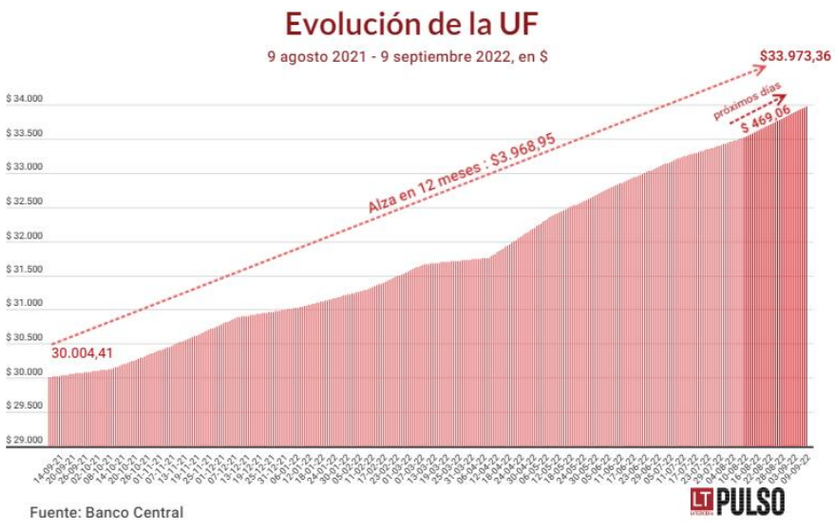
Gráfico 3-1. VAN / Tasas



Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.2. Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad de vario el precio de la UF, esto es debido al fuerte aumento que ha tenido su valor, lo que implicaría una subida de precio, para esto se ha visto la evolución que ha tenido la UF (Ver Figura 3-7).



Fuente: Banco Central y Diario la Tercera

Figura 3-6. Evolución de la UF

En consecuencia, se realizó en el caso que aumente y disminuya su valor en donde se puede visualizar en la Tabla 3-28 que, aunque la UF varie en un -99% su valor, el proyecto sigue considerando un VAN positivo mayor a 1.

Sensibilización	1UF =	34806	Para el día 29/11/22		
Variacion	Valor UF	VAN	VAN 25	VAN 50	VAN 75
15%	40.948	3.190	3.257	3.257	3.257
10%	38.673	3.013	3.076	3.076	3.076
5%	36.638	2.854	2.914	2.914	2.914
0%	34.806	2.711	2.768	2.825	2.882
-5%	33.149	2.582	2.636	2.582	2.582
-10%	31.642	2.465	2.516	2.465	2.465
-15%	30.266	2.358	2.407	2.358	2.358
-30%	26.774	2.086	2.129	2.086	2.086
-50%	23.204	1.808	1.845	1.808	1.808
-99%	17.490	1.362	1.391	1.362	1.362

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-29. Sensibilidad VAN

Por otro lado, se realizó un estudio de la sensibilidad con respecto a las inversiones iniciales en el flujo de caja puro (Ver Tabla 3-16), en donde tiene un mayor peso el ítem de infraestructura y equipamiento, por lo tanto, se estima que tanto puede variar su valor con relación al VAN y verificar cual es su punto de corte, ver tabla 3-29. En donde se estima que entre alrededor de una variación del 78% y 79% se encuentra el punto de corte en donde el VAN seria negativo, lo que indicaría que el proyecto no sería rentable.

Tabla 3-30. Sensibilización Infraestructura y Equipamiento Flujo de caja puro

Sensibilización		
		FLUJO PURO
Variacion	Valor UF	VAN
79%	3.587	-123
78%	3.424	41
50%	1.507	1.958
30%	1.076	2.388
15%	886	2.578
10%	837	2.628
5%	793	2.672
0%	753	2.711
-5%	717	2.747
-10%	685	2.780

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras la realización del presente proyecto y analizando la información que se recopiló se puede demostrar que un diseño de modulo concentrador de dispositivos de bloqueos facilita la gestión y logística , ya que, actualmente los productos ofrecidos por el mercado para bloqueos, no superan los 30 dispositivos de bloqueo, mientras que en un área se necesitan por lo menos 100, además incentiva a los trabajadores apegarse al procedimiento de aislación y bloqueo de energía ya que se facilitaría la asequibilidad a dispositivos de bloqueo, mejorando la situación que se presenta, en donde se estima la disminución de accidentes relacionados a intervenir en equipos en movimiento debido a una mala práctica en relación al bloqueo del equipo, y al contacto con energía debido a no aislar y bloquear equipos.

El proyecto se fundamentó en la recopilación de información referente al procedimiento de aislación de energía, para entender su importancia, de esta misma manera se busca explotar un nicho de mercado, en donde se busca mejorar el día a día por medio de una innovación evolutiva en lo que hoy tiene el mercado, que son las estaciones de bloqueo, el diseño del módulo mejora las prestaciones que se ofrecen, en función a su capacidad y como punto centralizador de dispositivos de bloqueo, sin embargo, por medio del análisis de Porter se puede pronosticar la posibilidad de la aparición de competidores rivales por el segmento en donde existen empresas que ya están posicionadas dentro de la industria, lo que puede poner límites a la rentabilidad del proyecto.

La importancia del proyecto recae en velar por la integridad física de los trabajadores, el resguardo de la propiedad privada y la continuidad de los procesos operacionales, lo que se tuvo en cuenta al realizar un diseño que permite el cumplimiento de este requerimiento, debido a ser un sistema integrado pensado en el uso de los trabajadores, ya que, en ellos recae mayormente el cumplimiento del procedimiento de aislación y bloqueo de energía. Sin embargo, en términos del diseño, no puede ser autosustentable por medio del uso de paneles solares, debido a su localización, ya que, estará dentro de refugios mineros, siendo esta una restricción, mas queda la posibilidad de poder ser autosustentable si no fuera por este requerimiento.

En términos financieros el módulo resulta ser rentable debido a que, en el flujo de caja puro y financiado, el VAN es positivo, además de tener un Periodo de Retorno de la Inversión antes del segundo año, por otro lado se ve un mercado creciente con la aparición de nuevos proyectos mineros, sumados a los que existen, en donde se puede apreciar una oportunidad para implementar el modelo de negocios con una estrategia de marea azul en donde se busca abrir un mercado nuevo creando esta nueva demanda.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzola, P. (2022, 8 marzo). *Reglamento de Seguridad Minera*. Alerta de Prevención de Riesgos.https://alertaprevencion.cl/2022/03/08/reglamento-de-seguridad-minera/

- Astudillo, E., & Fuentes, R. Modelos de evaluación de proyectos análisis crítico de las prácticas para evaluar proyectos de inversión utilizadas por algunas empresas chilenas a noviembre de 2004. (Título de Ingeniero Comercial y el grado de Licenciado en Ciencias en la Administración de Empresas). Valparaíso, Chile; Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2005.

- CEPEP. (2017). Indicadores de Rentabilidad. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, V. https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf

- Banco Central Chile. (2022a). Tasas de Interés. Base de Datos Estadísticos. https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_TASA_INTERES/MN_TASA_INTERES_09/TMS_15/T311

- Basaur Ramírez, M. A. Diseño de sistema hidráulico para la automatización de la correa transportadora 220cv07 en minera gabriela Mistral (dgm) – Codelco Chile (Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial). Viña del Mar, Chile; UTFSM. Sede Viña del Mar, 2019.

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s. f.-a). Seguridad minera. Ley Fácil - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - BCN. https://www.bcn.cl/leyfacil/recurso/seguridad-minera

- Biblioteca Del Congreso Nacional. Siit. (s. f.-a). Clima y vegetación. bcn.cl. https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/clima.htm

- Codelco. (s. f.-a). Chuquicamata. Codelco. https://www.codelco.com/chuquicamata

- Codelco. (s. f.-c). El Teniente. Codelco. https://www.codelco.com/elteniente

- Consejo Minero. (2019a). Minería en números (4.ª ed.). https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2020/07/Mineria_en_numeros_2020_web.pdf

- Cortés Cabezas, R. I. Cambio de diseño de polines de correa transportadora de mineral cv110 – Minera Spence BHP para aumentar su disponibilidad. Memoria (Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial). Viña del Mar, Chile; UTFSM. Sede Viña del Mar, 2021.

- Crecimiento del sector minero sectorial para 2022. (2022a, enero 6). Minería Chilena. https://www.mch.cl/2022/01/06/sonami-proyecta-crecimiento-sectorial-de-entre-2-y-3-para-2022/

- Dassault systemes. (2021a). Criterio de máxima tensión de Von Mises. Solidworks. https://help.solidworks.com/2021/spanish/SolidWorks/cworks/r_maximum_von_mises_stress_criterion.htm

- Energía solar en minería: Opción sustentable para autoabastecerse. (2015a, octubre 6). Minería Chilena. https://www.mch.cl/reportajes/energia-solar-en-mineria-opcion-sustentable-para-autoabastecerse/

- Ergonomic Systems Associates Incorporated. (2009, abril). *Guidelines for the Design of Standing Workstations*. ESA. https://immediac.blob.core.windows.net/esa/pdf/ESA%20Guideline%20for%20Standing%20Workstations%202009.pdf

- Factor de seguridad. (s. f.-a). What is Piping. https://whatispiping.com/factor-de-seguridad/

- Ferreira-Herrera, D. C. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos. Cooperativismo y Desarrollo, 23(107), xx-xx. doi: http://dx.doi.org/10.16925/co.v23i107.1252 Innovación social y solidaridad

- Harvard Business Review America Latina. (2008a). Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia. Harvard Business Review. https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/las_5_fuerzas_competitivas-_michael_porter-libre.pdf

- Herrera González, C. A. Método de evaluación ergonómica de puestos de trabajo. Tesis (Maestría en ciencias con especialidad en sistemas de calidad y productividad). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2003.

- Las 5 fuerzas de porter ¿Qué son y para qué sirven? (s. f.-a). https://www.simla.com/blog/las-5-fuerzas-de-porter

- Ponce Talancón, H., (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e Investigación en Psicología, 12(1), 113-130.

- Riquelme, S. (2021a, noviembre 21). Avances y desafíos en seguridad minera para Chile. Guía Minera de Chile. https://www.guiaminera.cl/avances-y-desafios-en-seguridad-minera-para-chile/
- Servicio de Impuestos Internos. (2022a, octubre 22). Preguntas Frecuentes Depreciación. SII. https://www.sii.cl/preguntas_frecuentes/renta/001_002_0738.htm

- Salud y Seguridad. (s. f.). DT - Dirección del Trabajo. https://www.dt.gob.cl/portal/1626/w3-propertyvalue-22061.html

- Sandoval Menares, C. A. Rediseño de baliza de señalización marítima para el cumplimiento de la norma vigente acoplando nuevas formas de conservación estructural. Memoria (Ingeniería En Fabricación Y Diseño Industrial). Viña del Mar, Chile; UTFSM. Sede Viña del Mar, 2018.

- Silva Pérez. Diseño de sistema de recuperación y reutilización de aguas grises para viviendas sociales. Memoria (Ingeniería En Fabricación Y Diseño Industrial). Viña del Mar, Chile; UTFSM. Sede Viña del Mar, 2021.

- Silva Sanhueza, S. E. Plan de mantenimiento para correa transportadora crítica en planta de chancado en Minera Andina. Memoria (Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial). Viña del Mar, Chile; UTFSM. Sede Viña del Mar, 2017.

- Simula Credito. (2022). comparaonline. https://www.comparaonline.cl/credito-hipotecario?tipo-tasa-interes=fija

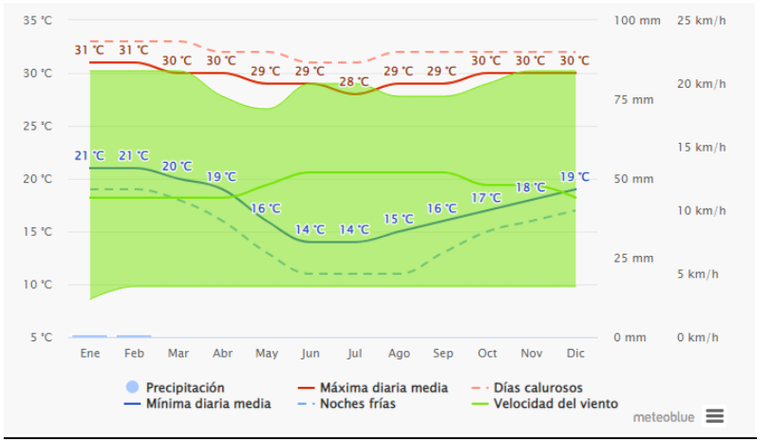
- Tasa de Descuento. (2018a, junio 11). Enciclopedia Financiera. http://www.enciclopediafinanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-de-descuento.htm

- ThePowerMBA, E. de. (2022a, julio 21). 5 fuerzas de Porter: análisis de las fuerzas competitivas de una empresa. ThePower Business School. https://www.thepowermba.com/es/blog/las-5-fuerzas-de-porter

ANEXOS

ANEXO A: DATOS METEREOLÓGICOS

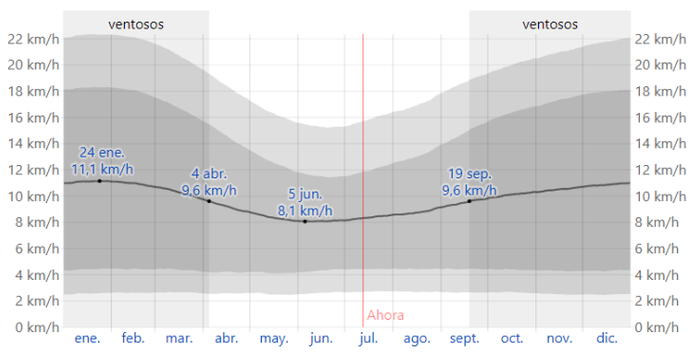
Datos Climáticos y Meteorológicos Tarapacá



Fuente:

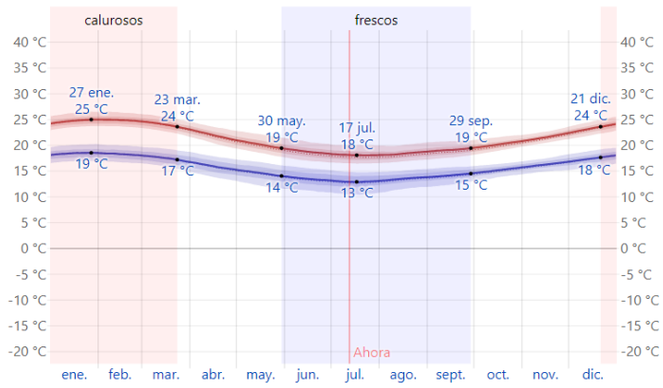
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/iquique_chile_3887127

Datos Climáticos y Meteorológicos Antofagasta



El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.

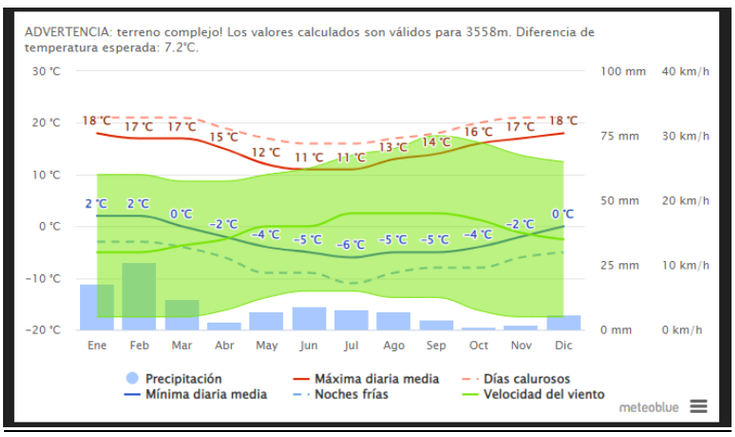
	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Vel. del viento (kph)	11.1	10.9	10.2	9.2	8.4	8.1	8.4	8.8	9.5	10.1	10.5	10.9

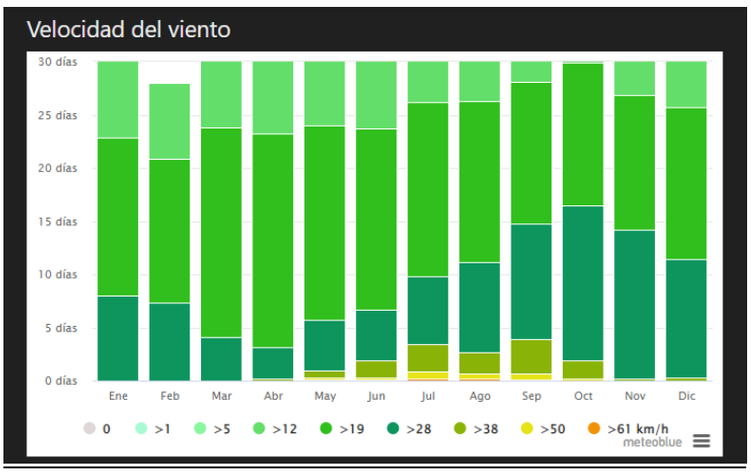


La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: https://es.weatherspark.com/y/26546/Clima-promedio-en-Antofagasta-Chile-durante-todo-el-a%C3%B1o#Figures-Temperature

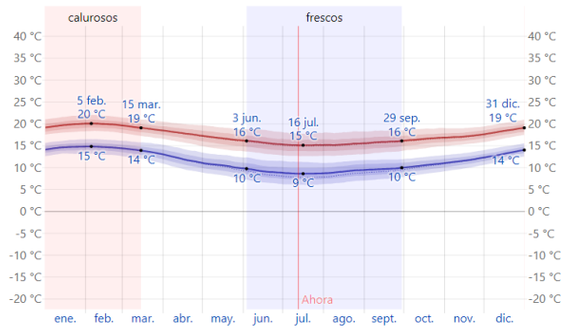
Datos Climáticos y Meteorológicos Atacama





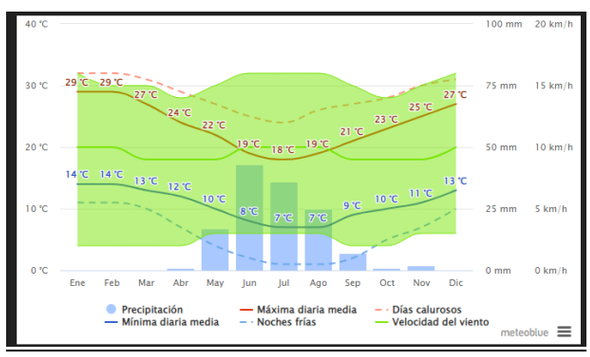
Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-pedro-de-atacama_chile_3871781

Datos Climáticos y Meteorológicos Coquimbo

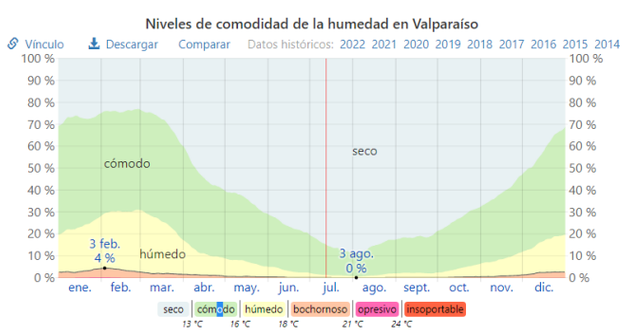


Fuente: https://es.weatherspark.com/y/25823/Clima-promedio-en-Coquimbo-Chile-durante-todo-el-a%C3%B1o

Datos Climáticos y Meteorológicos Valparaíso



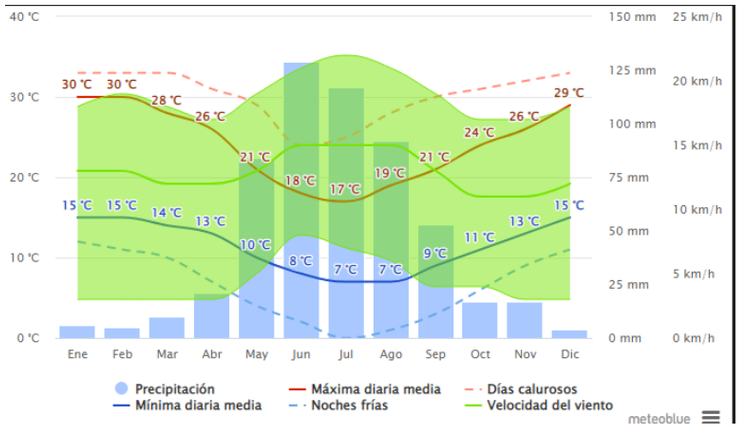
Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/valpara%c3%adso_chile_3868626



	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Días bochornosos	0,9dd.	1,0dd.	0,6dd.	0,3dd.	0,1dd.	0,0dd.	0,0dd.	0,0dd.	0,0dd.	0,1dd.	0,2dd.	0,7dd.

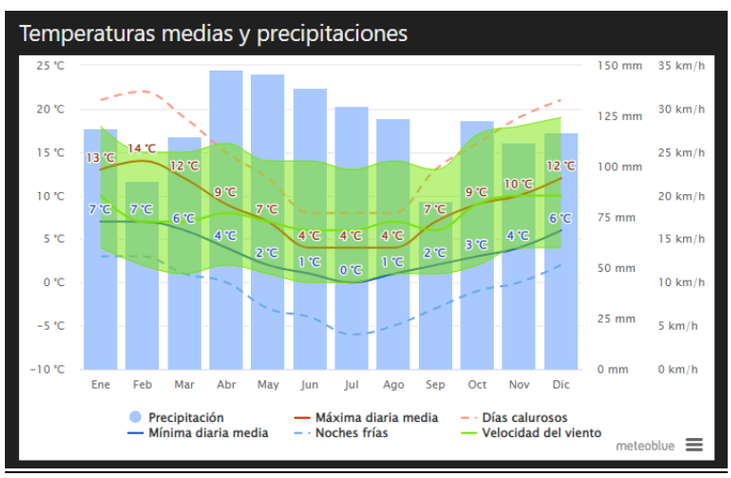
Fuente: https://es.weatherspark.com/y/25811/Clima-promedio-en-Valpara%C3%ADso-Chile-durante-todo-el-a%C3%B1o

Datos Climáticos y Meteorológicos Metropolitana



https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/santiago-de-chile_chile_3871336

Datos Climáticos y Meteorológicos O'Higgins



Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/villa-o%27higgins_chile_6694355

ANEXO B: ELEMENTOS DE BLOQUEO

Descripción de la pieza/material	Cantidad Requerida
Candado Verde	1000
Candado Amarillo	1000
Candado Rojo	1000
Candado Plateado	200
Candado Negro	200
Candado Azul	200
BLOQUEO DE VALVULAS RADIO 1´´ A 2,5´´ DISPOSITIVO ENVOLVENTE	100
BLOQUEO DE VALVULAS RADIO 2,5´´ A 5´´ DISPOSITIVO ENVOLVENTE	100
BLOQUEO DE VALVULAS RADIO 5´´ A 6,5´´ DISPOSITIVO ENVOLVENTE	100
BLOQUEO DE VALVULAS RADIO 6,5´´ A 10´´ DISPOSITIVO ENVOLVENTE	50
BLOQUEO DE VALVULAS RADIO 10´´ A 13´´ DISPOSITIVO ENVOLVENTE	50
BLOQUEO DE VÁLVULA MARIPOSA	50
PINZA MULTIPLICADORA DE CANDADO DE ALUMINIO	2000
DISPOSITIVO DE BLOQUEO DE MINI BREAKER DIN 12,7 mm	1000
DISPOSITIVO DE BLOQUEO MINI BREAKER DIN UNIVERSAL	1000
BLOQUEO DE BREAKER 120-277 VOLT	1000
BLOQUEO DE BREAKER 400-600 VOLT	1000
ESTACIÓN DE GESTION DE BLOQUEO	100
PIOLA MULTIPROPOSITO DE 6MM POR 2 MTS	300
ESTACION DE BLOQUEO PORTATIL	100
TARJETA DEPARTAMENTAL ROJA	1000
TARJETA DEPARTAMENTAL VERDE	1000
TARJETA DEPARTAMENTAL AMARILLO	1000
TARJETA DEPARTAMENTAL NEGRO	200
BLOQUEO DE VALVULAS AJUSTABLE 1.80 [M]	500
BLOQUEO DE VALVULAS AJUSTABLE 3.60 [M]	500

Fuente: Elaboración Propia información recopilada en la web