



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA DESARROLLO FUTURO ANDINA

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN
GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

MATIAS LAGOS TSCHORNE

**PROFESOR GUÍA
IVÁN BRAGA CALDERÓN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN
JUAN PABLO ZANLUNGO MATSUHIRO
LUIS ZAVIEZO SCWARTZMAN**

**SANTIAGO DE CHILE
2015**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA
OPTAR AL TITULO DE: Magíster en
Gestión y Dirección de Empresas.
POR: Matias Lagos Tschorne
FECHA: 08/07/2016
PROFESOR GUIA: Iván Braga Calderón

PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA DESARROLLO FUTURO ANDINA

El objetivo de la presente tesis corresponde a dar una propuesta de opción estratégica para el desarrollo futuro de la División Andina. Para esta propuesta se propone modificar la metodología actual para generar las bases de un proyecto, desde su conceptualización en la etapa de perfil. La que actualmente se desarrolla a partir desde la búsqueda de una oportunidad de negocio, enfocado principalmente en maximizar el VAN, y no las bases y consideraciones necesarias para una conceptualización integral que permita reducir los riesgos y vulnerabilidades del proyecto desde un comienzo, aumentando así las probabilidades de materialización.

Para esto se utilizó la metodología de Administración de Riesgos (Risk Management), con la cual se analizaron 4 dimensiones (ambiental-social, económica, plazos y tecnológica) del actual proyecto de expansión, y de las mitigaciones de los riesgos o vulnerabilidades, se conceptualizó un proyecto, el cual reduce considerablemente el riesgo de fracaso del proyecto, entregando así una alternativa con altas posibilidades de materialización, generada desde una etapa embrionaria del proyecto, la cual servirá de base para futuras etapas de estudio.

Si bien la conceptualización de resultado, que dio origen a una propuesta a analizar, la cual servirá como base para estudios posteriores, no nos puede asegurar su concreción, ya que aún mantiene 2 riesgos altos, uno ambiental y económico, reduce considerablemente el riesgo general del caso de negocio. Generando así el objetivo buscado de una propuesta futura para el desarrollo de la División, en cuanto a conceptos a utilizar en la futura ingeniería, la cual permite reducir los riesgos y vulnerabilidades del proyecto actual, aumentando así las probabilidades de materialización del desarrollo de la división.

Esta alternativa propuesta permitirá asegurar la continuidad operacional de la división y la correcta utilización de las reservas disponibles, maximizando las utilidades, aumentando el retorno de la inversión, con una inversión muy inferior a la del proyecto actual de expansión, aprovechando al máximo los actuales activos que la división hoy posee, disminuyendo el riesgo por ciclos de precios por el largo periodo del desarrollo de un Mega proyecto como sus riesgos constructivos, logrando una curva de aprendizaje demostrando el control sobre los impactos ambientales y que genere una mejora en la posición competitiva de costos y rentabilidad.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
1. Introducción.....	1
1.1. Historia y desarrollo	2
1.1.1. Nueva Andina.....	2
1.1.2. Sector Tercer Panel	4
1.1.3. Entre expansión y desarrollo.....	5
1.1.4. Proyecto Expansión Andina 244 (EA 244)	5
2. Organización	7
2.1. Definición del Negocio Actual.....	7
2.1.1. Productos	7
2.1.2. Clientes	7
2.2. Operaciones Mineras	7
2.3. Plantas de Proceso	8
2.4. Dotaciones	9
3. Objetivos y Alcances	10
3.1. Contexto Específico	10
3.2. Objetivos	11
3.3. Alcance	12
4. Análisis Problema	13
4.1. Ambiental y socio-comunitaria	13
4.1.1. Manejo de Aguas	15
4.1.1.1. Hidrogeología.....	15
4.1.1.2. Hidrología.....	15
4.1.2. Intervención de Glaciares.....	16
4.1.2.1. Descubiertos	16
4.1.2.2. De Roca	16
4.1.3. Calidad del Aire.....	16
4.1.4. Definición de Infraestructura	16
4.1.5. Afectación Flora y Fauna	16
4.2. Plazos	16
4.2.1. Retraso aprobación EIA	17
4.2.2. Retraso aprobación de fondos	17
4.2.3. Retraso inicio Operación	18
4.3. Economicos.....	19
4.3.1. Costos Inversión del Proyecto.....	19
4.3.2. Costos de Operación del Proyecto.....	20
4.3.3. Precio del Cobre y Molibdeno	21
4.3.4. Atractivo del Negocio	21

4.4.	Tecnologico.....	21
4.4.1.	Reducción del consumo de agua.....	22
4.4.2.	Recuperación de cobre y molibdeno.....	22
4.5.	Resumen.....	22
4.6.	Matriz de riesgos.....	25
4.6.1.	Criterio de evaluación para frecuencia.....	25
4.6.2.	Criterio de evaluación para calificación (pérdida económica).....	26
4.6.3.	Riesgos Evaluados.....	27
5.	Mitigación de riesgos.....	32
5.1.	Ambiental y socio-comunitaria.....	33
5.1.1.	Manejo de Aguas.....	33
5.1.2.	Intervención de Glaciares.....	34
5.1.3.	Calidad del Aire.....	35
5.1.4.	Definición de Infraestructura.....	35
5.1.5.	Afectación Flora y Fauna.....	35
5.2.	Plazos.....	35
5.2.1.	Retraso aprobación EIA.....	35
5.2.2.	Retraso aprobación de fondos.....	36
5.2.3.	Retraso inicio Operación.....	37
5.3.	Economicos.....	38
5.3.1.	Costos Inversión del Proyecto.....	38
5.3.2.	Costos de Operación del Proyecto.....	40
5.3.3.	Precio del Cobre y Molibdeno.....	41
5.3.4.	Atractivo del Negocio.....	41
5.4.	Tecnologico.....	41
5.4.1.	Reducción del consumo de agua.....	41
5.4.2.	Recuperación de cobre y molibdeno.....	42
5.5.	Matriz de Riesgos Residuales.....	42
5.6.	Solución Propuesta.....	47
6.	Conclusiones.....	52
7.	Bibliografía.....	55

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 1.1: Ubicación División Andina.....	1
Figura 1.2: Crecimiento División Andina	2
Figura 2.1: Esquema Operación División Andina	8
Figura 2.2: Organigrama División Andina.....	9
Figura 4.1: Timeline aprobación EIA EA244	15
Figura 4.2: Evolución Capex Proyecto EA244.....	19
Figura 4.3: Matriz Inherente de Riesgos	30
Figura 5.1: Matriz del Riesgo del Negocio de Alto Impacto (RAI).....	32
Figura 5.2: Distribución Geográfica EA244	33
Figura 5.3: Carta Gantt Propuesta Alternativa Proyecto	37
Figura 5.4: Tasa Inversión – Alternativas Propuestas	40
Figura 5.5: Matriz Residual.....	47
Figura 5.6: Principales Instalaciones Proyecto Propuesto	49
Figura 5.7: Diagrama de Bloques Proyecto Propuesto	49
Figura 6.1: Análisis y Mitigación de riesgos claves del negocio	52
Figura 6.2: Tabla comparativa EA244 y Alternativa propuesta.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Criterio de evaluación para frecuencia	26
Tabla 4.2 Criterio de evaluación para consecuencia (pérdida económica)	27
Tabla 4.3 Resumen Riesgos Analizados.....	30
Tabla 5.1 Tabla consumos Agua Fresca Alternativas Analizadas.....	34
Tabla 5.2 Tabla Capacidades Túneles por Configuración.....	38
Tabla 5.3 Tabla quiebres inversionales	39
Tabla 5.4 Resumen Riesgos y Mitigaciones.....	46

1. Introducción

La presente tesis trata de una propuesta estratégica para el desarrollo futuro de la División Andina, la cual se desarrollará a partir de un análisis del actual proyecto de desarrollo denominado Expansión Andina 244 (EA 244). La División Andina es una de las Divisiones de Codelco Chile, se encuentra ubicada en la ciudad y comuna de Los Andes, y opera la mina Río Blanco, extrayendo concentrados de cobre y molibdeno de dos sectores: la mina subterránea del mismo nombre y la mina a rajo abierto Sur Sur y Don Luis.

Físicamente la mina está ubicada en la Cordillera de Los Andes, a 50 kilómetros al noreste de Santiago, entre 3.700 y 4.200 metros de altura sobre el nivel del mar, a unos 30 kilómetros de la carretera internacional a Mendoza (Argentina) desde el poblado de Río Blanco, y a 50 kilómetros de la ciudad de Los Andes, provincia de Aconcagua.

Como se encuentra en plena cordillera, desde sus inicios las operaciones industriales de la División han implicado un desafío de ingeniería a la naturaleza. Por ello el complejo de la mina y la planta concentradora son subterráneos, cuyas instalaciones y equipos fueron construidos en grandes cavernas para funcionar inclusive durante el invierno; agregándose años más tarde la mina a rajo abierto. Además está integrado por el edificio de Lagunitas, centro de operaciones de la Unidad Caminos y Nieve; el campamento Saladillo, y una canal de relaves de 89 kilómetros hasta el tranque Ovejería, constituyendo más de 6.000 hectáreas de propiedad minera.

Andina produce unas 236 mil toneladas métricas anuales de concentrados de cobre. Del mismo proceso, Andina produce también molibdeno como subproducto comercial. Como uno de los proyectos estructurales corporativos está el proyecto EA 244, que es una ampliación de la capacidad de producción y procesamiento de mineral adicional de 250 mil toneladas por día, pasando desde las actuales 94 mil toneladas por día a 244 mil nominales.



Figura 1.1: Ubicación División Andina

1.1. HISTORÍA Y DESARROLLO

La División Andina, se ha destacado por ser una División con continuo crecimiento, este crecimiento se ha ido realizando por etapas:

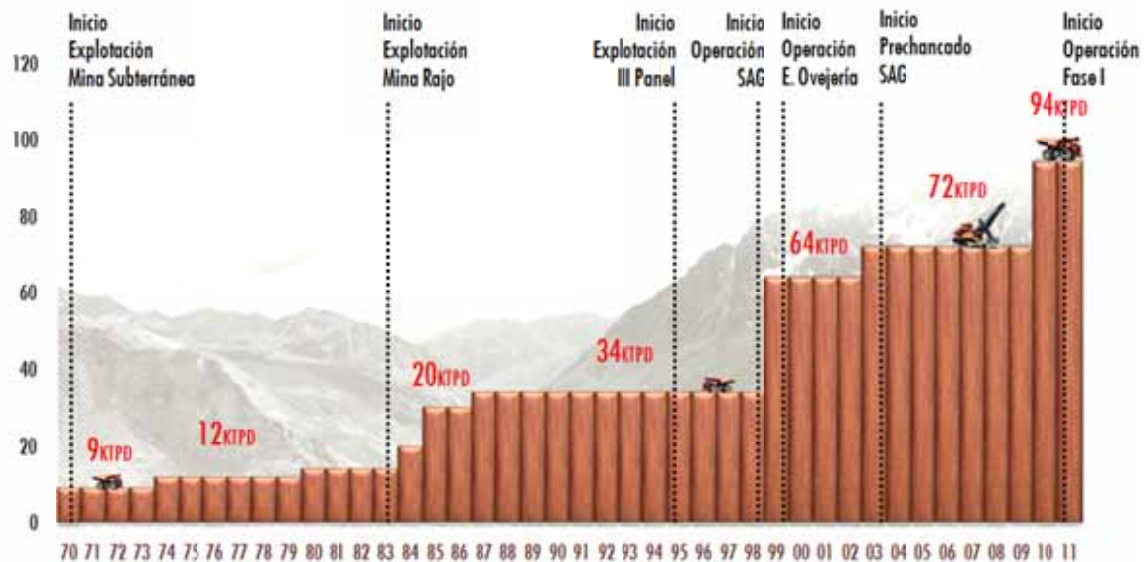


Figura 1.2: Crecimiento División Andina

Cada una de estas etapas se describe a continuación.

1.1.1. Nueva Andina

En su cuenta de 1990, el presidente Ejecutivo de Codelco Chile Alejandro Noemí informó que debido a dificultades técnico - operativas que enfrentaban las Divisiones- como la caída de ley de mineral procesado- había una disminución de la producción de cobre y un alza de costos operacionales.

Es decir, se acercaba el momento que los sectores históricos de explotación o tradicionales deberían ser sustituidos por nuevos proyectos, y Andina no escapó a tal afirmación, sugiriendo un presagio.

En realidad, entre 1983 y 1986 la División había desarrollado un programa de reconocimiento de la extensión sur del yacimiento, que dejó en evidencia nuevos sectores de cuerpos mineralizados bajo el nivel de la planta de prechancado y chancado primario con más de 1% de cobre en tres áreas interesantes: Elguín, Sur Sur y Don Luis.

Efectivamente, un nuevo rajo fue denominado "Don Luis" y entró en producción en 1987. Tal apelativo surgió como homenaje a Louis Carpenter, afirma el geólogo Michel Galeb: "Louis Carpenter siempre se preocupó de preguntar por información nueva, intuyendo que había más mineral, entonces mereció este reconocimiento".

En realidad, Louis Carpenter Riepe había nacido en 1914 en Estados Unidos. Entre 1948 y 1957 trabajó en Braden Copper en la mina El Teniente, y luego en Andes Copper en Potrerillos de 1957 a 1965, hasta que entró a Compañía Minera Andina, retirándose como consultor de la Gerencia divisional de operaciones.

Pero el resultado de recientes campañas de exploración y la certificación de calidad ISO 9003 para los productos de concentrado y molibdeno, no fueron suficientes, ya que entre 1992 y 1993 una nube cubrió el horizonte de Andina. Si bien la División tenía fortalezas como suficiente reserva de mineral, disponibilidad de agua y energía, y el recurso humano necesario para modernizarse, también presentaba debilidades como un sistema de explotación con uso intensivo de mano de obra (nivel de producción con buitros), baja productividad y cierto grado de mecanización con transporte en camiones. Y éstas últimas pesaron de sobre manera frente a la realidad imperante.

Viendo los bajos indicadores de rentabilidad y la falta de una estrategia de inversiones con un plan de desarrollo concreto, a comienzos de esa década, Codelco solicitó un ejercicio orientado a demostrar la potencialidad de Andina, haciendo análisis de escenarios como un cierre temporal y/o definitivo de la División.

Este estudio y/o ejercicio de cierre fue propuesto durante la administración del Gerente General Nelson Pizarro, argumentando que era una contribución “a la sobrevivencia de Andina”, ya que no podía competir en el mercado. Y el estudio fue tan serio, que División Andina propuso a Saladillo como un activo susceptible de venta, siendo ofrecido mediante licitación pública internacional a particulares como centro invernal o de veraneo, aunque sin éxito.

A la luz de las reservas de mineral y la explotación combinada de mina a rajo abierto y subterránea, tal posibilidad resultaba una paradoja que el Subgerente de Operaciones Jorge Sougarret explica: “Las razones de ello fueron el aumento de los costos de operación por agotamiento de sectores productivos (Segundo Panel, y disminución de leyes y profundización del rajo), incapacidad del embalse para recibir los relaves (sólo podrían depositarse hasta la fase IV cerca del año 2000 y la fase V era significativamente más cara), si persistían las mismas condiciones de mercado a precios de 90 US\$ la libra, cuyo costo creciente generaría pérdidas para Codelco. Este ejercicio puso en jaque la continuidad de la División y cuál era la mejor estrategia de desarrollo.

Esta crisis fue aprovechada para justificar las grandes inversiones que requería para proyectarse el Tercer Panel y una nueva ubicación para su tranque de relaves, que eran inversiones estructurales cuantiosas (del orden de 600 millones de dólares). La aprobación de estos proyectos fue la base para justificar la expansión de su capacidad productiva (a 64 ktpd). También sirvió para cambiar la estructura de la División, su modelo de operación (externalización de procesos operativos y administrativos), así como prácticas de gestión”.

En definitiva, cuando el análisis de escenario terminó quedó demostrado que era mejor que la División continuara con sus operaciones. Para superar tan difícil coyuntura productiva, la exploración geológica sirvió de apoyo para renovar la información de reservas. Entre 1992 y 1999 se inició un plan de inversiones para concretar diferentes

proyectos por 1.100 millones de dólares, que culminaron con el desarrollo del proyecto de expansión a 64.000 toneladas, organizándose la Subgerencia Proyecto de Expansión a cargo de Gerhard Von Borries.

1.1.2. Sector Tercer Panel

Viendo que el sector Segundo Panel se agotaría en 1996, comenzaron los estudios preliminares de un nuevo nivel de explotación, el Tercer Panel, que extendía la explotación del yacimiento con reservas de 300 millones de toneladas. Pero éste contenía un porcentaje importante de mineral primario inalterado por aguas subterráneas y quebraba en bolones de mayor tamaño, cuya dureza implicó introducir el diseño mixto de parrillas –mejorando buitras y buzones vaciadores- y piques de producción, con galerías más grandes para el ingreso y desplazamiento de equipos LHD. Además, con el avance de la explotación del Segundo Panel, la infraestructura de traspaso de la mina Sur Sur colapsaría, y significó abrir un nuevo depósito de mineral al sur del cráter existente. El proyecto Tercer Panel fue ubicado en el nivel 15 de la mina subterránea a una cota de 3.286 metros sobre el nivel del mar, cuyo trabajo de hundimiento comenzó entre 1992-1994. También ese año se construyó un túnel de 6 kilómetros como nueva entrada a la mina subterránea, el Haulage II –cuyos tramos a y b quedaron unidos en mayo de 1994- sirviendo de acceso principal para equipo pesado de gran tamaño a los niveles 16 y 17, facilitando el Millkeeping y transporte de materiales.

Previa evaluación de un sistema infrarrojo para su carguío, en 1995 comenzó el trabajo de martillos picadores para mecanizar el trabajo de mineros en las parrillas subterráneas. Para todo ello se destinaron 137 millones de dólares a un ritmo de explotación de 35.000 toneladas por día, logrando una mina de mayor productividad. Además, la roca de este nuevo sector producía menos material fino, por lo que obligó a construir un molino unitario en la planta concentradora. Este molino fue incorporado a la etapa de molienda para aumentar la capacidad de recuperación metalúrgica de concentrado de cobre y molibdeno al 90%, reduciendo el tamaño del mineral que alimentaba la flotación. En paralelo, el uso de correas transportadoras quedó descartado y el sistema de transportes fue mecanizado con camiones y martillos picadores. Adicionalmente, hubo que controlar la dilución, o ingreso de material estéril que se introducía al nivel de explotación a falta de un manejo parejo de los bloques, de lo contrario dicho material provoca embudos en los tirajes, obligando a mayor control. También implicó un sistema renovado de ventilación. Lo acontecido posibilitó que la mina Sur Sur mantuviera su ritmo en 20.000 toneladas diarias de extracción y la flota de equipos fuera renovada con camiones de mayor tonelaje, cargadores, tractores y motoniveladoras.

Bajo la premisa de “mina para 25 años más”, el Tercer Panel empezó a producir en julio de 1995, inaugurándose oficialmente el 5 de diciembre de ese año. Este proyecto aumentó la productividad en 36% y disminuyó el costo de operación. Además, en 1998 fue puesto en marcha el concentrador expandido dejando a Andina en condiciones de duplicar su capacidad de tratamiento (a 64 KTPD). Como ambos proyectos reunieron las cualidades de haber empleado ingeniería chilena, tuvieron gran complejidad y no interrumpieron la producción minera, División Andina recibió el Premio “Raúl Saéz”, máximo galardón a la ingeniería que otorga el Ministerio de Minería.

Gracias a este nuevo aumento de capacidad de las instalaciones, la producción siguió siendo un negocio rentable, permitiendo que futuras expansiones fueran posibles en la carta de navegación de Andina.

1.1.3. Entre expansión y desarrollo

Es evidente como el crecimiento de Andina se iba realizando por fases sucesivas para mantener la producción de cobre, mediante la automatización de las operaciones, modificaciones de diseño y nueva infraestructura.

A mediados de la década de 1990, Andina fue autorizada para emprender el proyecto de expansión a 64.000 ktpd de tratamiento con 435 millones de dólares de capital. Este plan consistió en la construcción de obras y adquisición de equipos relacionados con la mina y concentradora, más suministros e infraestructura necesarios para incrementar la producción de 140.000 a 250.000 toneladas anuales de cobre fino. Las principales realizaciones fueron la planta de chancado Don Luis, piques de traspaso, ampliar la capacidad de ventilación, tolvas de almacenamiento, transporte de camiones, correas transportadoras, construcción de la caverna y planta de chancado SAG, la caverna y construcción de la planta de flotación, y la ampliación de las líneas de alta tensión.

De paso, la planta de filtros incorporó unidades de alta eficiencia. Dicho proyecto de expansión fue puesto en marcha en 1999, duplicando la capacidad de extracción y procesamiento de 33.500 a 65.000 toneladas, al emplear tecnología nueva, modernizar la gestión, y nuevas prácticas laborales. Pero no todo estaba dicho, ya que la frase “comer una gran torta de mineral con una cucharita de té” esbozaba la potencialidad que Andina aún tenía de sobra.

1.1.4. Proyecto Expansión Andina 244 (EA 244)

Para aprovechar uno de las mayores reservas de cobre mundial, se desarrolla el Proyecto Expansión Andina 244. Esta iniciativa es uno de los proyectos estructurales de Codelco que consiste en la expansión de la capacidad de tratamiento de División Andina en 150.000 toneladas por día (tpd) de mineral, pasando del entorno de las 94.000 tpd alcanzadas con el PDA Fase I a 244.000 tpd nominales. Lo anterior se traduce, para los primeros 30 años de operación, en una producción adicional de 343.000 toneladas anuales de cobre fino, lo que llevaría a la División Andina a producir alrededor de 600.000 toneladas de cobre fino al año.

La materialización del proyecto entregaría al Estado de Chile más de US\$ 10 mil millones adicionales durante sus primeros 15 años y extenderá la vida útil de la División hasta el año 2085. La expansión considera nuevas operaciones unitarias de chancado primario, transporte de mineral, chancado secundario y terciario, plantas de flotación colectiva, selectiva y lixiviación de molibdeno, así como una planta de filtros con almacenamiento de concentrados, para su posterior transporte y almacenamiento en Bahía de Quintero.

Para estas operaciones, el proyecto considera en la V Región de Valparaíso la ampliación de mina rajo e infraestructura minera, el sistema de transporte de mineral, una nueva planta concentradora y el almacenamiento de concentrado de cobre en la

Bahía de Quintero. Mientras que en la Región Metropolitana se contempla la ampliación del tranque de relaves Ovejería (actualmente en operación), una nueva canaleta para transporte de relaves, un sistema de recirculación de agua desde el tranque, líneas de transmisión eléctrica de 220 kV y 33 kV, un concentrado y una nueva planta de filtros en sector de Montenegro. Desde dicha planta se trasladará el concentrado de cobre por ferrocarril a través de la línea férrea existente hasta la Bahía de Quintero para su almacenamiento.

La construcción de Expansión Andina tomaría 8 años debido a su complejidad y la necesidad de construir un sistema de transporte de mineral a través de túneles en la alta montaña. Entre otros aportes que apuntan a la sustentabilidad del proyecto, Expansión Andina 244 contempla recircular el 65% del agua que requiere la operación desde el tranque de relave de Ovejería hasta la nueva planta concentradora mediante un sistema de bombeo. Lo anterior permite reducir el consumo de agua fresca de cordillera, lo que se traduce en un aumento de 450 l/s adicionales en derechos a los existentes.

La infraestructura consideraría el transporte de mineral, desde la mina a la planta concentradora, a través de dos correas transportadoras regenerativas alojadas en túneles, con una longitud total de 25 kilómetros, aproximadamente. Este sistema aportará entre 6 y 8 MW /hora.

Expansión Andina 244 incluirá la utilización de tecnología HPGR (High Pressure Grinding Roll) en la etapa de chancado terciario, nueva tecnología que se ha introducido de forma exitosa en la industria minera del cobre. Los HPGR son molinos de rodillo que operan a alta presión y entregan un producto más fino que el obtenido con una planta con chancadores de conos. Estos equipos son muy atractivos para aquellos proyectos en que se requiere de un alto nivel de tratamiento de mineral, en que la dureza de éste es elevada y en que los costos de energía son gravitantes en su rentabilidad. Así, con la tecnología HPGR se espera menores costos de operación, del orden de 20%, ahorro que se sustenta fuertemente en un menor consumo específico de energía, en torno al 25%.

Este proyecto no ha podido materializarse, ya que estratégicamente hay 2 argumentos/desafíos que han detenido el avance del proyecto: (i) Oposición Ambiental; y (ii) Complejidad en Ejecución de Mega proyectos.

Actualmente y en el contexto de su proceso de crecimiento, División Andina se encuentra tramitando la aprobación ambiental de su proyecto Expansión Andina 244, proceso que ha tardado más de 2 años, retrasando así el proyecto que espera aumentar la producción de concentrado de cobre en 350 mil toneladas anuales para Codelco y avaluado en \$ 6.800 millones de dólares.

Este proyecto necesita hoy para su materialización, en primer lugar, de que las autoridades y las comunidades lo aprueben ambientalmente, y en segundo lugar, que tenga una licencia social factible en el ámbito local y tercero, que el Estado de Chile tome la decisión de invertir los recursos necesarios para su construcción.

2. Organización

2.1. DEFINICIÓN DEL NEGOCIO ACTUAL

El negocio de División Andina consiste fundamentalmente en producir cobre y molibdeno fino contenido en concentrados. Para ello, se procesan actualmente en torno a 94 Kt por día de mineral, con una ley de 0.98 % promedio de Cu y 0,02 % de Mo, produciendo alrededor de 240 mil toneladas por año de cobre fino en concentrados y 6.000 toneladas anuales de concentrado de molibdeno como subproducto. La operación minera de la División considera la explotación simultánea de minería subterránea y de rajo abierto.

2.1.1. Productos

Los productos comerciales de División Andina son:

- Concentrado de Cobre: ley media entre 29 y 30% Cu con humedad promedio cercana al 9% y bajos niveles de Arsénico (< 0,2%) y Plomo (< 0,06%) lo que lo hace atractivo para los negocios de Fundición y Refinación.
- Concentrados de Molibdeno: ley media de 50% Mo y bajos niveles de Cobre (< 0,4%), aptos para su transformación directa a óxidos de molibdeno, producto comercial de nuestra Corporación.
- Cemento de Cobre: ley media entre 60 y 80% de cobre y 5% de molibdeno.

2.1.2. Clientes

Los concentrados de cobre, del orden de 800.000 tmh anuales, tienen clientes tanto internacionales como nacionales y son comercializados por la Vicepresidencia Corporativa de Comercialización de Codelco Chile.

Los clientes nacionales son fundamentalmente las fundiciones de Potrerillos y la fundición de Ventanas. Los principales clientes en el extranjero son la fundición de Ipanapanema en Brasil y otras fundiciones en Asia (China, Corea y Japón).

Los concentrados de molibdeno, del orden de 6.000 toneladas/año, son descubridados internamente por medio de un proceso de lixiviación (proceso LR) y enviados posteriormente vía un contrato de maquila a MolyMet, para su transformación a óxido de molibdeno grado técnico. La comercialización también la realiza en forma centralizada la Vicepresidencia Corporativa de Comercialización de Codelco Chile.

2.2. OPERACIONES MINERAS

La División Andina en la actualidad, desarrolla sus operaciones de explotación y procesamiento de minerales en la parte central de la alta Cordillera de Los Andes, a 38 kilómetros de la ciudad de Los Andes, aproximadamente unos 50 kilómetros al noreste de Santiago y a una altura que va entre los 2.900 y 4.200 m.s.n.m.

La mina explotada a cielo abierto se concentra en dos rajos de dimensiones reducidas que se alinean en la dirección norte sur y que son: Don Luís y Sur Sur. Por otro lado, la operación subterránea se concentra en la mina Río Blanco III Panel (sector Oeste del yacimiento), cuyo método de explotación es de hundimiento de bloques (panel caving), utilizando tecnología convencional con equipos LHD para la extracción de mineral y camiones de bajo perfil, en transporte de minerales a chancador primario.

2.3. PLANTAS DE PROCESO

Las instalaciones actuales de Planta de Procesamiento, se ubican en una caverna subterránea. Sus operaciones mineras se desarrollan mediante la explotación de los yacimientos Río Blanco (mina subterránea) y Sur-Sur (mina a rajo abierto), ubicados en la cordillera de los Andes entre los 3.500 m. y 4.000 m.s.n.m., respectivamente. Las instalaciones en operación, tienen una capacidad de tratamiento en torno a los 94 kt/d nominales.

En el esquema siguiente se muestra la estructura de la actual planta.



Figura 2.1: Esquema Operación División Andina

2.4. DOTACIONES

La dotación propia de la División Andina es de 1.622, lo que corresponde al 26,2% de la dotación total de Codelco. Además colaboran 4.955 trabajadores contratistas.

El equipo ejecutivo está constituido por el Gerente General y 9 Gerentes de primera línea.



Figura 2.2: Organigrama División Andina

3. Objetivos y Alcances

3.1. CONTEXTO ESPECÍFICO

Como base del contexto específico se presentará la situación actual y un análisis de la situación de desarrollo, que dará origen a la propuesta estratégica del desarrollo futuro de la División Andina.

El escenario base divisional corresponde a un plan a cierre al 2058 (PSD 2015), este plan requiere anticipar permisos ambientales que están cubiertos en el EIA asociado al proyecto de expansión Andina 244 (EA 244). El no contar con ellos de forma oportuna colocará en riesgo la continuidad operacional de la división, al entrar a cierre el Depósito de Lastre el año 2019. Por su parte el proyecto Andina 244, ha presentado complejidades tanto de índole de negocio como de su aprobación ambiental, atrasando significativamente su materialización. Este escenario incrementará el riesgo en el más breve plazo de la continuidad operacional de la división ya que en su concepción el proyecto incluyó proyectos que la soportan.

Los elementos de estrategia de mediano plazo y largo plazo para el desarrollo futuro de la División Andina, hoy se sustenta en el proyecto EA 244.

En la mirada de hoy, el proyecto presenta los siguientes riesgos o vulnerabilidades relevantes de negocio:

- Aprobación Ambiental y Judicialización genera incertidumbre de plazos asociados.
- Alto CAPEX concentrado en un solo proyecto, Estimado al término Ing de Factibilidad, MU\$ 6.800.
- Incertidumbre de Capex en zona de túneles y cumplimiento de plazos que son ruta crítica.
- Rentabilidad media (TIR 12,3%).
- Su concepto obliga a un gran salto inversional y demora en el inicio del retorno (PRC: 9 años).
- Exposición en los ciclos de precios por duración de período inversional (9 años).
- Discontinuidad en mina subterránea.

El actual escenario de evaluación ambiental del proyecto es el siguiente:

- a) Plazos e incertidumbre de aprobación. Foco de las autoridades y stakeholders en aguas, glaciares y transporte de concentrado. Los plazos más optimistas de aprobación del EIA, permitirían potencialmente una aprobación de una RCA en Q1-2018 considerando una eventual judicialización.
- b) Nueva Ley de Glaciares en Discusión: El proyecto Andina 244 ha servido de plataforma para instalar a nivel político y nacional la necesidad de una ley de Glaciares.
- c) Comunidades: Por distintas razones objetivas y otras de menor justificación, algunas comunidades han hecho una oposición argumental y de hecho que puede contribuir a la extensión de plazos de la aprobación ambiental.

3.2. OBJETIVOS

El objetivo de la presente tesis corresponde a dar una propuesta de opción estratégica para el desarrollo futuro de la División Andina, dado la situación actual del proyecto Expansión Andina 244, donde estratégicamente hay 2 argumentos/desafíos que han detenido el avance del proyecto: (i) Oposición Ambiental; y (ii) Complejidad en Ejecución de Mega proyectos.

Ambiental: Existe oposición expresa de Municipalidades, Diputados, ONGs y organizaciones agrícolas y ciudadanas

Ejecución: El proyecto requiere trabajar en 7 zonas geográficas que van de cordillera a mar (200Kms.), a una escala poco común. En los últimos 5 años proyectos menos complejos han enfrentado: (i) escalamiento (Sierra Gorda, MH, Esperanza, Pascualama) y (ii) Oposición Comunitaria (El Morro y Pascualama).

Por esto, el resultado buscado, corresponderá a las bases y consideraciones necesarias para el desarrollo de una propuesta futura para el desarrollo de la División Andina, en cuanto a conceptos a utilizar en la futura ingeniería para una solución propuesta, que permita reducir los riesgos y vulnerabilidades del proyecto actual, aumentando así las probabilidades de materialización del desarrollo de la división. Esta solución propuesta nacerá desde el análisis de las debilidades detectadas mediante un análisis de riesgos de variables claves del negocio. Esta solución propuesta, generará una alternativa de desarrollo futuro para la División Andina de Codelco. Esta alternativa a la vez, permitirá no perder la competitividad de la división, la cual en caso de no tener un proyecto de desarrollo su C1 tiene altas posibilidades de salir del segundo cuartil y pasar al cuarto (en base al plan sin desarrollo), tiendo resultados negativos para ciclos de bajo precio del Cobre, lo que podría conducir a desaprovechar una de las mayores reservas mundiales de cobre.

La opción estratégica propuesta debe asegurar la continuidad operacional de la división y la correcta utilización de las reservas disponibles, maximizando las utilidades, aumentando el retorno de la inversión, con la menor inversiones posible, aprovechando al máximo los actuales activos que la división hoy tiene, disminuyendo el riesgo por ciclos de precios por el largo periodo del desarrollo de un Mega proyecto como sus riesgos constructivos, logrando una curva de aprendizaje demostrando el control sobre los impactos ambientales (agua y glaciares) y que genere una mejora en la posición competitiva de costos y rentabilidad.

Esta propuesta estratégica nacerá de un análisis del proyecto Expansión Andina 244, al cual se le analizará sus riesgos y vulnerabilidades, es decir, en base a las lecciones aprendidas y un análisis a la situación actual de la industria del cobre, las cuales serán analizadas en 4 dimensiones principales para asegurar que la opción estratégica propuesta tenga una alta probabilidad de concreción. Luego estos riesgos se evaluarán según la probabilidad de riesgo de no materializarse y del impacto de este riesgo, y se buscará alternativas para mitigarlos, entregando así una propuesta con menor riesgo, aumentando las probabilidades de concreción y que sea técnica y ambientalmente factible, que permita a la división disponer de un desarrollo futuro.

3.3. ALCANCE

El alcance de esta tesis será una propuesta de opción estratégica en base a un análisis de la alternativa actual de desarrollo de Andina, denominada Proyecto Expansión Andina 244, donde se analizan vulnerabilidades y riesgos, y se incluirán aciertos y oportunidades. Esta propuesta será la base para una futura ingeniería, que en base a lecciones aprendidas y un análisis a la situación actual de la industria, dará un direccionamiento de que considerar y estudiar en una fase de perfil, la cual pueda asegurar una materialización del proyecto, y entregar así una alternativa de crecimiento para la División Andina. El análisis será en base a los 10 años de estudio que lleva el proyecto EA 244, el que actualmente se encuentra en la etapa de ingeniería de factibilidad y de la situación actual en su proceso de aprobación ambiental (donde en base a las negativas para aprobar el EIA, se generarán propuestas a modo de concepto para mitigar los riesgos futuros) y situación actual de la industria del cobre. El Plan Sin Desarrollo “PSD” vigente de la División Andina, es el que se utilizará como caso base para esta propuesta.

El producto final de esta tesis consideró las bases de construcción de un nuevo proyecto el cual servirá de input para la futura ingeniería en cuanto a consideraciones para afrontar un nuevo proyecto, para así asegurar el desarrollo futuro de la División. Estas bases serán construidas con las lecciones aprendidas hasta hoy en este proceso con el foco de asegurar la continuidad operacional de la División.

Finalmente, se realizará una propuesta atractiva de negocio (en base a estimaciones de alto nivel – Clase 5), para asegurar que esta propuesta es económicamente válida y servirá de base para una ingeniería, donde se estudiarán las factibilidades técnicas y económicas propuestas para descartar un riesgo fatal en el desarrollo de esta alternativa y validen la opción de negocio.

La selección de capacidades máximas de la o las plantas dependerá principalmente de las consideraciones ambientales, las que serán tomadas como condiciones de borde, como a su vez de la capacidad instalada, buscando así los quiebres inversionales principales. Las cuáles serán tomadas como consideración para el ritmo de extracción para la alimentación a la planta concentradora. Definiendo así la configuración óptima para un desarrollo futuro de la División Andina, la cual asegure o al menos aumente las probabilidades para la aceptación interna y externa del proyecto.

4. Análisis Problema

La metodología a utilizar corresponderá a un análisis profundo a la situación actual, tanto interna del proyecto, así como también la externa de la industria. Para esto, se realizará un análisis de riesgos y vulnerabilidades del proyecto Expansión Andina 244, especialmente los que han imposibilitado su materialización. Estos riesgos serán cuantificados y posicionados en una matriz de riesgo para priorizar los esfuerzos y analizar mitigaciones de estos.

Finalmente en base a lecciones aprendidas, experiencias e ingenierías ya realizadas, se formulará una propuesta con las bases estratégicas si así lo amerita, para un proyecto alternativo de desarrollo de la División Andina, es decir, una propuesta conceptual de proyecto, el que servirá de base para futuras ingenierías, el que dará origen a alternativas a estudiar y evaluar, para asegurar de esta forma un proyecto rentable y más atractivo que el proyecto actual, y lo más importante, que aumente la probabilidad de concreción.

Este análisis de riesgos incluirá un análisis en 4 dimensiones principales para asegurar que se materialice:

- I. Ambiental y Socio-Comunitaria
- II. Plazos
- III. Económico
- IV. Tecnológico

Para esto se utilizará la metodología de Administración de Riesgos (Risk Management), que es un proceso sistemático y continuo de manejo del conjunto de riesgos o incidentes que toda Empresa u Organización enfrenta, sean éstos de índole financiero, de mercado, de seguridad laboral y salud ocupacional, factores ambientales, operacionales, asociados a la aprobación y ejecución de proyectos, entre otros. La existencia de una inadecuada Administración de Riesgos puede generar efectos negativos tales como la muerte temprana de en fase de estudios de un proyecto o pérdidas operacionales, mayores inversiones y tiempos de ejecución de proyectos, daños ambientales, accidentes que afecten la salud y seguridad de las personas y/o comunidad, deterioro de imagen pública, entre otros.

La Norma ISO 31000:2009, "Risk Management Standard – Principles and Guidelines", define el término Evento de Riesgo como la incertidumbre de alcanzar los objetivos, el cual se evalúa en base a la Magnitud del Riesgo (MR) en términos de la Consecuencia que genera su activación y la Probabilidad de su ocurrencia.

4.1. AMBIENTAL Y SOCIO-COMUNITARIA

Al día de hoy uno de los mayores problemas que ha enfrentado el proyecto EA 244, ha sido la oposición ambiental expresa de Municipalidades, Diputados, ONGs y organizaciones agrícolas y ciudadanas, sumado a, los dos principales temas de preocupación de la autoridad para otorgar el RCA al proyecto que son el consumo de

agua en la zona y la afectación de glaciares. Lo que ha detenido el proyecto, ya por más de 2 años.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto Expansión Andina 244, que corresponde al “documento que describe detalladamente las características del proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo. El cual proporciona los antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir las acciones que ejecutará para impedir y minimizar sus efectos significativamente adversos”. (Fuente: Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente). Éste es sometido a una evaluación a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Para el caso del proyecto fue ingresado en enero del año 2013. En mayo de 2013 se recibió el primer ICSARA, que es el Informe Consolidado de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones, el cual contenía más de 2.000 observaciones referidas al proyecto, las cuales fueron respondidas en la ADENDA 1 en el mes de julio del año 2014. La cual tuvo su respuesta en el ICSARA 2, la cual contenía 581 observaciones.

El proceso del EIA, ICSARA 1 e ICSARA 2 ha demostrado una complejidad técnica en diversas materias, pero fundamentalmente en aguas, glaciares y transporte de concentrado. Los plazos más optimistas de aprobación del EIA, consideran que habrá un ICSARA 3, pero no una ICSARA 4, lo que permitiría potencialmente una aprobación de una RCA en Septiembre 2016. Sin embargo, una vez obtenida la RCA, las organizaciones opositoras al proyecto Andina 244 podrían confirmar la amenaza de judicializar el caso. En esta situación, la aprobación podría inhabilitarse post obtenida, ello dependiendo de las entidades que se hagan cargo de la posible judicialización, y que extendieran aún más el plazo para la aprobación definitiva y consecuente factibilidad de puesta en marcha. Considerando plazos optimistas de judicialización y que involucra tribunales ambientales y civiles, el proyecto Andina 244 podría contar con un EIA aprobado para Marzo de 2018. No obstante lo anterior, en una judicialización no es posible prever con certeza la fecha de autorización final para construcción, lo cual puede generar un impacto irreversible en la continuidad del caso base por ausencia de los permisos de la infraestructura crítica.

La cronología ha sido la siguiente:

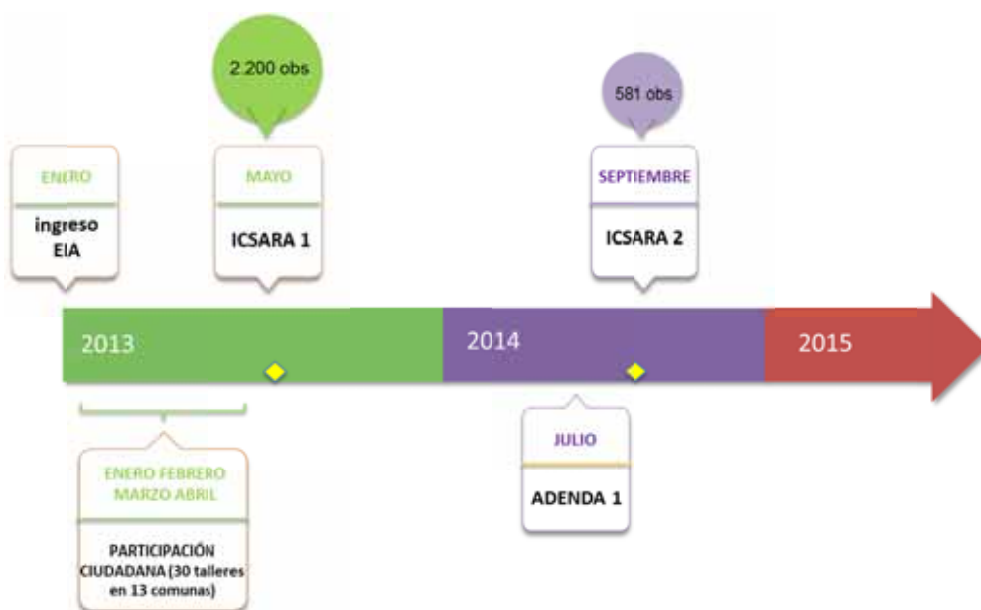


Figura 4.1: Timeline aprobación EIA EA244

De las 581 observaciones en el ICSARA 2, que corresponden a observaciones no aclaradas satisfactoriamente, se pueden resumir de la siguiente forma:

TEMAS RELEVANTES	OBSERVACIONES	%
AGUA	195	33,6
GLACIARES	26	4,5
AIRE	63	10,7
INFRAESTRUCTURA (transporte, campamentos, residuos)	117	20,5
FLORA-VEGETACION-FAUNA	86	14,6
OTROS	94	16,1
TOTAL	581	100,0

Donde los principales focos son:

4.1.1. Manejo de Aguas

4.1.1.1. Hidrogeología

- Efectos de extracción por aguas subterráneas (aguas del minero)
- Infiltraciones de túneles, depósitos de marinas y Depósito Lastres Norte
- Efectos y extracciones en tiempos de sequía
- Balance de agua de la cuenca Río Blanco deficiente

4.1.1.2. Hidrología

- Empeoramiento calidad de aguas (Río Blanco, Riecillo, Pocuro y Chacabuco)
- Balance de agua de la cuenca Río Blanco deficiente

4.1.2. Intervención de Glaciares

4.1.2.1. Descubiertos

- Afectación estimada de 6 glaciares (37 há de glaciares) ya sea por crecimiento de rajo o por material particulado sedimentable.

4.1.2.2. De Roca

- Intervención de glaciares de roca sin determinar espesor y posición respecto a túneles por drenaje subglaciar.
- Rechazo compensación pérdida hídrica de glaciares

4.1.3. Calidad del Aire

- Redefinición de área de influencia producto de la modelación de material particulado (efecto de depositación húmeda)

4.1.4. Definición de Infraestructura

- Cauces naturales intervenidos por camino, líneas eléctricas y obras lineales
- Congestión vial en cruces asociados a línea férrea
- Indeterminación de campos eléctricos, magnéticos y ruido audible de líneas eléctricas de 220 y 33 kv.
- Indefinición de instalaciones para manejo de residuos sólidos y sustancias peligrosas
- Impacto de campamentos en comunidades cercanas
- Desarrollo urbano: Impacto urbano del proyecto
- Almacenamiento concentrado CU/Bahía de Quintero

4.1.5. Afectación Flora y Fauna

- Afectación zonas vírgenes
- Afectación Corredor Biológico, conservación de distintos ecosistemas de la zona central que van de cordillera a mar (Parque Andino Juncal -comuna de Los Andes-, Quebrada El Durazno -Calle Larga- y Guayacanes – El Sauce-, y en la costa, al Humedal de Mantagua -Quinteros-).

4.2. PLAZOS

Los principales motivos por lo que la aprobación del proyecto se ha visto postergada ha sido por retrasos aprobación del EIA y retraso aprobación de fondos por Directorio de Codelco, y los mayores riesgos de retraso en el desarrollo del proyecto es condiciones climáticas adversas, retraso por túneles y cavernas, y no cumplimiento de proveedores y servicios. Y los plazos son muy importantes para la división, ya que requiere de un proyecto que le permita no perder su competitividad en el mercado, así como también, que aumente sus excedentes al dueño. Es decir, los plazos son muy importantes, ya que a partir del año 2019 aproximadamente podría empezar a generar flujos negativos y por la promesa de valor de proyecto.

4.2.1. Retraso aprobación EIA

Si bien uno de los temas que ha afectado los plazos del proyecto es la aprobación del EIA, los principales motivos se atribuye principalmente a:

- Falta de antecedentes e indefiniciones técnicas, producto de Ingeniería insuficiente al presentar el EIA.
- Cuestionamiento de la autoridad u opinión pública.
- Cambio normativa ambiental durante el proceso de aprobación, lo que ha obligado a realizar algunos ajustes.
- Disposición geográfica - Conflictos con la comunidad por cercanía Núcleos Poblados o asentamientos humanos.
- Posible Judicialización del EIA.

4.2.2. Retraso aprobación de fondos

El proceso de aprobación de fondos, no ha estado exento de retrasos, esto producto de su carácter de Mega-proyecto y los riesgos que implica esto. La aprobación de fondos es realizada por el directorio de Codelco, con la aprobación de Cochilco y la Junta de Accionistas.

Donde las principales atribuciones del Directorio, según la nueva Ley de Gobierno Corporativo de Codelco, promulgada por la Presidente Bachelet en noviembre de 2009, la cual indica que a sus directores les serán aplicables las mismas normas sobre derechos, obligaciones, responsabilidades y prohibiciones establecidas en la Ley 18.046 (Ley de Sociedades Anónimas). Donde sus principales atribuciones son:

- Aprobar y enviar al Ministerio de Hacienda la estimación de ingresos y excedentes que se transferirán al Fisco en el ejercicio presupuestario del año siguiente.
- Elaborar el presupuesto anual de la empresa y someterlo a aprobación del Ministerio de Hacienda.
- Disponer del traspaso al Fisco de las utilidades conforme a la Ley.
- Informar al Banco Central, a más tardar cada 1 de septiembre, la estimación de gastos en moneda extranjera y de exportaciones que realizará en el año siguiente.
- Designar y remover al Presidente Ejecutivo de Codelco.
- Constituir, participar o tomar interés en corporaciones y sociedades, cualquiera sea su naturaleza, dentro o fuera del país, para el mejor logro de las metas de la empresa. También podrá modificarlas, disolverlas o liquidarlas.
- Disponer las enajenaciones de activos y acordar la adquisición de bienes inmuebles.
- Autorizar la contratación de empréstitos internos y externos. Esto debe ser autorizado además por el Ministerio de Hacienda.
- Designar a directores de las empresas filiales y coligadas.

Y este directorio se conforma por:

- Presidente del directorio
- Tres directores designados por el Presidente de la República.

- Dos representantes de los trabajadores: que son escogidos por el Presidente de la República de la quina propuesta por la Federación de Trabajadores del Cobre y por la Asociación Nacional de Supervisores del Cobre (AnSCO) junto a la Federación de Supervisores del Cobre (Fesuc), respectivamente.
- Cuatro representantes del Consejo de Alta Dirección Pública: Estos representantes se designan a partir de una quina propuesta por el Consejo de Alta Dirección Pública, aprobada por 4/5 de sus miembros.

Uno de los inconvenientes que ha presentado este proyecto son los plazos asociados a la aprobación de fondos, esto principalmente por:

- Alto monto de inversión inicial
- Periodos asociados a la ingeniería, este proyecto se inició en el año 2002, es decir a la fecha ha pasado por 2 modelos de gobiernos corporativos, y más de 6 presidentes ejecutivos.
- Pérdida de prioridad respecto de otros proyectos de la Corporación más urgentes y de menor inversión
- Base técnica de sustento deficiente
- Presentaciones deficientes y falta de cumplimiento de compromisos en proyectos anteriores
- Crisis Internacional (económico) – Recesión

4.2.3. Retraso inicio Operación

Por la magnitud del proyecto, se estiman retrasos en 2 años productos de túneles y cavernas (línea crítica del proyecto) en los plazos estimados de construcción del proyecto, y esto sumado a que la construcción consideraba 6 años de construcción, donde si se analiza el mercado, los mega proyectos han tenido un retraso en promedio de 20% y los factores climáticos, que por donde está la División, en periodo de invierno no se puede construir, por lo que el proyecto es muy sensible a la duración de los periodos estivales, en los cuales los rendimientos de los contratistas y que los equipos estén en los plazos comprometidos, es vital para cumplir con los plazos. Por los puntos anteriores, se podría considerar por las dimensiones un tiempo esperado de 8 a 9 años de construcción.

Los cambios de alcance del proyecto inicial también han influido, el cual fue variando en el tiempo. Cuando se definió la base de evaluación, se consideraba una operación de 94 ktpd, la cual no se logró obtener con el tiempo. Esto obligó a generar un proyecto intermedio para lograr estos objetivos. Es decir, la base sobre la cual se desarrolla el proyecto, que finalmente es la que definía los plazos de ingreso y costos del proyecto fue variando, y con esto se debía ir actualizando las ingenierías ya desarrolladas, alargando así los periodos de estudios. Y por otro lado los cambios de legislaciones, normas y regulaciones tales como regulación y legislación ambiental, donde un ejemplo muy claro es la nueva legislación acerca de intervención de Glaciares, la cual se encuentra en tramitación o los cambios en la legislación laboral, generaron retrasos, retrabajos y cambios de alcance considerables en el proyecto. Lo que finalmente generó retrasos al inicio del proyecto y escalada de costos internamente en el proyecto y externamente, generaron sensación de descontrol del proyecto y falta de claridad.

Los principales motivos detectados son atribuibles a:

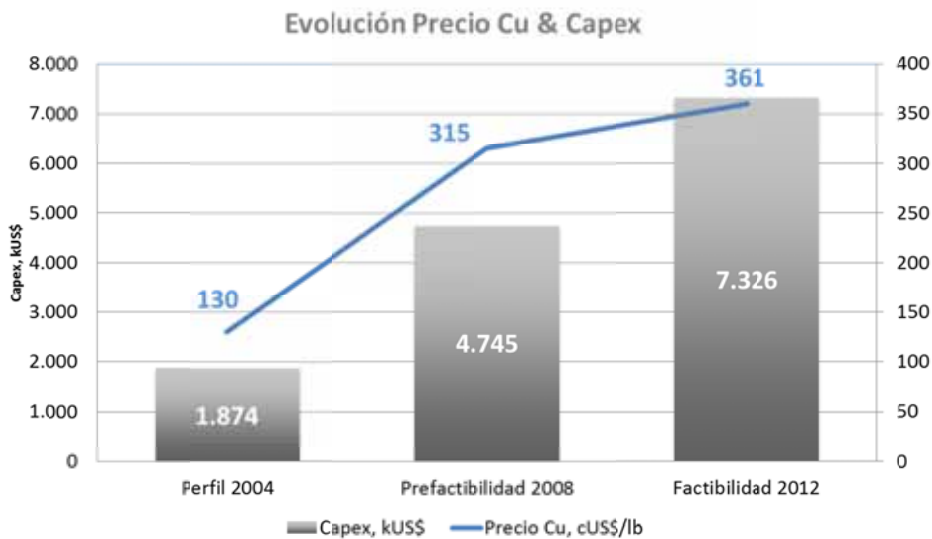
- Magnitud del Proyecto
- Cambios de alcance, en especial línea base (PSD División)
- Desconocimiento del PEP por los integrantes del Proyecto.
- Programa optimista, falencia en planificación, dirección y control de proyecto
- Tiempos mayores a los esperados en revisiones externas (Funcionales, Cochilco, MDS, etc) dada la característica de proyecto estructural
- Características climáticas de la división (periodos de invierno)

4.3. ECONOMICOS

Los factores económicos para este proyecto son muy importantes, por un lado están los cambios en la industria del cobre, como el aumento de costos constructivos (en especial en megaproyectos), mayores exigencias ambientales, legales, comunitarias y territoriales para proyectos. Donde hoy existe una gran volatilidad del precio del cobre y molibdeno, con una fuerte tendencia a la baja. Lo que ha llevado a una reducción drástica de la inversión del proyecto, por los riesgos que hoy se ven en la industria y la importancia de mantener márgenes positivos.

4.3.1. Costos Inversión del Proyecto

Los costos de este proyecto han ido aumentando drásticamente mediante avanza los niveles de ingeniería, producto por un lado de la profundización de la ingeniería y por otro lado producto de la escalada de precios que ha vivido el mercado. El proyecto al término de la ingeriría de perfil en el año 2004 presentó un capex de aprox. 2.000 MUS\$ y 8 años después al término de la ingeniería de factibilidad se presentó un capex de aprox. MUS\$7.500, es decir había aumentado casi 4 veces.



* Moneda del año

Figura 4.2: Evolución Capex Proyecto EA244

Esto también debido a la complejidad de las obras y por donde se deben realizar. Las principales obras consideradas en el proyecto son:

- a) Ampliación de la capacidad de extracción del Rajo a 500 ktpd
- b) Nueva planta concentradora en Valle de 150 ktpd
- c) Aumento capacidad depósito de Lastre Norte a 2.200 Mt
- d) Túnel de traspaso de mineral a planta de 25 km
- e) Ampliación Tranque Ovejería y nueva canaleta de relaves de 43 km

Por el carácter de Mega proyecto, se podría considerar un aumento de capex de al menos un 20%, lo que hace altamente probable que los 7.500 MUS\$ de capex, sean realmente más cercanos a 10.000 MUS\$, los cuales son muy difícil de conseguir en una época da precios del cobre cercano a los 2 US\$/lb.

Las principales alzas en capex son atribuibles a:

- Estudios de Ingeniería no alcanzan el nivel de precisión y calidad requerido
- Sobrecosto por alta demanda mercado
- Trabajos de alta complejidad (Túneles, cavernas, canaletas subterráneas, etc)
- Alta demanda del suministro principal, alza de precios, escasez de proveedores.
- Sobrecosto por interferencias subdimensionadas o no identificadas
- No cumplimiento del Plan Sin Desarrollo de la división o subestimaciones de capex de la misma.
- Cambios de alcance del proyecto

4.3.2. Costos de Operación del Proyecto

Los costos de operación del proyecto son de alta relevancia, no solo porque determinan la rentabilidad del mismo, sino que en este proyecto en especial, ya que de no reducirse los costos de operación, la división puede empezar a generar pérdidas. La reducción de costos de operación se aseguran por un lado aumentando la capacidad productiva, por economías de escala y por otro lado por salto tecnológico, ya que plantas nuevas y equipos nuevos pueden reducir los costos considerablemente, y se entiende que estos cambios deben ir de la mano con un modelo de gestión acorde al nuevo negocio, el cual debe considerar a la gente y los costos de administración acorde a al nuevo negocio. Este proyecto consideraba la utilización de la planta actual y una nueva planta, reduciendo el costo actual de tratamiento de 12 usd por tonelada tratada a 6 usd, lo que es altamente improbable, y por otro lado consideraba un costo promedio de tonelada movida en mina de 1,7 usd, siendo el real cercano a los 3,0 usd. Estos costos son muy difíciles de alcanzar, lo que ha subvencionado al proyecto.

Los principales riesgos en este punto se ven en:

- Subestimación o sobrestimación de disponibilidad, rendimientos y consumo de insumo de equipos

- Definición y proyección de precios de bienes, servicios, mano de obra, petróleo, materiales, insumos durante la operación
- Indefinición de un modelo de operación de la división

4.3.3. Precio del Cobre y Molibdeno

El precio del cobre y molibdeno es un driver muy importante, ya que define los ingresos, y con esto el periodo de pago y rentabilidad del proyecto. La evaluación de este proyecto fue realizada a fines del año 2013, con un precio del cobre y molibdeno de 3,2 USD/lb y a la fecha las ultimas orientaciones comerciales de codelco proyectan un costo de largo plazo de 2,8 USD/lb. Dada la importancia de estos factores exogenos, por tratarse de commodities ha generado la postergación de decisiones y la generación de alternativas y búsqueda de optimizaciones.

4.3.4. Atractivo del Negocio

Uno de los riesgos importantes que se ha analizado, que podrían generar que no se materialice el proyecto es el atractivo del negocio, el cual es vulnerable al costo del Capex, al precio de operación y al precio del cobre y oro, donde cambios menores en cada uno de estos ambitos economicos, deja el VAN en 0. La TIR del proyecto es de 12%, considerada en la industria como una TIR media, pero con muy alta dependencia, y muy sensible a variables como Capex, Opex y precio del cobre, donde variaciones menores de estas, dejan el VAN en 0.

Principales riesgos:

- Cambios en la industria del cobre, como el aumento de costos constructivos, mayores exigencias ambientales, legales, laborales y comunitarias para proyectos, dificultan plazos y hacen inciertos Capex.
- Rentabilidad del proyecto vulnerable frente a incrementos de capex y extensiones de plazos, comunes en proyectos de esta envergadura.
- Rentabilidad media (TIR 12 %), su concepto obliga a un gran salto inversional.
- Alto CAPEX en un solo proyecto MU\$ 7.200.

4.4. TECNOLOGICO

Desde el punto de vista tecnológico, los principales riesgos están en la reducción del consumo de agua, esto debido a los derechos de agua fresca disponible. Dada la situación actual y la ubicación de este proyecto, una zona principalmente agrícola, hacen de este insumo un insumo crítico y escaso. Los consumos de agua fresca de este proyecto son bastante altos, y para asegurar el tratamiento proyectado, se deben lograr recuperación esperada de Agua del Tranque, la cual será impulsada hasta la planta por un sistema de impulsión. Y por otro lado, está el riesgo de no lograr las recuperaciones de Cobre y Molibdeno comprometidas, las cuales son superiores a las actuales, sustentadas en las nuevas plantas.

4.4.1. Reducción del consumo de agua

Para lograr las reducciones del consumo de agua fresca de este proyecto, los principales riesgos son:

- Manejo inadecuado de relave y baja recuperación de Agua del Tranque
- No asegurar recirculación de aguas necesarias

4.4.2. Recuperación de cobre y molibdeno

Las recuperaciones de cobre y molibdeno proyectadas en el proyecto son superiores en aproximadamente 2 puntos porcentuales a las reales, esto sustentado que las nuevas plantas lograrían mejores recuperaciones, debido a un aumento del tiempo de residencia en la etapa de flotación colectiva para el cobre y selectiva para el molibdeno, y que las plantas actuales no logran estos resultados, ya que estas plantas datan de los años 70. Pero uno de los grandes riesgos es la calidad del agua recirculada, ya sea en las plantas viejas como en las nuevas. Los principales riesgos son:

- No lograr recuperaciones comprometidas con nueva planta
- Pérdida por calidad del agua

4.5. RESUMEN

El resumen de riesgos y vulnerabilidades levantado es el siguiente:

N°	RIESGO / VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE CAUSAS	Ámbito
1	Manejo de Aguas	- Efectos de extracción por aguas subterráneas (aguas del minero) - Infiltraciones de túneles, depósitos de marinas y Depósito Lastres Norte - Efectos y extracciones en tiempos de sequía - Balance de agua de la cuenca Río Blanco deficiente - Empeoramiento calidad de aguas (Río Blanco, Riecillo, Pocuro y Chacabuco)	Ambiental y socio comunitario
2	Intervención de Glaciares	- Afectación de 6 glaciares blancos (37 há) - Posible intervención de glaciares de roca sin determinar espesor y posición respecto a túneles por drenaje subglaciar - Rechazo compensación pérdida hídrica de glaciares	Ambiental y socio comunitario
3	Calidad del Aire	- Redefinición de área de influencia producto de la modelación de material particulado (efecto de depositación húmeda)	Ambiental y socio comunitario

4	Definición de Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Cauces naturales intervenidos por camino, líneas eléctricas y obras lineales - Congestión vial en cruces asociados a línea férrea - Indeterminación de campos eléctricos, magnéticos y ruido audible de líneas eléctricas de 220 y 33 kv - Indefinición de instalaciones para manejo de residuos sólidos y sustancias peligrosas - Impacto de campamentos en comunidades cercanas - Desarrollo urbano: Impacto urbano del proyecto - Almacenamiento concentrado CU/Bahía de Quintero 	Ambiental y socio comunitario
5	Afectación Flora y Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación zonas vírgenes - Afectación Corredor Biológico, conservación de distintos ecosistemas de la zona central que van de cordillera a mar (Parque Andino Juncal -comuna de Los Andes-, Quebrada El Durazno -Calle Larga- y Guayacanes – El Sauce-, y en la costa, al Humedal de Mantagua -Quinteros-). 	Ambiental y socio comunitario
6	Retraso aprobación EIA	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de antecedentes e indefiniciones técnicas, producto de Ingeniería insuficiente al presentar el EIA - Cuestionamiento de la autoridad u opinión pública - Cambio normativa ambiental durante el proceso de aprobación, lo que ha obligado a realizar algunos ajustes - Disposición geográfica - Conflictos con la comunidad por cercanía Núcleos Poblados o asentamientos humanos - Judicialización del EIA. 	Plazos
7	Retraso aprobación de fondos	<ul style="list-style-type: none"> - Alto monto de inversión inicial - Periodos asociados a la ingeniería, este proyecto se inició en el año 2002, es decir a la fecha ha pasado por 2 modelos de gobiernos corporativos, y más de 6 presidentes ejecutivos. - Pérdida de prioridad respecto de otros proyectos de la Corporación más urgentes y de menor inversión - Base técnica de sustento deficiente - Presentaciones deficientes y falta de cumplimiento de compromisos en proyectos anteriores - Crisis Internacional (económico) – Recesión 	Plazos
8	Retraso inicio operación	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitud del Proyecto - Cambios de alcance, en especial línea base (PSD División) - Desconocimiento del PEP por los integrantes del Proyecto - Programa optimista, falencia en planificación, dirección y control de proyecto - Tiempos mayores a los esperados en revisiones externas (Funcionales, Cochilco, MDS, etc) dada la característica de proyecto estructural - Características climáticas de la división (periodos de invierno) 	Plazos

9	Costos Inversión del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios de Ingeniería no alcanzan el nivel de precisión y calidad requerido - Sobrecosto por alta demanda mercado - Trabajos de alta complejidad (Túneles, cavernas, canaletas subterráneas, etc) - Alta demanda del suministro principal, alza de precios, escasez de proveedores - Sobrecosto por interferencias subdimensionadas o no identificadas - No cumplimiento del Plan Sin Desarrollo de la división o subestimaciones de capex de la misma - Cambios de alcance del proyecto 	Económicos
10	Costos de Operación del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Subestimación o sobrestimación de disponibilidad, rendimientos y consumo de insumo de equipos - Definición y proyección de precios de bienes, servicios, mano de obra, petróleo, materiales, insumos durante la operación - Indefinición de un modelo de operación de la división 	Económicos
11	Precio del Cobre y Molibdeno	<ul style="list-style-type: none"> - Crisis Internacional 	Económicos
12	Atractivo del Negocio	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la industria del cobre, como el aumento de costos constructivos, mayores exigencias ambientales, legales, laborales y comunitarias para proyectos, dificultan plazos y hacen inciertos Capex. - Rentabilidad del proyecto vulnerable frente a incrementos de capex y extensiones de plazos, comunes en proyectos de esta envergadura. - Rentabilidad media (TIR 12 %), su concepto obliga a un gran salto inversional. - Alto CAPEX en un solo proyecto MU\$ 7.200. 	Económicos
13	Reducción del consumo de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo inadecuado de relave y baja recuperación de Agua del Tranque - No asegurar recirculación de aguas necesarias 	Tecnológico
14	Recuperación de cobre y molibdeno	<ul style="list-style-type: none"> - No lograr recuperaciones comprometidas con nueva planta - Perdida por calidad del agua 	Tecnológico

Tabla 4.5 Criterio de evaluación para consecuencia (pérdida económica)

4.6. MATRIZ DE RIESGOS

De la etapa anterior, donde se identificaron los principales riesgos, ahora se realizará una evaluación de los riesgos tanto de diseño, de construcción, ambientales y otros similares, con la finalidad de poder determinar el impacto que estos tienen, y así reconocer cuales han sido el impacto y no han permitido la materialización de este proyecto. Una vez determinado el impacto y la probabilidad de riesgo, se realizará un análisis para mitigarlos, con el fin de poder realizar una propuesta que asegure el éxito y rentabilidad de un proyecto futuro, aprendiendo así de los errores anteriores y poder asegurar una contribución de valor para la Corporación.

En la etapa anterior se listaron riesgos internos del proyecto y otros de fuentes externas que no dependen del dueño y se dan por circunstancias especiales y cíclicas como lo son la situación financiera internacional, precios del cobre y molibdeno, condiciones climáticas extremas y similares.

Lo anterior enmarcado para el nivel de conocimiento que se posee, y en experiencias de estudios y proyectos previos, que deberá ser mejorado en las futuras ingenierías del proyecto.

El análisis de riesgo en esta etapa tiene un enfoque proactivo, que apunta al mejoramiento continuo de los procesos del negocio, generando la capacidad de anticipación de la identificación de variables de riesgo, de tal forma que permitirá aplicar mecanismos de evaluación de la magnitud de los riesgos identificados *-dependiendo de cuan grave o intolerable o significativo es el nivel de riesgo determinado-* puedan adoptar todas las medidas de mitigación y cambios en los criterios de diseño que sean necesarias a objeto de disminuir su magnitud, llevarlo a niveles aceptables o no significativos y, en forma especial, desarrollar un diseño de ingeniería flexible que minimice los riesgos de interrupciones severas para un nuevo proyecto, lo que facilitará su materialización.

En este caso, se desarrolló una Análisis de Riesgo de variables claves del Negocio, el cual está en línea con la directriz de Codelco Chile, "SGP-GASP-EV-PRO-002 - ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS", emitido por la VP – Codelco con fecha 06 de Septiembre de 2013.

Para cada uno de los eventos de riesgos identificados se determinó un set de las potenciales causas que podrían ocasionar la activación de un determinado evento de riesgo y la potencial severidad o tipo de impacto que traería su activación.

4.6.1. Criterio de evaluación para frecuencia

La frecuencia se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un evento.

Para su evaluación, se han definido dos tipos de escalas:

Base: Escala de evaluación para la ocurrencia de un evento común, esto se determina con criterio experto y utilizando además conocimientos de otros proyecto realizados y gestionados por Codelco.

Complementario: Escala de evaluación para la ocurrencia de un evento específico. La escala complementaria también se utiliza para evaluar ocurrencia de eventos a gestionar en etapa de estudios, construcción y operación.

Origen información: Juicio experto e información de otros proyectos desarrollados al interior de Codelco.

Frecuencia	Nivel	Base: Riesgos transversales	Riesgos específicos
Muy Probable	4	Se considera que el evento ha ocurrido en el 75% a 100% de los API.	Se espera que el evento ocurra más de 4 veces al año.
Probable	3	Se considera que el evento ha ocurrido en el 50% a 75% de los API.	Se espera que el evento ocurra hasta 4 veces al año.
Posible	2	Se considera que el evento ha ocurrido en el 25% a 50% de los API.	Se espera que el evento ocurra 1 vez al año.
Remoto	1	Se considera que el evento ha ocurrido en menos del 25% de los API.	Se espera que el evento ocurra en un plazo mayor a un año.

Tabla 4.1 Criterio de evaluación para frecuencia

4.6.2. Criterio de evaluación para calificación (pérdida económica)

Significa asignar el nivel de pérdida económica (valores expresados en términos nominales).

Descripción	Nivel	Pérdida económica Millones USD	Criterio de evaluación		
			Seguridad y salud de las personas (Dotación propia o contratistas)	Medio ambiente (Reversibilidad y extensión)	Ámbito social, comunitario, reputacional
Muy alto	4	> 50	<ul style="list-style-type: none"> • Muerte de 1 o más personas • Lesiones con incapacidad permanente de 1 o más personas 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de las condiciones originales del medio considera afectación irrecuperable, o • La extensión del impacto excede los límites del área de influencia directa o indirecta del proyecto o actividad, o • Altera significativamente las condiciones del ambiente y no puede ser atenuado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad paraliza las operaciones de la División/compañía en forma prolongada • Se publica mediáticamente información negativa en prensa escrita, radio y TV, tanto a nivel local, regional y/o nacional e internacional.
Alto	3	15 – ≤50	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones con incapacidad temporal de 1 o más personas 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de las condiciones originales del medio considera afectación irrecuperable entre 50% y 90%, o • La extensión del impacto no excede los límites del área de influencia directa o indirecta del proyecto o actividad, o • Altera significativamente o tiene potencial de alterar las condiciones del medio, pero su efecto puede ser reducido entre un 10 y un 50%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad paraliza operaciones de las División/compañía, o • Impacto mediático negativo sólo a nivel prensa local y/o regional.
Medio	2	5 – <15	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones no incapacitantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de las condiciones originales del medio ha manifestado o manifestará cambios menores y/o transitorios, o • La alteración posible, con las medidas de control se puede reducir a niveles menores o transitorios, o • La extensión alcanza los límites de la propiedad donde se encuentran las instalaciones del predio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descontento focalizado de la comunidad y/o autoridad, con movilizaciones en contra de la División/compañía, o • Impacto mediático negativo sólo a nivel prensa local.
Bajo	1	0 – <5	<ul style="list-style-type: none"> • Cuasi accidentes – Cuasi pérdidas 	<ul style="list-style-type: none"> • La alteración de las condiciones originales del medio prácticamente no ha manifestado cambios. • Se originan o se podrían originar alteraciones que son minimizadas hasta un nivel imperceptible o controlado completamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descontento focalizado de la comunidad y/o autoridad sin movilizaciones en contra de la División/compañía.

Tabla 4.2 Criterio de evaluación para consecuencia (pérdida económica)

4.6.3. Riesgos Evaluados

El listado de riesgos identificados con su respectiva evaluación es la siguiente:

N°	RIESGO / VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE CAUSAS	Ámbito	Frecuencia / Probabilidad	Impacto	Evaluación Riesgo	Riesgo Inherente
----	-------------------------	-----------------------	--------	---------------------------	---------	-------------------	------------------

1	Manejo de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> - Efectos de extracción por aguas subterráneas (aguas del minero) - Infiltraciones de túneles, depósitos de marinas y Depósito Lastres Norte - Efectos y extracciones en tiempos de sequía - Balance de agua de la cuenca Río Blanco deficiente - Empeoramiento calidad de aguas (Río Blanco, Riecillo, Pocuro y Chacabuco) 	Ambiental y socio comunitario	3	4	12	Muy Alto
2	Intervención de Glaciares	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación de 6 glaciares blancos (37 há) - Posible intervención de glaciares de roca sin determinar espesor y posición respecto a túneles por drenaje subglaciar - Rechazo compensación pérdida hídrica de glaciares 	Ambiental y socio comunitario	3	4	12	Muy Alto
3	Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> - Redefinición de área de influencia producto de la modelación de material particulado (efecto de depositación húmeda) 	Ambiental y socio comunitario	3	2	6	Alto
4	Definición de Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Cauces naturales intervenidos por camino, líneas eléctricas y obras lineales - Congestión vial en cruces asociados a línea férrea - Indeterminación de campos eléctricos, magnéticos y ruido audible de líneas eléctricas de 220 y 33 kv - Indefinición de instalaciones para manejo de residuos sólidos y sustancias peligrosas - Impacto de campamentos en comunidades cercanas - Desarrollo urbano: Impacto urbano del proyecto - Almacenamiento concentrado CU/Bahía de Quintero 	Ambiental y socio comunitario	3	2	6	Alto
5	Afectación Flora y Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación zonas vírgenes - Afectación Corredor Biológico, conservación de distintos ecosistemas de la zona central que van de cordillera a mar (Parque Andino Juncal -comuna de Los Andes-, Quebrada El Durazno -Calle Larga- y Guayacanes – El Sauce-, y en la costa, al Humedal de Mantagua - Quinteros-). 	Ambiental y socio comunitario	3	3	9	Muy Alto
6	Retraso aprobación EIA	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de antecedentes e indefiniciones técnicas, producto de Ingeniería insuficiente al presentar el EIA - Cuestionamiento de la autoridad u opinión pública - Cambio normativa ambiental durante el proceso de aprobación, lo que ha obligado a realizar algunos ajustes - Disposición geográfica - Conflictos con la comunidad por cercanía Núcleos Poblados o asentamientos humanos - Judicialización del EIA. 	Plazos	4	4	16	Muy Alto

7	Retraso aprobación de fondos	<ul style="list-style-type: none"> - Alto monto de inversión inicial - Periodos asociados a la ingeniería, este proyecto se inició en el año 2002, es decir a la fecha ha pasado por 2 modelos de gobiernos corporativos, y más de 6 presidentes ejecutivos. - Pérdida de prioridad respecto de otros proyectos de la Corporación más urgentes y de menor inversión - Base técnica de sustento deficiente - Presentaciones deficientes y falta de cumplimiento de compromisos en proyectos anteriores - Crisis Internacional (económico) - Recesión 	Plazos	3	3	9	Muy Alto
8	Retraso inicio operación	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitud del Proyecto - Cambios de alcance, en especial línea base (PSD División) - Desconocimiento del PEP por los integrantes del Proyecto - Programa optimista, falencia en planificación, dirección y control de proyecto - Tiempos mayores a los esperados en revisiones externas (Funcionales, Cochilco, MDS, etc) dada la característica de proyecto estructural - Características climáticas de la división (periodos de invierno) 	Plazos	4	4	16	Muy Alto
9	Costos Inversión del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios de Ingeniería no alcanzan el nivel de precisión y calidad requerido - Sobrecosto por alta demanda mercado - Trabajos de alta complejidad (Túneles, cavernas, canaletas subterráneas, etc) - Alta demanda del suministro principal, alza de precios, escasez de proveedores - Sobrecosto por interferencias subdimensionadas o no identificadas - No cumplimiento del Plan Sin Desarrollo de la división o subestimaciones de capex de la misma - Cambios de alcance del proyecto 	Económicos	4	4	16	Muy Alto
10	Costos de Operación del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Subestimación o sobrestimación de disponibilidad, rendimientos y consumo de insumo de equipos - Definición y proyección de precios de bienes, servicios, mano de obra, petróleo, materiales, insumos durante la operación - Indefinición de un modelo de operación de la división 	Económicos	3	4	12	Muy Alto
11	Precio del Cobre y Molibdeno	<ul style="list-style-type: none"> - Crisis Internacional 	Económicos	3	3	9	Alto

12	Atractivo del Negocio	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la industria del cobre, como el aumento de costos constructivos, mayores exigencias ambientales, legales, laborales y comunitarias para proyectos, dificultan plazos y hacen inciertos Capex. - Rentabilidad del proyecto vulnerable frente a incrementos de capex y extensiones de plazos, comunes en proyectos de esta envergadura. - Rentabilidad media (TIR 12 %), su concepto obliga a un gran salto inversional. - Alto CAPEX en un solo proyecto MU\$ 7.200. 	Económicos	3	4	12	Muy Alto
13	Reducción del consumo de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo inadecuado de relave y baja recuperación de Agua del Tranque - No asegurar recirculación de aguas necesarias 	Tecnológico	2	3	6	Alto
14	Recuperación de cobre y molibdeno	<ul style="list-style-type: none"> - No lograr recuperaciones comprometidas con nueva planta - Perdida por calidad del agua 	Tecnológico	2	4	8	Muy Alto

Tabla 4.3 Resumen Riesgos Analizados

De esta forma, la matriz de riesgo inherente de este proyecto es la siguiente:

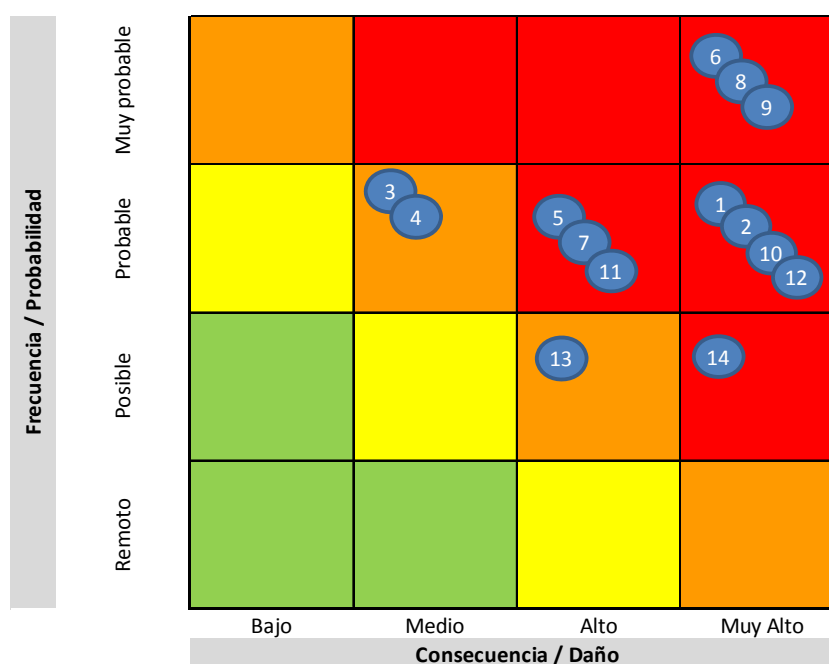


Figura 4.3: Matriz Inherente de Riesgos

Se puede observar que el 80% de los riesgos o vulnerabilidades (11) tienen un riesgo inherente muy alto y solo el 20% (3) tiene un riesgo inherente alto. Donde los riesgos 6 (retraso EIA), 8 (Retraso Inicio Operación) y 9 (Costos inversión del proyecto) tienen una muy alta probabilidad de ocurrencia e impacto, por lo que deben ser evitados.

5. Mitigación de riesgos

Una vez identificados y priorizados los riesgos, se identifica y recomienda medidas de mitigación las que a su vez darán origen a una propuesta de desarrollo futuro para la división.

Para poder priorizar los riesgos, se proponen acciones de mitigación que reduzcan las amenazas de mayor importancia para la concreción del proyecto.

Las soluciones estratégicas son 4, y su aplicabilidad dependerá del submapa en que el evento de riesgo se ubique:

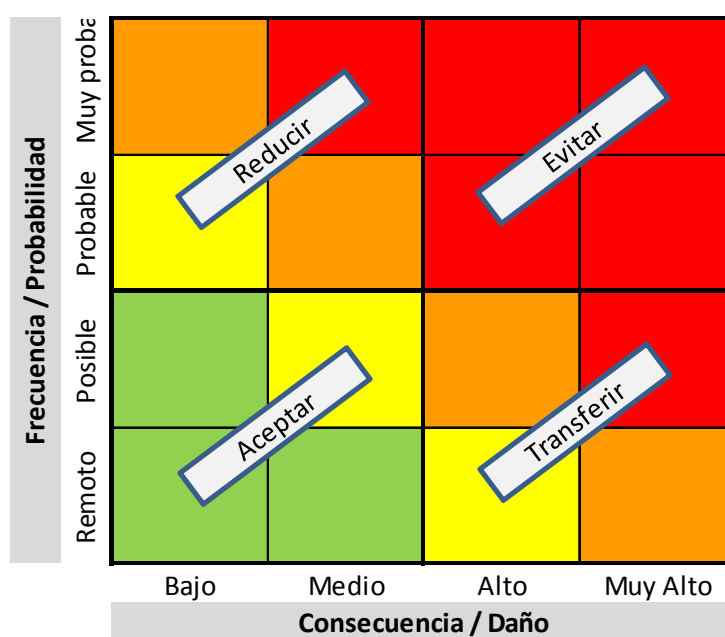


Figura 5.1: Matriz del Riesgo del Negocio de Alto Impacto (RAI)

- El **evitar** implica eliminar por completo la amenaza. Ejemplos de ello, la ampliación del programa maestro objetivo, el cambio de la ejecución del proyecto o lo que es más drástico, la reducción del alcance o anulación completa del proyecto. Se precisa que el compromiso para la Corporación como para el Equipo de Proyecto es eliminar los accidentes fatales (Estándar para el control de fatalidades).
- El **transferir** significa trasladar a un tercero, todo o parte del impacto negativo de una amenaza junto con la propiedad de respuesta. Si bien se confiere la responsabilidad de gestión, no se elimina el riesgo. En la VP, transferir implicará la contratación de pólizas de responsabilidad civil extracontractual y de todo riesgo, construcción y montaje si el valor MP supera los 20 millones de dólares.

- El **reducir** comprende mitigar o aliviar la frecuencia/probabilidad y/o consecuencia/daño de un riesgo a un umbral aceptable. Ejemplos de ello, adoptar procesos técnicos menos complejos, efectuar más pruebas, establecer determinadas modalidades de contratación o tipologías de contrato, exigir garantías por cumplimiento, seleccionar a un proveedor de servicios/compras estable.
- El **aceptar** indica que el equipo de proyecto ha decidido no modificar su planificación frente a este tipo de riesgo. Por tanto, la aceptación es pasiva pues no fija una reserva de gastos dentro del presupuesto.

Las acciones propuestas por cada ámbito son las siguientes:

5.1. AMBIENTAL Y SOCIO-COMUNITARIA

5.1.1. Manejo de Aguas

El manejo de aguas, se encuentra como uno de los riesgos más altos de este proyecto, principalmente por ser el ítem con mayor número de observaciones de la DIA presentada, por lo que la mitigación de este riesgo se convierte en uno de los drivers de esta propuesta.

La propuesta para reducir la afectación por manejos de aguas se propone revisar la distribución geográfica del proyecto:



Figura 5.2: Distribución Geográfica EA244

En la cual podemos observar que el proceso principal, se realiza en la alta cordillera, por lo que se propone redistribuir las ubicaciones geográficas, para no afectar el manejo de aguas en el sector cordillera, con la propuesta de trasladar la flotación y planta de filtros al sector de ovejería, en la cuenca de Santiago. Por otro lado, se propone no utilizar agua fresca adicional a la ya utilizada, y optimizar la existente, por medio de un sistema de bombeo de agua recuperada al sector cordillera desde el tranque. No utilizar más agua y recuperando el máximo posible del agua en procesos, según los balances disponibles, nos arrojaría un tamaño óptimo cercano a los 140 ktpd.

Alternativa (ktpd)	Consumo agua nueva planta (l/s)	Consumo total agua (l/s)	Agua recuperada tranque (l/s)	Exceso / Déficit agua (l/s)
88	0	870	0	0
120	254	963	387	133
140	412	1.121	451	39
165	610	1.319	532	- 79
180	729	1.438	580	- 149

Tabla 5.1 Tabla consumos Agua Fresca Alternativas Analizadas

Al trasladar las plantas al sector central, sin su amento de consumo de agua fresca disminuyen a cero las necesidades de agua fresca en el sector cordillera y se evita su tratamiento, reduciendo así la posibilidad de afectar Rio Blanco y consumos mayores en tiempo de sequía, lo que no afectaría al sector agrícola de cordillera. Por lo que este riesgo se anula en probabilidad y se reduce en impacto.

5.1.2. Intervención de Glaciares

La intervención de glaciares, es tal vez el riesgo más visible de este proyecto, por la trascendencia y relevancia mediática que ha tenido, en especial en estos momentos, donde se está tramitando un proyecto de ley para conservación de glaciares. Pero, es un riesgo el cual es muy difícil de manejar, ya que 5 glaciares se encuentran contenidos en el rajo con una afectación de 12 hectáreas y en sexto se encuentra en el botadero, con una afectación de 32 hectáreas. La propuesta de mitigación para este riesgo, comprende rediseñar el botadero, dejando el glaciar los milos sin afectación, reduciendo así el área de afectación en 32 hectáreas.

Esta mitigación no logra reducir ni la probabilidad de riesgo ni el impacto del mismo. Ya que es la probabilidad del riesgo con 1 hectárea es la misma que con 37 hectáreas, y el impacto sigue siendo el mismo, detener el proyecto o reducir el área del rajo considerablemente, perdiendo el mineral contenido en estas áreas. Y por otro lado para no afectar los glaciares de roca por minas subterráneas, se propone limitar las reservas al rajo ya autorizado, eliminado así las reservas asociadas a minas subterráneas sin permisos ambientales. Con esto se descartan los riesgos de posible intervención de

glaciares de roca sin determinar espesor y posición respecto a túneles por drenaje subglaciar y la pérdida hídrica de glaciares en túneles subterráneos.

5.1.3. Calidad del Aire

El riesgo de afectación a la calidad del aire, se propone mitigar por medio de tronadura de doble capa, tecnología hoy utilizada en Canadá y Australia, la que reduce el material particulado producto de la tronadura, y por otro lado se propone encarpetar los caminos exteriores del rajo, para reducir el material particulado levantado por el tránsito de camiones. Esto sumado a que debido al traslado de plantas a la parte baja, reduce considerablemente el tránsito y afectación de la zona cordillera. Reduciendo considerablemente la probabilidad e impacto de este riesgo

5.1.4. Definición de Infraestructura

El riesgo de infraestructura sin soluciones tangibles, se reduce la probabilidad e impacto considerablemente con las propuestas anteriores, ya que el proyecto queda establecido en solo 3 sectores (anteriormente se consideraban 7 sectores), donde se unen por medio de una canaleta de transporte de mineral, la cual ya existe y era utilizada anteriormente para el traslado de relave. Y gran parte de los problemas viales y de afectación de poblados, era por el tránsito de insumos que se dirigían a la planta, la cual ahora estará asentada en zona de alto tránsito con obras viales de gran envergadura en el sector donde hoy se encuentra el tranque ovejería, reduciendo además el manejo de sustancias peligrosas por sectores de cordillera. Lo que por un lado limita bastante las obras indefinidas y por otro lado reduce el impacto de esta oposición. Por otro lado el tema de campos eléctricos, magnéticos y ruido audible de líneas eléctricas de 220 y 33 kv, se reduce también, ya que hay una menor necesidad de energía eléctrica en el sector alto, limitando a estaciones existentes.

5.1.5. Afectación Flora y Fauna

Este riesgo, es uno de los más críticos, principalmente por la fuerte oposición de los “vecinos” de Andina, y es la razón que determina la intención de distribución geográfica, ya que el proyecto 244, consideraba la nueva planta de flotación en Pocuro, la cual es hoy zona virgen, y la mayor inversión en cuanto a compra de terrenos para el proyecto. La propuesta de reubicación geográfica del proyecto, deja de intervenir y afectar zonas vírgenes y disminuye considerablemente la afectación del Corredor Biológico, la cual conserva distintos ecosistemas de la zona central, reduciendo así la parte de cordillera. Por lo que este riesgo disminuye en probabilidad e impacto considerablemente.

5.2. PLAZOS

5.2.1. Retraso aprobación EIA

El riesgo de retraso de aprobación del EIA, al materializarse un nuevo proyecto, se debe redefinir, ya que el EIA existente se retira y se ingresa uno nuevo, el cual con las acciones de mitigación propuestas en la parte ambiental (capítulo 7.1), se reducen considerablemente, siendo el gran riesgo la afectación de glaciares. Para este riesgo, se proponen las siguientes mitigaciones:

- Nivel de ingeniería más acabada, mayor información para preguntas que realizará la autoridad.
- Acompañamiento temprano del área sustentabilidad en el desarrollo de ingeniería.
- Diseño de ingeniería coordinado con Línea Base levantada.
- Estudio de pertinencia de ingreso con nuevo EIA o modificación a RCA's vigentes
- Consideración a observaciones recibidas en EIA 244 (reflejadas en capítulo anterior)
- Reducir al mínimo posible aumento en el consumo de agua fresca de cordillera.
- Seguir reduciendo al mínimo la intervención en glaciares.
- Recirculación como solución de fondo de infiltraciones.
- Gestión territorial (Layout - Plantas – Campamentos)
- Evaluación de impactos temprana y controlada.
- Menor intervención posible "áreas vírgenes"
- Estimaciones de tiempos de aprobación según realidades - tiempos objetivos

Con estos puntos se estima que la probabilidad del riesgo de mayores plazos a los de 2 años es difícil pero no descartable, y se reduce el impacto de este retraso, ya que el proyecto se redefine con un menor tamaño, lo que reduce el impacto.

5.2.2. Retraso aprobación de fondos

El riesgo de aprobación de fondos, se reduce naturalmente por la disminución del riesgo inherente del proyecto, al dejar un riesgo residual más bajo, la probabilidad de un proceso más expedito aumenta, y por otro lado al reducir el alcance del proyecto y el tamaño, y por consiguiente el Capex, el proceso de aprobación se hace más expedito. Sin embargo, es necesario generar un plan para realizar el proceso de pasar de preinversional a inversional en tiempos más estrechos, reduciendo así la probabilidad de cambio de gobierno ejecutivo y cambios de conducción del país (elección nuevo presidente de Chile). Evitar cambios de gobiernos corporativos y de nación, es un punto crítico para mitigar este riesgo, ya que la experiencia del proyecto 244, es con esto con lo que se ha visto más afectado en este riesgo, ya que las prioridades pueden cambiar, postergando las aprobaciones del proyecto. Es por esto que se propone una planificación detallada desde etapas tempranas, con tiempos reducidos de ingeniería (menores a 1 año), lo que se ve totalmente posible, ya que se reutilizan ingenierías ya realizadas, de paso convirtiendo este gasto en un activo. Con esto se propone el siguiente plan:



Figura 5.3: Carta Gantt Propuesta Alternativa Proyecto

Este plan limita las aprobaciones preinversionales a un proceso a un solo gobierno y deja el inversional a otro gobierno, generando un tiempo de 2 años, mientras se tramita el EIA, para presentar el proyecto y entrega el tiempo necesario para su análisis. Lo que reduce la probabilidad aún más de retraso por aprobación.

5.2.3. Retraso inicio Operación

El riesgo de retraso de inicio de operación por tiempos considerados en la construcción y retrasos en las mismas, no se ve afectado por las mitigaciones ya presentadas, ya que el reducir el tamaño y alcance del proyecto, no afecta estos tiempos. Esto debido a que el proyecto 244 consideraba mantener la planta actual, y construir una adicional de 150 ktpd, tamaño muy similar a la planta concentradora actual (cerca a los 140 ktpd), pero si se ve afectada por la reducción de la planta de molienda adicional, pero se consideraba realizar en paralelo con la planta concentradora. Esta modificación si reduce la probabilidad de retraso en la construcción, pero no materialmente. Es por esto que se propone una mitigación, en base a un análisis de actividades críticas, en este caso, se arroja que la actividad critica corresponde a la construcción de 25 km de túneles, es por esto que se propone mitigar este riesgo con la reducción túneles. Para esto se analizó nuevamente capacidades óptimas realizando distintas configuraciones de las Etapas de Flotación y Manejo Concentrados. Estas tres diferentes formas de abordar las etapas que ocurren después de la molienda de mineral, vale decir, Flotación Colectiva, Flotación Selectiva y Espesamiento y Manejo de Concentrados, son las siguientes:

- **Opción A:** Se proyecta una nueva planta concentradora en el sector de Huechún, para tratar todo el mineral extraído, con lo cual quedarían fuera de servicio las instalaciones existentes de Flotación Colectiva en Cordillera y las instalaciones de Flotación Selectiva, Planta LR y Manejo de Concentrado ubicadas en Saladillo.

- **Opción B:** Se conserva sólo la Flotación Colectiva existente en Cordillera, proyectando una Flotación Colectiva nueva en Huechún sólo para el diferencial de aumento de tratamiento, respecto del caso base. Aguas abajo de la Flotación Colectiva, las instalaciones para la Flotación Selectiva, Planta LR, Planta de Filtros y Manejo de Concentrado en Montenegro, serían para la totalidad del tratamiento de la División. En este caso quedarían fuera de servicio sólo las instalaciones existentes de Flotación Selectiva, Planta LR y Manejo de Concentrado ubicadas en Saladillo.
- **Opción C:** Se mantienen las instalaciones existentes, tanto para la Flotación Colectiva, Selectiva y de Manejo de Concentrado en Saladillo, y se proyecta una nueva planta concentradora, con Flotación Colectiva y Selectiva en Huechún, y Planta de Filtros y Manejo de Concentrados en Montenegro y Relaves, solo para el diferencial de tratamiento respecto al caso base.

De este análisis para distintas capacidades se arroja el siguiente resultado:

OPERACIÓN UNITARIA		120 KTPD			140 KTPD			165 KTPD			180 KTPD		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Túneles Transporte	Túnel 1	Existente	Nuevo	Nuevo	Existente	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo
	Túnel 2	Existente	Existente	Existente	Existente	Existente	Existente	Existente	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo
	Túnel 3	Existente	Existente	Existente	Existente	Existente	Existente	Existente	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo	Nuevo

A: Nueva Planta Flotación Col./Sel para 140 Ktpd en Huechún.

Transportes:
Canaleta Peraltada Mineral
Agua Recirculada

B: Planta Flotación Col. existente sigue operando, Saladillo F.S, Nueva Planta Col 46 Ktpd y Sel./Fil 140 Ktpd en Huechún

Transportes:
Canaleta Relave, Tubería mineral y concentrado, Agua Recirculada

C: Planta Flotación Col./ Sel. Fil existente sigue operando, Nueva Planta Col/Sel/Fil 46 Ktpd en Huechún

Transportes:
Canaleta Relave, Tubería mineral.
Agua Recirculada

Tabla 5.2 Tabla Capacidades Túneles por Configuración

Lo que nos arroja como resultado, ir a 120 ktpd con opción A y 140 ktpd para opción A también.

Con este plan de mitigación para este riesgo se reduce considerablemente la probabilidad de retraso, al reducir la línea crítica dejándola solo asociada a la construcción de planta concentradora nueva, trabajo conocido en el medio y sin muchos riesgos nuevos. Y el impacto se ve afectado por la reducción del tamaño del proyecto.

5.3. ECONOMICOS

5.3.1. Costos Inversión del Proyecto

Dado los riesgos asociados a un megaproyecto, el cual posee un Capex cercano a los MUS\$7.500, las desviaciones tienen un gran impacto, y las acciones de mitigación antes propuestas, ya reducen considerablemente este riesgo, en especial el reducir uno de los puntos de mayor impacto como lo eran los túneles, los cuales eran obras de alta complejidad. Para poder mitigar este riesgo, se determinó buscar la mejor tasa de

inversión, medida en dólares por tonelada adicional de cobre fino entregado por el proyecto, para esto uno de los drivers era optimizar el uso de activos existentes, donde inicialmente se estimaron en alto nivel donde estaban los quiebres inversionales, estos quiebres inversionales se determinaron en base a túneles adicionales, esto debido al alto costo del metro construido (estimado en KUS\$20 y con un rendimiento de 5mts por día), agua fresca adicional, donde se estima que superada la barrera de permisos de agua es necesario impulsar agua de mar desalinizada (capex impulsión estimada en MUS\$1.000), espesor adicional, el cual por carencia de espacio se debe realizar en cavernas (MUS\$500) y la capacidad de transporte actual, ya que si se desea transporta más, es necesario realizar túneles (mismo valor que para canaleta). En un análisis de alto nivel se establecieron los siguientes quiebres inversionales:

	Descripción	Túnel Canaleta Adicional	Agua Fresca Adicional	Espesador Adicional	Trans. Mineral Adicional
120 KTPD	Crecimiento Marginal: 1 Molino SAG 36" – 1 Molino Bolas 24"				
140 KTPD	Max. Utilización capacidad instalada: Mol. SAG: 1 Molino SAG 40" – 1 Molino Bolas 28" Mol. Unit: 2 Molino Bolas 24"				
165 KTPD	Quiebre Inversional: 2 Molino SAG 38" – 2 Molino Bolas 26"	✓	✓	✓	
180 KTPD	Max. Utilización Quiebre Inversional: 2 Molino SAG 40" – 2 Molino Bolas 28"	✓	✓	✓	
>200 KTPD	2do Quiebre Inversional: >2 Molino SAG – >2 Molino Bolas	✓	✓	✓	✓

Tabla 5.3 Tabla quiebres inversionales

En base a ingenierías anteriores y conocimiento experto, se realizaron evaluaciones de tasa de inversión para distintos tamaños de procesamiento, estimaciones clase 5, es decir un nivel perfil, obteniéndose los siguientes resultados:

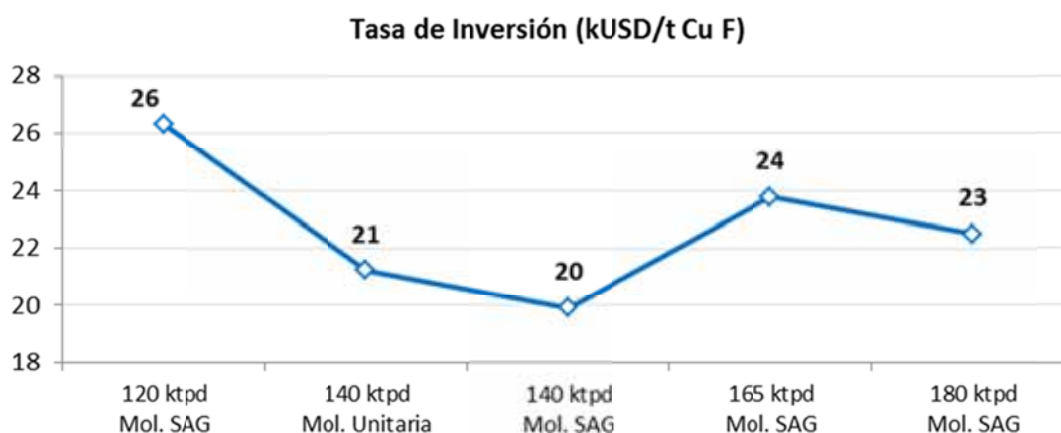


Figura 5.4: Tasa Inversión – Alternativas Propuestas

Donde el mejor resultado por tasa de inversión determina una producción objetivo cercano a los 140 ktpd. Resultado que optimiza el uso de activos existentes, reduce considerablemente el capex inicial y con esto la probabilidad de escalamiento del mismo. Y por otro lado reduce el impacto del escalamiento considerablemente. Reduciendo el capex considerablemente desde los MUS\$7.500 del proyecto 244 a un monto cercano a los MUS\$2.500 a MUS\$3.000.

Adicionalmente se proponen las siguientes acciones de mitigación:

- Mayor utilización de benchmark para afinar costos
- Reducción de escalamientos de costos por riesgos tecnológicos
- Monto de inversión que incorporen los conceptos de escalamiento y contingencia
- Análisis de Interferencias desde Mina a Puerto
- Estudio Tie-In Planta de Molienda a Espesador de Relaves
- Actualización del capex antes de comenzar las obras
- Mantener coordinación con DAND y VP para el cumplimiento del PSD

5.3.2. Costos de Operación del Proyecto

El riesgo de escalamiento de costos de operación por ser uno de los determinantes del atractivo del negocio, y posiblemente uno de los más difíciles de predecir, por el alto número de interdependencia y variables que lo afectan se propone el siguiente plan de mitigaciones:

- Estudio de benchmarking y experiencia de DAND para el costo de operación y rendimiento de equipos
- Utilización de pautas corporativas en estudios de demanda para las predicciones de largo plazo
- Utilizar criterios conservadores

Con estas mitigaciones, sumadas a la reducción del alcance y tamaño del proyecto, se estima reducirá la probabilidad de escalamiento y el impacto.

5.3.3. Precio del Cobre y Molibdeno

Este riesgo por tratarse de un riesgo inherente de todo proyecto minero y además ser exógeno, se considera no es posible reducir ni la probabilidad ni el riesgo, pero de todas formas se propone realizar actualización permanente de los valores económicos del proyecto de acuerdo a las nuevas OOC de Codelco y Cochilco, de modo de tener una sensibilización de los cambios y proyecciones, el cual facilitará la toma de decisiones.

5.3.4. Atractivo del Negocio

El riesgo asociado al atractivo del negocio, con las mitigaciones antes propuestas, se ve reducido considerablemente, ya que al reducir las inversiones, aprovechando al máximo las instalaciones existentes y por consiguiente su riesgo de escalamiento, sumado al evaluar con costos de operaciones más realistas, basados en costos de operación actual de la operación, se estima que la TIR del negocio estará entre 14% y 19%, lo que corresponde a una TIR alta en la industria, con una muy buena rentabilidad y con bajo riesgo de ocurrencia, reduciendo al mismo tiempo la dependencia al capex y opex (no así al precio del cobre). Con lo que el riesgo del negocio es más bajo y por ende más atractivo, lo que facilitará su priorización frente a otros proyectos de la corporación.

5.4. TECNOLÓGICO

5.4.1. Reducción del consumo de agua

Este riesgo, es uno de los drivers de la nueva propuesta, ya que ambientalmente, uno de los mayores conflictos existentes está asociado al manejo de aguas, esto sumado a que hoy, el tranque Ovejería ha sido muy cuestionado por las infiltraciones, es por esto que mitigar este riesgo se vuelve un core para el proyecto. Las acciones de mitigación propuestas son las siguientes:

- Instalar sistema de impulsión de agua hasta cordillera
- Estudiar el repotenciamiento espesadores de relaves existentes
- Estudiar actual disposición de espesadores y manejo de relaves al tranque
- Realizar un nuevo balance global de aguas
- Utilizar valores de recuperación de aguas de Tranques de características similares
- Rediseño de canaletas de distribución de relaves
- Trazado de cañerías de agua recirculada por túneles existentes
- Estudio suministro de agua recuperada en condiciones de emergencia

5.4.2. Recuperación de cobre y molibdeno

El riesgo de la recuperación de cobre y molibdeno, por ser uno de los drivers de todo proyecto minero, debe ser analizado en etapas posteriores detenidamente, especialmente con el desarrollo de pruebas piloto, pero dada las mitigaciones anteriores, donde se propone una nueva planta, siempre y cuando se utilicen tecnologías estándares y conocidas por la industria, es posible reducirlo en probabilidad, pero es necesario de todas formas, realizar las siguientes acciones de mitigación:

- Realización de pruebas metalúrgicas nuevas
- Validar con DAND Modelo geometalúrgico de predicción de recuperación de cobre
- Estudiar alternativa alimentación PTR o reubicación (si corresponde)
- Estudio Calidad de Agua (producto de la recirculación)

5.5. MATRIZ DE RIESGOS RESIDUALES

En base a las acciones de mitigación antes propuestas, a modo de resumen obtenemos lo siguiente:

Nº	RIESGO / VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE CAUSAS	Ámbito	Riesgo Inherente	ACCIÓN MITIGACIÓN	Prob.	Impacto	Eval. Riesgo	Riesgo Residual
1	Manejo de Aguas	- Efectos de extracción por aguas subterráneas (aguas del minero) - Infiltraciones de túneles, depósitos de marinas y Depósito Lastres Norte - Efectos y extracciones en tiempos de sequía - Balance de agua de la cuenca Río Blanco deficiente - Empeoramiento calidad de aguas (Río Blanco, Riecillo, Pocuro y Chacabuco)	Ambiental y socio comunitario	Muy Alto	- Nueva distribución geográfica de instalaciones - Mayor eficiencia hídrica (no aumentar utilización de agua fresca) - Reducción capacidad de tratamiento anual, limitada a aguas fresca disponibles	1	3	3	Alto
2	Intervención de Glaciares	- Afectación de 6 glaciares blancos (37 há) - Posible intervención de glaciares de roca sin determinar espesor y posición respecto a túneles por drenaje subglaciar - Rechazo compensación pérdida hídrica de glaciares	Ambiental y socio comunitario	Muy Alto	- Rediseño de botaderos (reducción de 35 hectareas de afectación) - Reducción capacidad de tratamiento anual - Reducir los impactos ambientales sobre glaciares (material particulado) - Reducción límites Rajo (limitado V región)	3	4	12	Muy Alto
3	Calidad del Aire	- Redefinición de área de influencia producto de la modelación de material particulado (efecto de depositación húmeda)	Ambiental y socio comunitario	Alto	- Nueva distribución geográfica de instalaciones - Tronadura doble capa - Encarpetado de caminos exterior rajo	2	1	2	Bajo

4	Definición de Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Cauces naturales intervenidos por camino, líneas eléctricas y obras lineales - Congestión vial en cruces asociados a línea férrea - Indeterminación de campos eléctricos, magnéticos y ruido audible de líneas eléctricas de 220 y 33 kv - Indefinición de instalaciones para manejo de residuos sólidos y sustancias peligrosas - Impacto de campamentos en comunidades cercanas - Desarrollo urbano: Impacto urbano del proyecto - Almacenamiento concentrado CU/Bahía de Quintero 	Ambiental y socio comunitario	Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Nueva distribución geográfica de instalaciones - Reducción de 7 áreas de operación a 3 	1	1	1	Bajo
5	Afectación Flora y Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación zonas vírgenes - Afectación Corredor Biológico, conservación de distintos ecosistemas de la zona central que van de cordillera a mar (Parque Andino Juncal -comuna de Los Andes-, Quebrada El Durazno -Calle Larga- y Guayacanes – El Sauce-, y en la costa, al Humedal de Mantagua -Quinteros-). 	Ambiental y socio comunitario	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Nueva distribución geográfica de instalaciones - No utilización de Areas Virgenes 	2	2	4	Medio
6	Retraso aprobación EIA	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de antecedentes e indefiniciones técnicas, producto de Ingeniería insuficiente al presentar el EIA - Cuestionamiento de la autoridad u opinión pública - Cambio normativa ambiental durante el proceso de aprobación, lo que ha obligado a realizar algunos ajustes - Disposición geográfica - Conflictos con la comunidad por cercanía Núcleos Poblados o asentamientos humanos - Judicialización del EIA. 	Plazos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de ingeniería más acabada, mayor información para preguntas que realizará la autoridad. - Acompañamiento temprano del área sustentabilidad en el desarrollo de ingeniería. - Diseño de ingeniería coordinado con Línea Base levantada. - Estudio de pertinencia de ingreso con nuevo EIA o modificación a RCA's vigentes - Consideración a observaciones recibidas en EIA 244 (reflejadas en capítulo anterior) - Reducir al mínimo posible aumento en el consumo de agua fresca de cordillera. - Seguir reduciendo al mínimo la intervención en glaciares. - Recirculación como solución de fondo de infiltraciones. - Gestión territorial (Layout - Plantas – Campamentos) - Evaluación de impactos temprana y controlada. - Menor intervención posible "áreas vírgenes" 	2	3	6	Alto

					- Estimaciones de tiempos de aprobación según realidades - tiempos objetivos				
7	Retraso aprobación de fondos	<ul style="list-style-type: none"> - Alto monto de inversión inicial - Periodos asociados a la ingeniería, este proyecto se inició en el año 2002, es decir a la fecha ha pasado por 2 modelos de gobiernos corporativos, y más de 6 presidentes ejecutivos. - Pérdida de prioridad respecto de otros proyectos de la Corporación más urgentes y de menor inversión - Base técnica de sustento deficiente - Presentaciones deficientes y falta de cumplimiento de compromisos en proyectos anteriores - Crisis Internacional (económico) – Recesión 	Plazos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción riesgo del negocio - Reducción Inversión Inicial - Planificación acotada a ciclos de governance - Tiempos de preparación y estudio a nuevo gobiernos corporativos 	1	2	2	Bajo
8	Retraso inicio operación	<ul style="list-style-type: none"> - Magnitud del Proyecto - Cambios de alcance, en especial línea base (PSD División) - Desconocimiento del PEP por los integrantes del Proyecto - Programa optimista, falencia en planificación, dirección y control de proyecto - Tiempos mayores a los esperados en revisiones externas (Funcionales, Cochilco, MDS, etc) dada la característica de proyecto estructural - Características climáticas de la división (periodos de invierno) 	Plazos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción alcance y capacidad de tratamiento - Maximización utilización de activos existentes - Rediseño línea crítica - Eliminación de construcción de tuneles - Trabajos en paralelo en distintas ubicaciones geográficas - Reducción de interferencias 	2	2	4	Medio

9	Costos Inversión del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios de Ingeniería no alcanzan el nivel de precisión y calidad requerido - Sobre costo por alta demanda mercado - Trabajos de alta complejidad (Túneles, cavernas, canaletas subterráneas, etc) - Alta demanda del suministro principal, alza de precios, escasez de proveedores - Sobre costo por interferencias subdimensionadas o no identificadas - No cumplimiento del Plan Sin Desarrollo de la división o subestimaciones de capex de la misma - Cambios de alcance del proyecto 	Económicos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción inversión inicial - Reducción riesgo escalabilidad - Selección Tasa de Inversión Óptima - Mayor utilización de benchmark para afinar costos - Reducción de escalamientos de costos por riesgos tecnológicos - Monto de inversión que incorporen los conceptos de escalamiento y contingencia - Análisis de Interferencias desde Mina a Puerto - Estudio Tie-In Planta de Molienda a Espesador de Relaves - Actualización del capex antes de comenzar las obras - Mantener coordinación con DAND y VP para el cumplimiento del PSD 	2	3	6	Alto
10	Costos de Operación del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Subestimación o sobrestimación de disponibilidad, rendimientos y consumo de insumo de equipos - Definición y proyección de precios de bienes, servicios, mano de obra, petróleo, materiales, insumos durante la operación - Indefinición de un modelo de operación de la división 	Económicos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de benchmarking y experiencia de DAND para el costo de operación y rendimiento de equipos - Utilización de pautas corporativas en estudios de demanda para las predicciones de largo plazo - Utilizar criterios conservadores 	2	2	4	Medio
11	Precio del Cobre y Molibdeno	<ul style="list-style-type: none"> - Crisis Internacional 	Económicos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización permanente de los valores económicos de los proyectos de acuerdo a las nuevas OOC de Codelco - Cochilco (sensibilización y toma de decisiones) 	3	3	9	Muy Alto
12	Atractivo del Negocio	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la industria del cobre, como el aumento de costos constructivos, mayores exigencias ambientales, legales, laborales y comunitarias para proyectos, dificultan plazos y hacen inciertos Capex. - Rentabilidad del proyecto vulnerable frente a incrementos de capex y extensiones de plazos, comunes en proyectos de esta envergadura. - Rentabilidad media (TIR 12 %), su concepto obliga a un gran salto invernal. - Alto CAPEX en un solo proyecto MU\$ 7.200. 	Económicos	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de Capex y riesgos de escalamiento - Opex conservadores y realistas - Aumento TIR a rango 14 - 19% - Menor riesgo de negocio 	2	2	4	Medio

13	Reducción del consumo de agua	- Manejo inadecuado de relave y baja recuperación de Agua del Tranque - No asegurar recirculación de aguas necesarias	Tecnológico	Alto	- Instalar sistema de impulsión de agua hasta cordillera - Estudiar el repotenciamiento espesadores de relaves existentes - Estudiar actual disposición de espesadores y manejo de relaves al tranque - Realizar un nuevo balance global de aguas - Utilizar valores de recuperación de aguas de Tranques de características similares - Rediseño de canaletas de distribución de relaves - Trazado de cañerías de agua recirculada por túneles existentes - Estudio suministro de agua recuperada en condiciones de emergencia	2	2	4	Medio
14	Recuperación de cobre y molibdeno	- No lograr recuperaciones comprometidas con nueva planta - Pérdida por calidad del agua	Tecnológico	Muy Alto	- Realización de pruebas metalúrgicas nuevas - Validar con DAND Modelo geometalúrgico de predicción de recuperación de cobre - Estudiar alternativa alimentación PTR o reubicación (si corresponde) - Estudio Calidad de Agua (producto de la recirculación)	2	3	6	Medio

Tabla 5.4 Resumen Riesgos y Mitigaciones

Con el resultado grafico de la siguiente matriz residual:

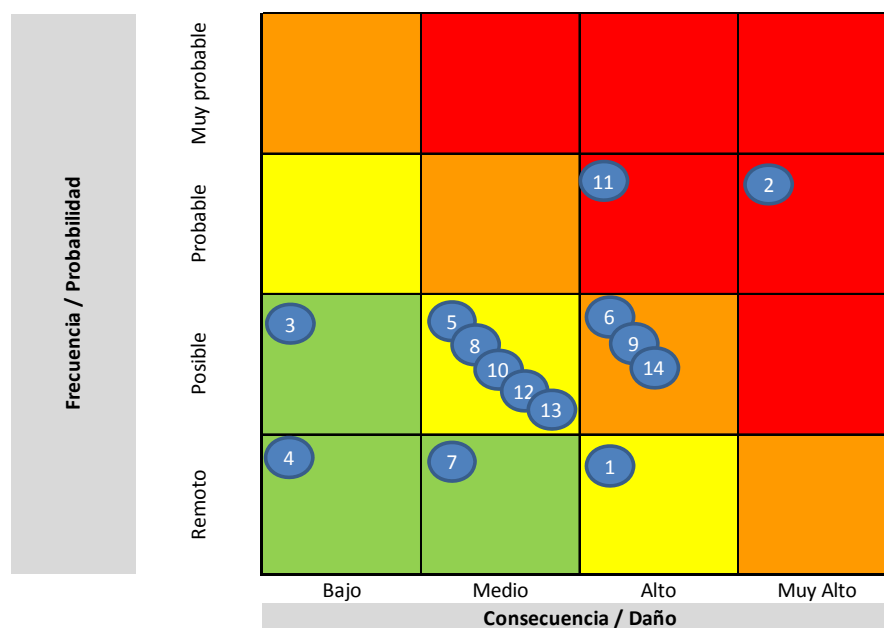


Figura 5.5: Matriz Residual

5.6. SOLUCIÓN PROPUESTA

Como resultado de las acciones de mitigación y para el largo plazo, se propone el desarrollo de un plan de crecimiento alternativo al proyecto 244 Ktpd, que maximice las utilidades, aumente el retorno de la inversión, con la menor inversiones posible, maximizando así los actuales activos que la división hoy tiene, disminuya el riesgo por ciclos de precios por el largo periodo del desarrollo de un Mega proyecto como sus riesgos constructivos, lograr una curva de aprendizaje por escalones demostrando el control sobre los impactos ambientales (agua y glaciares) y que genere una mejora en la posición competitiva de costos y rentabilidad.

La alternativa se basa principalmente en los siguientes conceptos fundacionales:

- Reducción drástica de la inversión del proyecto
- Maximizar el uso del agua disponible por la División
- Reducir impactos ambientales
- Concentrar geográficamente las operaciones de minería y conminución en la cordillera y las plantas de concentración, Mo, filtrado y despacho en nuevas plantas en el valle a un costado del tranque Ovejería (sitio de propiedad de Codelco y ya intervenido industrialmente).
- Reordenar las áreas de producción optimizándolas, evitando impactar áreas vírgenes y minimizando impactos a comunidades y territorios.
- Mayor atractivo del negocio

Como hoy la División Andina cuenta con la mayor cantidad de recursos mineros de la Corporación, siendo explotados a un nivel no acorde a la magnitud de este yacimiento, además, de no mediar un crecimiento, la competitividad de la División se deterioraría en el largo plazo.

Es por esto que es necesario desarrollar una alternativa de crecimiento al EA244, Al agrupar las acciones de mitigación, se genera la siguiente propuesta de conceptualización del negocio, para ser estudiado en etapas posteriores de ingeniería:

El resultado arroja como la alternativa de mayor potencial crecer a alrededor de 140 Ktpd, teniendo como restricciones la construcción de túneles, el quiebre inversional y el no utilizar más agua fresca de la que se utiliza el día de hoy, para esto es necesario incorporar recirculación de agua desde el tranque de relaves Ovejería, ampliación de la mina rajo y nuevas etapas de molienda y flotación, aprovechando al máximo las instalaciones existentes, reduciendo las zonas de operación y una nueva distribución geográfica, para disminuir el impacto a comunidades cercanas.

Como parte de las nuevas instalaciones se incorpora un segundo chancador primario, para alcanzar los niveles de procesamiento planteados, en el sector denominado Nodo 3.500, desde el cual el mineral será transportado hasta la nueva planta de molienda, a través de las correas que construirá el Proyecto Traspaso al interior de un túnel (existente) de 4 km de longitud hasta la nueva caverna de molienda, adyacente a la planta concentradora existente en el sector de Lagunitas.

El mineral molido, previo espesamiento en los espesadores existentes modificados, será transportado por la actual canaleta de relaves peraltada hasta el Tranque de Ovejería, donde se ubicará una nueva planta de Flotación Colectiva y Selectiva, en el sector de Huechún. El concentrado de cobre obtenido será transportado, a través de un concentraducto, hacia una nueva planta de filtros que estará ubicada en el sector de Montenegro, donde el concentrado será espesado y filtrado, para posteriormente ser transportado por ferrocarril y almacenado en Ventanas, para su posterior embarque. El concentrado de Molibdeno será ensacado para ser despachado y transportado, mediante el actual servicio de camiones, a diversos puntos de comercialización.

El relave que se genere del proceso será trasladado mediante una nueva canaleta, desde la Nueva Planta de Flotación hacia el actual tranque de relaves Ovejería.

En la figura siguiente se presentan las principales instalaciones que conforman el Proyecto.



Figura 5.6: Principales Instalaciones Proyecto Propuesto

El proyecto no deberá consumir nuevos recursos de agua fresca, ya que considera recircular el agua contenida en los relaves, razón por la cual se construirá en el tranque de relaves Ovejería un sistema de captación e impulsión de agua, desde la laguna del tranque hacia la Planta de Flotación y Planta de Molienda en Cordillera. También se considera la recuperación de agua en la planta de filtros de Montenegro, la cual será retornada al sistema de bombeo a Cordillera, para ser utilizada como agua de proceso.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de bloques general del proyecto propuesto.

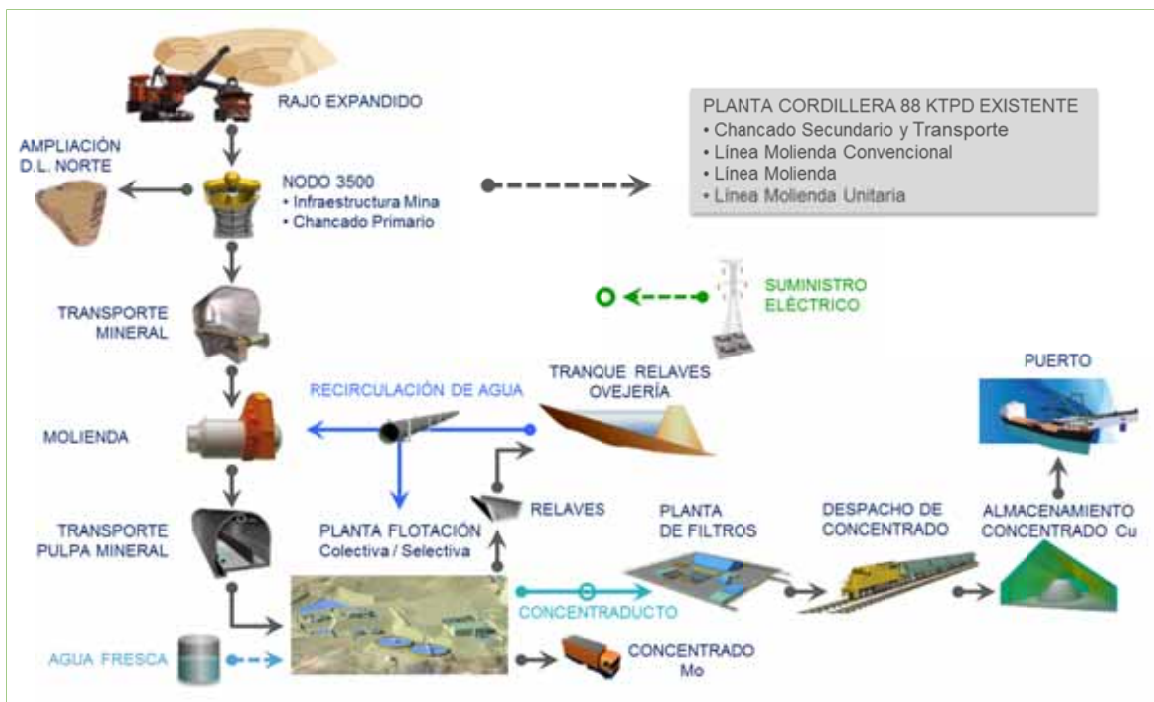


Figura 5.7: Diagrama de Bloques Proyecto Propuesto

Este proyecto se estima, generará un incremento de producción de Cobre fino en torno a las 130 mil toneladas al año.

Para el desarrollo de este proyecto se deben seguir tiempos estrechos (ver plan propuesto en capítulo 7.2.2), para asegurar sus aprobaciones, pero se cuenta con mucho material de ingenierías pasadas.

Esta conceptualización, posee un riesgo muy inferior al EA244, lo que facilitaría su materialización, con esto se entrega una opción de crecimiento real a la división.

Esta nueva propuesta sin embargo, al ser analizada en detalle, cuenta con 2 nuevos riesgos, los cuales se presentan a continuación:

1.- No asegurar Transporte hidráulico: Esto debido a que el transporte Hidráulico se vuelve el corazón del proyecto y línea crítica de la operación, por lo que existe un gran

riesgo de no poder asegurar el transporte de mineral por canaleta de relaves. Que si bien, la conceptualización considera malla igual o inferior a la actual, existe el riesgo del peraltamiento, ya que la canaleta actual ya posee un primer peraltamiento.

Por esto se propone en la siguiente etapa a modo de mitigación, realizar los siguientes estudios adicionales:

- Estudio transporte de concentrado y pulpa de mineral (reología canaleta, efecto del Ph en transporte de mineral)
- Estudio trazado de concentrado a Planta de Filtros
- Estudio peraltamiento y conexión de canaletas Pta. Flotación a canaletas existentes

2.- No alcanzar capacidad de tratamiento: Esto debido a la incapacidad de lograr los 365 días de operación en planta concentradora por falta de continuidad mina (invierno - abastecimiento de mineral) y por mantención y/o emergencia de canaletas de relaves.

Para lo que se propone como acción de mitigación realizar los siguientes estudios:

- Estudio alimentación de alimentación de StockRom a Chancado primario
- Estudio de Estrategia mantenimiento/ operación (SAG, nuevo transporte hidráulico, etc)

Esta nueva propuesta presenta los siguientes beneficios generales:

- Considerar aprendizaje del Proyecto EA 244.
- Reducción de impactos ambientales y sociales
- Mejora rentabilidad y el uso de los activos existentes de la división (utilización de túneles y canaleta existente - disminución de Capex).
- Reducción de riesgos de constructibilidad al no considerar construcción de túneles (disminución de variabilidad del Capex y de plazos).
- Reducción de riesgos del negocio (resiste a un menor precio de equilibrio).
- Mayor eficiencia Hídrica (se optimiza utilización de agua fresca).
- Reducción sustantiva del tamaño y la inversión del proyecto para su ejecución.

Y las siguientes mejoras en el área sustentabilidad:

- **Glaciares:** al tenerse una extracción de 140 ktpd, puede diseñarse un botadero de lastres en la cuenca del río Blanco, que no interfiera con el glaciar rocoso Los Milos. Se afectan glaciares de roca (15 hectáreas) solo dentro del rajo lo que no es posible de evitar en ningún plan minero que considere una extracción por sobre los valores actuales.
- **Envolvente de rajo:** la envolvente del rajo, o pit final, se circunscribe solo a la V Región, evitándose con ello los cuestionamientos de la comuna de Lo Barnechea.
- **Agua fresca:** la alternativa seleccionada es la que hace el mejor uso del agua recirculada, ya que no requiere de más agua fresca que la utilizada actualmente,

mientras que capacidades de tratamiento mayores, sí requieren el uso de agua fresca adicional.

- **Aguas de contacto:** al tenerse un botadero de lastre de menor tamaño, se disminuye el caudal de las aguas de contacto, haciendo más fácil su tratamiento antes de su devolución al río Blanco.
- **Infiltraciones del tranque:** todas las alternativas estudiadas reducen las infiltraciones del tranque, al incluir un sistema de recirculación de agua hacia la planta de procesos.
- **Muro del tranque:** todas las alternativas estudiadas reducen el tamaño del muro del tranque Ovejerías.
- **Bodega Concentrado en Ventanas:** es posible que la alternativa seleccionada, al combinar la capacidad de almacenamiento en la nueva planta de filtros de Montenegro, producto de la desaparición de la planta de Saladillo, y la construcción de la bodega de Andina en la División Ventanas, no requiera de una bodega adicional en este último lugar, lo cual elimina los cuestionamientos de la comunidad de Quintero.
- **No intervención de áreas vírgenes ni vegas andinas:** Al utilizarse la canaleta de relaves como elemento de transporte de pulpa de mineral y al construirse la nueva planta de flotación en la cuenca de Huechún, no será necesario intervenir áreas vírgenes precordilleranas, ni tampoco intervenir ni afectar vegas andinas. La excepción a lo anterior podrían ser las obras lineales como los tendidos de cañerías de agua recirculada y líneas eléctricas, sin embargo, en estos casos se trataría sólo de intervenciones menores al medio ambiente.

6. Conclusiones

Actualmente el escenario de desarrollo de la División Andina se sustenta en el proyecto EA 244, y donde el escenario base divisional corresponde a un plan a cierre al 2058 (PSD 2015), este plan requiere anticipar permisos ambientales que están cubiertos en el EIA asociado al proyecto de expansión Andina 244. El no contar con ellos de forma oportuna colocará en riesgo la continuidad operacional de la división, al entrar a cierre el Depósito de Lastre el año 2019. Por su parte el proyecto Andina 244, ha presentado complejidades tanto de índole de negocio como de su aprobación ambiental, atrasando significativamente su materialización e incluso haciéndola peligrar, producto de la actual situación económica. Este escenario incrementará el riesgo en el más breve plazo de la continuidad operacional de la división ya que en su concepción el proyecto incluyó proyectos menores que la soportan.

Dada la urgente necesidad para la División de contar con un escenario de desarrollo para aprovechar una de las mayores reservas de cobre del mundo, se conceptualiza una propuesta de desarrollo a través de un análisis de los riesgos y vulnerabilidades del actual escenario. Para esto se utilizó la metodología de Administración de Riesgos (Risk Management), con la cual se analizaron 4 dimensiones (ambiental-social, económica, plazos y tecnológica) el actual proyecto, y de las mitigaciones de los riesgos o vulnerabilidades, se conceptualizó un proyecto, el cual reduce considerablemente el riesgo de fracaso del proyecto, entregando así una alternativa con altas posibilidades de materialización, generada desde una etapa embrionaria del proyecto, la cual servirá de base para futuras etapas de estudio.

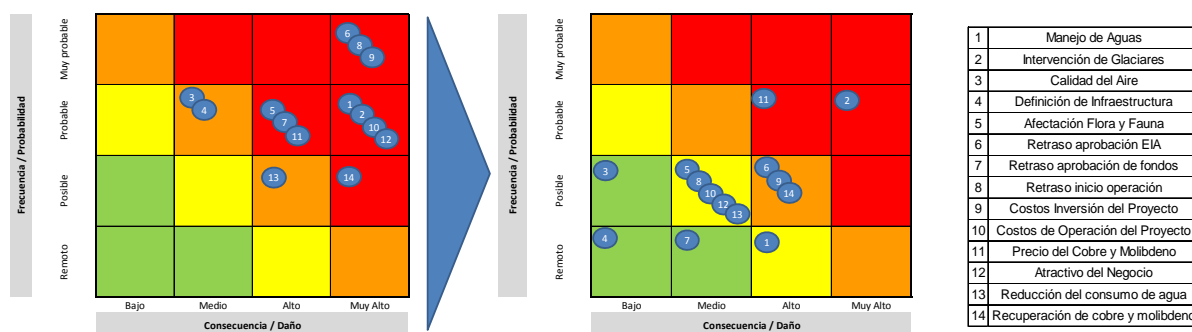


Figura 6.1: Análisis y Mitigación de riesgos claves del negocio

El análisis y mitigación de las 14 variables claves del negocio, se obtuvo como resultado una alternativa de desarrollo que tiene como sus principales beneficios:

- Considerar aprendizaje del Proyecto EA 244 y reaprovechamiento de ingenierías realizadas.
- Reducción de impactos ambientales y sociales.
- Mejora rentabilidad y el uso de los activos existentes de la división (utilización de túneles y canaleta existente - disminución de Capex considerable).
- Reducción de riesgos de constructibilidad al no considerar construcción de túneles (disminución de variabilidad del Capex y de plazos).
- Reducción de riesgos del negocio (resiste a un menor precio de equilibrio).

- Mayor eficiencia Hídrica (se optimiza utilización de agua fresca).
- Reducción sustantiva del tamaño y la inversión del proyecto para su ejecución.
- Continuidad operación y de desarrollo de la división (considera inicio de operación un año antes del proyecto EA244).
- Alternativa viable y de bajo riesgo, con altas probabilidades de materialización.

Si bien la conceptualización de resultado, que dio origen a una propuesta a analizar, la cual servirá como base para estudios posteriores, no nos puede asegurar su concreción, ya que aún mantiene 2 riesgos altos, tales como la intervención de glaciares (la cual se redujo considerablemente) y la volatilidad del precio del cobre y molibdeno, reduce considerablemente el riesgo general del caso de negocio. Generando así el objetivo buscado de una propuesta futura para el desarrollo de la División Andina, en cuanto a conceptos a utilizar en la futura ingeniería, la cual permite reducir los riesgos y vulnerabilidades del proyecto actual, aumentando así las probabilidades de materialización del desarrollo de la división.

Esta alternativa propuesta permitirá asegura la continuidad operacional de la división y la correcta utilización de las reservas disponibles, maximizando las utilidades, aumentando el retorno de la inversión, con una inversión muy inferior a la del proyecto EA244, aprovechando al máximo los actuales activos que la división hoy tiene, disminuyendo el riesgo por ciclos de precios por el largo periodo del desarrollo de un Mega proyecto como sus riesgos constructivos, logrando una curva de aprendizaje demostrando el control sobre los impactos ambientales (agua y glaciares) y que genere una mejora en la posición competitiva de costos y rentabilidad.

Al realizar una tabla comparativa obtenemos lo siguiente:

	Proyecto EA 244	Alternativa Propuesta
Producción Cu	350 kt Cu ✓	150 kt Cu
Capex	7.200 MUS\$	2.500 – 3.000 MUS\$ ✓
TIR	12%	14 - 19% ✓
Inicio Operación	2026	2023 ✓
Túneles	25 Km	0 Km ✓
Uso Agua Fresca	353 lt/s	0 lt/s ✓
Afectación Glaciares	37 há	5 há ✓
Áreas productiva	7	3 ✓
Riesgo Ambiental	Alto	Medio ✓

Figura 6.2: Tabla comparativa EA244 y Alternativa propuesta

De esto podemos concluir que la actual concepción y modo de generar proyectos, necesita una importante renovación, esto producto de los cambios sociales, el endurecimiento de las normas, legislación y regulación ambiental, falta de recursos (agua, energía eléctrica, etc.) y de la situación económica, con una fuerte tendencia a la baja del precio del cobre, lo que ha hecho y hará cada vez más difícil la concepción de nuevos proyectos, los cuales deberán pasar por fuertes filtros tanto sociales, ambientales y económicos. Esto ha generado que un gran número de proyectos mineros se detengan por problemas externos a los inversionistas.

Después de que se han sorteado los problemas externos, los dueños de proyectos tienen la necesidad imperiosa de ejecutarlos con la mayor celeridad que su programa de ejecución lo permita y cumplir con los objetivos que se han definido. Sin embargo, en esta etapa es cuando se presentan los problemas internos, que deben ser previstos oportunamente para mantenerlos bajo control.

Uno de los puntos clave en lo que se ha fracasado es en la definición de objetivos del proyecto, los cuales deben ser definidos en concordancia con los objetivos del negocio del dueño del proyecto. En esta definición se deben tomar en cuenta los intereses de todas las entidades a quienes importa el resultado del proyecto (stakeholders) tanto directamente (dueños, ingenieros, contratistas, subcontratistas, proveedores de equipos, etc.) como indirectamente (inversores externos, agencias o autoridades regulatorias, grupos de interés especial, público en general, sindicatos, autoridades de gobierno local, la comunidad, etc.).

Si bien años atrás bastaba con tener un proyecto atractivo económicamente y sin fallas técnicas fatales, esto ha cambiado, pero la forma de en la que generamos los proyectos no se ha actualizado, sin entender muchas veces los cambios que se han generado, tanto en el país como en el mundo en general, donde la oposición social juega un rol importante, tanto como la regulación ambiental. Esto la industria lo ha tenido que aprender con fuertes golpes, como lo que ha pasado con el proyecto Pascualama, Mina Invierno o el caso de la hidroeléctrica Hidro Aysen en Chile o Tia Maria o Congo en Perú.

Es por esto que nace la nueva necesidad de aprender de los errores, utilización de herramientas existentes que nos faciliten el entendimiento de nuestros errores, ya sea dentro de esta industria o en otras. Y entender que se deben generar proyectos exitosos desde su concepción, que entiendan estos puntos y lo integren de forma temprana en los proyectos, integrando además a todos los Stakeholders. Posiblemente no exista una receta para todos los proyectos, pero si es posible aprender de los errores que se han vivido y analizar la situación de otros proyectos, de modo de generar proyectos con bases sólidas y de alta viabilidad. Este cambio se debe generar hoy, ya que los bajos precios del cobre que hoy vivimos, no nos permiten seguir equivocándonos y la necesidad de aprovechar los recursos, y la necesidad de caja de las empresas nos obligan a generar proyectos de bajo riesgo y alta rentabilidad, con muy bajos márgenes de error y en tiempos acotados.

7. Bibliografía

1. 1137-PCF PEA 244 Rev P Final, Plan de Cierre Proyecto Fase II
2. Capítulo 14 API A13M412, Proyecto Expansión Andina 244. Rev. B.
3. EIA Proyecto Expansión Andina 244.
4. Expansión Andina 244. Rev. B
5. NCC24 Proyecto Expansión Andina 244. Rev. B.
6. NCC24 Versión 2, Procedimiento Aplicación
7. NCC24, Análisis de Riesgos en Materias de Sustentabilidad Para Inversiones de Capital de la Corporación, Rev. 2
8. Registro del Cierre de Faenas Mineras del proyecto.
9. SGSSO-01, Directriz Corporativa para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos en la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional
10. SIC-P-004, Estándar para Estudios de Factibilidad
11. SGP-GASP-EV-STD-001, Estándar informe capítulo 21 evaluación económica, Gerencia de Administración y Servicios a Proyectos
12. Comisión Chilena del Cobre - Ministerio de Desarrollo Social, Normas y procedimientos para la presentación de antecedentes de proyectos de inversión de CODELCO-Chile y de ENAMI para 2012-2013
13. Gerencia Corporativa Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos, SIC-M-004, Manual de evaluación económica
14. Gerencia Corporativa Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos, SIC-P-111, Procedimiento de conformación de van en proyectos
15. Gerencia Corporativa Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos, SIC-P-113, Procedimiento de evaluación del riesgo en proyectos
16. Gerencia de Estrategia y Evaluación de Proyectos SGP-GEEP-RI-MAN-001, Manual para la identificación y evaluación de riesgos económicos en proyectos
17. Gerencia de Estudios y Diseño Estratégico Vicepresidencia de Comercialización, Antecedentes económicos y comerciales para planificación 2013
18. A09M211 Factibilidad PNA Fase II.
19. SGP-GPC-CPR-GUI-002 - Guías Para La Estimación De Costos De Los Proyectos, Rev 0
20. SGP-GPC-CPR-GUI-006 - Modelo Informes De Costos Proyectos, Rev 0
21. SGP-GPC-CPR-GUI-010 - Formato Avance Programa De Proyecto, Rev 0

22. SGP-GPC-CPR-GUI-012 - Modelo Informe Avance De Programa Proyectos, Rev 0
23. SGP-GPC-CPR-GUI-013 - Gestión De Cambios - Formularios Para Estudios Y Proyectos, Rev 0
24. SGP-GPC-CPR-GUI-015 - Modelo Informe Semanales Proyectos, Rev 0
25. SGP-GPC-CPR-INS-001 - Determinación De La Contingencia Para Proyectos Y Estudios De La Vicepresidencia De Proyectos, Rev 2
26. SGP-GPC-CPR-INS-002 - Criterios De Medición De Avance Para Estudios Y Proyectos De La Vicepresidencia Corporativa De Proyectos, Rev 0
27. SGP-GPC-CPR-INS-003 - Estructura De Descomposición De Estudios Y Proyectos, Rev 7
28. SGP-GPC-CPR-INS-004 - Requerimientos De Programación Y Control En Estudios Y Proyectos Para Proveedores De Servicios De Ingeniería Y Construcción, Rev 0
29. SGP-GPC-CPR-MAN-001 - Mínimo Estándar Para Control De Proyectos Del Dueño, Rev 0
30. SGP-GPC-CPR-MES-002 - Mínimo Estándar Para Estimación De Costos En Proyectos, Rev 0
31. SGP-GPC-CPR-MES-006 - Mínimo Estándar Para Informes De Costos De Proyectos, Rev 0
32. SGP-GPC-CPR-MES-010 - Mínimo Estándar Avance Programa Proyecto, Rev 0
33. SGP-PYC-CPR-MES-004 - Mínimo Estándar Control De Costos Proyectos, Rev 0
34. SGP-PYC-CPR-MES-008 - Mínimo Estándar Programación De Proyectos, Rev 0
35. SIC-P-005 - Base de Estimación de Costos de Capital y Operación, Rev 0
36. SIC-P-007 - Estándar Plan de Ejecución del Proyecto , Rev 1