



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

**MODELO DE NEGOCIO PARA LA PRODUCCIÓN DE COBALTO A NIVEL DE
PERFIL EN EL PROYECTO DOMINGA**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS

MILTON EDUARDO ROJAS ZÚÑIGA

PROFESOR GUÍA:
ENRIQUE JOFRÉ ROJAS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
GERARDO DÍAS RODENAS
FERNANDO PORCILE VALENZUELA

SANTIAGO DE CHILE
2019

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA
OPTAR AL GRADO DE: Magister en
Gestión y Dirección de Empresas
POR: Milton Eduardo Rojas Zúñiga
FECHA: Octubre del 2019
PROFESOR GUIA: Enrique Jofré Rojas**

MODELO DE NEGOCIO PARA LA PRODUCCIÓN DE COBALTO A NIVEL DE PERFIL EN EL PROYECTO DOMINGA

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo construir y definir un modelo de negocio para la producción de cobalto a nivel de perfil a partir de los relaves generados de la futura planta de procesos del proyecto Dominga. Actualmente la empresa Andes Iron participa en el proceso de obtención de permisos ambientales. El proyecto se ubica en la cuarta región de Chile y considera procesar 95 ktpd de mineral para producir 12 MTMA de concentrado de hierro y 150.000 TMA de concentrado de cobre como subproducto.

El análisis del mercado pronostica un déficit de cobalto entre los años 2025 y 2028 que situará el precio en 46,5USD/Lb en el 2028 y de 33,3USD/Lb en el año 2035. La demanda se explica principalmente por los requerimientos de la industria de los vehículos eléctricos, quienes necesitan cobalto para la fabricación de baterías. Estudios efectuados por el SERNAGEOMIN realizados en el año 2017, confirman que las mayores concentraciones de este elemento se encuentran en los distritos asociados a la franja ferrífera de la tercera y cuarta región. Los análisis realizados en los minerales de Dominga presentan concentraciones de 130 ppm hasta un máximo de 445 ppm. El análisis de las alternativas tecnológicas determinó que el proceso Albión es el que mejor cumple con las expectativas técnicas, económicas, de mercado y ambientales. El modelo de negocio desarrollado, determinó que la propuesta de valor consiste en comercializar hidróxido de cobalto con un contenido de 45% de cobalto con bajo contenido de impurezas. El análisis de costos proyectó un CAPEX de MUSD 69 con un costo medio efectivo operacional de 9,1 US\$/Lb para los primeros años de operación y una producción promedio de 1.350 toneladas anuales de hidróxido de cobalto. La evaluación económica pronostica un VAN de MUSD 180 y una TIR de 39% a una tasa de descuento del 10% evaluado con precio de 40 USD/Lb de cobalto. En el análisis estratégico PESTEL, FODA y las cinco fuerzas de Porter no se observa mayores riesgos, no obstante se visualiza un riesgo moderado que podría ser alto por sustitución por reducción del uso de cobalto en baterías ion-litio. La revisión estratégica en cuatro dimensiones, indica que es necesario un análisis riguroso para así determinar la magnitud del riesgo por sustitución en la dimensión competitiva. En materia macroeconómica la situación nacional es estable, mientras que a nivel internacional se manifiesta incertidumbre comercial y un mercado de capitales restrictivo, por lo cual resultan atractivas las asociaciones estratégicas para sobrellevar estas condiciones y reducir los riesgos. La dimensión con enfoque en la previsión, indica que se requiere estar alerta a los usos de nuevas tecnologías y los aspectos ambientales de los proyectos mineros podrían transformarse en un riesgo mayor si no se maneja bien con las comunidades. Por cierto, la estrategia de valor compartido de Andes Iron es adecuada en esta etapa del proyecto principal, sin embargo debería ser reforzada en el corto plazo para consolidar la licencia social para operar.

A mi querida esposa Jocelyn y a mis hijos Tomás, Cristóbal y Gastón.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a mi Padre Celestial que me ha dado la posibilidad de continuar mis estudios; a mi esposa por su apoyo fiel en todos los aspectos de nuestra vida y a mis hijos por darme la motivación y el empuje para esforzarme en la realización de esta tesis. También quiero agradecer a Fernando Porcile, Hylda Rojas, Claudio Jacques, Yuri Parraguez, Melissa Espinoza, Marcelo Olivares, Alejandro Contreras y Pedro Ducci. Y a todos los profesores y amigos del MBA generación 2017.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos	2
1.3. Metodología	2
2. Antecedentes del Proyecto Dominga	3
2.1. Descripción del proyecto	3
2.2. Objetivo del Proyecto.....	4
2.3. Localización.....	4
2.4. Justificación de la localización.....	5
2.5. Superficies del Proyecto.....	6
2.6. Acceso área del Proyecto	6
2.7. Monto de la inversión.....	7
2.8. Mano de obra	8
2.9. Instalaciones y actividades del proyecto	8
2.10. Trabajo con comunidades y aspectos medios ambientales	9
3. Análisis estratégico	10
3.1. Análisis PESTEL.....	10
3.1.1. Político.....	10
3.1.2. Económico	11
3.1.3. Social	12
3.1.4. Tecnológico	13
3.1.5. Medio Ambiental	14
3.1.6. Legislativo	14
3.1.7. Síntesis del análisis PESTEL	15
3.2. Análisis FODA.....	16
3.2.1. Fortalezas	16
3.2.2. Oportunidades.....	16
3.2.3. Debilidades.....	17
3.2.4. Amenazas.....	17

3.2.5. Síntesis del Análisis FODA	18
3.3. Análisis de las cinco fuerzas de Porter	18
3.3.1. Poder de negociación de los clientes	18
3.3.2. Poder de negociación de los proveedores	18
3.3.3. Amenaza ingreso nuevos competidores.....	19
3.3.4. Amenaza de ingreso de productos sustitutos	19
3.3.5. Rivalidad entre competidores	20
3.3.6. Síntesis del Análisis de las cinco fuerzas de Porter	20
4. Análisis del mercado	20
4.1 Demanda	20
4.2. Oferta.....	24
4.2.1. Cadena de valor.....	25
4.2.2. Importaciones y exportaciones.....	26
4.2.3. Producción	28
4.3. Precio	28
5. Selección de alternativas de producción	29
5.1.1. POX	36
5.1.2. Biolixiviación	37
5.1.3. Albion.....	37
6. Estudio de Costos	39
6.1. Costo de Inversión.....	39
6.2. Costos de Operación	41
7. Evaluación Económica	42
7.1. Estimación de VAN y TIR.....	42
7.2. Análisis de sensibilidad por variación de precios	43
8. Análisis de riesgos y contingencias	43
8.2. Estudios Futuros	47
9. Modelo de Negocio	48
9.1. Segmentos de Mercado.....	48
9.2. Propuesta de Valor	48
9.3. Canales de distribución, venta y comunicaciones.....	49
9.4. Relaciones con los clientes	49
9.5. Fuentes de Ingresos.....	49

9.6. Recursos Claves	49
9.7. Actividades Claves	49
9.8. Asociaciones Claves	50
9.9. Estructura de Costos.....	50
9.10. Análisis Estratégico	51
9.11. Lienzo de Modelo de Negocios CANVAS (elaboración propia).....	52
10. Conclusión	53
11. Bibliografía.....	55
12. Anexos	58
Anexo A: Detalle de gastos de operación de planta de procesos.	59
Anexo B: Plan de producción y Flujo de Caja.....	60

Índice de Figuras

Figura 1. Localización general del proyecto.....	5
Figura 2. Accesos al proyecto.....	7
Figura 3. Tasa de desocupación en Chile (%).....	12
Figura 4. Uso de cobalto en batería de Ion – Litio (Corporate Presentation, 2019).	21
Figura 5. Participación de la demanda de Cobalto por aplicación, 2017 (CRU, 2018).	22
Figura 6. Participación de la demanda de Cobalto por región, 2017 (CRU, 2018).	22
Figura 7. Proyección de la demanda de cobalto en el periodo 2018- 2035 (ton de cobalto contenido), (CRU, 2018).	24
Figura 8. Producción Mundial de Cobalto 2007 a 2016e (elaboración propia).	24
Figura 9. Reservas de cobalto, 2008 al 2017 (x1.000 toneladas de cobalto contenido), (USGS, 2018).	25
Figura 10. Cadena de valor del Cobalto (CRU, 2018).....	26
Figura 11. Proyección de balance de mercado y precios en 2018-2035 (toneladas), (CRU, 2018).	29
Figura 12. Cinturones metalogénicos, tipos y distribución de los principales depósitos metálicos en Chile (Maksaev et al., 2007; Maksaev, 2001). Desde izquierda a derecha: Paleozoico; Cretácico Inferior; Cretácico Superior. Rectángulos rojos: regiones en las cuales, se conoce la ocurrencia de depósitos de Cobalto como mena principal, documentados desde extracciones pasadas y/o en las cuales el depósito principal pudiera ser evaluado por cobalto como sub producto (Potencial Recursos Cobalto Chile, 2017).	32
Figura 13. Ley de cobalto en yacimiento Dominga (elaboración propia).	33
Figura 14. Ley de cobalto en relaves del proceso de hierro (alim. a flot. rougher de cobre), (elaboración propia).	33
Figura 15. Puntos analizados en microfotografía de pirita cobaltífera – 50 um (SGS, 2014)	34
Figura 16. Puntos analizados en microfotografía de pirita cobaltífera – 80 um (SGS, 2014).	35
Figura 17. Diagrama de flujo simplificado del proceso Albion (elaboración propia).	38
Figura 18. Vista general de planta de proceso Albion (Planta Albion, 2019).	40
Figura 19. Curva de costo efectivo operativo promedio de la industria (Curva de costos, 2017).	42
Figura 20. Sensibilidad del VAN 10% de tasa de descuento (elaboración propia).	43
Figura 21. Los 10 principales riesgos de la industria minera (EY, 2019).	45

Índice de Tablas

Tabla 1. Superficies aproximadas que comprende el proyecto.	6
Tabla 2. Mano de Obra.....	8
Tabla 3. Importación de Concentrado de Cobalto (toneladas de concentrado), (CRU, 2018).	27
Tabla 4. Exportación de Concentrado de Cobalto (toneladas de concentrado), (CRU, 2018)	27
Tabla 5. Importación de hidróxido de cobalto/óxido de cobalto (toneladas de material), (CRU, 2018).	27
Tabla 6. Exportación de hidróxido de cobalto (toneladas de material), (CRU, 2018).	28
Tabla 7. Minerales comunes que contienen cobalto en depósitos económicos (Cobalt Institute, 2018).	30
Tabla 8. Tipos de depósitos y niveles de concentración de cobalto (Cobalt Institute, 2018).....	31
Tabla 9. Distribución normalizada de elementos por análisis SEM- 50um (SGS, 2014).....	34
Tabla 10. Distribución normalizada de elementos por análisis SEM- 80um.....	35
Tabla 11. Cuadro comparativo de tecnologías (elaboración propia).	38
Tabla 12. Costos de Inversión (elaboración propia).	40
Tabla 13. Costos de operación (elaboración propia).....	41
Tabla 14. Análisis Estratégico (elaboración propia).....	51

1. Introducción

1.1. Justificación

Actualmente, debido al avance de las tecnologías y a las regulaciones ambientales a nivel mundial se ha verificado una tendencia en la aplicación de la electromovilidad. Específicamente, el avance en el desarrollo de baterías de Ion-Litio, han permitido a la industria automotriz producir vehículos eléctricos, dejando atrás a los vehículos de combustión interna. Varios estudios indican que esta megatendencia será un hecho en los siguientes años y la oferta de vehículos eléctricos se verá incrementada en la medida que bajen los costos de producción y den como resultado precios asequibles a la gran mayoría de los consumidores, impulsando la demanda de los mismos. De acuerdo al Cobalt Development Institute (CDI), la demanda total de Cobalto, que hoy alcanza las 100.000 toneladas al año, debería crecer a 130.000 ton para el 2020, a una tasa de al menos 5% anual, por el uso de baterías, el cual representa el 50% del consumo mundial de cobalto y se proyecta que debería representar el 62% a fines de la década. Por otro lado, la oferta aumentará lentamente, sin embargo para los productores de estas materias primas, esto se traducirá en una gran oportunidad, ya que la escasez de estos elementos empujará su precio, haciendo más atractiva la venta de los mismos. En el año 2018 el precio promedio del Cobalto refinado se situó en 38,5 dólares la libra.

En Chile, los yacimientos del tipo IOCG (Iron Oxide Copper Gold) que se encuentran en la franja ferrífera cercanos a la cordillera de la costa, presentan contenidos de cobalto, que merecen ser estudiados bajo la perspectiva económica dado este nuevo escenario de precios.

El proyecto minero portuario Dominga, ubicado en la franja ferrífera que se localizará en la cuarta región, perteneciente a la empresa Andes Iron, producirá alrededor de 12 millones de toneladas de concentrado de hierro al año y alrededor de 150.000 toneladas anuales de concentrado de cobre como subproducto. El relave producido contiene cobalto que podría ser recuperado para producir cobalto en alguna de sus formas comerciales.

Sumado a lo anterior el proyecto considera el desafío de promover una nueva forma de hacer minería, de manera más responsable, inclusiva y transparente con la comunidad, respetando el medio ambiente en el sector que realizará las actividades productivas. Para ello, ha realizado un gran esfuerzo en desarrollar la base de propuesta social bajo el concepto de “valor compartido” que promueve la integración social a través de generar valor para los distintos “stakeholders”. Asimismo, teniendo en cuenta esta nueva forma de abordar los proyectos mineros en Chile el respeto por el medio ambiente y patrimonial considera la gestión integral desde la biodiversidad y su interacción con las personas. Por lo anterior se propone en esta tesis el diseño de un plan de negocio para la recuperación y producción de cobalto a nivel de perfil con el propósito agregar valor al proyecto Dominga.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar el modelo de negocio para la producción de cobalto a nivel de perfil y capturar el valor económico adicional para el proyecto Dominga.

1.2.2. Específicos

- Plantear un estudio de mercado y definir las tendencias en demanda, oferta y precio.
- Determinar el proceso productivo y las tecnologías involucradas.
- Determinar el valor económico del proyecto.
- Identificar los riesgos y contingencias.
- Construir el modelo de negocio.

1.3. Metodología

Para lograr los objetivos planteados, se procederá con la siguiente metodología:

1. Análisis estratégico.

Primeramente, se efectuará un análisis de las condiciones del medio externo e interno de industria mediante las metodologías PEST, FODA y las cinco fuerzas de Porter.

2. Estudio de mercado en la industria del Cobalto.

Se investigaran y analizaran las mejores fuentes información confiable respecto de la proyección de oferta, demanda y precios futuros en el mercado del cobalto.

3. Estudio y selección de la alternativa de producción.

Se revisarán las alternativas de procesos metalúrgicos adecuadas al tipo de mineral, que sean eficientes y con menos impacto hacia el medio ambiente.

4. Evaluación económica

Se estimara un el flujo de caja mediante la metodología de VAN/TIR y se efectuará un análisis de sensibilidad por precio.

5. Análisis de riesgos y contingencias

Se realizará el análisis de riesgos y contingencias considerando el contexto actual, el análisis de mercado, el análisis FODA y las 5 fuerzas de Porter. Luego este es resumido bajo la estructura recomendada por Osterwalder y Pigneur.

6. Diseño del modelo de negocio

Se desarrollará un modelo de negocio mediante la metodología CANVAS para apoyar la toma de decisiones de la compañía y se recomendará cómo continuar los estudios del proyecto.

2. Antecedentes del Proyecto Dominga

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto Minero Portuario Dominga consiste en el la extracción y procesamiento de hierro con cobre como subproducto, y abarca desde la extracción de mineral hasta el embarque de concentrado para comercialización, incluyendo todos los procesos e instalaciones asociadas.

El Proyecto se divide en tres sectores denominados Dominga, Lineal y Totoralillo; que comprenden la totalidad del proyecto:

- **Sector Dominga:** En este sector se encuentran las instalaciones asociadas a dos zonas de explotación minera a cielo abierto denominadas Rajo Norte y Rajo Sur, planta de procesos, un depósito de lastre y un depósito de relaves espesados, además de todas las obras e instalaciones auxiliares asociadas a estos procesos.
- **Sector Lineal:** En este sector se emplazarán dos acueductos (para envío de agua fresca desalinizada y agua recirculada desde el sector Totoralillo hasta el sector Dominga), un concentraducto (para envío del concentrado de hierro desde el sector Dominga hasta el sector Totoralillo), una línea de transmisión eléctrica de 66 kV y un camino de servicio.
- **Sector Totoralillo:** En este sector se emplazará la infraestructura asociada al sistema de espesado, filtrado, almacenamiento y embarque de concentrado de hierro, así como las obras para la captación, desalinización, impulsión de agua al sector Dominga y descarga de salmuera al mar.

El mineral extraído desde ambos rajos será transportado mediante camiones mineros al chancador primario o al acopio del mineral (stock mina) ubicado a un costado del rajo sur para ser enviado posteriormente al chancador.

Desde el chancador el material será enviado mediante una correa transportadora cerrada hacia la planta de procesos que se ubicará al este de la zona de explotación minera. Los rajos compartirán un depósito de lastre.

Una vez en la planta de procesos, el mineral pasará a la concentración magnética, que permitirá obtener concentrado de hierro, parte del relave de este proceso será enviado a etapas de flotación para obtener concentrado de cobre, el cuál será transportado a fundiciones nacionales o hacia el destino definido por un eventual comprador. El concentrado de hierro será enviado a través de un concentraducto hacia el sector Totalillo y desde este sector será embarcado hacia su destino final.

El relave generado en la planta de procesos se enviará a un segundo sistema de espesamiento a través de un relaveducto para luego efectuar su depositación final como relaves espesados.

Para abastecer las necesidades de agua del proyecto, se contempla una planta desalinizadora que estará ubicada en Totalillo Norte.

2.2. Objetivo del Proyecto

Producir y comercializar concentrado de hierro (Fe) como producto principal y concentrado de cobre (Cu) como subproducto, protegiendo el medio ambiente con el involucramiento de las comunidades desde su concepción.

2.3. Localización

El proyecto se emplaza en la región de Coquimbo, Provincia del Elqui, comuna de La Higuera, a 70 km, aproximadamente, al norte de La Serena.

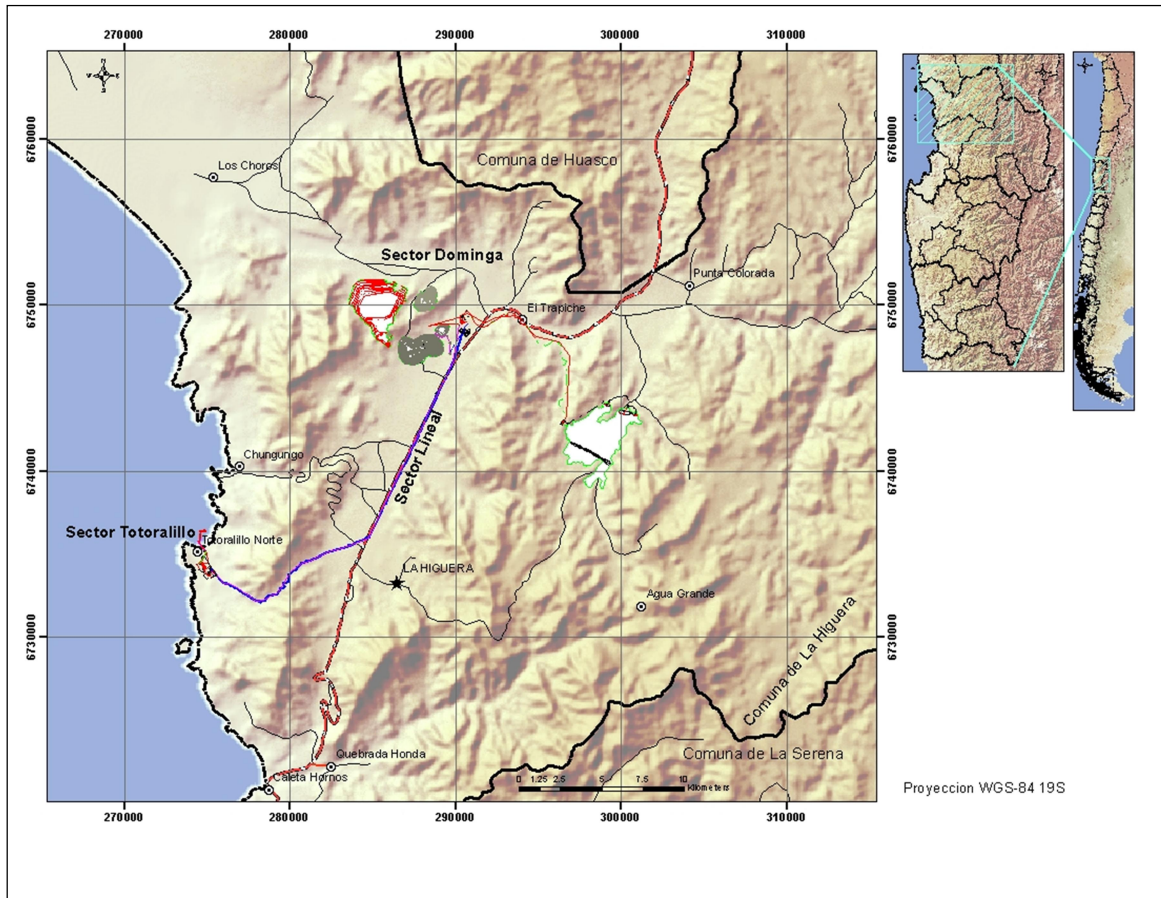


Figura 1. Localización general del proyecto.

2.4. Justificación de la localización

La localización del proyecto se justifica por la existencia de un cuerpo mineralizado cercano a la superficie con potencial técnico de ser extraído y procesado. Los sectores antes señalados se han definido considerando aspectos operacionales, medioambientales y económicos.

- **Sector Dominga:** su localización está intrínsecamente relacionada a la ubicación del yacimiento a explotar.

Respecto de la ubicación del depósito de relaves espesados, se realizó una evaluación de alternativas tomando en consideración, principalmente aspectos medioambientales.

- **Sector Lineal:** la definición del trazado de esta infraestructura se ha establecido en función de minimizar las interferencias topográficas, de infraestructura y el impacto al entorno, privilegiando áreas ya intervenidas.

Respecto de la ubicación del concentrado, se realizó una evaluación de alternativas tomando en consideración, principalmente aspectos medioambientales.

- **Sector Totalillo:** El sector cuenta con un área de explanada suficiente para recibir la infraestructura terrestre y marítima necesaria. Además, posee la batimetría adecuada para recibir naves de gran tamaño.

La configuración del muelle y otras instalaciones marítimas se diseñó de manera que no interfieran con áreas de manejo de recursos bentónicos ni concesiones de acuicultura. Además, se cuenta con una concesión marítima aprobada.

Respecto de las instalaciones terrestres y marítimas, se realizó una evaluación de alternativas tomando en consideración, principalmente aspectos medioambientales y sociales.

2.5. Superficies del Proyecto

La

Tabla 1. Superficies aproximadas que comprende el proyecto. indica la superficie de cada sector del Proyecto.

Sector	Superficie (ha)
Dominga	10.000
Lineal	160
Totalillo	210

Tabla 1. Superficies aproximadas que comprende el proyecto.

2.6. Acceso área del Proyecto

Al sector Dominga se accede por la ruta D-110 que empalma con la Ruta 5 aproximadamente en el km 547. Aproximadamente a 700 metros desde esta intersección, existirá un acceso a las instalaciones del Proyecto.

Al depósito de relaves espesados se accede por la Ruta 5 a través de la ruta D-137.

Al sector Totoralillo se accede a través de la ruta D-190 la cual empalma con la Ruta 5 a la altura del km 513 aproximadamente. No obstante, desde la Ruta 5 también existe la posibilidad de acceso al sector Totoralillo por la Ruta D-180 y enlazar al final de ésta con la ruta D-190, sin embargo, se evitará hacer uso de dicha ruta por temas de seguridad vial.

El sector Lineal está en un tramo (14 km aproximadamente) paralelo a la Ruta 5, este sector estará conectado a través de un camino de servicio que sigue el mismo trazado del concentraducto y acueductos entre los sectores Dominga y Totoralillo.



Figura 2. Accesos al proyecto.

2.7. Monto de la inversión

La materialización del Proyecto Dominga considera una inversión aproximada de USD 2.500 millones de dólares.

2.8. Mano de obra

La

Tabla 2. Mano de Obra.

muestra la dotación estimada de mano de obra a contratar para cada fase del Proyecto.

Etapas del Proyecto	Dotación Total
Construcción	9.800
Operación	1.450
Cierre	980

Tabla 2. Mano de Obra.

2.9. Instalaciones y actividades del proyecto

El proceso de obtención de concentrados de hierro y cobre se inicia con la extracción de material del rajo que comenzará con la preparación, perforación y carguío de los explosivos para la tronadura. Una vez realizada la detonación o tronadura, mediante palas de gran tonelaje se cargarán los camiones mineros que llevarán dicho material hasta el chancador⁽¹⁾, que disminuirá el tamaño del material extraído a granulometrías bajo 6 pulgadas, aproximadamente. El material estéril que se genere a raíz de la explotación de ambos rajos, será dispuesto en el depósito de lastre, el cual será único y común para ambos rajos.

Desde el chancador, el material será transportado mediante una correa transportadora cerrada que unirá el chancador con el stock pile desde donde se envía el mineral hacia el circuito de molienda HPGR (High pressure grinding rollers), hasta obtener un material con tamaño de partícula óptimo.

El material que haya adquirido la granulometría adecuada será enviado al proceso de concentración húmeda de hierro (Fe), que comprenderá tres etapas de concentración magnética de baja intensidad denominadas WLIMS⁽²⁾, una molienda primaria y secundaria y un deslamado intermedio en hidroseparador, obteniendo una pulpa de concentrado de hierro y relaves.

Parte de los relaves de la concentración de hierro se enviarán a una planta de concentración por flotación donde se obtendrá concentrado de cobre.

⁽¹⁾ El material también puede ser llevado al stock mina para posteriormente ser enviado al chancador.

⁽²⁾ WLIMS: siglas de Wet Low Intensity Magnetic Separator, separador magnético de baja intensidad húmedo

El relave final generado en las etapas antes descritas será enviado a unidades de espesamiento para obtener un relave con una concentración de sólidos aproximadamente del 68% para su depositación como relave espesado. Por su parte, el agua recuperada desde los relaves, será retornada al proceso.

La pulpa de concentrado de hierro, con un 65% de sólidos y una ley de 67% de hierro, será conducida a través de un concentraducto hacia el sector Totoralillo dónde será sometida a un proceso de espesamiento y una etapa de filtrado, para obtener un concentrado de hierro magnético o Pellet Feed, con humedad de 8 a 9%.

Después del filtrado, el concentrado de hierro será enviado mediante correas transportadoras cerradas a un sector de acopio, para luego ser embarcado en el terminal de embarque.

El agua recuperada de las etapas de espesamiento y filtrado será enviada a una piscina de recuperación de agua de proceso, para luego retornar al sector Dominga a través de un acueducto.

Para abastecer las necesidades de agua del proyecto, se contempla una planta desalinizadora que estará ubicada en Totoralillo Norte.

A continuación se describen las principales instalaciones y actividades del proyecto en forma secuencial respecto al proceso productivo.

2.10. Trabajo con comunidades y aspectos medios ambientales

Dominga propone una nueva forma de hacer compañía. En la base de su propuesta social, reconoce que todos los habitantes de la comuna de La Higuera tienen derecho a recibir parte de los beneficios de la explotación del mineral y que estos recursos deben generar "valor compartido". Es decir, que permitan financiar proyectos que beneficien a la comunidad, multipliquen los recursos de los habitantes de la comuna y contribuyan a la cohesión social, promoviendo el desarrollo sostenible e inclusivo de los habitantes de la comuna de La Higuera.

En octubre de 2016, la comunidad de La Higuera junto a Dominga firmaron un Acuerdo Marco, donde se reconocen como socios, en una relación horizontal y transparente, para trabajar juntos por el desarrollo integral de la comuna (Acuerdo Marco, 2018).

Para lograr los acuerdos y concretar los beneficio hacia la comunidad se ha trabajado con dirigentes representantes de la comuna de la higuera los cuales están organizados en 8 mesas territoriales correspondiente a las localidades de Caleta Los Choros, Chungungo, La Higuera, Los Choros, Llano de los Choros, Punta Colorada, Punta de

Choros, El Trapiche y con las mesas temáticas que incluye a los Agricultores y Olivicultores, Crianceros, Jóvenes, Pescadores y Mineros.

El Acuerdo Marco busca el desarrollo integral de la comuna de La Higuera para contribuir a mejorar la calidad de vida. Con la firma del Acuerdo se ponen en marcha los tres primeros proyectos de desarrollo ya comprometidos de manera colectiva, cuyo diseño y planificación será resultado del trabajo de las mesas: 1) Proyecto de gestión hídrica integrada 2) Proyecto de educación, capacitación y empleo 3) Proyecto de apoyo a sectores productivos.

En el Acuerdo hay un compromiso de la comunidad de La Higuera y Dominga para cuidar juntos el medioambiente, con énfasis en la reserva marina, áreas de manejo de recursos bentónicos, áreas de pastoreo, calidad del aire, flora y fauna terrestre. Para lograrlo, las mesas, mediante una comisión especial, definirán un sistema de monitoreo participativo del medioambiente. Este compromiso se suma al estricto cumplimiento de las medidas que ha propuesto Dominga en su Estudio de Impacto Ambiental.

Análisis estratégico

3. Análisis estratégico

3.1. Análisis PESTEL

3.1.1. Político

Dentro del contexto político se puede afirmar que según el índice de la percepción de la corrupción del año 2017 (CPI) que reporta la organización internacional de transparencia, Chile se ubica en el lugar N°27 mundial con 180 países. Ahora, si revisamos los resultados para los países de la OECD, Chile se sitúa el puesto N°21 de un total de 35 países que la componen. Asimismo, en el área de las Américas Chile se sitúa en el quinto lugar después de Canadá, Estados Unidos, Uruguay y Barbados. Por último entre los años 2016, 2017 y 2018, no se presentó un cambio significativo en los puntajes de CPI (66-67 puntos), manifestando una tendencia estable (CORRUPTION PERCEPTIONS INDEX 2018).

Un dato relevante a considerar es que el año 2013 ocupábamos el cuarto lugar de los países más atractivos para invertir en exploración minera según el Instituto Fraser y actualmente en el año 2018 nos situamos en el lugar 39 (FRASER INSTITUTE, 2018).

Los principales objetivos y medidas del programa del actual gobierno 2018-2022 que tienen por fin revitalizar el sector minero son los siguientes:

- Posicionar al sector minero como un motor de recuperación del crecimiento económico y la generación de empleo.
- Reducir la incertidumbre regulatoria mediante reglas claras y estables.
- Abordar desafíos futuros en desarrollo, innovación y competitividad.

- Desarrollar una minería más sustentable ambientalmente e inclusiva socialmente.
- Modernizar la institucionalidad para la minería.
- Codelco del Siglo XXI.

Hacia finales de este año 2018, si bien las medidas en que se ha avanzado han sido las relacionadas con el fortalecimiento del ministerio de minería, con su plan de atraer inversión extranjera para potenciar la fabricación de baterías litio-cobalto en Chile (PORTAL MINERO, 2019); la promoción de instalar infraestructura compartida entre proyectos mineros, con es el caso del proyecto minero nueva unión entre Golcorp y Teck. Pero hasta ahora el gobierno no ha realizado cambios sustanciales en las medidas indicadas anteriormente. Además, no se percibe agilidad en las funciones de las instituciones que estudian los proyectos y entregan los permisos para su ejecución.

3.1.2. Económico

Chile es el país latino americano que ha manifestado un rápido crecimiento y disminución de la pobreza desde un nivel del 26% al 7,9% entre los años 2000 y 2015. Su crecimiento económico entre el 2014 y el 2017 se desaceleró medido como porcentaje de cambio interanual del PIB (Estudios Económicos de la OCDE, Chile 2018) cifra debido a la disminución del precio del cobre que se tradujo en una reducción de la inversión privada y las exportaciones (BANCO MUNDIAL, 2018).

En el primer semestre del año 2018 ha manifestado un repunte en el crecimiento del PIB de un 4,8% que se explica por la expansión del consumo, el crecimiento de la inversión privada, impulsado por salarios más altos, bajas tasas de interés y mayor confianza empresarial. El sector industrial creció en el mismo periodo, dado por el alza del precio del cobre y la producción minera.

El déficit del gasto fiscal llegó a un nivel del 2,7% en el año 2017 y se espera que con la recuperación económica y la aplicación de la política una fiscal contra cíclica se debiera reducir el déficit a una meta del 2,0% en el año 2018.

El gobierno estima que el crecimiento de PIB alcance un 4% a finales del 2018 y que para el 2020 sea de 3,3%. Esta disminución se debe principalmente a la proyección de bajo crecimiento mundial, estancamiento del precio del cobre y el ajuste de política monetaria y fiscal de Chile (BANCO MUNDIAL, 2018).

La inflación anual del IPC en los últimos cuatro años ha variado entre valores de 4% a 2%, marcando una tendencia en los dos últimos años hacia el 3% (IPC, 2018).

Según el reporte de “Riesgo regional para hacer negocios 2018” del World economic Forum, señala que los principales riesgos que se hallan en Chile están relacionados con las catástrofes naturales, migración involuntaria a gran escala, profunda inestabilidad social y crisis del recurso agua.

3.1.3. Social

El índice de calidad de gobierno que se mide desde 0 a 1, muestra una valoración de 0,75, mostrando un alto nivel, que está por sobre el promedio de calidad de gobierno de américa latina y el caribe (0,44). Por otro lado, las estadísticas del año 2016 muestran un bajo nivel de confianza (20%) en la administración nacional, debida principalmente a la percepción de la desigualdad de oportunidades en la población. Respecto al índice de políticas anticorrupción Chile alcanza una valoración de 9,0 dentro de un rango de 1 a 10, siendo 5,12 para américa latina y el caribe y de 9,91 para los países de la OCDE, a pesar de estos, el 82% de los chilenos señalaron que la corrupción está extendida en el país.

El clima social indica el gasto en aspectos sociales en la educación son mayores sin embargo se mantiene alta la desigualdad.

En el año 2015 el gasto en educación terciaria represento un 2% del PIB alcanzando el cuarto lugar en de los países de la OCDE, sin embargo el gasto en educación vocacional es de 0,3% del PIB, siendo este inferior al de la OCDE de 0,5%. Durante los años 2010 al 2016, Chile experimentó un incremento neto de casi 1 millón de empleos, que significó un aumento del 14% a través de todos los sectores de la economía. Actualmente, desde mediados del año 2018, la tendencia general indica un descenso de la tasa de desocupación total tendiendo a menos de 7% (Encuesta nacional de empleo, 2018).

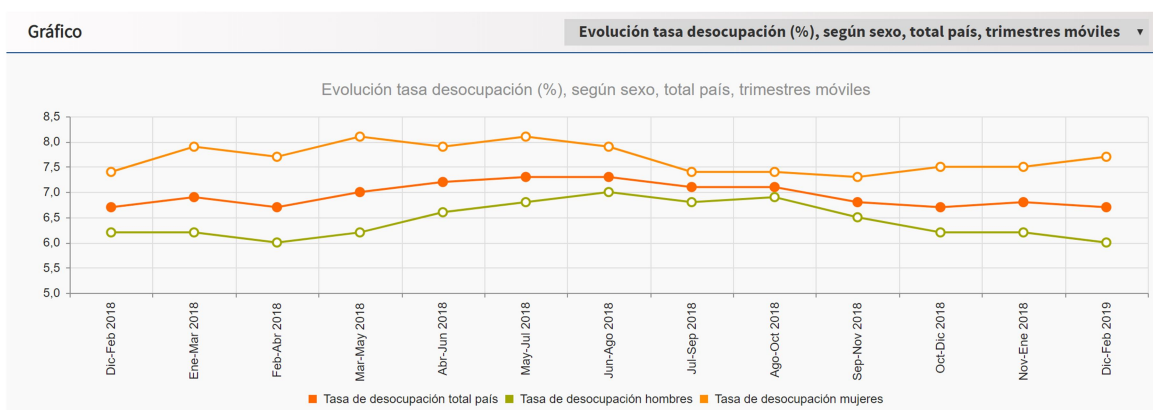


Figura 3. Tasa de desocupación en Chile (%).

En el año 2014 se experimentó un aumento del 30% de valor agregado en las exportaciones, dado por las actividades de fabricación nacional en 2014, siendo este similar a Alemania, China, Corea y Japón (PERSPECTIVAS ECONÓMICAS DE AMERICA LATINA, 2018).

3.1.4. Tecnológico

Aspectos destacados del “Cuadro de indicadores de ciencia, tecnología e industria de la OCDE 2017”.

La transformación digital: Chile Ciencia, innovación y la revolución digital.

Durante los años 2010 al 2016 dentro de los países de la OCDE, Chile experimentó un incremento de 8 veces en la adopción más rápida de suscripciones por habitante de banda ancha móvil, siendo solo superado Brasil, la República Popular China, la República Checa y México. Además, en Chile el 75% de los hogares urbanos cuenta con conexión de banda ancha, sin embargo en los hogares rurales esta alcanza un 56%. Asimismo, entre los años 2009 y 2017, la cantidad de personas con edades entre 16 y 74 años en Chile que usan internet se duplicó que utilizan Internet un 78%; la brecha digital entre viejos y jóvenes es alta: las personas de 16 a 24 años (98%) casi todas usan Internet y por el contrario las de 55 a 74 años solo alcanza el 41%. El promedio de la OCDE del 63%.

Transformación digital.

- En 2015, alrededor del 20% de los graduados de educación terciaria en Chile se especializaron en ciencias naturales, ingeniería y TIC; las mujeres representaron el 18% de los graduados en estos campos (promedio de la OCDE 31%).
- El trabajo medio en Chile tuvo una intensidad de tareas de TIC relativamente baja en 2015, menos de la mitad de la intensidad de un trabajo promedio en Noruega.

Innovación hoy – Actuar

- Los indicadores experimentales sobre la movilidad internacional de los autores científicos, basados en datos bibliométricos, muestran que Chile se ha vuelto cada vez más atractivo para los autores científicos internacionales, lo que resulta en un ingreso neto de alrededor de 1330 autores entre 2002 y 2016.
- En Chile, alrededor de 1 de cada mil personas en el empleo es un investigador, en comparación con 2005 (0,9), pero por debajo del promedio de la OCDE de 8

investigadores por cada mil trabajadores; El gasto interno bruto en I + D es el más bajo de la OCDE, con un 0,38% del PIB (promedio de la OCDE del 2,4%).

- Aunque la financiación gubernamental y el apoyo fiscal para la I + D siguen siendo relativamente bajos, en 2015, el 0,02% del PIB, el apoyo fiscal que pueden recibir las empresas por cada unidad monetaria adicional gastada en I + D en 2017 es significativamente mayor en Chile que en la mayoría de los demás países de la OCDE; de 2008 a 2015, la proporción de apoyo a la I + D en forma de incentivos fiscales aumentó del 1% al 31%, (HIGHLIGHTS FROM THE OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY SCOREBOARD 2017 -THE DIGITAL TRANSFORMATION: CHILE).

3.1.5. Medio Ambiental

En ámbito ambiental Chile posee un sistema de evaluación de impacto ambiental para todos los proyectos de inversión que lo dirige el servicio de evaluación ambiental “SEA” que pertenece al ministerio de medio ambiente. Su misión principal es “contribuir al desarrollo sustentable, la preservación y conservación de los recursos naturales y la calidad de vida de los habitantes del país”. La principal ley que regula los aspectos ambientales es ley N° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente. También existe la ley Ley N° 19.253 que establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la corporación nacional de desarrollo indígena.

Chile está suscrito al convenio 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, el cual obliga esencialmente a realizar un procesos de consulta para lograr acuerdos o consentimientos; define a las tierras como territorio y otorga derechos a los pueblos a participar en el uso, administración y conservación de los recursos naturales dentro de sus tierras y a participar en los beneficios. Este convenio entró en vigencia a partir de septiembre del año 2009 y en septiembre de este año el presidente de la republica deberá decidir si ratifica el convenio o se retira de él.

A nivel internacional el desempeño en el área ambiental de cada país se puede revisar según el índice de desempeño ambiental o “Environmental Performance Index” (EPI), que lo publica la universidad Yale cada año y sirve como herramienta para evaluar a 180 países en 24 indicadores de desempeño en diez categorías temáticas relacionadas a la salud ambiental y la vitalidad del ecosistema. Chile el año 2018 calificó en el lugar 84, siendo este valor muy bajo respecto de otros como Argentina, Brasil, Perú, Uruguay y Colombia, manifestando una gran debilidad respecto de los principales países de Sudamérica.

3.1.6. Legislativo

Desde el punto de vista de previsión social, cada trabajador está obligado a aportar el 10% de remuneración al sistema de previsión social que es administrado por las

administradoras de fondo de pensiones (AFP). Asimismo, las instituciones denominadas “ISAPRES” y “FONASA” son entidades encargadas de financiar las atenciones y beneficios de salud. Para ello, cada trabajador debe aportar el 7% de su remuneración para el sistema de salud.

En Chile la ley 20.730, regula el lobby con el fin de hacer transparente las gestiones que tengan interés particulares de las personas ante las autoridades y funcionarios. Esta ley obliga a estos últimos a registrar y publicar las reuniones y audiencias solicitadas por lobistas y gestores de intereses particulares; como también los viajes que realicen en el ejercicio de sus funciones y regalos que reciban.

Desde el punto de vista comercial, Chile ha suscrito 26 acuerdos comerciales con 63 mercados. Estos mercados representan el 86,3% del PIB de todo el mundo y el 64% de la población mundial (Acuerdos Comerciales, 2018). Chile es un país con una tradición en mantener muy buenas relaciones comerciales con los países que ha suscrito acuerdos desde la vuelta a la democracia en el año 1990.

La ley 20.780 contempló en su artículo 9, la derogación del DL 600 de 1974, estatuto de la inversión extranjera a contar del 1 de enero del 2016. Desde esa fecha el comité de inversiones extranjeras no podrá celebrar nuevos contratos de inversión extranjera. La ley 20.848 reemplazó al comité de inversiones extranjeras encargado de los contratos con inversionistas foráneos, por una “Agencia de Promoción”, destinada a incentivar inversiones en los sectores estratégicos.

En el ámbito de la legislación de la gestión territorial en Chile es débil y esta se relaciona mayormente con los aspectos de urbanismo y construcción por que a futuro se podrían presentar complicaciones en el ámbito minero al igual que la ley de glaciares (Pizarro C. Nelson, 2018).

3.1.7. Síntesis del análisis PESTEL

Según el análisis se indica que Chile es un país con una muy buena estabilidad económica y política para invertir, especialmente en los proyectos mineros, no obstante se debe poner énfasis en las reales oportunidades en el aspecto social, ya que se manifiesta una gran desigualdad de oportunidades, aunque la tasa de desocupación se mantiene en un nivel del 7%, la calidad de los trabajos formales debe mejorar. Además, en el ámbito tecnológico si bien Chile ha avanzado bastante en esta área los esfuerzos de ampliar la inserción de tecnologías no ha sido suficiente, especialmente en la promoción e incentivo de creación y desarrollo de la fuerza laboral relacionada con las TIC y en I + D. Esto último tendrá un aspecto fundamental en la productividad. En el área ambiental, Chile cuenta con leyes de protección y conservación del medio ambiente, sin embargo el índice de desempeño ambiental califica a Chile en un nivel

bajo respecto de varios países de Latinoamérica, indicando que existe trabajo por hacer en esta área. Por último, en el ámbito legislativo, Chile posee solidas leyes sociales y ha implementado leyes para resguardar la transparencia en las gestiones con las instituciones. También cuenta con amplios acuerdos comerciales con varios países que promueven la apertura a los mercados y por el contrario también implica mayor exposición.

Por otro lado, los temas relevantes que se avecinan son la legislación de “Gestion territorial” y la “Ley de Glaciales” que si no se conducen y definen bien podrían complicar la ejecución de los nuevos proyectos mineros.

3.2. Análisis FODA

3.2.1. Fortalezas

- Estructura organizacional liviana que se adapta a los imprevistos.
- Dueños del proyecto cuenta con acceso a financiamiento.
- Dueños del proyecto cuenta con capacidades para el desarrollo de negocios.
- Equipo de procesos con alta competencia para gestionar estudios tecnicos en profundidad.
- Amplio trabajo en conjunto con las comunidades cercanas respaldado por un acuerdo marco.
- Alto respeto y compromiso con el medio ambiente y el patrimonio.
- Alto rendimiento económico del proyecto principal.
- Ubicación geografica de proyecto principal y secundario cercano a la costa con acceso directo a ruta autopista principal, acceso a puerto en Coquimbo y cercania a linea de transmisión principal de energia electrica y centro urbano (cuidad de la Serena-Coquimbo).

3.2.2. Oportunidades

- Positiva proyección económica mundial de los commodities.
- Alta tasa de crecimiento de mercado e industria de EV a nivel mundial.
- Proyección auspiciosa del precio del cobalto a nivel mundial.

- Alta estabilidad política y fiscal en Chile relativa a sudamerica.
- Agenda política de actual gobierno pro-inversión minera.
- País con cultura minera y proveedores instalados en Chile con mano de obra calificada.
- Posibilidad de concretar alianza con empresas automotrices o fabricantes de baterías.
- Tecnologías disponibles para recuperar cobalto como subproducto.

3.2.3. Debilidades

- País sísmico, pero con altos estándares de construcción.
- Falta de estructura organizacional y de gestión de carácter minero.
- Falta de permisos ambientales para ejecutar el proyecto principal.
- Ausencia de posicionamiento en el mercado.
- Legaña de fábricas productoras de baterías (China /Europa).
- Falta de conocimiento profundo de los clientes.

3.2.4. Amenazas

- Competidores externos posicionados en el mercado podrían instalarse en Chile.
- Competidores internos podrían instalarse en Chile.
- Poco conocimiento de los competidores.
- Posible introducción de elementos sustitutos (por ejemplo: grafeno).
- Alta volatilidad del precio del cobalto antes de estabilizarse la industria de la electromovilidad.
- Si el proyecto principal no se concreta difícilmente se podría ejecutar el proyecto de producción de cobalto.
- Rechazo de las comunidades de proyecto de producción de cobalto.

3.2.5. Síntesis del Análisis FODA

El análisis muestra que se cuenta con fortalezas relacionadas con las habilidades de concretar negocios, conseguir financiamiento y contar con una estructura organizacional liviana adaptada a los imprevistos y con altas competencias en el área de procesos, como también muestra un modelo de negocio con fuerte componente en los aspectos ambientales y comunitarios, respaldado con un acuerdo marco. La alta rentabilidad del proyecto principal y las ventajas comparativas respecto a otros proyectos que se desarrollan a más altitud geográfica potencia las fortalezas. El escenario económico mundial es favorable para los commodities, especialmente en el mercado del cobalto y localmente Chile posee cultura minera y una alta estabilidad política, fiscal con apertura a las inversiones del actual gobierno. Así también existen tecnologías adecuadas para la producción de cobalto y es un escenario favorable para concretar vínculos con empresas fabricantes de automóviles y baterías. Las debilidades se encuentran en que el proyecto principal no cuenta con los permisos ambientales y que la empresa aún no se ha conformado como compañía minera en toda la cadena de valor. Además, carece de un posicionamiento en el mercado y del conocimiento profundo de los clientes los cuales se encuentran mayormente en Asia y Europa lo que incrementa los costos de transporte. Finalmente, las amenazas están asociadas al posible rechazo por parte de las comunidades al proyecto de cobalto; al establecimiento de competidores, la entrada de elementos sustitutos y alta volatilidad del precio del cobalto en el mercado, por lo que el costo de producción debería ser un aspecto fundamental a estudiar en este proyecto.

3.3. Análisis de las cinco fuerzas de Porter

3.3.1. Poder de negociación de los clientes

Dado que este mercado no tiene una gran madurez y los clientes que compran cobalto son diversos y no están representados por un ente que ejerza una posición de poder en el mercado, por lo tanto su poder de negociación es débil. Por otro lado, en el presente escenario los compradores de cobalto para baterías eléctricas tienen un débil poder de negociación debido a que manifiestan hoy en día una alta demanda, sin embargo con el tiempo podrían incrementar su poder de negociación ante una posible disminución del requerimiento de cobalto en baterías u presentarse una sustitución brusca de este elemento.

3.3.2. Poder de negociación de los proveedores

La condición habitual en los mercados de commodities es que los grandes productores manifiestan un poder de negociación alto frente a los proveedores, pero cuando en el mercado se presenta una escasez de insumos, materiales y servicios, esta condición de poder se traspasa a los proveedores. Tal es el caso de Chile, el cual representa esta condición típica en la industria del cobre, lo cual es similar en el caso del cobalto. En el caso de las minas de la RDC los proveedores ejercen una condición favorable de poder

de negociación por la lejanía de dichas operaciones. En el caso de Chile, el poder de negociación de los proveedores es moderado.

Específicamente los principales insumos que influyen en los costos para la planta de cobalto son el suministro de energía eléctrica, ácido sulfúrico, cal, medios de molienda y oxígeno, de los cuales el precio del ácido sulfúrico tendría una tendencia a la baja en el largo plazo (Mercado chileno del ácido sulfúrico, 2018).

3.3.3. Amenaza ingreso nuevos competidores

Desde el punto de vista mundial, el mercado del cobalto está principalmente asociado a las operaciones de producción de cobre y níquel, ya que es un subproducto. Se pronostica que exista una sobre oferta de níquel, dado que han entrado varios proyectos que iniciaron sus operaciones en la mitad del década del 2000, por lo que será más difícil que nuevas operaciones ingresen ante este escenario. Por otro lado, se proyecta que nuevas operaciones se localicen donde hay mayor abundancia a nivel mundial de cobre-cobalto, que se hayan en la RDC la cual posee el 50% y si agregamos que invertir en este país significa asumir varios riesgos, que se traducen en barreras para el ingreso de nuevos competidores en el mercado.

En el caso de Chile, si bien existen recursos de cobalto identificados principalmente en la franja ferrífera, los posibles competidores deberán abordar los proyectos de producción de cobalto como subproducto, similar a los de la RDC, pero desde la perspectiva de producir hierro y cobre como productos principales, por tanto esto conlleva también una barrera asociada a la naturaleza de los depósitos, pero con menos limitantes que en la RDC.

3.3.4. Amenaza de ingreso de productos sustitutos

Debido al incremento del precio del cobalto por motivo del uso de este en la fabricación de baterías, es que están trabajando en reducir su aplicación e incluso prescindir de él. Esto produciría una reducción considerable de su demanda.

En el caso del uso metalúrgico del cobalto con nuevas formulaciones, esta industria tarda bastante tiempo en consolidar el uso en estas aplicaciones, por lo que no representa una amenaza en el corto y mediano plazo.

Una amenaza real que podría presentarse es el caso del desarrollo de las baterías de grafeno en España, que promete varias ventajas respecto de la batería ion-Li. Si este tipo de tecnología avanza y se consolida, podría ser un gran riesgo para los productores de cobalto (GRABAT, 2018).

3.3.5. Rivalidad entre competidores

Glencore domina el mercado del cobalto por la gran producción de sus operaciones en RDC, Australia y Canadá y se proyecta que sea mayor por aumento de producción de su mina de Katanga en RDC. Además, dado que mayormente el cobalto es un subproducto las compañías ponen más énfasis en su producción principal la cual es cobre y níquel.

Por último, como se proyecta un déficit de cobalto debido a la alta demanda, especialmente en el sector EV, no se vislumbra un escenario competitivo entre los productores.

3.3.6. Síntesis del Análisis de las cinco fuerzas de Porter

Según el análisis se aprecia en general un nivel de riesgos bajos a moderados en los 5 aspectos, siendo el más riesgoso el que ingrese un producto sustituto al cobalto para la o disminución del uso de este en la fabricación de baterías.

4. Análisis del mercado

4.1 Demanda

Existen dos tipos de demanda de cobalto, sin embargo en ambos casos no son para fabricar productos finales de elevado contenido de elemento. Por lo general se utiliza en porcentajes menores en componentes o productos finales.

Metalúrgicos: el cobalto debido a su resistencia mecánica, a la corrosión, resistencia a altas temperaturas y al desgaste, es utilizado en superaleaciones, acero rápido, herramientas con superficies duras, componente de carburo, diamantes y imanes.

Químicos no metalúrgicos: Su aplicación mayor es en las baterías de ion litio de dispositivos electrónicos en forma de óxido de cobalto, y también se usa en la fabricación de baterías de vehículos eléctricos en forma de sulfato de cobalto.

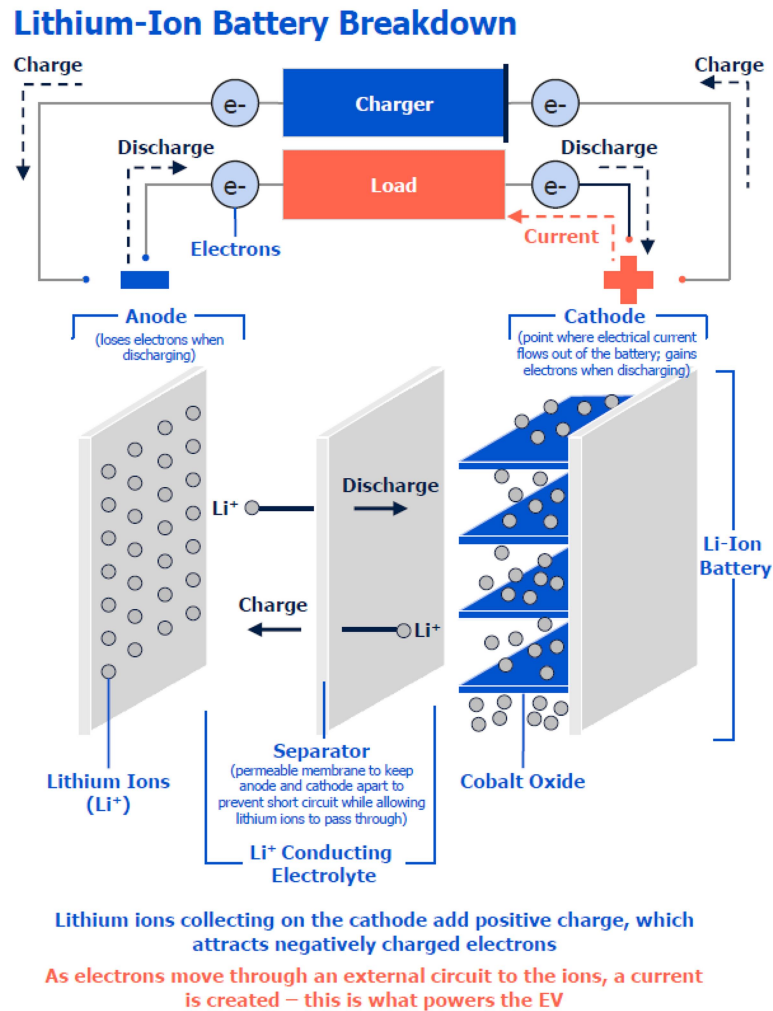


Figura 4. Uso de cobalto en batería de Ion – Litio (Corporate Presentation, 2019).

En el año 2004, la demanda de cobalto químico supero a la demanda de cobalto metalúrgico. En el año 2017, la industria de las aleaciones metalúrgicas consume el 35% y de ese porcentaje el 46,1% lo usa la industria de las superaleaciones. Por otro lado, la industria del cobalto químico consume el 65% y dentro de ese el 76,2% la industria de las baterías.

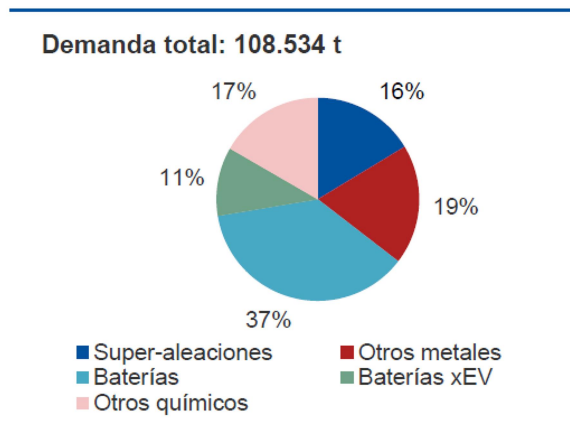


Figura 5. Participación de la demanda de Cobalto por aplicación, 2017 (CRU, 2018).

La demanda mundial en el año 2017 está dominada por china la cual alcanza el 47%, lo sigue con 27% el resto de Asia. Mas a tras lo sigue Norteamérica y Europa occidental.

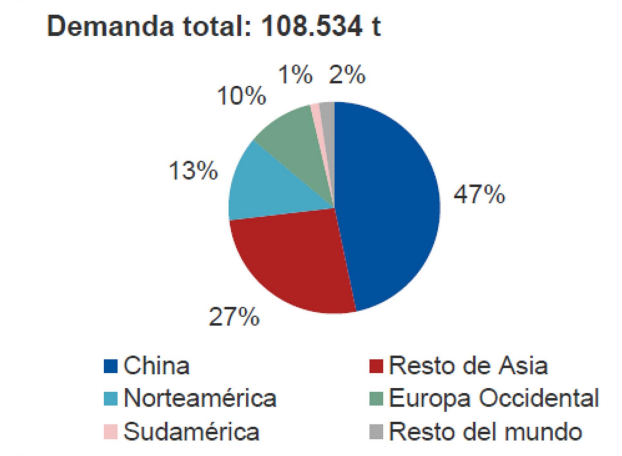


Figura 6. Participación de la demanda de Cobalto por región, 2017 (CRU, 2018).

Entre los años 2008 al 2017, la demanda de cobalto creció a una TCAC (tasas de crecimiento a anual compuesta) de 7,7%, por usos de las baterías ion litio para dispositivos electrónicos portátiles. Ahora, la segunda ola de aumento de la demanda será impulsada por las baterías para automóviles eléctricos (EV). Los mayores productores de esas baterías y vehículos están en China, Corea y Japón. Cada auto eléctrico que usa estas baterías contiene 6kg de cobalto en promedio. China es el país, que lidera la intensidad de uso de este metal.

Los principales productos demandados por los clientes son los siguientes:

Cobalto: El cobalto en su forma metálica, la mercancía que se ha comercializado en la Bolsa de Metales de Londres (LME) en un mínimo de 99.3% de pureza de Cobalto, metal de alta calidad (no comercializado en la LME) se define como un mínimo de 99.8% de pureza de Cobalto.

Concentrado de cobalto: Un concentrado de Cobalto del 6-10% que se deriva directamente de los minerales que contienen cobalto, extraído través de la minería y el procesamiento primario de la trituración, molienda y flotación o lixiviación.

Sulfato de cobalto: Un producto de cobalto refinado que generalmente contiene 20.5% de Cobalto y se puede usar para varios mercados finales, pero generalmente entrará en la cadena de suministro de la batería de iones de litio.

Hidróxido de cobalto: material de alimentación de cobalto generalmente producido en el sitio de la mina como parte del procesamiento primario de minerales de cobalto. Forma cristalina de cobalto insoluble en agua, típicamente alrededor del 60% de cobalto en base seca.

Sal de cobalto: cobalto en forma de sal, comúnmente cristalino. Las sales de cobalto utilizadas con mayor frecuencia para las baterías de ión litio son el sulfato de cobalto y el cloruro de cobalto.

Producto químico de cobalto: se refiere a cualquier producto de cobalto refinado que se encuentre en forma química (no metálica).
(Rawles Caspar, 2018).

Según el análisis realizado por CRU se espera un incremento a una TCAC de 10,2% de la demanda de China en el periodo 2018 al 2035 y en Asia de 7,9 % en el mismo periodo.

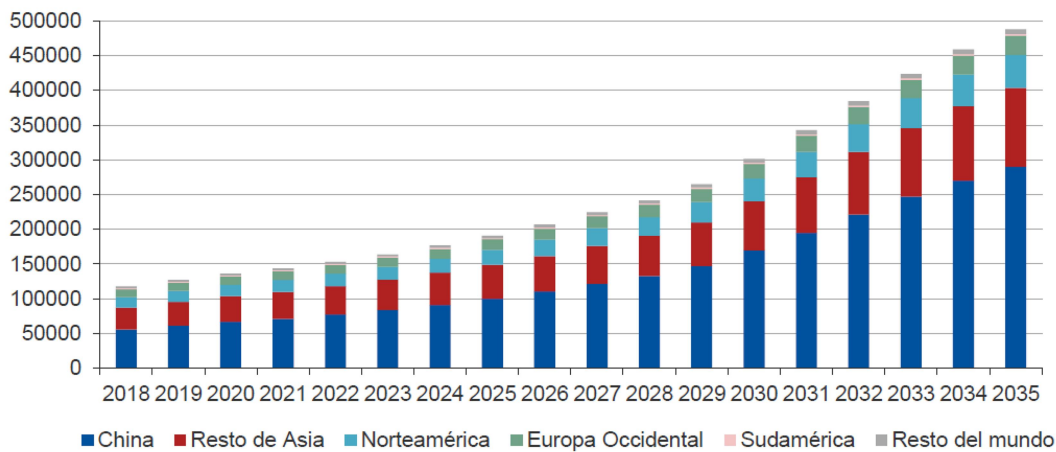


Figura 7. Proyección de la demanda de cobalto en el periodo 2018- 2035 (ton de cobalto contenido), (CRU, 2018).

4.2. Oferta

El mayor productor de cobalto es el Congo que produce aproximadamente la mitad de toda la producción mundial. La producción mundial de Cobalto hacia el año 2016 se ha incrementado en un 88% aprox. con respecto al año 2007, mientras que el Congo ha aumentado su participación en la producción desde 39% a 54% en el mismo periodo.

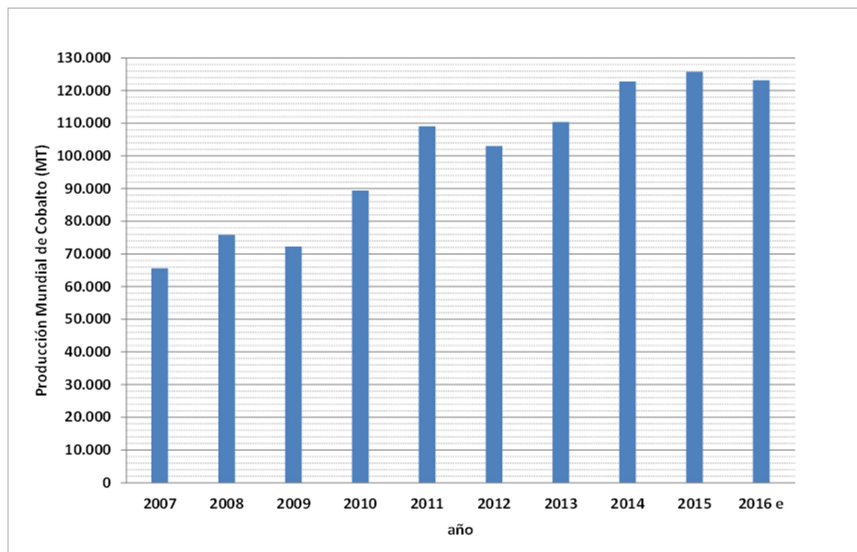


Figura 8. Producción Mundial de Cobalto 2007 a 2016e (elaboración propia).

Los recursos de cobalto mundiales identificados por la SSGS son alrededor de 25 millones de toneladas. La gran mayoría de estos recursos se encuentran en depósitos de cobre estratiformes alojados en sedimentos en el Congo (Kinshasa) y Zambia; Depósitos de laterita que contienen níquel en Australia y los países insulares cercanos y cuba; y depósitos de sulfuro de níquel y cobre magmáticos alojados en rocas máficas y ultramáficas en Australia, Canadá, Rusia y los Estados Unidos. Además, se han identificado más de 120 millones de toneladas de recursos de cobalto en nódulos y costras de manganeso en el suelo de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Las reserva total mundial informada se han mantenido relativamente constate a pesar del producción de cada país.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Rep. Dem. Congo	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.500	0,3%
Australia	1.500	1.500	1.400	1.400	1.200	1.000	1.100	1.100	1.000	1.200	-2,4%
Cuba	1.000	500	500	500	500	500	500	500	500	500	-7,4%
Filipinas	-	-	-	-	-	-	270	250	290	280	
Zambia	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	0,0%
Canadá	120	120	150	130	140	260	250	240	270	250	8,5%
Rusia	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	0,0%
Madagascar	-	-	-	-	-	-	-	130	130	150	
Papúa Nueva Guinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	
Sudáfrica	-	-	-	-	-	-	32	31	29	29	
EEUU	33	33	33	33	33	36	37	23	21	23	-3,9%
Brasil	29	29	89	87	89	89	85	78	-	-	
China	72	72	80	80	80	80	80	80	80	-	
Marruecos	20	20	20	20	20	18	-	-	-	-	
Nueva Caledonia	230	230	370	370	370	200	200	200	64	-	
Otros países	180	180	740	990	1,100	1,100	750	610	690	560	13,4%
Total mundial	7.104	6.604	7.302	7.530	7.452	7.203	7.224	7.162	6.994	7.063	-0,1%
<i>% cambio anual</i>		-7%	11%	3%	-1%	-3%	0%	-1%	-2%	1%	

Figura 9. Reservas de cobalto, 2008 al 2017 (x1.000 toneladas de cobalto contenido), (USGS, 2018).

Los países que concentran las reservas son Congo y Australia con valores superiores a mil millones de toneladas. La RDC constituye casi la mitad de las reservas de cobalto del mundo.

4.2.1. Cadena de valor

Además de los productos finales de superaleaciones, diamantes sintéticos, aceros rápidos - herramientas con superficies duras e imanes que se podrían producir a partir del procesamiento de minerales en las operaciones mineras, también se podrían producir productos intermedios para su comercialización y producción final en la industria de las baterías, como lo son el concentrado de cobalto, hidróxido de cobalto, concentrados de cobre-cobalto y "Alliage blanc" (aleación Co/Cu). Estas refinerías exigen bajos niveles de impurezas (Fe, Mn, Na, K, Ca, Mg, Si).

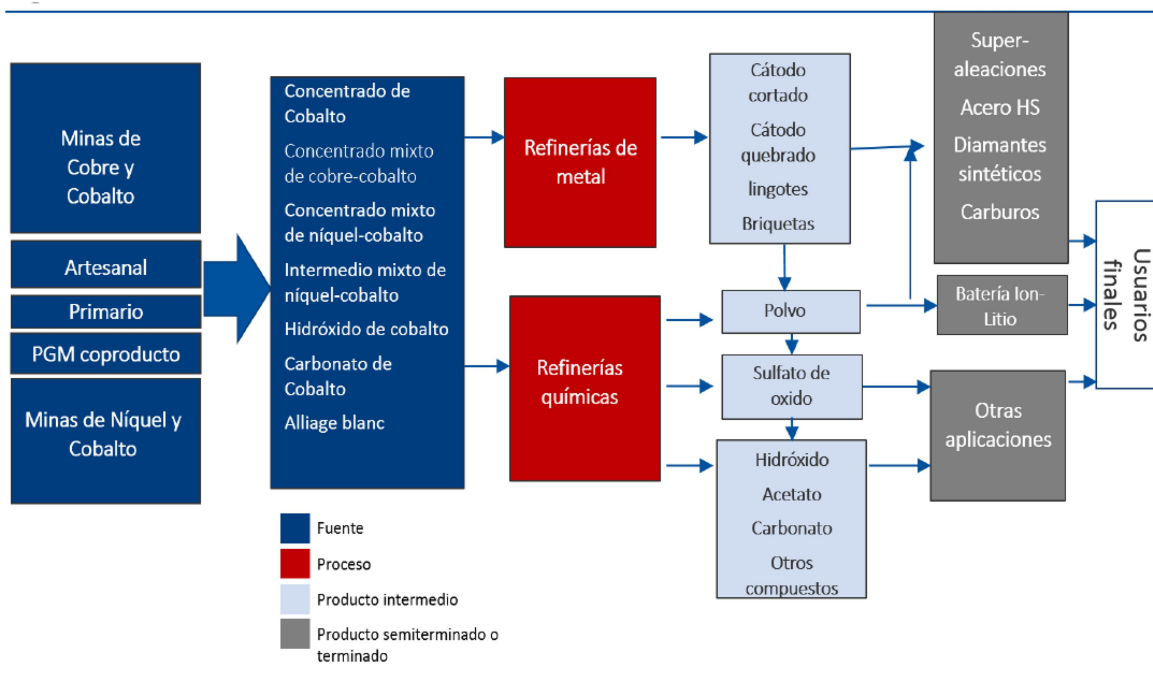


Figura 10. Cadena de valor del Cobalto (CRU, 2018).

4.2.2. Importaciones y exportaciones

Para visualizar de manera clara cuales son los flujos de cada país que importa y exporta cobalto, asumiremos la naturaleza de “commodity” del cobalto y revisaremos el comportamiento a nivel global no importando la procedencia.

Los productos de cobalto comercializados más comunes son el sulfato de cobalto y el hidróxido de cobalto. Los concentrados tienen entre 4 a 5 % de cobalto, mientras que los hidróxidos tienen entre un 20 a 40%. Las importaciones de cobalto desde China han caído bastante desde el año 2008, por motivo de que el mercado prefiere productos de mayor ley para así transportar menos peso. En los últimos años se ve claramente en los últimos años esta disminución de las importaciones de China como manifestación de que las mineras y refinadoras están prefiriendo los hidróxidos. Esta forma es ideal para su comercialización.

La mayoría de las importaciones de concentrado de cobalto se dirigen a China y la mayoría de las exportaciones provienen de la RDC. En las siguientes tablas se aprecia la disminución de las transacciones de cobalto en forma de concentrado de cobalto.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	254.534	283.164	350.027	348.490	176.340	179.803	191.603	227.662	149.274	100.859	-9,8%
Finlandia	26.500	15.173	9.868	8.995	3.743	5.352	3.236	1.744	1.442	1.693	-26,3%
Taiwán	-	-	-	-	-	-	-	239	2	247	-
Sudáfrica	9	117	95	366	151	254	487	434	84	62	24,1%
España	10	1	-	20	2	-	7	58	112	115	31,2%
Resto del mundo	12.219	8.927	9.188	11.346	4.608	2.966	4.239	4.438	704	365	-32,3%
Total mundial	293.272	307.382	369.178	369.217	184.843	188.374	199.573	234.575	151.618	103.341	-10,9%
<i>% cambio anual</i>		4,8%	20,1%	0,0%	-49,9%	1,9%	5,9%	17,5%	-35,4%	-31,8%	

Tabla 3. Importación de Concentrado de Cobalto (toneladas de concentrado), (CRU, 2018).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
RDC	227.560	252.172	321.998	324.354	166.437	177.289	188.577	224.812	132.695	99.868	-8,7%
Austria	584	407	820	1.094	1.011	702	1.351	1.744	1.442	1.689	12,5%
Tanzania	550	582	0	84	13	-	22	1.018	5.273	286	-7,0%
Irán	-	17	192	15	-	2	-	239	-	247	n/a
Países Bajos	289	425	97	90	140	40	24	319	497	238	-2,1%
Resto del mundo	64.290	53.988	46.638	44.046	21.247	10.746	10.396	6.520	11.934	944	-37,4%
Total mundial	293.272	307.592	369.745	369.683	188.849	188.780	200.369	234.653	151.840	103.272	-10,9%
<i>% cambio anual</i>		4,9%	20,2%	0,0%	-48,9%	0,0%	6,1%	17,1%	-35,3%	-32,0%	

Tabla 4. Exportación de Concentrado de Cobalto (toneladas de concentrado), (CRU, 2018)

El hidróxido de cobalto en comparación con el concentrado de cobalto, es ideal para su comercialización.

La codificación en el sistema armonizado (HS) para el comercio de hidróxido es 282200, que incluye también al óxido de cobalto, que es usado en la fabricación de baterías de litio.

Los países de Asia oriental lideran la importación de hidróxido y óxido de cobalto.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Corea del Sur	6.767	4.100	5.695	7.971	11.232	14.908	14.174	11.483	12.943	10.083	4,5%
España	1.085	1.034	1.528	1.837	1.941	2.042	1.881	2.204	2.769	2.971	11,8%
China	478	1.265	877	455	1.136	371	399	533	388	2.431	19,8%
EEUU	1.111	1.462	2.011	2.592	2.351	2.404	2.400	1.751	1.962	2.115	7,4%
Japón	1.437	866	1.200	409	1.448	1.248	1.058	895	941	1.205	-1,9%
Resto del mundo	5.596	10.618	7.945	11.120	15.641	8.307	21.366	6.683	5.610	6.071	0,9%
Total mundial	16.474	19.345	19.255	24.384	33.749	29.280	41.278	23.549	24.613	24.877	4,7%
<i>% cambio anual</i>		17,4%	-0,5%	26,6%	38,4%	-13,2%	41,0%	-42,9%	4,5%	1,1%	

Tabla 5. Importación de hidróxido de cobalto/óxido de cobalto (toneladas de material), (CRU, 2018).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	3.159	1.591	3.569	3.872	6.018	9.401	9.640	7.735	9.850	8.392	11,5%
Reino Unido	798	890	1.268	821	1.178	1.492	1.432	1.152	1.257	1.240	5,0%
Taiwán	1.147	816	1.028	847	436	565	476	419	401	388	-11,4%
Italia	235	141	206	225	187	389	422	139	333	343	4,3%
Japón	1.365	742	524	505	480	379	471	495	635	301	-15,5%
Resto del mundo	2.284	2.290	1.882	2.462	4.196	1.746	2.194	835	971	1.703	-3,2%
Total mundial	8.988	6.470	8.477	8.732	12.495	13.973	14.635	10.774	13.447	12.366	3,6%
<i>% cambio anual</i>		-28,0%	31,0%	3,0%	43,1%	11,8%	4,7%	-26,4%	24,8%	-8,0%	

Tabla 6. Exportación de hidróxido de cobalto (toneladas de material), (CRU, 2018).

4.2.3. Producción

La mayoría de la producción de cobalto de minas de la RDC es un subproducto, una eventual caída en el precio de cobre o el níquel podría llevar a suspensiones en las minas y cierres de las refinerías, de este modo impactando la producción de cobalto. Además, en un débil escenario mercado del cobre/níquel podría también impactar la capacidad para desarrollar nuevas minas.

El déficit de cobalto en el mercado en estos últimos años, lo ha causado el re-desarrollo del proyecto Katanga de Glencore. Ellos, temporalmente cerraron el proyecto cobre cobalto para renovar sus operaciones mineras, modificando el proceso de producción de cobalto desde cobalto metálico a hidróxido de cobalto para abastecer a las fábricas de baterías, por lo que no se espera que vuelvan al proceso de producción de cobalto metálico.

Se espera que entre el 2018 y el 2035% la tasa de producción de cobalto crezca a una TCAC de 5,9%, por motivo de las nuevas operaciones de níquel en Brasil y el incremento de producción de cobre en Zambia.

4.3. Precio

El precio de cobalto manifiesta por lo general una alta volatilidad debido a las interrupciones de suministro desde las minas que tienen este subproducto.

CRU proyecta que para el año 2018 la demanda de cobalto aumentará de 118.000 toneladas a 488.000 aproximadamente en el año 2035. A corto plazo se proyecta que el balance entre oferta y demanda tendrá un déficit entre los años 2025 y 2028, pero la tendencia general es que el precio seguirá en aumento por la falta de metal spot y por motivo de la falta de capacidad funcional de las refinerías. Hacia el mediano plazo, también se provee un incremento de precio, debido principalmente a que comprarán bastante cobalto de manera temprana, anticipándose a los procesos de producción de

vehículos y baterías. Adicionalmente, distintos agentes financieros utilizan instrumentos financieros de cobalto para aprovechar futuras alzas de precios.

La proyección de CRU en el largo plazo considera suministro de cobalto reciclado impulsado por la proyección de déficit entre el año 2025 a al 2028, estimando precio máximo de 46,5 US/lb alrededor del año 2028 que luego caerá a 33,3 USD/lb aproximadamente en el 2035.

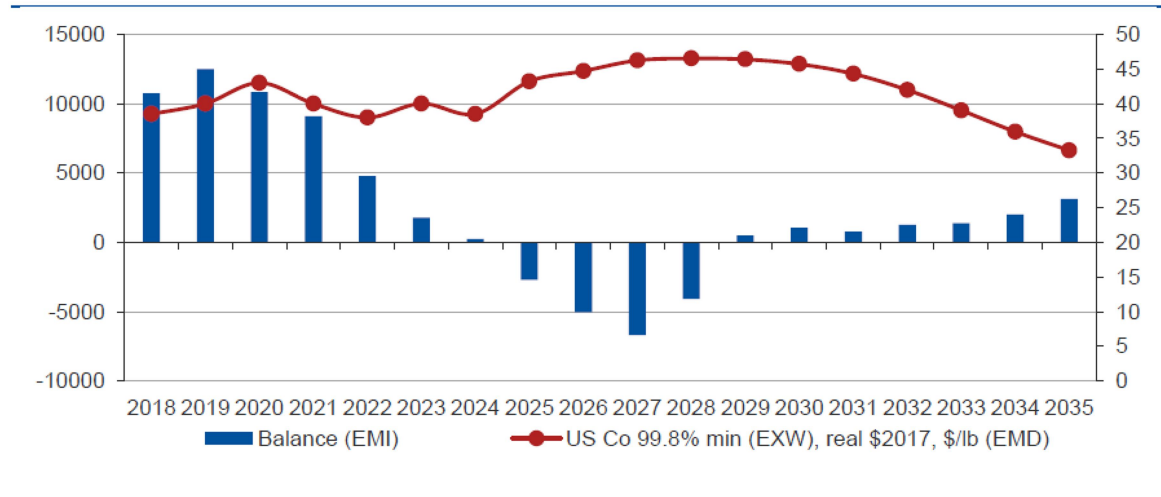


Figura 11. Proyección de balance de mercado y precios en 2018-2035 (toneladas), (CRU, 2018).

5. Selección de alternativas de producción

En el mundo existen variada formas de producir cobalto, dicha forma está relacionada con variables dependientes de la condición en que se encuentre en la naturaleza como por ejemplo especie mineralógica que lo contenga, nivel de concentración y distribución en el depósito.

Existen más de 30 minerales que contienen cobalto y también puede estar presentes en menores concentraciones o lo contienen como sustituto de otros elementos en la estructura molecular. Los grupos de minerales más comunes en que están presentes son los sulfuros, sulfosales, arseniuros y óxidos (ver Tabla 1).

En general, el cobalto no se encuentra en concentraciones significativas en minerales formadores de rocas. Sin embargo, se puede encontrar en concentraciones económicas en olivino, espinela y cloruro en depósitos lateríticos e hidrotérmicos (los depósitos hidrotermales ocurren donde los minerales se concentran por el movimiento de fluidos calientes).

Name	Group	Formula	Example deposits
Erythrite	Arsenate	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Daniel Mine, Germany; Bou Azzer, Morocco
Skutterudite	Arsenide	$(\text{Co},\text{Ni})\text{As}_3$	Skutterud Mines, Norway; Bou Azzer, Morocco
Cobaltite	Sulphosalt	CoAsS	Sudbury, Canada; Broken Hill, NSW, Australia
Carrollite	Sulphide	$\text{Cu}(\text{Co},\text{Ni})_2\text{S}_4$	Chambishi, Copperbelt, Zambia; Carroll County MD, USA
Linnaeite	Sulphide	CoCo_2S_4	Bou Azzer, Morocco; Norilsk, Russia
Asbolite (Asbolane)	Oxide	$\text{Ni}_{0.3}\text{Co}_{0.1}\text{Ca}_{0.1}\text{Mn}^{2+}_{1.5}(\text{OH})_2 \cdot 0.6(\text{H}_2\text{O})$	Koniambo Massif, New Caledonia

Tabla 7. Minerales comunes que contienen cobalto en depósitos económicos (Cobalt Institute, 2018).

A nivel mundial la mayoría de las veces el cobalto se encuentra presente como subproducto de la recuperación de otros elementos, principalmente níquel y cobre. Por otro lado, también los podemos encontrar en el lecho marino, dentro de nódulos de manganeso y costras enriquecidas de cobalto, sin embargo estos depósitos no son comerciales actualmente.

Los principales depósitos que contienen cobalto son los tipos Sedimentos alojados; Hidrotermal y volcánogénico; Sulfuro magmático; Lateritas y Nódulos de manganeso y costras ricas en cobalto (ver tabla 2). La ley promedio de estos depósitos comerciales se encuentra alrededor de 0,125% de cobalto.

Deposit type	Genetic process of formation	Typical economic grades	Major examples
Sediment hosted	Diagenetic processes in near-shore or saline lagoon environment convert sea water sulphates to sulphides and concentrate metallic elements sourced from sediments.	0.1-0.4%	Tenke Fungurume, Democratic Republic of Congo; Mt Isa, Australia
Hydrothermal and volcanogenic	Precipitation of minerals from hydrothermal fluids passing through the host rock.	0.1%	Bou Azzer, Morocco; Keretti, Finland
Magmatic sulphide	An immiscible liquid sulphide phase is concentrated in magmas. This phase preferentially collects and concentrates metallic elements such as cobalt.	0.1%	Norilsk, Russia; Sudbury, Ontario, Canada; Kambalda, Australia
Laterite	Tropical weathering causes the breakdown of cobalt silicates and sulphides in ultramafic bodies causing cobalt to become enriched in residual weathered rocks.	0.05-0.15%	Koniambo Massif, New Caledonia
Manganese nodules and cobalt-rich crusts	Ferromanganese oxide concretions on the sea floor become enriched in cobalt by extraction from sea water and pore fluids from muds.	Up to 2.5%	None currently economic

Tabla 8. Tipos de depósitos y niveles de concentración de cobalto (Cobalt Institute, 2018).

A nivel nacional, el catastro actualizado del año 2017 “Potencial de Exploración y Explotación de Recursos Minerales de Cobalto en Chile” dirigido por Corfo identifican zonas con potencial de recursos de cobalto señala que las mayores concentraciones de cobalto se encuentran en la tercera y cuarta región de Chile.

Dicho estudio también señala que la distribución de la mineralización de Cobalto en Chile, se encuentra emplazada principalmente en la franja ferrífera, en yacimientos de edad paleozoica hospedados en rocas metamórficas, intrusivas, de origen volcánico, además de rocas sedimentarias de edad Cretácico Inferior.

Geográficamente se ubican a lo largo de la cordillera de la costa, entre las regiones de Atacama y Coquimbo y corresponden a un ambiente de arco volcánico. Estos se encuentran hospedados en el sistema de Falla de Atacama.

El estudio se refiere a la importancia de los depósitos como sigue: “Los principales tipos de depósitos en los cuales se puede evaluar un potencial de cobalto como subproducto son los yacimientos del tipo IOCG, seguidos por los IOA”, ver figura 12.

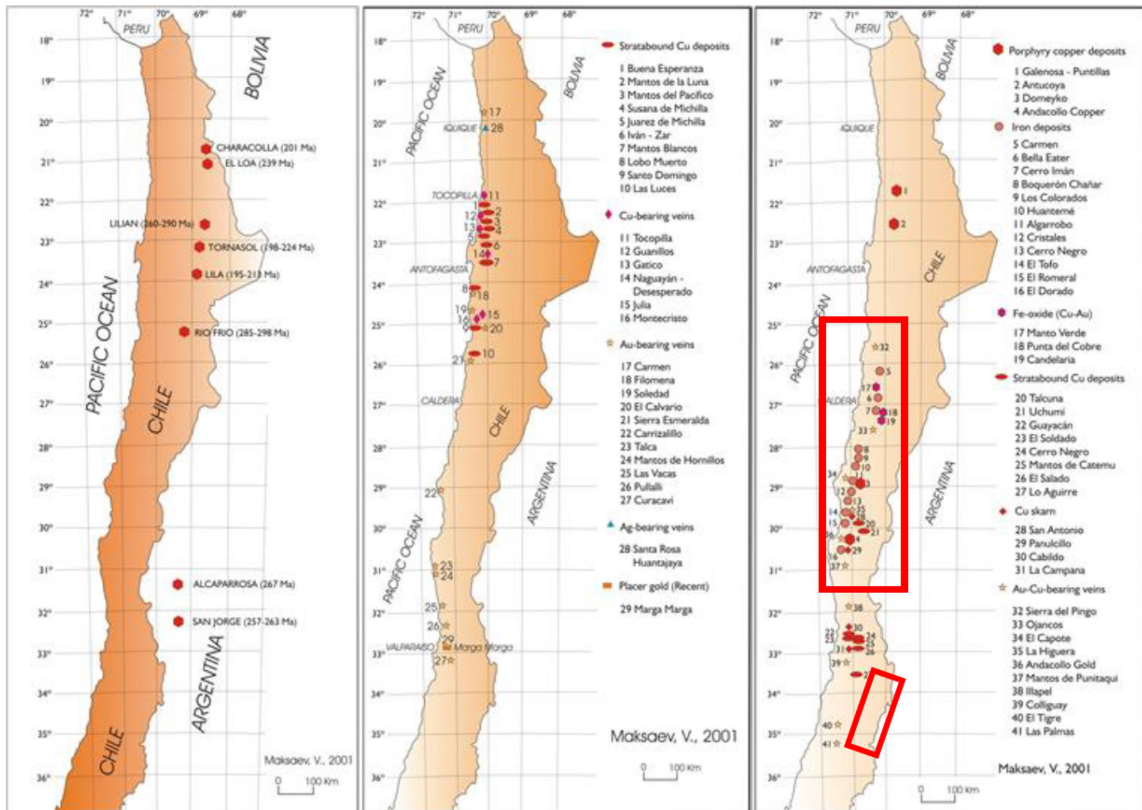


Figura 12. Cinturones metalogénicos, tipos y distribución de los principales depósitos metálicos en Chile (Maksaev et al., 2007; Maksaev, 2001). Desde izquierda a derecha: Paleozoico; Cretácico Inferior; Cretácico Superior. Rectángulos rojos: regiones en las cuales, se conoce la ocurrencia de depósitos de Cobalto como mena principal, documentados desde extracciones pasadas y/o en las cuales el depósito principal pudiera ser evaluado por cobalto como sub producto (Potencial Recursos Cobalto Chile, 2017).

En el caso particular del yacimiento del proyecto Dominga consiste en dos depósitos denominados “Dominga Norte” (DN) y “Dominga sur” (DS), ambos son característicos de depósitos de óxido de hierro, cobre y oro (IOCG). Los depósitos representan la evolución de un sistema metasomático-hidrotermal que ha afectado las rocas andesíticas volcánicas-sedimentarias y en menor medida el pórfido diorítico y las

unidades sedimentarias predominantemente clásticas. Estos depósitos son parte del Cinturón de Hierro de Chile (CIB), una importante provincia metalogénica de la Cordillera de los Andes Centrales. El CIB incluye todas las minas de hierro históricas conocidas en Chile (por ejemplo, Cerro Imán, Los Colorados, El Tofo, Algarrobo, Romeral) que están emplazadas dentro de una asociación pluto-volcánica diorítico-andesítica del Cretácico Inferior.

La mena principal del yacimiento es magnetita y la mena secundaria de valor comercial es la calcopirita. La ley media de las reservas es aproximadamente 27% de hierro y 0,07% de cobre total.

A partir de los resultados de concentración de hierro y cobre aplicados a 100 muestras geometalúrgicas desde los depósitos de Dominga Sur y Dominga norte, se puede apreciar que la ley media de cobalto en estos minerales es de 130 ppm.

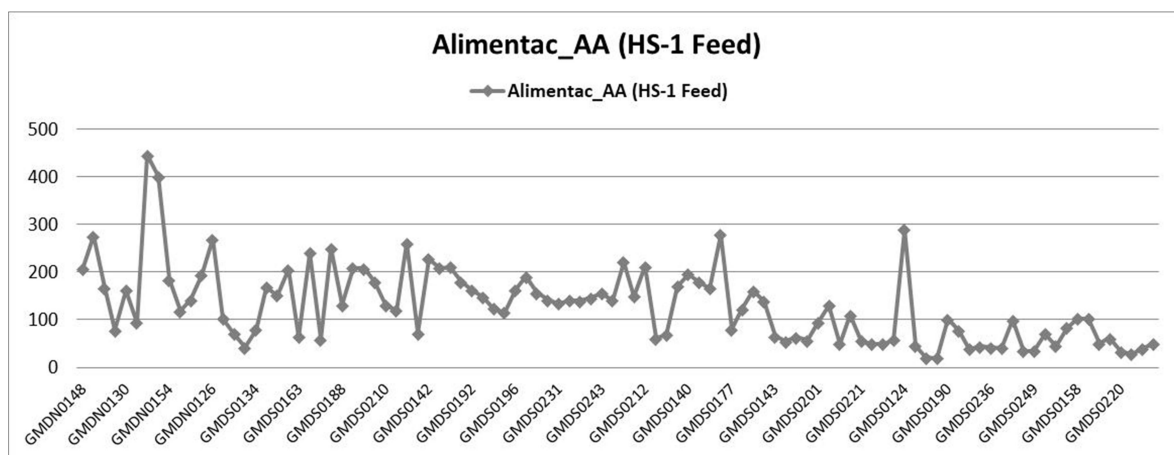


Figura 13. Ley de cobalto en yacimiento Dominga (elaboración propia).

Los análisis también muestran que la ley media de cobalto en los relaves generados desde procesamiento del hierro (Alimentación F1 Rougher) entregan una ley media de 200 ppm con un mínimo de 27 ppm y un máximo de 662 ppm.

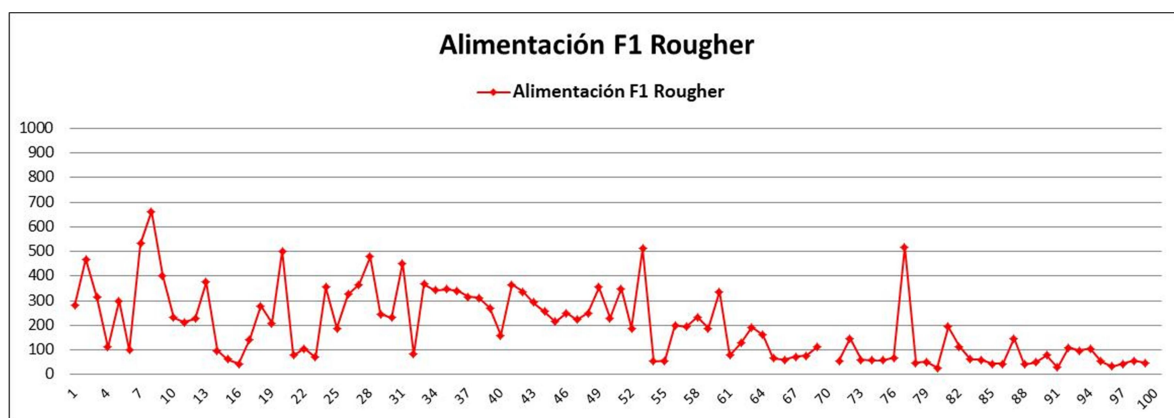


Figura 14. Ley de cobalto en relaves del proceso de hierro (alim. a flot. rougher de cobre), (elaboración propia).

Del estudio realizado se, concluye que estas 100 pruebas muestran que el cobalto está fuertemente asociado a la presencia de sulfuros en general (pirita principalmente). Muy baja a nula asociación con magnetita. Y por último, que la mayor concentración de cobalto se haya en Dominga norte.

El contenido de pirita promedio que tendrá el mineral alimentado a la planta de procesos será del orden de 6,2 a 4,6%.

Estudios realizados por Andes Iron en SGS Lakefield, han demostrado que el cobalto está contenido en el retículo cristalino de la pirita de los minerales del yacimiento.

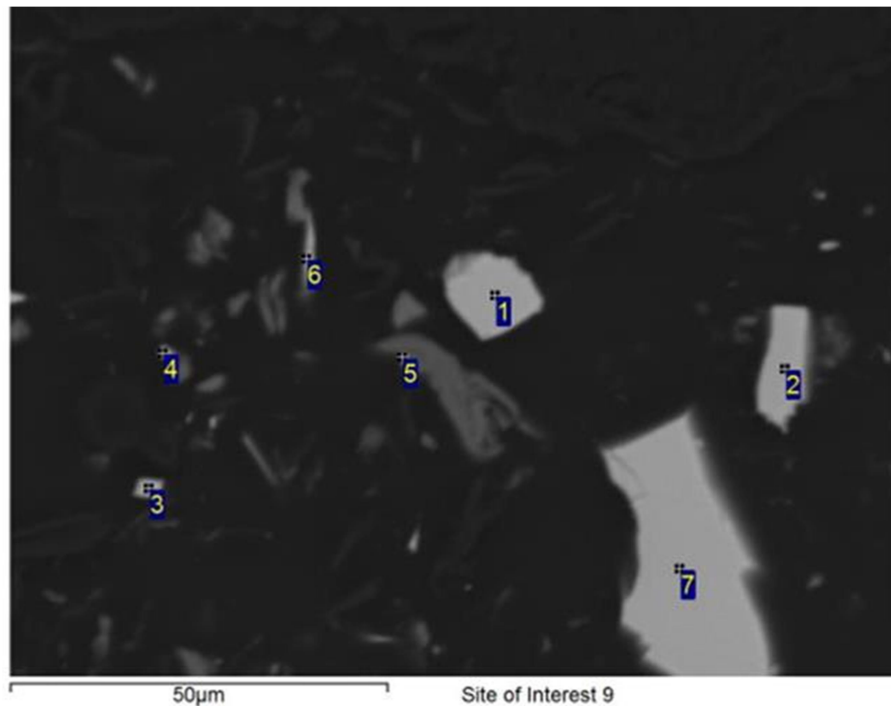


Figura 15. Puntos analizados en microfotografía de pirita cobaltifera – 50 um (SGS, 2014)

Processing option : All elements analysed (Normalised)

Spectrum	O	Mg	Al	Si	S	Cl	Fe	Co	Total
1					54.69		45.31		100.00
2					54.54		45.46		100.00
3				0.44	54.88		44.01	0.67	100.00
4	13.20		0.61	1.74	44.81		38.69	0.95	100.00
5	32.32	12.13	8.20	14.62		1.61	31.12		100.00
6	15.68			0.60	48.51		35.22		100.00
7					54.11		44.68	1.21	100.00

All results in weight%

Tabla 9. Distribución normalizada de elementos por análisis SEM- 50um (SGS, 2014).

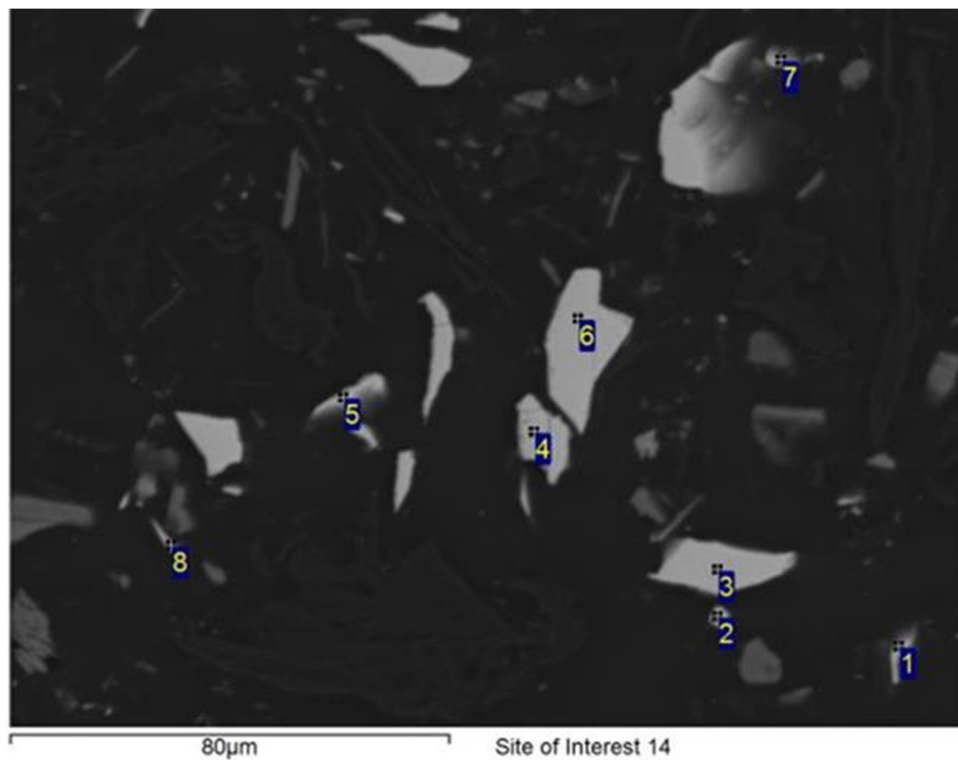


Figura 16. Puntos analizados en microfotografía de pirita cobaltifera – 80 um (SGS, 2014).

Processing option : All elements analysed (Normalised)

Spectrum	O	Mg	Al	Si	S	Fe	Co	Total
1	13.11	1.16	1.06	1.28	47.96	35.43		100.00
2				0.57	55.45	43.98		100.00
3					54.78	45.22		100.00
4					55.12	44.35	0.54	100.00
5					54.84	45.16		100.00
6					54.70	44.58	0.71	100.00
7	5.70			1.15	51.14	42.01		100.00
8	7.23			0.56	48.17	41.61	2.43	100.00

All results in weight%

Tabla 10. Distribución normalizada de elementos por análisis SEM- 80um.

Según los estudios se estima que la ley promedio de cobalto en el concentrado de pirita alcanzaría un 0,37% y esta presentaría una granulometría de 80% - 44um.

En el ámbito de la recuperación del cobalto de desde las piritas cobaltíferas es necesario primeramente concentrar la pirita a través del proceso tradicional de concentración mediante flotación directa de la pirita, para luego extraer el cobalto desde la pirita y concentrarlo. Para ello, se proponen tres tecnologías capaces de realizar la tarea clave de concentrar el Cobalto.

5.1. Alternativas de Procesos

Desde los primeros años de la producción de cobalto, y particularmente durante el siglo pasado, la principal fuente de cobalto ha cambiado, mientras que el uso mundial de cobalto ha aumentado constantemente. El cobalto se produce principalmente como un subproducto de otros procesos importantes de extracción de metales, principalmente cobre y níquel, y en las últimas décadas la industria del níquel ha sido la principal fuente de cobalto. Ahora, sin embargo, la producción de cobre y cobalto de la República Democrática del Congo (RDC) está volviendo a la palestra una vez más después de un período de declive de 20 años.

Se destacan los desarrollos tecnológicos que han hecho posible el aumento de la producción, particularmente las tendencias de los últimos 10 a 20 años, la selección de productos de cobalto para nuevos proyectos ha sido clave en definición de los procesos a aplicar. Existen varias tecnologías disponibles para los diagramas de flujo de producción de cobalto. La electrowinning es actualmente de particular interés debido a la gran cantidad de nuevos proyectos de cobalto, muchos en la RDC, todos buscando maximizar sus ingresos mediante la fabricación de cobalto.

A pesar de los muchos desarrollos, no existe un diagrama de flujo completamente satisfactorio u obvio para la recuperación de cobalto. La elección de los pasos del proceso a menudo es impulsada principalmente por los requisitos del propietario del proyecto en términos tipo de mena en que se encuentra el cobalto, el producto y ley de cobalto en el yacimiento, y está restringida por otros factores como el cumplimiento ambiental, la logística y el riesgo.

Según los estudios de mercado y teniendo en consideración el tipo de mena que posee el yacimiento Dominga, se decide seleccionar los procesos adecuados para producir un producto intermedio (hidróxido de cobalto) con el fin de moderar los riesgos técnicos asociados a la producción de cobalto desde piritas coralíferas y también reducir los riesgos asociados a la intensidad de capital de inversión y costos de operación. Previos a los procesos evaluados, será necesario producir un concentrado limpio de pirita mediante flotación a partir de los relaves de la flotación cleaner-scavenger del circuito de flotación de cobre, lo cual es bastante simple.

5.1.1. POX

Según reuniones con los expertos del proceso POx podría ser relativamente fácil oxidar este material y recuperar el cobalto, sin embargo, el alto contenido de sulfuro, en relación con el cobalto, haría que esta ruta no fuera económica, a menos que hubiera una instalación local que pudiera hacer uso de una solución ácida débil.

Durante el segundo semestre del año 2018, fueron realizadas pruebas en Canadá a partir de relaves generados por pilotajes de flotación de cobre, las cuales no demostraron ser efectivas para recuperar el cobalto contenido desde la pirita (recuperación metalúrgica menor al 60%), por lo que se descarta esta esta tecnología de procesos.

5.1.2. Biolixiviación

La primera aplicación de este proceso fue realizada en la planta Kasese con el fin de remediar un sector contaminado con pirita en Uganda. Se realizó el contacto con la empresa BGRM de Francia con el fin de ver la factibilidad de realizar los estudios. Es proceso principal considera la molienda de pirita a tamaños alrededor de los 20 μm , luego la lixiviación bacteriana en varios reactores agitados con ácido sulfúrico, posteriormente la neutralización con caliza y remoción del hierro con caliza, para pasar eventualmente a un proceso de precipitación del cobre remanente con hidróxido. La solución resultante necesitaría un proceso adicional para transformar el cobalto en solución a un producto de hidróxido de cobalto. La principal dificultad de este proceso es mantener vivos los cultivos de bacterias dentro de un rango de condiciones estrechas de temperatura, nutrientes y oxígeno. Además el proceso final debería ser estudiado en profundidad de modo de no caer en grandes costos de inversión y operación. La desventaja de este proceso radica en que se requiere gran cantidad de reactores agitados.

5.1.3. Albion

El proceso Albion comienza con la alimentación de un flujo de pulpa de concentrado de pirita a 45% de sólidos a un circuito de molienda clasificación en molino de remolienda Isamill para obtener un producto 80% - 14 a 15 μm . Luego la pulpa con mineral molido ingresa a una etapa de lixiviación oxidativa a 90°C en reactores de lixiviación con ácido sulfúrico logrando recuperar el 95 a 98% de cobalto. El tiempo de residencia se estima en horas. Posteriormente, la solución rica pasa a una etapa de neutralización con cal que hace precipitar el hierro como goetita y el ácido como yeso y posteriormente luego a una separación de las fases sólidas. La solución neutralizada se filtra. El queque filtrado neutralizado, si se requiere se repulpea y transfiere a una planta separada para la recuperación de metales preciosos, por el contrario si no presenta metales preciosos pasa a formar parte del relave. La solución final rica en cobalto se precipita como hidróxido de cobalto.

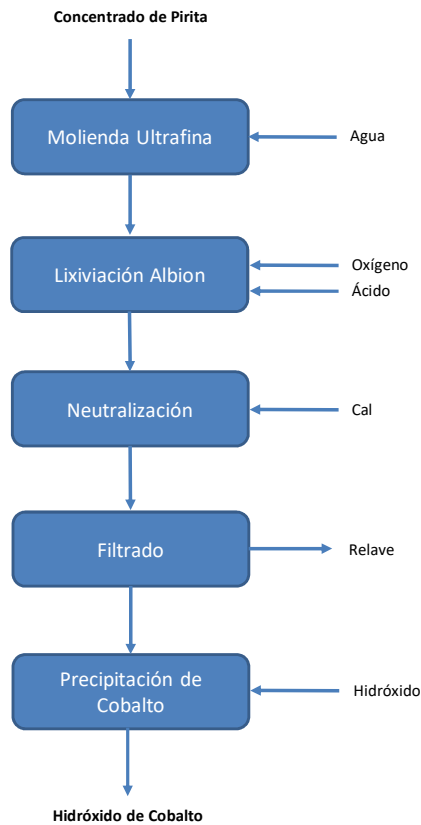


Figura 17. Diagrama de flujo simplificado del proceso Albion (elaboración propia).

Item	POX	Albion	Biolixiviación
Recuperación metalúrgica de cobalto	<60%	<95%	~92%
Operaciones industriales demostradas	Si	Si	Si
Proveedor garantiza la tecnología	Si	Si	Si
Simpleza del equipamiento	Complicada	Moderada	Moderada
Habilidades requeridas para operar la planta	Alto	Baja	Baja
Dotación requerida	Moderada	Baja	Alta
Periodo de comisionamiento y ramp-up	Moderado	Corto	Alto
¿Puede tratar material con alto contenido de carbonato?	-	Si	-
Tolerancia a la variabilidad de tasa de alimentación y calidad	Moderado	Alta	Moderado
Nivel de disponibilidad y mantenimiento	Moderado	Alto	Moderado
Costo de capital	Alto	Bajo	Alto
Impacto ambiental	Alto	Bajo	Moderado

Tabla 11. Cuadro comparativo de tecnologías (elaboración propia).

En análisis comparativo realizado demuestra que el mejor proceso es el proceso Albión, principalmente por su alta recuperación metalúrgica, bajos costos de capital y de operación.

Es importante señalar que si la ley promedio de cobalto en el yacimiento es inferior a 80 ppm, se podría dificultar bastante técnicamente el procesamiento de la pirita cobaltífera. Esto efectivamente tendría que probarse con ensayos de lixiviación por oxidación.

6. Estudio de Costos

Teniendo presente que las tecnologías propias del proceso seleccionado ofrece bastantes ventajas por sobre su competidores y que las modernas tecnologías involucradas en los procesos Albion son avanzadas, es que se solicitó el apoyo a Outotec y Glencore Technologies para la definición de los procesos metalúrgicos y estimaciones de costos de inversión y operación de la planta basado en la información proporcionada por Andes Iron. El ritmo de alimentación a la planta de procesos de hierro es de 95 ktpd según el plan minero de factibilidad 2016 del proyecto.

6.1. Costo de Inversión

Andes Iron realizó una estimación de costo de capital para la primera etapa del procesos que consiste en celdas de flotación rougher y cleaner que procesa aproximadamente 4.400 kton anuales de relave scavenger desde la planta concentradora de cobre. A su vez, Glencore realizó una estimación preliminar de alto nivel para del diseño de la planta de procesos para una capacidad de procesamiento aproximada hasta de 170 kton anuales de concentrado de pirita que utilizaría una superficie aproximada de 3.000 m² que considera todas las instalaciones de la planta. Por otro lado, la planta produciría en promedio 1.350 toneladas anuales de hidróxido de cobalto como producto final con una ley estimada de 45% de Cobalto y una generación de 168.700 toneladas anuales de una mezcla de sílice, goetita y yeso, con un potencial de separar la goetita y comercializarla como producto de hierro.

En este estudio no se desarrolla esta opción, por lo que estos residuos pasan a formar parte del relave.

Como criterio de diseño principal de la planta de procesos se definió que esta debería considerar instalaciones con un tamaño a una baja escala, para controlar la intensidad de capital invertido y controlar los costos operacionales asociados al proceso productivo definido en este estudio preliminar.



Figura 18. Vista general de planta de proceso Albion (Planta Albion, 2019).

Las principales instalaciones de la planta de procesos son las siguientes:

- Celdas de flotación de pirita Rougher y Cleaner.
- Molino de Isamill.
- Reactores de lixiviación oxidativa.
- Precipitadores.
- Filtros.
- Sistemas auxiliares.

Considerando todas las instalaciones necesarias para la planta de procesos, el costo de inversión de capital estimado para una planta que procese en promedio 4.400 kt anuales de relave scavenger es el siguiente:

Item	US\$
Costos Directos	38.000.000
Costos Indirectos	13.000.000
Contingencia	18.000.000
Capex total	69.000.000

Tabla 12. Costos de Inversión (elaboración propia).

La contingencia representa un 35% del costo de directo e indirecto.

6.2. Costos de Operación

Item	USD	Distribución %
Mano de Obra	846.341	9
Consumibles	3.250.657	34
Energía eléctrica	1.812.772	19
Mantenimiento	1.215.490	13
Contingencia	2.493.841	26
Total	9.619.100	100

Tabla 13. Costos de operación (elaboración propia).

El gasto anual promedio estimado corresponde USD 9.619.100. Para este nivel se asume una contingencia de un 35% de los gastos de manos obra, consumibles, energía eléctrica y mantenimiento, ver detalle de gastos en Anexo A.

Los consumibles consideran principalmente a los reactivos de flotación, cal, bolas, liners, oxígeno y ácido sulfúrico. Mientras que el mantenimiento fue estimado como porcentaje del costo de capital de la planta de procesos instalada (2,6%).

El precio de energía eléctrica considerado para esta estimación fue de 70 USD/MWh. El número de trabajadores para la planta es de 15 en turnos de 12 horas por día.

- 4 Operadores sala de control.
- 4 Operadores - mantenedor Isamill, lixiviación, planta de oxígeno y suministro de cal.
- 4 Operadores - mantenedor planta de precipitación y filtración.
- 2 Operador Sala de control/mantenedor.
- 1 Operador - mantenedor-EST.

Los mantenimientos mayores serán, apoyados por la unidad de mantenimiento del proyecto principal de Dominga.

El costo de flete terrestre mediante container fue estimado en 16 USD/ton desde faena a puerto de Coquimbo y el costo de flete en container desde puerto de Coquimbo a China fue estimado en 20 USD/ton.

En vista de la alta volatilidad del precio en este mercado, particularmente importante es el costo de producción de la industria. El costo efectivo operativo promedio de cobalto de la industria es aproximadamente 14 USD/lb. En nuestro caso el costo efectivo operativo sin incluir los costos de refinación a cobalto metálico es de 9,10 USD/lb para

los primeros 10 años y de 11,92 US/lb en el LOM, ver flujo de caja en Anexo B. En este estudio no se logró obtener información de costos de producción de hidróxido de cobalto de las actuales operaciones, por lo que en la siguiente fase de estudio se deberá abordar.

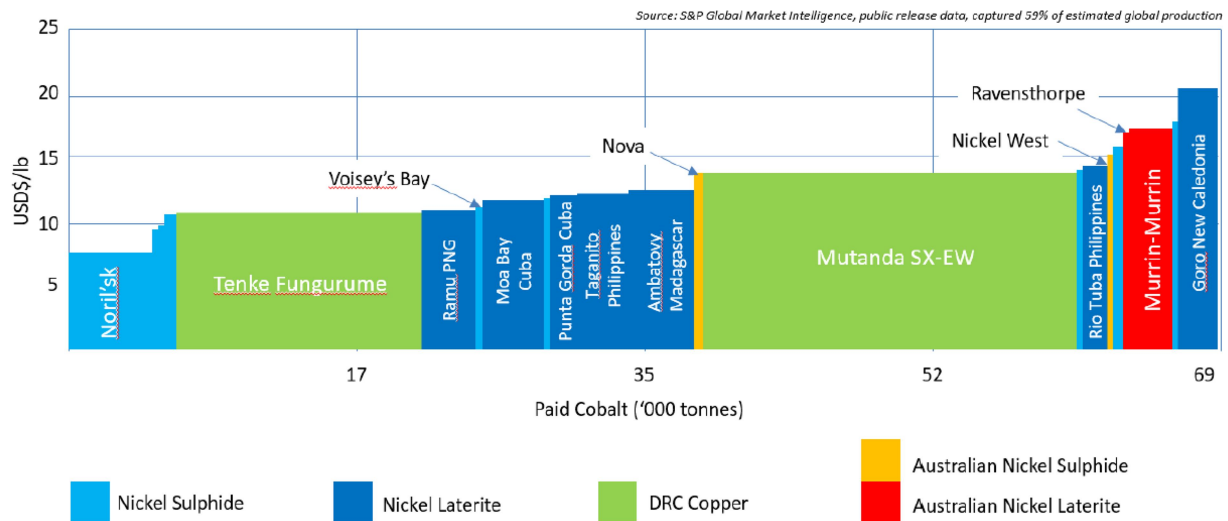


Figura 19. Curva de costo efectivo operativo promedio de la industria (Curva de costos, 2017).

7. Evaluación Económica

7.1. Estimación de VAN y TIR

La evaluación económica para una planta concentradora de pirita y la planta de procesos Albion para la obtención de hidróxido de cobalto para una ley media de mineral desde mina es de 130 ppm de cobalto entregó los siguientes resultados:

VAN (10%) USD : 179.793.067
 TIR % : 39 %
 Payback : 4 años aprox.

Criterios utilizados en la estimación:

Años de operación : 27
 Tasa de descuento : 10%
 Inflación IPC anual : 3%
 Depreciación anual : 5%
 Cambio moneda : 680 \$/USD
 Precio Cobalto largo plazo 99,8% : 40 USD/lb
 Royalty : 4%

Impuestos

: 27%

En el anexo B se muestra el plan de producción y el flujo de caja correspondiente.

7.2. Análisis de sensibilidad por variación de precios

Con el fin de determinar el precio mínimo de cobalto en el mercado al cual el VAN se hace cero manteniendo todas las demás variables constantes. Además, esto nos da una idea de cuál es la rentabilidad del negocio cuando el precio experimenta un alza.

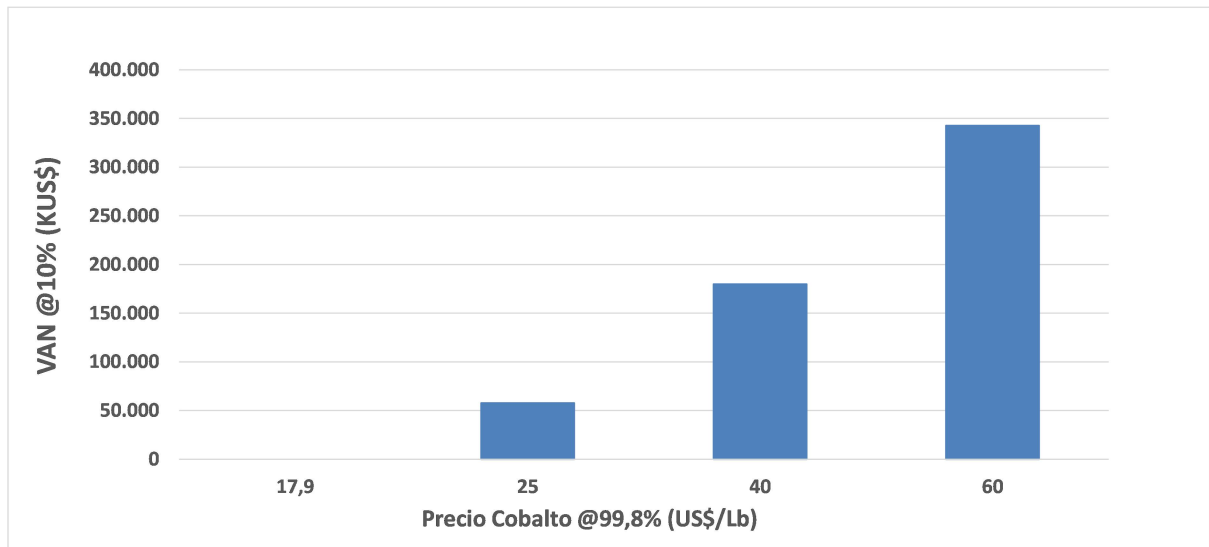


Figura 20. Sensibilidad del VAN 10% de tasa de descuento (elaboración propia).

Nota: El precio de Cobalto en USD/Lb corresponde al valor del cobalto en su forma metálica con 99,8% de pureza.

8. Análisis de riesgos y contingencias

El modelo de negocio del proyecto principal de Andes Iron es “buscar formar una compañía minera de gran minería a través de su proyecto minero portuario Dominga que requiere una inversión de USD 2.500 millones”. Para financiar parte de esta inversión está en la búsqueda de socios estratégicos que le permita asegurar la venta de su futura producción.

Si se concreta el modelo de negocio principal del proyecto Dominga, se podría desarrollar el negocio secundario de producir y comercializar hidróxido de cobalto lo que agregaría valor adicional al proyecto principal.

Para establecer preliminarmente una estrategia para abordar el negocio de producir hidróxido de cobalto a partir de los relaves de las operaciones productivas de hierro y cobre del proyecto principal, se analizarán aspectos claves teniendo en cuenta los principales riesgos y contingencias. Posteriormente, se propondrá un modelo de negocio resumiendo los aspectos claves a considerar, que aporten valor adicional al proyecto principal.

Según el análisis de las 5 fuerzas de Porter desarrollado en el capítulo 3.3, no se visualizan mayores riesgos desde el punto de vista del poder de los proveedores, barreras de entrada, poder de los clientes y rivalidad entre competidores. Sin embargo, existe un riesgo moderado a alto desde la perspectiva de riesgo de sustitución, ya que quienes fabrican baterías están trabajando en disminuir el uso de cobalto en sus cátodos y por otro lado existe la posibilidad de que haya una sustitución del cobalto usado en baterías por el uso de grafeno o reducir su uso en baterías ion-litio, no obstante esta tecnología y otras van más atrás en su desarrollo.

El contexto político actual indica que si bien Chile mantiene niveles estables para desarrollar actividad minera, otros países como Perú están tomando la delantera en inversión extranjera. Desde el punto de vista político, si bien el programa de gobierno de Sebastian Piñera señal el énfasis que daría a los proyectos mineros, no se ha evidenciado que se agilicen los procesos para la aprobación y ejecución de los proyectos mineros. En consecuencia, Andes Iron deberá continuar haciendo todos los esfuerzos para conseguir los permisos ambientales del proyecto principal “Dominga” y luego desarrollar rápidamente los estudios necesarios de alto nivel para el proyecto de producción de cobalto, con el fin de tomar buenos precios.

Desde la perspectiva ambiental y social Andes Iron ha desarrollado un intenso trabajo aplicando el modelo de “valor compartido”, el cual se ha concretado en un “Acuerdo marco” que contribuye a la generación de valor social, ambiental y económico del proyecto Dominga. Por ello, es muy importante que este se amplíe, al proyecto de producción de cobalto y de esta manera expandir la generación valor. A su vez, bajo este modelo, se reducen los riesgos sociales, ambientales y económicos que cada vez son más críticos en los proyectos mineros a nivel nacional y mundial como lo señala el estudio desarrollado por EY, “Los 10 principales riesgos de la industria minera 2019-2020” (EY, 2019), que enfatiza la “licencia para operar” como número uno del ranking.

Dado los últimos acontecimientos relacionados con los desastres naturales en los diques de la compañía minera Vale en Brasil, la imagen de la minería mundial se ha deteriorado y naturalmente las comunidades y las instituciones han presionado a la industria con rechazo a las actividades mineras (NYtimes, 2019). Teniendo en cuenta lo anterior, se deberá crear un plan de gestión de alto nivel para gestionar los residuos de la planta de cobalto y disponerlos de manera adecuada con los mejores estándares a nivel mundial.

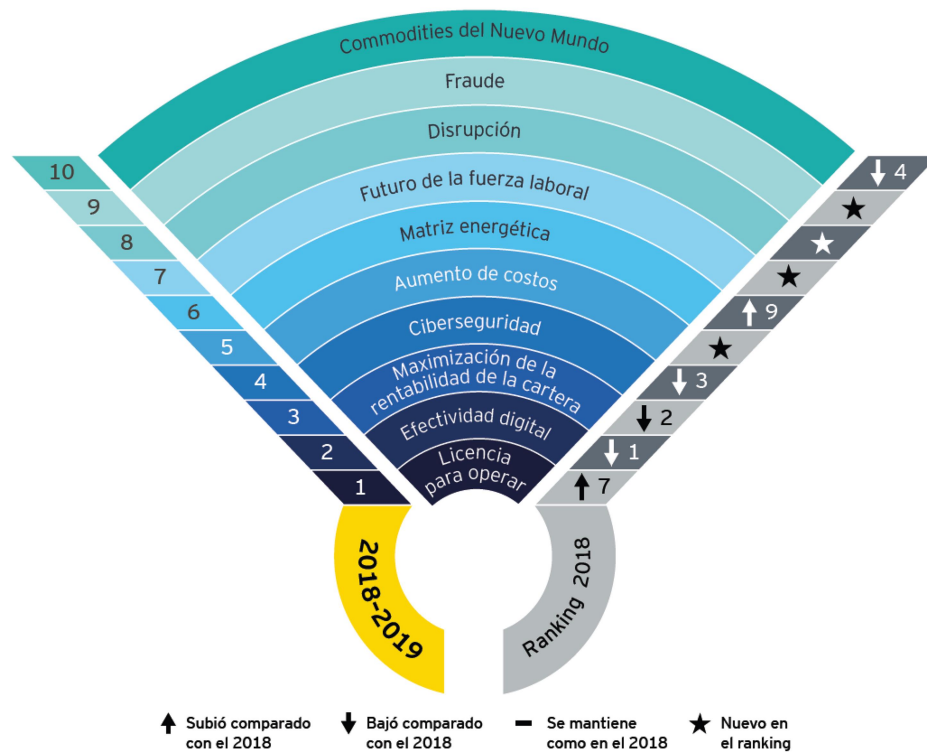


Figura 21. Los 10 principales riesgos de la industria minera (EY, 2019).

Si bien Chile posee alta estabilidad económica y social en comparación con los demás países de Sudamérica, al interior del país la población señala que existe gran desigualdad en estos aspectos.

En la región de Coquimbo, reside gran cantidad de empleados de la gran minería por lo que es una ventaja para el proyecto Dominga encontrar trabajadores competentes para sus operaciones. Una apropiada estrategia de búsqueda y selección de operadores calificados para la planta de cobalto será muy oportuna y efectiva.

Desde el punto de vista tecnológico, la planta de procesos para la producción de cobalto posee un alto estándar tecnológico digital, siendo la totalidad de las operaciones automatizadas y controladas a distancia, aportando grandes ventajas competitivas para el negocio.

Considerando que Andes Iron es una empresa nueva en proceso de formación necesita fortalecerse creando una cultura de compañía minera de clase mundial con la selección de profesionales competentes que cumplan con el perfil y que estén alineados con la misión, visión y objetivos estratégicos de la compañía. Asimismo, se requiere de la construcción de un modelo de posicionamiento de marca de la compañía a nivel

mundial. También de estructura organizacional moderna y sistema de gestión ágil para la toma de decisiones apoyada en las tecnologías digitales través de toda la cadena de valor.

Dada la alta volatilidad del precio del cobalto, desde la perspectiva comercial se requiere de la formulación de acuerdos comerciales flexibles con clientes y proveedores, con cláusulas que minimicen los riesgos ante inminentes caídas dramáticas del precio del metal.

Para definir el producto a comercializar se tomaron en consideración las siguientes variables:

- Producto con alta demanda en el mercado del cobalto.
- Costo de transporte desde Chile a clientes.
- Alta recuperación de cobalto.
- Tecnología de procesamiento simple y probada.
- Costos de producción.
- Costo de inversión.
- Mínimos impactos al medio ambiente.

Según el análisis efectuado, el hidróxido de cobalto tienen una alta demanda en el mercado, debido a un mayor contenido de cobalto (40-60%) por unidad de masa respecto del concentrado de cobalto (4-5%), lo que reduce los costos de transporte según el análisis de mercado presentado en el capítulo 4. A su vez, el proceso seleccionado "Albion" es simple y aporta la más alta recuperación del metal respecto de otros procesos incluso aun con alta variabilidad de ley y flujo en la alimentación. Los costos de producción son moderados y el costo de inversión es bajo. Por último, el proceso no genera aguas ácidas y es el que produce los menores impactos al medio ambiente comparativamente a los procesos POx y Biolixiviación.

Dada la alta tasa de crecimiento del mercado e industrial de los vehículos eléctricos a nivel mundial, es que se hace propone las siguientes medidas:

- Establecer contacto con posibles clientes productores de baterías y generar alianzas estratégicas aprovechando las oportunidades de libre comercio de Chile con otros países y promover la transferencia tecnológica. Los canales de comunicación se deberán establecer en función de las necesidades de los potenciales clientes.

- Profundizar estudios con proveedores de tecnologías para optimizar costos de producción de cobalto con el fin de incrementar la competitividad.
- Analizar la posibilidad de introducir barreras de entrada con patentes para el proceso de producción.
- Realizar estudios acabados para conocer a los competidores.
- Promover a nivel gubernamental y social los beneficios del proyecto para la comunidad y el desarrollo de Chile y específicamente de la cuarta región.

8.2. Estudios Futuros

Para reducir los riesgos asociados con el desempeño del mineral a los procesos, cuantificar mejor los costos y para asegurar la calidad del producto final, se propone continuar con los siguientes estudios, según la recomendaciones de Glencore (Programa Albion, 2012):

Fase 1: Estudio de ingeniería de la clase de prueba de concepto 5 (AACE).

Fase 2: Programa de trabajo de pruebas de evaluación de nivel de scoping y estudio de ingeniería de clase 4 (AACE).

Fase 3: Estudio de ingeniería de evaluación de nivel de factibilidad previa de clase 3 (AACE).

Fase 4: Estudio de viabilidad definitiva de la Evaluación de nivel de factibilidad de Clase 2 (AACE).

Fase 5: Implementación del proyecto como un paquete de diseño y suministro de planta Glencore Technologies.

AACE: American Association of Cost Engineering.

Si estuvieran las muestras disponibles para comenzar las pruebas, el tiempo total estimado para desarrollar los estudios es de 54 semanas y el costo aproximado para efectuar estudios técnicos con el apoyo de Glencore incluyendo pruebas pilotos es de MUSD 1,8 aproximadamente.

9. Modelo de Negocio

El modelo de negocio del proyecto de producción de cobalto, está vinculado al desarrollo y ejecución del proyecto principal denominado “Dominga”, el cual se encuentra en etapa de conseguir los permisos ambientales. Este ha estado expuesto a múltiples complicaciones de índole político e institucional, a pesar de contar con extensos estudios ambientales y sociales.

Además, desde hace varios años se ha trabajado en potenciar el desarrollo social, económico y ambiental de la comuna de La Higuera y de la región de Coquimbo mediante el acuerdo marco suscrito con las comunidades que establece un modelo de valor compartido para la región y para el país con la intención de realizar minería bajo un enfoque más justo y equilibrado. De esta forma la estrategia de Andes Iron para el proyecto de producción de cobalto sigue el modelo de valor compartido del proyecto principal Dominga. A continuación se describen los nueve módulos del modelo de negocio y su análisis estratégico bajo la metodología de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur (Osterwalder, 2011).

9.1. Segmentos de Mercado

Los segmentos de mercado serán los fabricantes de baterías ion-litio y las refinerías químicas (nichos de mercado). Las características de estos clientes es que necesitan un suministro seguro del producto y con bajo niveles de impurezas.

Los cinco principales clientes con mayor capacidad de producción de baterías ion-litio son LG Chem, CATL, BYD, Panasonic y Tesla, quienes serán los clientes objetivo (Clientes Objetivo, 2019)

9.2. Propuesta de Valor

El producto será hidróxido de cobalto con bajo nivel de impurezas como (Fe, Mn, Na, K, Ca, Mg, Si) respecto de otros productos intermedios con bajo contenido de cobalto. Dado que esta es la primera propuesta de valor en este estudio preliminar, se debe tomar contacto con los diferentes clientes del segmento seleccionado para conocer sus necesidades en profundidad y precisar con mayor detalle el valor que se entregará y quizás innovar el en una propuesta de valor que aun los clientes no saben que requieren.

Por último, se descarta la producción de concentrado de cobalto, debido a la baja demanda, menor contenido de cobalto y mayor costo de transporte dada su menor ley.

9.3. Canales de distribución, venta y comunicaciones

Los canales de distribución propuestos son el transporte en Chile vía camiones-contenedor a puerto de Coquimbo y luego transporte por barco a puerto en destinos próximos a las fábricas de los clientes. La venta y comunicaciones serán según los requerimientos de los clientes, por ejemplo vía web, contacto directo, videoconferencias, teléfonos, etc. Además, se podría utilizar la misma oficina en Asia para la venta y servicio post venta y así aprovechar la capacidad instalada que establezca el proyecto principal Dominga.

9.4. Relaciones con los clientes

La relación con los clientes se abordará de dos maneras: la primera es la asistencia personal en venta o vía web según los requerimientos de los perfiles de clientes o cómo se caracterice la evolución de la industria en el futuro. En la segunda, también se hace necesario que el servicio de post venta sea con asistencia personal muy activo y cercano a los clientes ya que la industria aún está experimentando muchos cambios y el feedback es fundamental para establecer relaciones confiables que ayuden a conducir el negocio en los siguientes años a lograr posicionar la empresa en el mercado.

9.5. Fuentes de Ingresos

Por ser un negocio de materia prima de una operación minera los ingresos se pagaran por transacciones de toneladas de producto negociadas previamente con los clientes. El precio de hidróxido de cobalto se establecerá según el precio del mercado y será ajustado dependiendo de su concentración de cobalto y de los contenidos de impurezas mediante un contrato preestablecido. A su vez, como los clientes actualmente quieren asegurar el suministro y reducir el efecto de la volatilidad del precio, por lo que se hace necesario establecer contratos negociados directamente con los productores de cobalto.

9.6. Recursos Claves

Los recursos claves del proyecto son los principales activos físicos como lo son las plantas de flotación de pirita y la planta del proceso Albion y los recursos humanos calificados que trabajaran en las plantas de procesos. Sistema de gestión moderno y ágil para la toma de decisiones.

9.7. Actividades Claves

Las actividades claves son la operación y mantenimiento de la planta de flotación y de la planta de procesos Albion para la producción de cobalto como hidróxido. También, son claves las actividades relacionadas con la cadena de suministros como las materias

primas y de la entrega del producto final a los diferentes destinos. Otra actividad clave es el contacto regular y directo con los clientes, ya que este mercado está en constante evolución y requiere tomar conocimiento profundo de las necesidades de los clientes y los cambios que sucede en la industria y el entorno.

9.8. Asociaciones Claves

La relación del tipo cliente-proveedor se establecerá principalmente con los proveedores de insumos catalogados como consumibles, por ejemplo, bolas, cal, reactivos de flotación, ácido sulfúrico y oxígeno estableciendo contratos que minimicen los stock en la faena y aprovechar las economías de en la cadena de suministro que se potenciarán aún más con el proyecto principal.

También en el área de los repuestos y mantenimiento de planta de procesos el socio clave será Glencore (proveedor de las tecnologías), con este último se propone establecer un Joint Venture para financiamiento de inversión de la planta y participación en la construcción y comisionamiento de la misma con el fin de reducir los riesgos del negocio.

Adicionalmente, se podría explorar el establecimiento de un poder comprador de concentrados de piritas cobaltífera a empresas mineras de la región con el fin de maximizar la capacidad de procesamiento de la planta y reducir los efectos de variabilidad desde la mina. Además, se promover el uso de pasivos ambientales y apoyar al sector minero de la región.

9.9. Estructura de Costos

La estructura de costos se compone de costos fijos como la mano de obra. Los costos variables son la energía eléctrica, consumibles y mantenimiento. La distribución de costos es la siguiente:

- Mano de Obra : 9%.
- Consumibles : 34%
- Energía eléctrica : 19%
- Mantenimiento : 13%
- Contingencia : 26%

Como se aprecia los gastos por concepto de consumibles casi representa el 34% de los costos por lo que se tendrá poner énfasis en cómo reducir estos.

9.10. Análisis Estratégico

FUERZAS	CONTEXTO, FACTORES DE DISEÑO Y RESTRICCIONES	ASPECTOS CLAVES	HALLAZGOS
FUERZAS DEL MERCADO	Cuestiones de mercado	Aspectos que impulsan y transforman el mercado desde el punto de vista del cliente y la oferta	La proyección futura en el mercado del cobalto indica un déficit de esta materia prima dada la alta demanda de su uso en baterías por lo que el precio se ha incrementado. En contraparte existe la posibilidad de sustitución de esta materia prima pero aun sigue esta situación en evolución y no se sabe ciertamente como terminará.
	Segmentos de mercado	Principales segmentos de mercado, su capacidad generadora e descubrimientos de nuevos segmentos	El segmento que mas ha crecido es el de las baterías de ion-litio para vehículos eléctricos y en segundo lugar las baterías de los equipos electrónicos. El segmento del cobalto metalúrgico crece una tasa mucho menor que el segmento químico.
	Necesidades y demandas	Necesidades del mercado y que tan bien están atendidas	Dentro de las diversas formas de productos que necesitan los fabricantes de baterías se destaca la demanda del hidróxido de cobalto por sobre el sulfato de cobalto. Este último ha experimentado una reducción de su demanda. El cobalto en su forma metálica mantiene su crecimiento de demanda moderada según las aplicaciones en el ámbito metalúrgico. En el año 2004 la demanda del cobalto químico supero la demanda del cobalto metalúrgico.
	Costos de cambio	Elementos relacionados con el cambio de los clientes a la competencia	En nuestro caso el coste de cambio podría ser el aseguramiento de suministro de cobalto y que este sea de calidad con bajos contenidos de impurezas. Algunos clientes no están comprando cobalto proveniente de trabajo infantil.
	Capacidad generadora de cambio	Elementos relacionados con la capacidad generadora de ingresos y de fijación de precios	Esta capacidad podría desarrollarse una vez que se efectúen más estudios al respecto para lograr identificar las potenciales factores que ayuden a agregar valor al producto y se identifique de manera más detallada las necesidades de los clientes.
FUERZAS DE LA INDUSTRIA	Competidores (incumbentes)	Competidores incumbentes y sus puntos fuertes relativos	Los principales competidores son Tenke y Mutanda quienes producen grandes volúmenes a costos competitivos aprovechando sus economías de escala desde minerales de cobre-cobalto y los productores desde lateritas de níquel y sulfuros de níquel. La estructura de costos es similar a la Dominga por ser el cobalto un subproducto.
	Nuevos Jugadores (tiburones)	Nuevos jugadores especuladores y determina compiten con un modelo de negocio diferente al nuestro.	En este mercado en evolución también hay nuevos actores financieros que aprovechan de comprar volúmenes para obtener ganancias cuando aumenten los precios aplicando modelos de negocios distintos a los productores.
	Productos sustitutos	Posibles sustitutos de tus ofertas, incluidos los que proceden de otros mercados e industrias	La introducción de elementos sustitutos podría concretarse al verse evidencias de algunos fabricantes de baterías están reduciendo el uso del cobalto y otros están avanzando en nuevas tecnologías para las baterías.
	Proveedores y otros actores de la cadena de valor	Principales incumbentes de la cadena de valor del mercado y nuevos jugadores emergentes	No se visualizan hasta ahora nuevos actores, no obstante Glencore tienen un rol importante como productor en RDC y como proveedor de tecnologías.
	Inversores	Actores que pueden influir en la empresa y el modelo de negocio	Los inversores podrían influir en el modelo de negocio principal y en consecuencia en el proyecto de cobalto. Quien podría influir positivamente es Glencore. En Chile quienes podrían ejercer influencia son los políticos y los grupos ecologistas.
TENDENCIAS CLAVE	Tendencias tecnológicas	Tendencias tecnológicas que podrían poner en peligro el modelo de negocio o permitir su evolución o mejora	La tendencia principal es utilizar baterías ion-litio para los automóviles eléctricos y también las baterías de dispositivos electrónicos. Existen tecnologías que podrían usar menos cobalto y otras que usan otros materiales como por ejemplo el grafeno.
	Tendencias normalizadoras	Normativas y tendencias normalizadoras que afectan al modelo de negocio	Las principales normativas están relacionadas con las normas ambientales y las comunidades. Tendencia a proteger el recurso agua por escasez.
	Tendencias sociales y culturales	Principales tendencias sociales que podrían afectar al modelo de negocio	Una población más empoderada con acceso a la información verídica y no verídica. Demandas de grupos ecologistas y ONGs. Derecho a participación de las ganancias.
	Tendencias socioeconómicas	Principales tendencias socioeconómicas para el modelo de negocio	La tendencia de demográfica indica que los empleados de la minería tienen remuneraciones más altas. Existe un gran desequilibrio de la distribución de la riqueza en Chile y de acceso a educación de calidad. La gran mayoría de la población vive en centros urbanos. Existe baja población en pueblos cercanos al proyecto.
FUERZAS MACROECONÓMICAS	Condiciones del mercado global	Condiciones generales actuales desde una perspectiva macroeconómica	Realizando una comparación desde el 2011 la económica mundial se ha fortalecido y se generado una mayor capacidad de maniobra y se espera que el crecimiento futuro sea de un 3%. También se experimenta incertidumbre a nivel comercial. Las condiciones de financiamiento han mejorado pero el mayor nivel de endeudamiento y las políticas económicas han generado incertidumbres. Se manifiesta un alza en el mercado laboral. El PIB mundial del año 2018 es de USD 86.000 aproximadamente. En Chile tasa de crecimiento del PIB fue de 4,8%.
	Mercados de capital	Condiciones actuales del mercado de capitales con relación a las necesidades de capital	En general la obtención de fondos no es muy fácil. Las condiciones financieras son cada vez más restrictivas.
	Productos básicos y otros recursos	Precios actuales y las tendencias de precios de los recursos necesarios para el modelo de negocio	La inflación anual por IPC manifiesta una tendencia hacia el 3%. Se espera que el costo de la energía eléctrica y el ácido sulfúrico tienda a la baja. las remuneraciones del año 2018 aumento en comparación del año 2017. En la cuarta región vive gran parte de los trabajadores de la minería en Chile.
	Infraestructura económica	Infraestructura económica del mercado	La infraestructura económica de Chile es una de las mejores de Sudamérica. Los impuestos corporativos de las mineras son moderados. La calidad de vida en Chile es una de las mejores de Sudamérica.

Tabla 14. Análisis Estratégico (elaboración propia).

9.11. Lienzo de Modelo de Negocios CANVAS (elaboración propia).

Red de socios	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
<p>Proveedores claves:</p> <p>Tipo cliente-proveedor se establecerá principalmente con los proveedores de los insumos.</p> <p>Outotec y Glencore (proveedores de las tecnologías).</p> <p>Socios clave:</p> <p>Glencores (Join Venture para financiamiento).</p> <p>Empresas mineras de la region (Poder comprador de pirita cobaltifera).</p>	<p>Operación y mantenimiento de la planta de flotación y de la planta de procesos Albion.</p> <p>Actividades relacionadas con la cadena de suministros como las materias primas y de la entrega del producto final.</p> <p>Contacto regular y directo con los clientes.</p> <p>Recursos Clave</p> <p>Plantas de flotación de pirita y la planta del proceso Albion.</p> <p>Recursos humanos calificados.</p> <p>Sistema de gestion moderno y agil para la toma de decisiones.</p>	<p>Producción de hidroxido de cobalto, con bajo nivel de impurezas.</p> <p>Se descarta producir concentrado de cobalto.</p>	<p>Asistencia personal en venta o vía web según los requerimientos de los perfiles de clientes.</p> <p>Servicio de post venta con asistencia personal muy activo y cercano a los clientes.</p> <p>Canales de distr. Ventas y comunicaciones</p> <p>Transporte en chile via camiones-container a puerto de Coquimbo.</p> <p>Transporte por barco a puerto en destinos próximos a las fábricas de los clientes.</p> <p>La venta y comunicaciones serán según los requerimientos de los clientes, por ejemplo vía web, contacto directo, videoconferencias, teléfonos, etc.</p> <p>Utilizar la misma oficina en Asia para la venta y servicio post venta y así aprovechar la capacidad instalada que establezca el proyecto principal Dominga.</p>	<p>Fabricantes de baterías Ion-Litio</p> <p>Refinerías químicas.</p>
<p>Estructura de Costos</p> <p>Costos fijos como la mano de obra (9%)</p> <p>Costos variables consumibles (34%)</p> <p>Costos variables energia electrica (19%)</p> <p>Costos de mantenimiento (13%)</p> <p>Costo por contingencias (26%)</p>			<p>Flujos de Ingreso</p> <p>Los ingresos se pagaran por transacciones de toneladas de producto negociadas con los clientes.</p>	

10. Conclusión

- Durante los últimos años la demanda cobalto se incrementado principalmente para la producción de baterías focalizadas principalmente en China y el resto de Asia. Según el balance de oferta y demanda se proyecta que el precio se sitúe en USD 46,5 para el 2028 y de USD 33,3 en el año 2035. Por lo tanto el mercado del cobalto se ve muy atractivo, más aun cuando existen bajos riesgos de rivalidad competitiva. Por otra parte, existe un riesgo medio a alto por sustitución debido a los esfuerzos por reducir su uso en las baterías. En este mismo sentido, el análisis FODA manifiesta varias fortalezas y oportunidades, como también varias debilidades que pueden transformarse en fortalezas y amenazas que se pueden reducir o neutralizar.
- Desde el punto de vista geológico, el catastro recursos de cobalto en Chile indica que este se concentra principalmente en la cuarta región, donde se encuentra el yacimiento de Dominga. Los estudios preliminares indican un contenido promedio de 130 ppm de cobalto, contenido en la pirita, la cual es posible concentrar para producir hidróxido de cobalto como producto final de ley aproximada a 45% (propuesta de valor) aplicando la tecnología “Albion”. Actualmente este producto es muy demandado por la industria de baterías para vehículos eléctricos.
- El análisis a nivel de perfil efectuado indica que este podría ser producido y comercializado con bajos costos de operación y un bajo nivel de inversión (MUSD 69) comparado a los MUSD 2.500 del proyecto Dominga y un costo competitivo de 9,1 USD/Lb de cobalto para los primeros 10 años de operación. Los resultados económicos indican que podría ser un buen negocio alcanzando un VAN de MUSD 180 a una tasa de descuento del 10% y una TIR de 39% a un precio de 40 USD/Lb de cobalto.
- La definición de la estrategia para este proyecto se basa esencialmente en generar “valor compartido” desde la perspectiva económica, social y ambiental, impulsada originalmente por el proyecto principal “Dominga” perteneciente a “Andes Iron”, la cual se amplía al nuevo proyecto. Adicionalmente se agregan elementos que fortalecen el modelo de negocio con las ventajas competitivas que destacan al nuevo proyecto que lo podrían colocar una posición altamente competitiva y sostenible.
- La revisión estratégica para el proyecto de cobalto, indica que riesgos por sustitución en la dimensión competitiva y es necesario estudiar en detalle este aspecto. El análisis de mercado indica que el segmento elegido es correcto y la necesidad es satisfecha con la propuesta de valor seleccionada. En materia

macroeconómica la situación nacional es estable, mientras que a nivel internacional se manifiesta incertidumbre comercial y un mercado de capitales restrictivo, por lo cual se recomiendan asociaciones estratégicas para reducir los riesgos. La dimensión con enfoque en la previsión, indica que se requiere estar alerta a los usos de nuevas tecnologías y los aspectos ambientales de los proyectos mineros podrían transformarse en un riesgo mayor si no se maneja bien con las comunidades. Por cierto, la estrategia de valor compartido de Andes Iron es adecuada es en esta etapa del proyecto principal, sin embargo debería ser reforzada en el corto plazo para consolidar la licencia social para operar.

- Por último se recomienda efectuar estudios adicionales para determinar con mayor precisión la distribución de leyes de cobalto en el yacimiento y su variabilidad, a partir de los testigos de muestras de sondajes. Posteriormente, si los resultados muestran leyes atractivas, se podría avanzar con pruebas metalúrgicas para confirmar los parámetros metalúrgicos, estimación de costos y verificación de calidad final del hidróxido de cobalto y sus impurezas.
- Se debe tener presente que el mercado de los clientes (fabricantes de baterías ion-litio) no requieren de cobalto metálico si no de hidróxido u óxido de cobalto. Por lo que es muy necesario realizar un análisis detallado de los costos de producción de hidróxido de cobalto en las actuales operaciones e investigar en profundidad a los potenciales clientes.

11. Bibliografía

Acuerdo Marco, 2018. [en línea]
<http://www.conocedominga.cl/wp-content/uploads/2016/10/Acuerdo_Marco_Dominga_Comunidad_De_La_Higuera.pdf>
[consulta: 13 noviembre 2018].

COBALT DEVELOPMENT INSTITUTE. Production and supply. 2018. [en línea]
<<https://www.cobaltinstitute.org/statistics.html>>
[consulta: 20 marzo 2018].

COBALTO CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE MERCADO DE MINERALES EN EL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO CON VIGENCIA AL AÑO 2035. [en línea]
<http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto3_Cobalto_FINAL_11Dic2018.pdf>
[consulta: 10 abril 2019].

CORRUPTION PERCEPTIONS INDEX 2018. [en línea]
<<https://www.transparency.org/cpi2018>>
[consulta: 15 mayo 2019].

FRASER INSTITUTE, 2018. [en línea]
<<https://www.fraserinstitute.org/>>
[consulta: 15 mayo 2019].

PROGRAMA DE GOBIERNO 2018-2022. [en línea]
< <http://programa.sebastianpinera.cl/> >
[consulta: 13 noviembre 2018]

PORTAL MINERO, 2019. [En línea]
< <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pagelId=161288180> >
[consulta: 02 marzo 2019].

ESTUDIOS ECONÓMICOS DE LA OCDE, CHILE 2018. [en línea]
<<https://www.oecd.org/eco/surveys/Chile-2018-OECD-economic-survey-Spanish.pdf>>
[consulta: 12 abril 2019].

BANCO MUNDIAL, 2018. [en línea]
<<https://www.bancomundial.org/es/country/chile/overview#1>>
[consulta: 15 noviembre 2019].

IPC, 2018. [en línea]
<<https://www.bcentral.cl/documents/20143/31860/mmc18122018.pdf/11563335-8d3f-113a-97a1-c1a93dec26b0>>
[consulta: 20 abril 2019].

REGIONAL RISK FOR DOING BUSINESS, 2018. [en línea]
<http://www3.weforum.org/docs/WEF_Regional_Risks_Doing_Business_report_2018.pdf>
[consulta: 15 abril 2019]

PERSPECTIVAS ECONÓMICAS EN AMERICA LATINA, 2018. [en línea]
<https://www.oecd-ilibrary.org/development/perspectivas-economicas-de-america-latina-2018/chile_leo-2018-12-es>
[consulta: 20 abril 2019]

ENCUESTA NACIONAL DE EMPLEO, 2018. [en línea]
<<https://www.ine.cl/estadisticas/laborales/ene>>
[consulta: 20 abril 2019]

Highlights from the OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017 -The Digital Transformation: Chile [en línea]
<<https://www.oecd.org/chile/sti-scoreboard-2017-chile.pdf>>
[consulta: 25 abril 2019]

ACUERDOS COMERCIALES, 2018. [en línea]
<<https://www.subrei.gob.cl/modulo-de-acuerdos-comerciales/>>
[consulta: 26 abril 2019]

PIZARRO c. NELSON, 2018. DESAFIOS DE LA MINERIA EN UN ESCENARIO CADA VEZ MAS COMPLEJO. En: Charla MBA Industria Minera: 9 de Noviembre 2018. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ingeniería Industrial.

(MERCADO CHILENO DEL ACIDO SULFURICO, 2018) [en línea]
<<https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/2018%2012%2027%20Mercado%20chileno%20del%20C3%A1cido%20sulf%20C3%BArico%20al%20a%20C3%B1o%202027.pdf>>
[consulta: 21 abril 2019]

GRABAT, 2018. [en línea]
<<https://www.grabat.es/>>
[consulta: 21 abril 2019]

CRU, 2018. [en línea]
<http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf>
[consulta: 22 abril 2019]

Rawles Caspar, 2018. COBALT PRICE ASSESSMENT, Junio 2018. En: Benchmark Mineral Intelligence. www.benchmarkminerals.com.

CORPORATE PRESENTATION, 2019. [en línea]

<https://www.cobalt27.com/_resources/presentations/KBLT-corporate-presentation.pdf>
[consulta: 25 abril 2019]

USGS, 2018. [en línea]
< <https://www.usgs.gov/centers/nmic/cobalt-statistics-and-information>>
[Consulta: 02 febrero 2019]

(COBALT INSTITUTE, 2018) [en línea]
<<https://www.cobaltinstitute.org/ores-containing-cobalt.html>>
[Consulta: 5 noviembre 2018]

Potencial Recursos Cobalto Chile, 2017. [en línea]
<https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/12_12_17_estudio_del_cobalto_en_chile>
[Consulta: 2 diciembre 2018]

SGS, 2014.
Project 12549-005 – Report #1, Revised June 12, 2014. THE RECOVERY OF IRON AND COPPER FROM MIXED ORE SAMPLES FROM THE DOMINGA DEPOSIT.

Planta Albion, 2019. [en línea]
<http://www.albionprocess.com/es/flowsheet-options/Paginas/default.aspx>
[Consulta: 20 abril 2019]

Programa Albion, 2012. [en línea]
<https://www.albionprocess.com/en/project-development/Documents/Generic-Albion-Development-Program.pdf>
[Consulta: 20 abril 2019]

EY, 2019. [en línea]
https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/riesgos_de_la_industria_minera_2019_2020/%24File/EY-los-10-principales-riesgos-industria-minera-2019-2020.pdf
[Consulta: 10 junio 2019]

Cientes Objetivos, 2019. [en línea]
<https://www.benchmarkminerals.com/who-is-winning-the-global-lithium-ion-battery-arms-race/>
[Consulta: 25 julio 2019]

NYtimes, 2019. [en línea]
<https://www.nytimes.com/es/2019/03/05/vale-desastre-minero-brasil/>
[Consulta: 9 abril 2019]

Curva de costos, 2017. [en línea]
https://www.csaglobal.com/wp-content/uploads/2017/11/LETC_Cobalt-Out-of-the-Blue_Presentation_MASTER_2017.pdf
[consulta: 20 de agosto 2019]

12. Anexos

Anexo A: Detalle de gastos de operación de planta de procesos.

Anexo B: Plan de producción y Flujo de caja.

Anexo A: Detalle de gastos de operación de planta de procesos.

Flotación Rougher de Pirita

Reactivo	g/t	t/h	Precio USD/t	Gasto USD
PAX	60	556	2300	604949
3477	10	556	1600	70139
3894	10	556	2800	122743
MIBC	10	556	2800	122743
Cal	0			0
total				920575

Flotación Cleaner de Pirita

Reactivo	g/t	t/h	Precio USD/t	Gasto USD
PAX	10	29,6	2300	5373
3477	0	29,6	1600	0
3894	0	29,6	2800	0
MIBC	5	29,6	2800	3270
Cal	0			0
total				8643

Consumo de Energia Electrica

Etapas	Precio USD/kwh	kw	factor	Gasto USD
Rougher	0,07	66	0,68	24722
Cleaner	0,07	66	0,68	24722
Otros	0,07	132	0,76	55363
Total				104806

Mantenimiento Flot. De Pirita

Etapas	Eq. Principales USD	factor	Gasto USD
Rougher y Cleaner	900.000	2,6	23400

Planta de Flotación	USD	Distribución %
Mano de Obra	281.667	21,0
Reactivos	929.218	69,4
Energia eléctrica	104.806	7,8
Mantenimiento	23.400	1,7
Total	1.339.091	100,0

Planta Albion	USD	Distribución %
Mano de Obra	564.674	9,8
Consumibles	2.321.439	40,1
Energia eléctrica	1.707.965	29,5
Mantenimiento	1.192.090	20,6
Total	5.786.168	100,0

Anexo B: Plan de producción y Flujo de Caja

Plan de producción		un.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Alim. Min. a concentradora de hierro prom.	ktm		25.803	37.578	36.481	36.668	37.277	36.278	36.667	36.258	35.822	36.043	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000		
Ley Fe mag. Mineral	%																															
Ley Cobalto Min. Alim. Conc. Hierro	%																															
Rm Co en relave concentradora de hierro	%		0,0130	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013		
Rp conc. hierro	%		95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
Relave proceso fierro	Ktm		29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	
Ley Co en relave concentradora de hierro	%		18.165	26.455	25.683	25.814	26.243	25.540	25.813	25.525	25.218	25.374	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	24.640	
RM Co en relave concentradora de cobre mas flot rougher pirita	%		0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	
RP concentrado de cobre	%		72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	
Relave desde concentradora de cobre	Ktm		0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
Relave de flotación ci-scv a procesar (100%)	100 Ktm		18.071	26.318	25.549	25.680	26.107	25.407	25.680	25.393	25.088	25.243	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	24.512	
Rp Conc Rougher flot. pirita	t/h		3.034	4.419	4.290	4.312	4.384	4.266	4.312	4.264	4.213	4.239	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	4.116	
Ley Co en conc. Rougher de pirita	%		5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	
Rp Conc. Pirita Cleaner	%		0,240	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117
Ley Co en conc. De pirita cleaner	%		72	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	
Conc. Pirita a procesar	Ktm		0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	0,367	
Rm Co Albion Process	t/h		116	170	165	165	168	164	165	164	162	163	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	
Ley Co en producto	%		15	22	21	21	21,3	21	21	21	20	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Rp Co	%		98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
Hidroxido de Cobalto	Ktm		0,93	1,36	1,32	1,32	1,35	1,31	1,32	1,31	1,29	1,30	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	
	Klb		2.054	2.991	2.904	2.919	2.967	2.888	2.919	2.886	2.851	2.869	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	2.786	

Flujo de caja		un.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Precio 99,8% Co	40,0 USD/Lb																													
Precio 45% Co	18,0 USD/Lb																													
	39763 USD/t																													
Venta	KUSD		37.046	53.951	52.376	52.644	53.519	52.085	52.643	52.056	51.429	51.747	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250	50.250
Gasto	KUSD		7.312	10.969	10.968	11.355	11.890	11.918	12.407	12.637	12.860	13.327	13.330	13.730	14.142	14.566	15.003	15.453	15.917	16.394	16.886	17.392	17.914	18.452	19.005	19.575	20.163	20.767	21.391	21.991
EBIT	KUSD		29.734	42.982	41.408	41.289	41.629	40.166	40.236	39.418	38.570	38.420	36.920	36.520	36.108	35.684	35.247	34.797	34.333	33.856	33.364	32.857	32.336	31.798	31.245	30.674	30.087	29.482	28.859	28.259
Margen EBIT	%		0,80	0,80	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,73	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,57	
Depreciación	5 KUSD		366	548	548	568	594	596	620	632	643	666	666	686	707	728	750	773	796	820	844	870	896	923	950	979	1008	1038	1070	
EBITDA	KUSD		30.099	43.531	41.956	41.857	42.224	40.762	40.856	40.050	39.213	39.086	37.586	37.207	36.815	36.412	35.997	35.570	35.129	34.676	34.208	33.727	33.231	32.721	32.195	31.653	31.095	30.521	29.929	
Margen EBITDA	%		0,81	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60		
Royalty	4 KUSD		1189	1719	1656	1652	1665	1607	1609	1577	1543	1537	1477	1461	1444	1427	1410	1392	1373	1354	1335	1314	1293	1272	1250	1227	1203	1179	1154	
Impuestos	27 KUSD		7707	11141	10733	10702	10790	10411	10429	10217	9997	9958	9570	9466	9359	9249	9136	9019	8899	8775	8648	8517	8381	8242	8099	7951	7799	7642	7480	
Utilidad Operacional	KUSD		20.837	30.122	29.019	28.936	29.174	28.149	28.197	27.624	27.030	26.925	25.874	25.593	25.305	25.007	24.701	24.386	24.061	23.726	23.381	23.026	22.661	22.284	21.896	21.497	21.085	20.661	20.225	
CAPEX	KUSD		69.000																											
Capital de Trabajo																														
Flujo de caja	KUSD		-69.000	21.203	30.670	29.567	29.503	29.768	28.745	28.817	28.256	27.673	27.591	26.540	26.280	26.012	25.736	25.451	25.158	24.857	24.546	24.226	23.896	23.557	23.207	22.847	22.475	22.093	21.700	21.294
Flujo caja parcial	KUSD		-69.000	19.275	25.347	22.214	20.151	18.484	16.226	14.788	13.182	11.736	10.638	9.302	8.374	7.535	6.777	6.093	5.475	4.918	4.415	3.961	3.552	3.183	2.851	2.551	2.282	2.039	1.821	1.624
	10 tasa																													
VAN@10%	KUSD		179.793																											
TIR	%		39%																											

