



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

**MODELO DE SIMULACIÓN TÉCNICO FINANCIERO PARA MEDIANA MINERÍA Y
EL COSTO OPORTUNIDAD PARA ESTE SECTOR MINERO**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN MINERÍA

REMIGIO JOHN NUÑEZ LAZO

PROFESOR GUIA:

JOSÉ MUNIZAGA ROSAS

MIEMBROS DE LA COMISION:

BRIAN TOWNLEY CALLEJAS

CRISTIAN ESPINOZA CAMUS

DAVID VARGAS NUÑEZ

SANTIAGO DE CHILE

2023

Resumen

Este proyecto de tesis indaga en la búsqueda del costo oportunidad para la mediana minería chilena, consecuencia de la dificultad en conseguir financiamiento para sus proyectos mineros.

La hipótesis planteada en este proyecto de tesis dice que, existe un punto en la relación entre las reservas mineras y la estructura de financiamiento, en el cual se genera el mayor valor de un proyecto minero, dicho valor se considera como el costo oportunidad mencionado anteriormente.

Para encontrar el costo en cuestión, se construye un sistema de simulación de un modelo técnico financiero, utilizando una metodología determinista, el uso de planilla de cálculo y macros como herramienta de trabajo para simular y programar.

La construcción conceptual del modelo tiene como base de información datos de un proyecto real de mediana minería, además se utiliza como centro de la simulación el cuadro de tonelaje¹ y ley de las reservas mineras, un plan minero como pivote de simulación, las variables de gran impacto precio del cobre y relación deuda/capital (E), y se incluye como valor agregado en el análisis alternativas de financiamiento no tradicionales como lo son la regalía y el streaming. Finalmente, para valorizar el proyecto en cada simulación se utiliza el valor presente neto (NPV²).

Una vez construido el modelo se procede a su validación, esta se realiza de dos maneras. Primero variando el precio del cobre y consecuente variación en la ley de corte, y por otro lado a un precio fijo del commodity y diferentes leyes de corte definidas con criterio experto. El modelo muestra resultados satisfactorios.

De los resultados se puede decir que, la pérdida de valor o costo de oportunidad de un proyecto de mediana minería es mayor mientras el precio del commodity sea más alto, es decir, a mayor cantidad de reservas, pero además es mayor también mientras más grande es la estructura de endeudamiento “E”. Este costo que aumenta en la medida que se eleva el precio, presenta un crecimiento desacelerado hasta cierto nivel de precios (reservas mineras), para luego acelerar fuertemente para precios muy altos. Por otro lado, el costo que sube al aumentar la estructura de financiamiento “E”, crece siempre en forma desacelerada.

¹ Cuadro o curva tonelaje ley, referida a las distintas cantidades de tonelaje explotable de mineral y su ley mineral, respecto de cierta “ley de corte” producto de un conjunto dado de condiciones económicas.

² NPV (Net present value), VPN o VAN en sus siglas en español, valor económico que se genera al traer a valor presente flujos futuros a cierta tasa de descuento.

Abstract

This thesis project investigates the search for opportunity costs for medium-sized Chilean mining, a consequence of the difficulty in obtaining financing for their mining projects.

The hypothesis raised in this thesis project says that there is a point in the relationship between mining reserves and the financing structure, in which the greatest value of a mining project is generated, said value is considered as the opportunity cost mentioned above.

To find the cost in question, a simulation system of a financial technical model is built, using a deterministic methodology, the use of a spreadsheet and macros as a work tool to simulate and program.

The conceptual construction of the model has as its information base data from a real medium-sized mining project. In addition, the table of tonnage and grade of the mining reserves is used as the center of the simulation, a mining plan as the simulation pivot, the variables of great copper price impact and debt/equity ratio (E), and non-traditional financing alternatives such as royalties and streaming are included as added value in the analysis. Finally, to value the project in each simulation, the net present value (NPV) is used.

Once the model is built, it is validated, this is done in two ways. First, varying the price of copper and consequent variation in the cut-off grade, and on the other hand, at a fixed price of the commodity and different cut-off grades defined with expert criteria. The model shows satisfactory results.

From the results it can be said that the loss of value or opportunity cost of a medium-sized mining project is greater the higher the price of the commodity, that is, the greater the amount of reserves, but it is also greater the larger the size. It is the “E” debt structure. This cost, which increases as the price rises, presents a decelerated growth up to a certain price level (mining reserves), and then accelerates strongly for very high prices. On the other hand, the cost that rises when the financing structure “E” increases always grows slowly.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi familia...

A mis padres Remigio y Margarita, por darme la vida, por su humildad, simpleza y cariño.

A mis hermanos Amadiel (QEPD) y Blanco, y a mis hermanas Marina, Rosa, Laura y Mery, a quienes quiero y recuerdo siempre.

A mi esposa, por su esfuerzo y cariño al llevar el peso del hogar, dándome el espacio necesario para poder desarrollar este trabajo.

A mis hijas, mi cándida Francisca, mi alegre Paula, mi reflexiva Fernanda, mi lejana Constanza, y sobre todo a ti “G”, que sin querer me diste un empujón para emprender este proyecto de tesis.

Agradecimientos

Mis agradecimientos van dirigido a las siguientes personas:

Don Leopoldo Valenzuela B, sin duda don Leopoldo ha influido mucho en mi carrera profesional, desde mi incorporación como persona competente hasta su colaboración para poder iniciar este mismo proyecto de tesis, un tremendo profesional de la minería y un referente para mí.

Don Arnoldo Briones M, Arnoldo a colaborado en mi carrera profesional como también en empujar el financiamiento de este proyecto de tesis, además como minero es uno de los más competentes que he tenido el gusto de conocer y trabajar, sin lugar a duda un gran mentor y un referente también.

Profesor Belisario Gallardo (QEPD), profesor que demostraba su gran pasión por la minería, gracias a don Belisario es que nació mi interés por la economía de los minerales.

Profesor doctor don José Munizaga R, excelente profesor, entusiasta, “capo”, que tiene la virtud de enseñar lo complejo haciéndolo simple.

Señorita maestra Ina, por empujarme en la decisión de realizar este proyecto, la cuidadosa revisión de este en su etapa de desarrollo, y por supuesto por su cariño incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. ALCANCES	5
4. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	6
4.1. PROYECTOS MINEROS	6
4.2. PLANIFICACIÓN MINERA	7
4.3. RESERVAS MINERAS.....	9
4.4. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	9
4.5. RITMO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN Y VIDA ÚTIL DE LA MINA.....	10
4.6. BENEFICIO.....	11
4.6.1. <i>Ingresos</i>	12
4.6.2. <i>Precio del commodity</i>	12
4.6.2.1. <i>Precio del cobre, oro y plata</i>	12
4.6.3. <i>Costos</i>	14
4.6.3.1. <i>Clasificación de costos</i>	14
4.6.3.2. <i>Métodos de estimación de costos</i>	16
4.6.4. <i>CAPEX (Capital expenditure)</i>	17
4.6.4.1. <i>Estimación de CAPEX</i>	17
4.6.4.2. <i>Componentes principales del costo capital</i>	18

4.6.4.3.	<i>TCO (Total Cost of ownership)</i>	19
4.6.4.4.	<i>Capital inicial</i>	19
4.6.4.5.	<i>Capital de sostenimiento o capital de mantenimiento</i>	19
4.6.4.6.	<i>Capital de crecimiento (Growth CAPEX)</i>	20
4.6.4.7.	<i>Capital de trabajo</i>	20
4.6.4.8.	<i>Capital de cierre</i>	20
4. 7.	IMPUESTOS	20
4.7.1.	<i>Impuestos sobre la renta</i>	21
4.7.2.	<i>IEAM</i>	22
4.7.3.	<i>IVA</i>	24
4.7.4.	<i>Derecho de aduana</i>	24
4.7.5.	<i>Depreciación</i>	25
4. 8.	CRITERIOS PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	26
4.8.1.	<i>Periodo de recuperación descontado o Payback</i>	26
4.8.2.	<i>Razón Beneficio-Costo (B/C)</i>	26
4.8.3.	<i>Valor actual neto (VAN)</i>	27
4.8.4.	<i>Índice de rentabilidad (IR)</i>	28
4.8.5.	<i>Tasa interna de retorno (TIR)</i>	28
4. 9.	TASA DE DESCUENTO DEL PROYECTO	29
4.9.1.	<i>Costo ponderado del capital (WACC)</i>	30
4. 10.	FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS MINEROS	30
4.10.1.	<i>Patrimonio o fondo de los accionistas (equity)</i>	31
4.10.2.	<i>Deuda o fondo de los financistas (debt)</i>	32
4.10.3.	<i>Otras fuentes de financiamiento alternativas</i>	34
4.10.4.	<i>Estructura de financiamiento</i>	36
4. 11.	DESCRIPCIÓN DEL SECTOR MINERO MEDIANA MINERÍA CHILENA	37
4.11.1.	<i>Nivel de producción y mercado</i>	38

4.11.2.	<i>Productividad</i>	40
4.11.3.	<i>Capital humano</i>	40
4.11.4.	<i>Deficiencias y barreras</i>	40
4.11.5.	<i>Fuentes de financiamiento</i>	41
4.11.6.	<i>Problemática de financiamiento</i>	42
4.11.7.	<i>Avances para inversiones en capital de riesgo</i>	43
5.	METODOLOGÍA	45
6.	RESULTADOS	47
6. 1.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DEL MODELO DE SIMULACIÓN	47
6.1.1.	<i>Relación deuda/capital (E)</i>	47
6.1.2.	<i>Reservas mineras</i>	48
6.1.3.	<i>Ritmo de producción y reservas mineras</i>	51
6.1.4.	<i>Plan minero y plan de procesamiento de mineral</i>	51
6.1.5.	<i>Ingresos</i>	52
6.1.6.	<i>CAPEX</i>	53
6.1.7.	<i>OPEX</i>	56
6.1.8.	<i>Impuestos</i>	57
6.1.9.	<i>Depreciación</i>	58
6.1.10.	<i>Tipos de financiamiento a simular</i>	59
6.1.10.1.	<i>Costo de capital promedio ponderado (WACC)</i>	59
6. 2.	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO TÉCNICO-FINANCIERO MÓVIL	61
6. 3.	PRUEBA DEL MODELO	64
6.3.1.	<i>Prueba 1: variación del precio de Cu.</i>	65
6.3.2.	<i>Prueba 2: precio fijo y cambio en la ley de corte</i>	69
6. 4.	CASOS SIMULADOS Y RESULTADOS FINALES	72
6.4.1.	<i>Caso 1 (caso base)</i>	72
6.4.2.	<i>Caso 2: distintos precios y diferente índice “E”</i>	76

6.4.3.	<i>Caso 3: Aumento riesgo del proyecto</i>	83
6.4.4.	<i>Caso 4, proyección de precios a largo plazo</i>	86
7.	DISCUSIÓN	88
8.	CONCLUSIONES	90
9.	BIBLIOGRAFÍA	93
10.	ANEXOS	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Investment Attractiveness Index (Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies, 2022).....	1
Tabla 2: Planificación minera dentro del proceso minero.....	7
Tabla 3: Proyección del precio de los metales cobre, oro y plata (World Bank Report, 2021). ...	14
Tabla 4: Tasas de impuestos de primera categoría (Servicio de Impuestos Internos, 2021).	21
Tabla 5: Determinación base imponible del EIAM (Cavada Herrera, 2020).....	23
Tabla 6: Tasas de impuesto aplicable según ventas anuales (Cavada Herrera, 2020).....	24
Tabla 7: Tasas de impuesto aplicable según margen operacional minero (Cavada Herrera, 2020).	24
Tabla 8: Comparación deuda versus equity (fuente, malla curricular magister).....	34
Tabla 9: Ratio de endeudamiento promedio Pucobre.	47
Tabla 10: Endeudamiento de largo plazo de empresas productoras de cobre (COCHILCO, Análisis Financiero de las Estrategias Seguidas por las Mayores Empresas Mineras de Cobre del Mundo, 2010).....	48
Tabla 11: Tabla de tonelaje y leyes de las reservas mineras del proyecto MM1.	50
Tabla 12: Input para simular plan de planta de proceso de concentrados.....	52
Tabla 13: Input para determinación de ingresos.	53
Tabla 14: Modelo de costos de inversión caso 450 ktpm.	55
Tabla 15: Base para plan de recambio de equipos mina.	56
Tabla 16: Modelo de costos del proyecto base 450,000 ton/mes.....	57
Tabla 17: Input del modelo para simular impuestos.	58
Tabla 18: Tasas marginales progresivas para explotadores mineros entre 12,000 y 50,000 TMCf.	58
Tabla 19: Tasa bonos BCCh en bolsa, mercado secundario (Banco Central Chile, 2021).....	59
Tabla 20: Parámetros para determinación del WACC.	60

Tabla 21: Prueba 1 del modelo, distintos precios y $E=0$	68
Tabla 22: Prueba 2 del modelo, distinta ley de corte y precio fijo.....	71
Tabla 23: Caso 1: caso base.	75
Tabla 24: CAPEX del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).	77
Tabla 25: Ingresos del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).....	78
Tabla 26: EBITDA del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).....	79
Tabla 27: Utilidad y flujo de caja del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).....	80
Tabla 28: Costo oportunidad del caso 2.	82
Tabla 29: NPV del caso 2.....	83
Tabla 30: Caso 3: aumento del riesgo del proyecto.	85
Tabla 31: Caso 4: proyección de precios a largo plazo.....	87
Tabla 32: NPV del caso 2.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Interdependencia entre variables de un proyecto de explotación.	6
Figura 2: Precios desde el 2000 al 2019, cobre, oro y plata (COCHILCO, 2020).....	13
Figura 3: Ejemplo método estimación de costo operativo, relación costo-capacidad (Rudenno, 2012).	17
Figura 4: Ejemplo método estimación de costo capital, relación costo-capacidad (Rudenno, 2012).	18
Figura 5: Noticia acuerdo de streaming (Diario Financiero, 2021)	35
Figura 6: Producción de cobre fino de la mediana y pequeña minería (COCHILCO, 2014).	39
Figura 7: Exportaciones por sector económico, en millones US\$ (COCHILCO, Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería, 2016).	40
Figura 8: Fuente: Capitalización bursátil a diciembre 2018, en MUS\$ y % (Comisión para el Mercado Financiero, 2019).....	42
Figura 9: Participación de la minería en el mercado bursátil (Ministerio de Minería, 2013).	42
Figura 10: Debt ratios EE. UU (Ready Ratios, Software de análisis e informes financieros IFRS, s.f.).	48
Figura 11: Curvas ton/ley proyecto MM1.	51
Figura 12: Diagrama de flujo del sistema de simulación.	63
Figura 13: Prueba 1, distintos precios del cobre y E=0.	67
Figura 14: Prueba 2, a precio fijo de 2.85 US\$/lb y variando la ley de corte.	70
Figura 15: VAN serie de simulaciones caso 1 (caso base).....	74

1. Introducción

Son varios los factores que hacen de Chile un país atractivo para la inversión minera. Chile posee uno de los mayores potenciales geológicos del mundo, es el primer productor mundial de cobre, gran productor de oro, plata, molibdeno, grandes reservas de salmueras de litio, entre otros minerales. Por otro lado, destaca por su estabilidad en materias políticas y económicas, un marco tributario fuerte, reglas claras en lo que respecta a inversión extranjera, impuestos, relación con comunidades, medioambiente, agua y energía, licencias o permisos, entre otras virtudes.

En la encuesta del instituto Fraser³ a empresas mineras en el 2019 según el índice de atractivo para inversión, Chile se encontraba número 17 en la tabla general y primero entre los países latinoamericanos y de la cuenca del caribe. A pesar de los conflictos sociales del 2019 y el actual proceso constituyente que atraviesa el país este 2023, Chile sigue siendo un atractivo para inversión, quedando número 35 en la encuesta de año 2022.

Tabla 1: Investment Attractiveness Index (Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies, 2022).

		Score					Rank				
		2022	2021	2020	2019	2018	2022	2021	2020	2019	2018
Latin America and the Caribbean Basin	Bolivia*	53.97	42.92	45.16	62.36	49.53	52/62	70/84	72/77	48/76	74/83
	Brazil	68.98	56.20	69.29	63.36	58.63	25/62	51/84	38/77	46/76	58/83
	Chile	60.34	69.33	72.11	77.72	84.90	35/62	31/84	30/77	17/76	6/83
	Colombia	60.33	70.03	72.29	57.99	62.58	36/62	29/84	28/77	56/76	48/83
	Ecuador*	68.54	72.79	57.95	56.80	59.79	27/62	24/84	58/77	57/76	56/83
	Guyana*	71.77	44.24	51.54	65.17	67.27	22/62	69/84	67/77	39/76	39/83
	Mexico	60.16	66.46	66.87	65.43	73.91	37/62	34/84	42/77	38/76	29/83
	Peru	60.68	61.64	70.41	75.14	81.55	34/62	42/84	34/77	24/76	14/83

Los sectores mineros en Chile se dividen en pequeña, mediana y gran minería, jerarquía hecha principalmente en función del nivel de producción. Sin embargo, las diferencias entre los sectores mineros no solo son por las magnitudes productivas y sus elementales efectos, también se presentan diferencias considerables en otras materias que no son tan evidentes. Por ejemplo, la forma de

³ La encuesta Fraser es realizada por el Instituto Fraser (organización canadiense independiente y uno de los principales centros de estudios de Canadá y del mundo), cuya finalidad es el de fomentar el conocimiento al público a través del estudio, medición y comunicación, de los efectos de las políticas gubernamentales sobre el bienestar económico y social de los canadienses. En específico la encuesta mencionada tiene por objeto, mostrar el ranking del nivel de atracción para inversión de los distintos países o sectores mineros, en función de la percepción de los principales actores mineros.

operar, su infraestructura logística, su cultura y estructura organizacional, la sensibilidad a las variaciones del precio de los commodities y, por supuesto, la problemática en adquirir financiamiento para sus proyectos.

La mediana minería chilena posee un mayor potencial de participación en el mercado minero nacional. La experiencia de la minería análoga de este sector minero en países como EE.UU., Australia, Perú o Canadá, indica que el espacio que ocupan es alrededor del 20% de la producción minera, en Chile este espacio es cercano al 5%. Lo anterior nos dice que existe un potencial para el desarrollo del sector de la mediana minería, sin embargo, entre las barreras importantes está el financiamiento, dado que el sistema tradicional (deuda) no es suficiente, su participación en el mercado de valores es casi nula y el uso de otras alternativas no tradicionales son poco exploradas.

La dificultad para acceder a financiamiento para el sector de mediana minería en Chile es una realidad conocida y documentada. Esta falta de financiamiento significa una pérdida para el sector minero y para el país debido al costo oportunidad que implica no concretar proyectos por falta de capital.

Sin embargo, no es el único motivo de pérdida de valor, la cautividad de las concesiones mineras en Chile es un problema que también incide en dicha pérdida. La ley chilena sobre concesiones mineras no exige un uso efectivo de estas, ni tampoco penaliza a sus concesionarios por esto, de la misma manera que no restringe la permanencia de esta licencia a un periodo de tiempo. Lo anterior impide que se genere un uso más eficiente de las concesiones para la búsqueda de yacimientos minerales, finalmente se produce una concentración de concesiones en unas pocas empresas, es decir, el recurso mineral queda cautivo.

En su discurso “Minería de excelencia hacia el bicentenario” dictada por la entonces ministra de minería de Chile Karen Poniachik⁴ en el 2007, y haciendo una comparación con Canadá, Australia y Perú, se reconocía la importancia del sector de la mediana minería en lo que respecta a producción, exportaciones, empleos y exploraciones, y sostenía la necesidad de fomentar este sector minero, concluyendo a su vez que Chile contrastaba con la tendencia mundial para facilitar el acceso de las pequeñas y medianas empresas mineras al mercado de capitales y valores. Sin embargo, se hacía énfasis también a algunas barreras que se debían superar para alcanzar el acceso al mercado de capitales. Al respecto, cabe destacar que en Chile en el sector de mediana minería sólo una empresa productora de cobre cotiza en bolsa local, aproximadamente el 25% tienen socios o propietarios listados en bolsas internacionales y más del 70% restante no tiene acceso al mercado bursátil.

Durante los últimos años se ha avanzado en algunas líneas para reducir dichas barreras, como la promulgación de la ley n°20.235 en el 2007, la cual regula la figura de persona competente y crea la Comisión Calificadora de Competencias de Recursos y Reservas Mineras, su decreto 76 que

⁴ Karen Paulina Poniachik Pollak, periodista, consultora y política chilena (Santiago, 20 de abril de 1965, 12 de octubre de 2022). Fue Ministra presidenta de la Comisión Nacional de Energía de Chile, desde marzo del 2006 hasta marzo del 2007, y biministra de estado en las carteras de Minería y de Energía del gobierno de Chile desde marzo de 2006 hasta enero de 2008.

aprueba el reglamento para la aplicación de la ley durante el 2008, y el Código CH20235 para informar sobre los resultados de exploración, recursos y reservas minerales. Otros hechos relevantes han sido la creación del Mercado Venture de la Bolsa de Santiago (2014-2015), que promueve el financiamiento de empresas mineras en etapa de exploración; el sistema de información geológica de exploración (SIGEX), plataforma web para la captura y validación de todo tipo de antecedentes y datos geológicos de los proyectos de exploración que se desarrollan en Chile.

Sin embargo, aún queda espacio para mejorar. La pérdida de beneficio tributario y carga regulatoria por apertura a la bolsa, la agilización el traspaso de concesiones mineras, el cambio en políticas públicas pro-financiamiento, fomentar la inversión en capital de riesgo, cambio cultural al interior de las empresas, el cambio estructural y de crecimiento de las empresas medianas, etc.

Entendiendo entonces que el financiamiento es una problemática real y persistente hasta ahora para este sector minero, cabe preguntarse entonces: ¿cuál es el costo para este sector por un déficit de financiamiento?, ¿cómo influye el nivel de reservas mineras, la estructura y el tipo de financiamiento en este costo?

Este proyecto de tesis tiene como objetivo responder a este cuestionamiento, a través de la creación de un modelo técnico-financiero móvil, construido en base a variables como el precio de los commodities, nivel de producción de cobre fino al año (reservas mineras), estructura de deuda y capital "E", tasa exigida por el prestamista, principalmente. Se modelan algunas alternativas de financiamiento tradicionales y no tradicionales. Se busca estimar en orden de magnitud cuál es la pérdida de valor producida por cada proyecto de mediana minería, ya sea por falta de financiamiento o por no ser descubierto, a través de la búsqueda de la estructura y tipo de financiamiento que entrega mayor beneficio al sector de mediana minería y cómo influyen la cantidad de reservas mineras en dicha valoración.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

El objetivo principal de este proyecto de tesis es estimar, en orden de magnitud, cual es el costo de oportunidad que se genera al no concretarse los proyectos mineros de mediana minería, por la falta de financiamiento mencionado anteriormente.

2.2. Objetivos específicos

Para cumplir con el objetivo general planteado, se buscará:

- Crear un modelo técnico-financiero que sea representativo de proyectos de mediana minería, y que permita simular distintos niveles de reservas, distintos tipos de financiamiento y distintas estructuras de financiamiento. El modelo debe ser móvil en cuanto a periodos de flujo de caja, CAPEX y OPEX, principalmente.
- Realizar la simulación de un caso base, con el cual se pueda validar el simulador del modelo técnico-financiero.
- Realizar la simulación de distintos casos en donde se puedan medir posibles estructuras de financiamiento, tipos de financiamiento y nivel de reservas mineras.
- Evaluar y analizar los resultados de las distintas simulaciones.
- Valorizar desde los resultados de las simulaciones, la pérdida de valor o costo oportunidad de proyectos de mediana minería.

3. Alcances

Este proyecto tiene como marco de trabajo el sector de “mediana minería chilena” y, por lo tanto, los parámetros y datos utilizados corresponden a este sector minero.

Se consideró como idea central, la búsqueda de la relación de las reservas mineras con la razón de endeudamiento para distintas alternativas de financiamiento, en la búsqueda del costo de oportunidad por cada proyecto que no se realice.

No es objeto de este trabajo el profundizar en los motivos de la problemática de financiamiento de la actividad minera del sector de mediana minería, ni tampoco el desarrollo de un análisis más profundo de la problemática que se produce a causa de las concesiones mineras cautivas.

Elementos como ritmos de producción, nivel de costos y la tributación son restringidos al sector minero en cuestión.

Indicadores operacionales mineros, costos, y otros parámetros principalmente operacionales están restringidos para una explotación minera de cobre.

Este trabajo se desarrolla sobre proyectos mineros subterráneos de minería metálica, en forma particular el método minero sub level stoping.

El análisis económico se realiza desde una mirada del punto de vista del dueño del proyecto.

El proyecto considera el procesamiento de mineral como valor agregado a la explotación, el cual genera un producto de venta de concentrados de cobre con subproductos de oro y plata.

El plan minero utilizado es una simplificación de los planes reales de la industria, este se basa en una tasa de producción fija y ley constante durante los periodos de operación.

El presente trabajo no profundiza en el estudio o análisis de los distintos tipos de financiamiento, ni de las estructuras técnicas o económicas financieras.

El proyecto no considera la movilidad que se genera en el mercado de los precios de los subproductos con el cambio del precio del metal principal (cobre).

Se considera a priori toda la información para la obtención del 100% de las reservas mineras, es decir, previa a la inversión del proyecto minero. En la práctica esto no es real, debido a que una parte importante de los recursos minerales se van descubriendo en la medida que se desarrolla el proyecto durante la vida de la mina.

4. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

4.1. Proyectos mineros

La factibilidad de un proyecto minero se basa en estudios de pre-inversión, que considera todos los informes e investigaciones necesarias para la toma de decisiones para la ejecución o no de un proyecto. En general, los estudios se dividen en: estudios de factibilidad técnica, económica, comercial, financiera y legal. Estos estudios se agrupan en una única publicación de factibilidad, además se van profundizando en cada etapa y se va reduciendo la incertidumbre en las estimaciones para el análisis del proyecto.

La formulación de proyectos es de naturaleza iterativa, con fuerte interdependencia entre algunas de sus variables. Una forma simplificada de ver esta interrelación se muestra en la figura siguiente, esta representa como variable central el precio del metal cuya variación empuja a la iteración de los demás elementos.

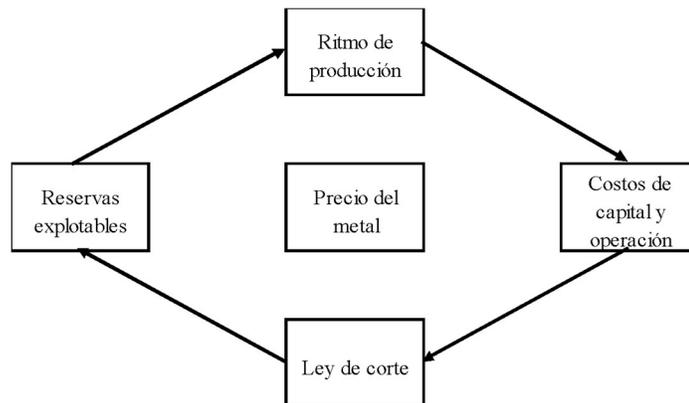


Figura 1: Interdependencia entre variables de un proyecto de explotación.

Los proyectos mineros, debido a su naturaleza, poseen algunas particularidades que los diferencian de otros tipos de proyecto. Por ejemplo, la explotación de recursos no renovables implica un agotamiento de los minerales y esto empuja a las compañías a realizar campañas exploratorias en búsqueda de más recursos, lo que implica un costo y riesgo asociado a su éxito. En general, la ubicación de los depósitos es remota, lo que deriva en un alto esfuerzo para desarrollar el proyecto, además de los costos involucrados. Los tiempos, desde el descubrimiento hasta la puesta en marcha son dilatados, punto relevante si se considera que, en general, los proyectos mineros necesitan una alta inversión, que a su vez es más riesgosa debido a que se alargan los plazos.

Los costos de inversión son altos como consecuencia de un alto componente del costo fijo, el comportamiento del precio del metal es cíclico, y los riesgos son variados y de distinta naturaleza: asociados a la intensidad de capital y largos plazos de maduración de los proyectos; riesgos asociados a la incertidumbre geológica, de la operación, factores económica y políticos; y sin lugar

a dudas, hoy en día la incidencia en el medio ambiente y la relación con las comunidades cercanas son factores a considerar desde el comienzo de los proyectos mineros, ya que su falta de atención puede incluso llevar al fracaso de este.

4. 2. Planificación minera

La planificación minera es un proceso mediante el cual se define el qué, el cómo, el cuánto y el cuándo una porción del yacimiento (unidad básica de explotación) será arrancada y procesada. El proceso de planificación minera generalmente consta de una serie de pasos consecutivos dependientes entre sí, que tienen como base los recursos minerales. La topografía es básica para todo trabajo que se surten de información de ubicación espacial: sondajes, datos hidrogeológicos, geotécnicos, geometalúrgicos, leyes, densidades, etc. Esta información, en general, queda reflejada en un modelo de bloques y en conjunto con la topografía son la base para la realización de la planificación minera.

La planificación minera, por tanto, es el trabajo de secuenciar y programar las unidades de explotación, estas unidades en su conjunto son denominadas reservas mineras, las que a su vez son el resultado de análisis y de la interacción de elementos como el modelo de recursos, parámetros geotécnicos, geometalúrgicos, hidrogeológicos, económicos, medioambientales, sociales, entre otros.

Tabla 2: Planificación minera dentro del proceso minero.

Cuadro flujo de caja				
Topografía	Programa de producción			Planificación minera
	Secuencia de extracción			
	Diseño minero (reserva mineral, método minero)	Modelo de costos	COG (ley de corte)	
		Modelo económico		
	Modelo geo metalúrgico			
	Modelo geotécnico			
	Hidrogeología			
	Modelo de recursos			

La planificación minera se puede estructurar desde una perspectiva de los objetivos y desde una perspectiva de los horizontes que se encuentra la planificación.

Desde una perspectiva de los objetivos, la planificación minera se puede dividir en estratégica, conceptual y operativa.

En la planificación estratégica es donde, desde una mirada más amplia, se define el “rayado de cancha” y las reglas que regirán sobre él o la batería de proyectos mineros. Es aquí donde se conecta la misión del dueño, el mercado y los recursos disponibles. Es en este nivel de planificación donde se definen algunos de los parámetros más importantes de la planificación, como lo son el ritmo de producción, el método de extracción, las secuencias, las leyes de corte, entre otros.

La planificación conceptual es la continuidad de la planificación estratégica, pero con una mirada más en profundidad del proyecto, esta es el plan de negocios de la compañía. Toman relevancia los diseños, programas, costos, indicadores operacionales, recursos, materiales, equipos y otros para la ejecución del plan.

La planificación operativa, por su parte, es la planificación donde se alinean las definiciones de la planificación conceptual, además es donde la realidad operacional se hace presente a través de indicadores operacionales para retroalimentar a la planificación misma.

Desde una perspectiva de horizontes de planificación esta se divide generalmente en largo, mediano y corto plazo.

La planificación de largo plazo se concentra en el LOM⁵, ya que es aquí donde se definen las reservas mineras, vida de la mina y su tamaño (ritmo de producción).

La planificación de mediano plazo generalmente toma un periodo de un año y se utiliza para el presupuesto (budget minero).

La planificación de corto plazo es la parte más ajustada de la planificación, como misión principal es la de redefinir las actividades y recursos con la finalidad de alinearse al cumplimiento de presupuesto minero. Los horizontes son mensuales, semanales, diarios, guiados por planes tipo realizado-pronósticos generalmente cada 3 meses (forecast).

Hoy en día, y gracias al crecimiento tecnológico de las últimas décadas, se han desarrollado herramientas de planificación como por ejemplo los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), los cuales permiten integrar desde el LOM de una mina hasta los programas de turnos mineros, permitiendo tener en forma rápida y detallada distintas alternativas de planificación y programación, lo cual permite a su vez obtener planes estratégicos y de corto plazo más detallados.

⁵ LOM (life of mine), es referido a la vida útil de la mina.

4. 3. Reservas mineras

La reserva mineral es la parte del recurso mineral, el cual tiene valor económico, es decir, le genera beneficio a su dueño o productor minero, pero además su extracción es legal y de factibilidad técnica y económica.

El Comité de Recursos Mineros del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh⁶), en colaboración con el Ministerio de Minería establecieron en el 2002 el Código para Informar los Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales. Este fue adoptado en el 2008 por la Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras (CCCRRM⁷), promulgada su creación con la Ley N°20.235) como documento oficial para informar sobre la estimación, categorización y evaluación de recursos y reservas minerales. Este documento define reservas mineras como:

“...aquella porción del Recurso Mineral Medido o del Recurso Mineral Indicado que es económicamente extraíble de acuerdo con un escenario productivo, medioambiental, económico y financiero derivado de un plan minero y en cuya evaluación se han considerado todos los factores modificantes (mineros, metalúrgicos, económicos, financieros, comerciales, legales, medioambientales, infraestructura, sociales y gubernamentales). La Reserva Mineral incluye pérdidas y diluciones con material ajeno circundante a esa porción de Recurso Mineral y que lo contamina por efectos de la extracción minera” (Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras, 2015).

4. 4. Método de explotación

El método de explotación o método minero corresponde a la forma o metodología en que se “arranca” el mineral desde el yacimiento minero, es el modo de dividir en forma y tamaño el cuerpo mineralizado en sectores y la forma de explotar dicho mineral.

Algunos factores más relevantes que se consideran para elegir el método de explotación para un yacimiento mineral son:

- ❖ La ubicación desde superficie del cuerpo mineral (profundidad del cuerpo).

⁶ IIMCH, El Instituto de Ingenieros de Minas de Chile es una corporación privada sin fines de lucro, fundada en 1930, cuya función es fomentar las ciencias y las artes relacionadas con la minería, la cooperación técnica y profesional para el desarrollo de esta industria.

⁷ La Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras, es una institución sin fines de lucro, creada a partir de la ley de la república de Chile N°20.235, su función principal es administrar el registro público de personas competentes en recursos y reservas mineras en Chile.

- ❖ La morfología del cuerpo mineral, es decir su forma: masiva, tabular, vetiforme, principalmente.
- ❖ Disposición del cuerpo mineral (inclinación y azimut).
- ❖ Continuidad del cuerpo mineral.
- ❖ Características geológicas y geomecánica del yacimiento.
- ❖ Contenido metálico del yacimiento (ley mineral).
- ❖ Costo capital y operacional que involucra el método.
- ❖ Consideraciones ambientales y sociales (comunidades).

Los métodos mineros son variados, sin embargo, en una clasificación general se puede dividir en métodos de superficie (rajo o cielo abierto) y subterráneos. Los métodos de selección de métodos mineros también son variados, como por ejemplo el método Nicholas, método cuantitativo el cual según algunos parámetros mencionados anteriormente, castiga o premia con puntuaciones si presenta una característica en contra o a favor respectivamente, sin embargo, este método es una primera aproximación al no considerar parámetros como por ejemplo los ambientales o costos involucrados.

4. 5. Ritmo óptimo de producción y vida útil de la mina.

El ritmo de explotación o producción es referido a la tasa de extracción de la reserva mineral desde el cuerpo mineralizado. Dentro de los métodos para estimar el ritmo de producción se encuentran los empíricos y microeconómicos, principalmente.

La tasa de producción óptima debe ser definida antes de iniciar la operación, esta tasa a su vez incide directamente en los costos de operación y capital, y por consecuencia en los flujos de caja. A mayor tasa de producción, menor serán los periodos de operación, por lo tanto, esto influye directamente en los parámetros de análisis económico que dependen directamente del número de periodos y flujos de caja como los son el VAN, TIR⁸, entre otros.

Un método muy utilizado es la regla de Taylor, método empírico basado en el estudio de una treintena de proyectos. Este método se basa principalmente en la reserva mineras. Otros métodos empíricos similares fueron realizados posteriormente, estos métodos incluyeron costos en el formulismo, programación dinámica, optimización de la maximización de la razón de valor presente, análisis basados en la relación del costo marginal y el valor presente del ingreso marginal, programación dinámica bajo incertidumbre, formulaciones en base a costos e ingresos, entre otros.

⁸ TIR: tasa interna de retorno.

Las reglas empíricas como la de Tylor son simples y presentan una primera mirada como solución, sin embargo, es recomendable probar varias opciones para el análisis.

Algunas reglas empíricas para determinar el ritmo óptimo de producción (ROP):

- Regla de Tylor, 1976:

$$ROP[Mton^9/año] = 0.25 \times R^{0.75}$$

R: Reservas mineras en millones de toneladas, valido sobre 1 Mton.

- Regla de Mackenzie minas subterráneas, 1982:

$$ROP[ton/año] = 4.22 \times R^{0.756}$$

R: Reservas mineras en toneladas, valido sobre 50,000 ton y bajo 6,000,000 ton.

- Regla de Mackenzie minas cielo abierto, 1982:

$$ROP[ton/año] = 5.63 \times R^{0.756}$$

R: Reservas mineras en toneladas, valido sobre 200,000 ton y bajo 60,000,000 ton en mineral más estéril, y 50,000 ton y bajo 30,000,000 ton en mineral.

4. 6. Beneficio

El beneficio es definido como la cantidad monetaria obtenida de la diferencia entre los ingresos y los costos totales. Es en definitiva el dinero que una empresa ganará una vez que venda todos sus productos y se descuenta todos los costos para producirlos.

$$Beneficio = Ingreso total - Costo total$$

⁹ Mton: millones de toneladas.

4.6.1. Ingresos

El ingreso total es el dinero que obtiene una empresa por la venta de los bienes que produce. En forma sencilla, el ingreso es el producto entre el precio de venta y la cantidad vendida del producto que se comercializará. Si bien el producto de venta para una empresa minera puede ser un intermedio del elemento final o commodity, su valor siempre dependerá del precio de este commodity. Entonces se puede entender la importancia de dicho precio, el ritmo de explotación y las reservas mineras.

$$\text{Ingreso total} = \text{Precio de venta} \times \text{Cantidad vendida}$$

4.6.2. Precio del commodity

El precio de los metales es uno de los factores más influyentes en el negocio minero. Es evidente que al subir o bajar el precio subirá o bajará el ingreso total. Por otro lado, las reservas mineras son afectadas, ya que estas existirán solo si generan beneficios, en general estas aumentan para precios altos y disminuyen para precios bajos, y en consecuencia se tendrá una mayor o menor vida útil del depósito mineral. Los costos también se ven afectados, estos tienden a subir a medida que sube el precio del metal. En el largo plazo para precios altos los costos tienden a aumentar, ya que se abren nuevos proyectos y los insumos empiezan a escasear, luego, a mayor demanda de estos su precio aumenta. Pero en el corto plazo a una caída de los precios, los costos unitarios variables generalmente aumentan ya que al mismo costo total se explota la misma tonelada a un menor valor.

En definitiva, al caer los precios de los metales, el tamaño de las reservas de la mina se contrae, la vida útil cae, los costos unitarios de operación aumentan, los planes mineros del proyecto se reducen, y finalmente el valor económico esperado será menor.

4.6.2.1. Precio del cobre, oro y plata

El precio histórico de los metales básicos cobre, oro y plata, presentan comportamientos de movimientos cíclicos, incluye ciclos de corto plazo, ciclos a mediano plazo y "superciclos". Presentan una variabilidad más alta que otros productos básicos. Los ciclos de corto y mediano plazo tienen su origen en recesiones de tipo mundial, como por ejemplo crisis de las hipotecas subprime del 2007-2009, conflictos bélicos, entre otros motivos, pero también los shocks generados por los cambios tecnológicos o políticos que son más duraderos.

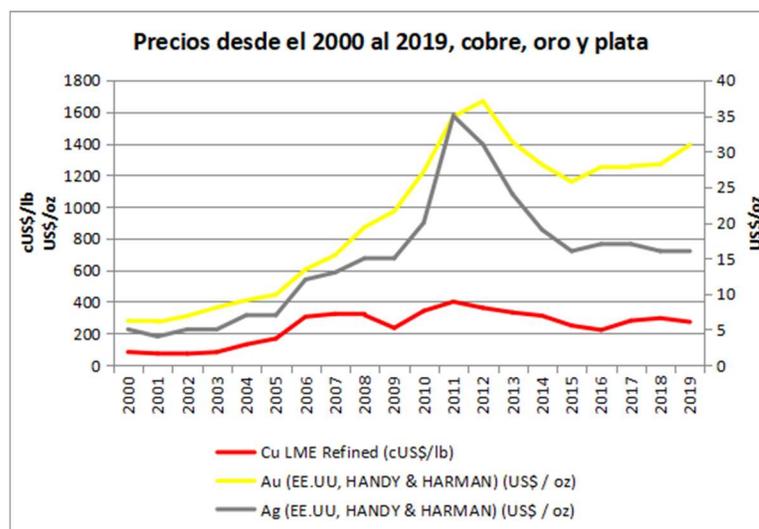


Figura 2: Precios desde el 2000 al 2019, cobre, oro y plata (COCHILCO¹⁰, 2020).

Según el reporte del Banco Mundial sobre el pronóstico del mercado de los commodity de abril del 2021 (World Bank Report, 2021¹¹), el precio de los metales y minerales en el primer trimestre del 2021 aumento sobre el 16%, el cobre alcanzó en marzo de este mismo año su máximo de 10 años, impulsado por la demanda de China, la recuperación económica mundial y un dólar estadounidense débil, principalmente.

En el mismo reporte, se indica que el cobre aumentó su precio especialmente por la demanda China debido a una alta inversión en infraestructura y construcción. Se pronostica una demanda de cobre que será beneficiada por los vehículos eléctricos y generación de energías renovables. Temas sociales como amenazas de huelgas en Chile y Perú, llevaron a una caída de los inventarios y aumentando el riesgo de producción. Finalmente, nuevos proyectos de gran magnitud y expansiones importantes serán relevantes en la producción de cobre y estarán influyendo en el precio, como proyectos en Chile, República Democrática del Congo, Indonesia, Mongolia, Panamá y Perú.

Por otro lado, el reporte nos dice que el precio del oro cayó un 4% en el primer trimestre por una caída de la demanda de inversión financiera, consecuencia del aumento de los rendimientos reales de EE.UU. El precio de la plata aumento un 8% este primer trimestre, impulsado por un repunte de

¹⁰ COCHILCO, Comisión Chilena del cobre, es un organismo técnico y asesor del estado en materias relacionadas con la producción de cobre, subproductos, sustancias minerales metálicas y algunas no metálicas.

¹¹ World Bank Report, reporte desarrollado por el Banco Mundial, en específico el reporte en mención es “Commodity Markets Outlook 2021”. El Banco Mundial es una organización multinacional, creada en 1944, y es especialista en temas financieros y apoyos económicos naciones en desarrollo.

la demanda industrial electrónica, automóviles y energía solar (representa más de la mitad del consumo de la plata).

Tabla 3: Proyección del precio de los metales cobre, oro y plata (World Bank Report, 2021).

Commodity Unit	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035
Copper US\$/mt	6,010	6,174	8,500	7,500	7,000	7,500	7,544	7,769	8,000
US\$/lb	2.73	2.80	3.86	3.40	3.18	3.40	3.42	3.52	3.63
Promedio acumulado	2.73	2.76	3.13	3.20	3.19	3.23	3.25	3.22	3.25
Gold US\$/toz	1,392	1,770	1,700	1,600	1,550	1,525	1,500	1,549	1,600
Silver US\$/toz	16.2	20.5	25.0	22.0	20.0	19.0	18.0	19.0	20.0

4.6.3. Costos

Los costos son aquellos valores en que incurre una empresa para poder producir el producto que comercializará y del cual se beneficiará, es decir, son todos los valores económicos para la obtención de un fin productivo.

El impacto en la determinación de los costos aplica en la toma de decisión sobre cuáles productos producir y cuáles no, fijar los precios de venta de los productos, llevar en forma adecuada los estados financieros, comparar y analizar los costos en distintos periodos, analizar y corregir desviaciones, entregar medidas de eficiencia, indicadores de producción, entre otros.

4.6.3.1. Clasificación de costos

Son varias las clasificaciones de costo, según su comportamiento, con relación a factores productivos, según su naturaleza, y otros se definen a continuación.

(1) Según el comportamiento:

- a. Costos fijos. Son aquellos que su valor no varía según lo producido, sin embargo, eventualmente varían en el largo plazo. Incluye mano de obra directa, materiales, preparación y desarrollo de áreas de producción.
- b. Costos variables. Estos varían en función de la producción, si se aumenta la producción estos costos aumentan y viceversa. Incluye personal, seguros, depreciación, amortización, impuestos, entre otros.

(2) Costos definidos en relación con los factores de producción y los productos:

- a. Costos indirectos. Este tipo de costos tiene consecuencias sobre la producción en forma total, dicho de otra forma, no pueden ser asignados a un determinado producto y deben ser repartidos equitativamente entre todos los bienes producidos. No se pueden asignar en forma directa.
- b. Costos directos. Son los que pueden ser asignados a cada bien o servicio en forma particular. Estos incluyen a los gastos que pueden ser asignados a cierto producto, departamento o proyecto.

(3) Según su naturaleza:

- a. Costos de mano de obra.
- b. Costos de materia prima.
- c. Costos financieros.
- d. Costos de distribución.
- e. Costos tributarios.
- f. Otros

(4) Costos operativos (OPEX, Operational expenditures):

Corresponde al gasto operativo, es el costo que está ligado en cierta medida a la operación y es de descuento permanente en los periodos (en el rubro minero los periodos son generalmente en años) para el funcionamiento de un producto, negocio o sistema.

En minería son de amplio conocimiento los costos operativos de mina y planta, definidos en forma separada de manera de ordenar y facilitar el análisis y calculo.

(5) Otros costos.

- a. Costos de oportunidad. Se refiere a los beneficios de una alternativa la cual se deja a cambio de otra elección.
- b. Costos hundidos. Son los costos que ya se han realizado y no harán ninguna diferencia en las decisiones actuales, son inevitables e irrecuperables.
- c. Costos controlables. Son los gastos que se puede controlar, generalmente de corto plazo y de rápido ajuste.

Es importante en una estimación de costos tener presente un factor de aseguramiento, que cubra costos que posiblemente no puedan ser visualizados en alguna etapa de evaluación del proyecto. En general se puede visualizar muy bien algunos costos en etapas tempranas de un proyecto como

por ejemplo costos de mano de obra, materiales, suministros y operación de equipos, supervisión, administración, repuestos, combustible, lubricante, electricidad, neumáticos, impuestos, desarrollo de preproducción, instalaciones de superficie, instalación o construcción de equipos o instalaciones mineras. Por otro lado, quizás no se puedan contemplar costos como los de exploración, medioambiental y permisos, caminos de acceso, líneas eléctricas, tuberías, gastos generales corporativos, seguros, bonificaciones de incentivo, recuperación posterior al cierre, entre otros.

4.6.3.2. Métodos de estimación de costos

La estimación de costos sirve para la evaluación e identificación de todos los elementos que significan un valor en el que se debe incurrir, para llevar a cabo las actividades para lograr producir un producto deseado. Dentro de los métodos de estimación podemos mencionar:

- (1) Costos de minas y plantas equivalentes. Basado sobre costos reales en otras minas o plantas similares, poseen un rango amplio con un error estimada a $\pm 20\%$, por lo cual no es aconsejable en una etapa de prefactibilidad.
- (2) Costo de fabricante. Usados para equipos o maquinarias de un fabricante o máquinas equivalentes.
- (3) Fuente de costos desde consultores de la industria.
- (4) Fuente de costos proveniente de entidades gubernamentales y de la industria.
- (5) Fuente de costos de operaciones propias de la empresa.
- (6) Fuente de costos de cotizaciones de contratistas.
- (7) Método de componentes del costo, basado en costos unitarios.
- (8) Método de la relación costo-capacidad. Método que correlaciona capacidad de producción de diferentes explotaciones y sus costos. Este es un criterio de amplia aplicación, si bien no es un criterio preciso, en orden de magnitud los costos operativos en general se relacionan con el tamaño de la operación, lo que se relaciona de buena manera con la economía de escala.

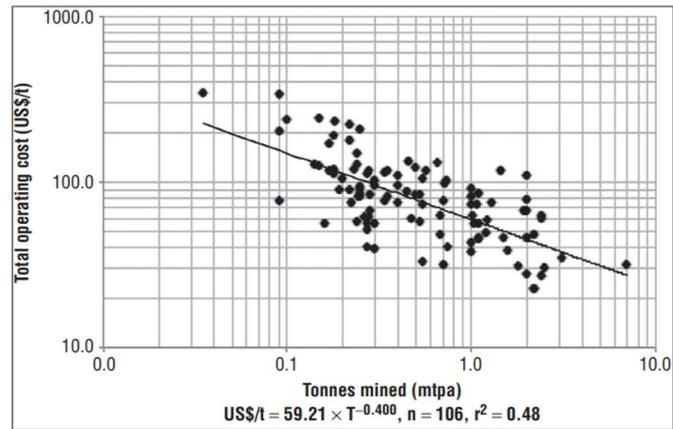


Figura 3: Ejemplo método estimación de costo operativo, relación costo-capacidad (Rudenno, 2012).

4.6.4. CAPEX (Capital expenditure)

El CAPEX o gasto en capital, es la inversión en capital o en inmovilizado fijo que realiza una compañía para adquirir, mantener o mejorar su activo no corriente (<https://economipedia.com/definiciones/CAPEX.html>). En otras palabras, es la inversión necesaria para mantener o expandir los bienes de capital. Los flujos de caja dependerán de las inversiones realizadas, por lo tanto, el CAPEX es un elemento muy relevante en el negocio de una compañía.

4.6.4.1. Estimación de CAPEX

La estimación de los costos de capital necesita de información detallada sobre un depósito en particular, que a menudo no está disponible y se utilizan métodos que entregan valores aproximados con el uso de reglas empíricas que representan en las etapas iniciales de un proyecto una buena aproximación.

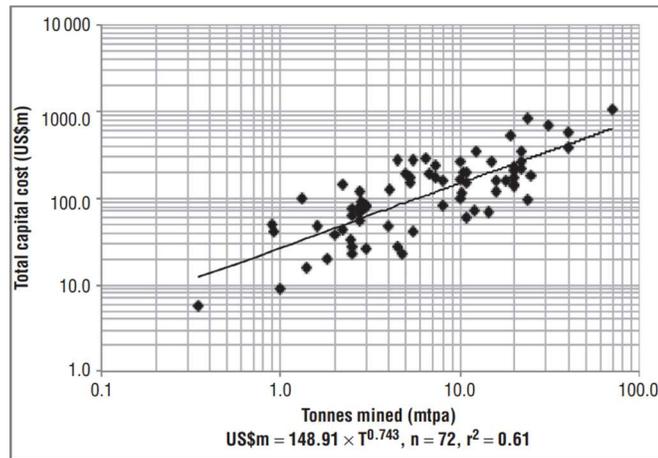


Figura 4: Ejemplo método estimación de costo capital, relación costo-capacidad (Rudenno, 2012).

- (1) Método de ajuste exponencial de la capacidad. Dentro de estas estimaciones se encuentra las basadas en datos empíricos de otros proyectos similares los que tienen precisión de +/- 30%, adecuados para estudios de alcance o prefactibilidad. Un ejemplo de estimación de costo capital basada en datos empíricos se muestra a continuación, regla de los sextos décimos (Mular, 1978):

$$\left(\frac{\text{Costo capital 1}}{\text{Costo capital 2}}\right) = \left(\frac{\text{Capacidad 1}}{\text{Capacidad 2}}\right)^x$$

- (2) Método de estimación detallada. Basada en ingeniería de detalle, esquemas de flujo y listas de equipos.
- (3) Método de costo de equipos. Basado en el costo de los equipos principales (Mular, 1982).
- (4) Método del índice de costo. Basado en la valorización de equipos principales de mina o planta.

4.6.4.2. Componentes principales del costo capital

Algunos de los componentes principales del costo se muestran a continuación:

- (1) Capital circulante, necesarios mientras no se generen ingresos para poder soportar la operación.
- (2) Terrenos.
- (3) Instalaciones.

- (4) Equipos y maquinarias.
- (5) Provisiones para el desarrollo previo a la explotación: Caminos, accesos, preparación de superficies, desarrollos mineros, hidrogeología, geología, permisos medioambientales.

4.6.4.3. TCO (Total Cost of ownership)

Es el valor real de un activo, más allá del precio de compra, incluye los costos en los cuales se debe incurrir para garantizar el buen funcionamiento del bien durante la vida útil del mismo. Incluye el costo de la compra, aspectos del uso y mantenimiento. Dentro de estos podemos mencionar, la formación para el personal de soporte y usuarios, costo de operación, trabajos de consultaría, consumo eléctrico, adecuaciones especiales de infraestructura, costos por incumplimientos, espacio, energía, desarrollo, control de calidad, y muchos más.

4.6.4.4. Capital inicial

Corresponde a la parte del CAPEX en la cual se incurre al inicio del proyecto, generalmente es la parte más crítica dentro del cuadro flujo de caja. Esto, porque se hace efectiva previo a la generación de ingresos para poder soportar la operación y/o auto sostener un proyecto (posible generación de capital para sostenimiento). El capital inicial es el total de inversiones necesarias para poner en marcha el project y dentro de este se encuentra:

- (1) La inversión en activos fijos o bienes tangibles o activos fijos como terrenos, maquinarias, edificios, equipos, etc.
- (2) Inversión en activos nominales, activos constituidos por servicios o derechos adquiridos susceptibles de amortización como patentes, licencias, imprevistos, entre otros.
- (3) Inversión en capital de trabajo, recursos en forma de activos corrientes para cancelar los primeros insumos de la operación hasta que el valor de la venta percibida quede disponible para generar nuevos insumos.

4.6.4.5. Capital de sostenimiento o capital de mantenimiento

Corresponde a la cantidad de recursos que la empresa debe asignar para garantizar el funcionamiento de la maquinaria o un equipo en un determinado proceso de producción durante la vida del proyecto. Es equivalente a lo que se denominan costos estructurales, es decir, a los que permiten mantener en actividad a la inversión asegurada, que podrá seguir en situación de generar más producción.

El CAPEX de sostenimiento se refiere al capital necesario para que la empresa continúe operando en su forma actual. Son los gastos necesarios para conservar en el tiempo la capacidad productiva

existente a nivel. Se refiere a los gastos de capital de reemplazo que se necesitan para mantener la línea de ingresos. No es referido a inversión en activos que entreguen una capacidad adicional.

4.6.4.6. Capital de crecimiento (Growth CAPEX)

Este capital dice relación con la inversión en nuevos activos, destinados a aumentar la capacidad productiva de la empresa, es decir, la inversión que si entrega una capacidad adicional.

4.6.4.7. Capital de trabajo

El capital de trabajo es el que se incurre para afrontar compromisos de pago en el corto plazo con el propósito de operar, insumo, materias primas, pago a sus trabajadores, reposición de activos, y otros relacionados con la actividad económica. Son recursos en efectivo, cartera de productos financieros y otras inversiones, en general recursos líquidos que se puedan transformar rápidamente en efectivo para cancelar los primeros insumos de la operación hasta que el valor de la venta percibida quede disponible para generar nuevos insumos.

4.6.4.8. Capital de cierre

Es el capital de cierre del proyecto, es decir, el capital en el que se incurre en la etapa terminal de un proyecto. Es un ítem íntimamente relacionado con la industria minera, y que consiste en el gasto para minimizar el impacto ambiental que genera la actividad de la explotación y proceso de minerales.

En Chile, la ley 20.551 es la que regula el cierre de instalaciones y faenas mineras, el reglamento D41 regula técnicamente los planes de cierre y la aplicación de garantías financieras o tipos de instrumentos. La ley 20.819 modifica la ley 20.551 y permite incorporar recursos mineros en el cálculo de la vida útil para la mediana minería (la vida útil es utilizada para concepto de garantías financieras).

4. 7. Impuestos

En Chile las materias de desarrollo económico y solución de problemas económicos de carácter nacional dependen del Ministerio de Hacienda, organismo que se encarga de mantener los equilibrios en las cuentas fiscales. Los organismos estatales que regulan la actividad se encuentran el Ministerio de Economía, el Ministerio de Hacienda y el Banco Central. En el mismo contexto, la administración tributaria está conformada por el Servicio de Impuestos Internos, la Tesorería General de la República y Servicio Nacional de Aduana, y dependen del Ministerio de Hacienda.

4.7.1. Impuestos sobre la renta

El Impuesto a la Renta de Primera Categoría del Artículo 20 Ley de Impuesto a la Renta, grava las utilidades tributarias de los negocios, dejando afectas las rentas provenientes del capital y de las empresas comerciales, industriales, mineras y otras. Es determinada sobre la base de las utilidades líquidas obtenidas por la empresa (ingresos devengados menos los gastos), se declara anualmente en abril aquellas rentas devengadas en el año calendario anterior.

Este impuesto se rebaja como crédito, de acuerdo con el mecanismo establecido para la confección del Fondo de Utilidades Tributables, de los Impuestos Global Complementario o Adicional que afecten a los dueños, socios o accionistas de las empresas o sociedades por las utilidades retiradas (en dinero o especies) o por los dividendos distribuidos. Para algunas actividades como la minería, el contribuyente puede pagar el impuesto según un sistema de renta presunta (en la medida que cumpla con las condiciones señaladas en la ley). Las tasas del impuesto de primera categoría vigentes son las siguientes según se pueden observar en la tabla n°4:

Tabla 4: Tasas de impuestos de primera categoría (Servicio de Impuestos Internos, 2021).

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

Para algunas actividades, dentro de ellas la minería, el contribuyente puede pagar el impuesto según un sistema de renta presunta en la medida que cumpla con las condiciones señaladas en la ley. La ley de renta define al pequeño minero artesanal, estos pueden tributar según renta única en base imponible al valor neto de las ventas. Por otro lado, los mineros de “mayor importancia”¹² tributan

¹² Sociedades anónimas, en comandita por acciones, agencias extranjeras, los contribuyentes mineros referidos en el N° 2 del artículo 34 de la ley y las personas naturales o jurídicas que exploten plantas de beneficios de minerales en las cuales se traten minerales de terceros en un 50% o más del total procesado en cada año.

según renta efectiva. Respecto de los contribuyentes mineros de “mediana importancia”¹³ pueden tributar según renta presunta en base imponible calculada según el precio de los metales, esta renta considera el retiro para el impuesto global complementario a diferencia de la renta efectiva.

4.7.2. IEAM

El IEAM o Impuesto Específico a la Actividad Minera también llamado royalty minero (legalmente no existe una figura llamada “royalty” a la minería), es un gasto tributario que se rebaja de la Renta Líquida Imponible de Primera Categoría en el ejercicio en que se devengue el IEAM, es decir, antes de que se exija la obligación a su declaración y pago. Para inversionistas extranjeros el IEAM es crédito contra el Impuesto a la Renta de Primera Categoría, todo el IEAM es imputable contra dicho impuesto.

El IEAM es “gravado” de la renta operacional de la actividad minera sobre sustancias minerales concesibles (Ministerio de Minería, 1983). La base imponible del IEAM o cantidad determinada sobre la que se aplica el impuesto, es la renta imponible operacional del explotador minero (RIOM), consistente en agregar o deducir a la base imponible del impuesto de primera categoría determinadas según la tabla siguiente:

¹³ Son aquellos que no tienen el carácter de “Pequeño Minero Artesanal” definidos en el N° 1 del artículo 22 de la Ley de la Renta. En ningún caso se clasifican en este rubro las sociedades anónimas, en comandita por acciones, agencias extranjeras, los contribuyentes mineros definidos en el N° 2 del artículo 34 de la ley y la explotación de plantas de beneficio de minerales en las cuales se traten minerales de terceros en un 50% o más del total procesado en cada año.

Tabla 5: Determinación base imponible del EIAM (Cavada Herrera, 2020).

1. Renta Líquida Imponible del Impuesto de Primera Categoría (o Pérdida Tributaria) determinada de acuerdo a los artículos 29 al 33 de la LIR, de la cual el IEAM debe estar deducido previamente como gasto.	+
2. Deben deducirse todos los ingresos que no provengan directamente de la venta de productos mineros.	-
3. Deben agregarse los gastos y costos necesarios para producir los ingresos a que se refiere el punto anterior.	+
4. Deben agregarse los gastos de imputación común del explotador minero que no sean asignables exclusivamente a un determinado tipo de ingresos, en la misma proporción que representen los ingresos a que se refiere el primer punto, respecto del total de los ingresos brutos del explotador minero;	-
5. Debe agregarse, en caso que se hayan deducido, las siguientes partidas contenidas en el artículo 31 de la Ley sobre Impuesto a la Renta (reversar gastos contabilizados):	+
a) Los intereses referidos en el N° 1 del artículo 31 de la LIR.	+
b) Las pérdidas de ejercicios anteriores a que se refiere el N° 3 del artículo 31 de la LIR.	+
c) El cargo por depreciación acelerada a que se refiere el N° 5 del artículo 31 de la LIR.	+
d) La diferencia que se produzca entre la deducción de los gastos de organización y puesta en marcha a que se refiere el N° 9 del artículo 31 de la LIR, amortizados en un plazo inferior a seis años y la proporción que hubiese correspondido deducir por la amortización de dichos gastos en partes iguales en el plazo de seis años, cuando exista dicha diferencia. La diferencia que resulte de aplicar lo dispuesto en este punto, se amortizará en el tiempo que reste para completar, en cada caso, los seis ejercicios.	+
e) La contraprestación que se pague en virtud de un contrato de avío, compraventa de minerales, arrendamiento o usufructo de una pertenencia minera, o cualquier otro que tenga su origen en la entrega de la explotación de un yacimiento minero a un tercero.	+
f) Parte del precio de la compraventa de una pertenencia minera que haya sido pactado como un porcentaje de las ventas de productos mineros o de las utilidades del comprador	+
6. Cuota anual de depreciación de bienes físicos del activo inmovilizado que hubiere correspondido de no aplicarse el régimen de depreciación acelerada a que se refiere el N° 5 del artículo 31 de la LIR	-
Resultado: Renta imponible (o pérdida) operacional anual, según corresponda	+
	-

La tasa o cantidad por pagar, es un porcentaje sobre la base imponible y se determina según una tabla progresiva de ventas anuales de toneladas métricas de cobre fino. Los explotadores mineros con ventas anuales de hasta 12.000 toneladas métricas de cobre fino están sin afectos a este impuesto. Por otro lado, aquellos con ventas anuales sobre 12.000 e inferiores a 50.000 toneladas métricas de cobre fino son afectos a una tasa progresiva y ascendente, de entre 0,5% y 4,5%. Y finalmente los explotadores mineros con ventas anuales que excedan al valor equivalente a 50.000 TMCF, se le aplica una tasa correspondiente al margen operacional minero (MOM):

Tabla 6: Tasas de impuesto aplicable según ventas anuales (Cavada Herrera, 2020).

Tramos correspondientes al monto de ventas anuales en TMCF	Tasa
Con ventas con valor hasta 12.000 toneladas métricas de cobre fino	Exen
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 12.000 TMCF y no sobrepase el equivalente a 15.000 TMCF.	0,5%
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 15.000 TMCF y no sobrepase el equivalente a 20.000 TMCF.	1%
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 20.000 TMCF y no sobrepase el equivalente a 25.000 TMCF.	1,5%
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 25.000 TMCF y no sobrepase el equivalente a 30.000 TMCF.	2%
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 30.000 TMCF y no sobrepase el equivalente a 35.000 TMCF.	2,5%
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 35.000 TMCF y no sobrepase el equivalente a 40.000 TMCF.	3%
Sobre la parte que exceda al valor equivalente a 40.000 TMCF.	4,5%

Tabla 7: Tasas de impuesto aplicable según margen operacional minero (Cavada Herrera, 2020).

MOM	Tasa
Si el MOM es igual o inferior a 35	5%
Sobre la parte del MOM que exceda de 35 y no sobrepase de 40	8%
Sobre la parte del MOM que exceda de 40 y no sobrepase de 45	10,5%
Sobre la parte del MOM que exceda de 45 y no sobrepase de 50	13%
Sobre la parte del MOM que exceda de 50 y no sobrepase de 55	15,5%
Sobre la parte del MOM que exceda de 55 y no sobrepase de 60	18%
Sobre la parte del MOM que exceda de 60 y no sobrepase de 65	21%
Sobre la parte del MOM que exceda de 65 y no sobrepase de 70	24%
Sobre la parte del MOM que exceda de 70 y no sobrepase de 75	27,5%
Sobre la parte del MOM que exceda de 75 y no sobrepase de 80	31%
Sobre la parte del MOM que exceda de 80 y no sobrepase de 85	34,5%
Si el MOM excede de 85	14%

4.7.3. IVA

El IVA (impuesto sobre el valor agregado), es el impuesto a las ventas y servicios que grava la venta de bienes y prestaciones de servicios a las empresas comerciales, industriales, mineras, y de servicios, con una tasa vigente en la actualidad de un 19%. Se aplica sobre la base imponible de ventas y servicios, y la exención más importante es la que beneficia a las exportaciones. Afecta al consumidor final, pero se genera en cada etapa de la comercialización del bien.

4.7.4. Derecho de aduana

El Impuesto al Comercio Exterior corresponde a los pagos por importaciones, el pago del derecho ad-Valorem de 6% sobre el valor de transacción del bien, calculado sobre su valor CIF (costo de la mercancía, de la prima del seguro y del valor del flete de traslado).

4.7.5. Depreciación

La depreciación es el proceso mediante el cual se transforma el gasto de adquisición de un activo físico en costo, durante los periodos que presta servicios. Las causas de depreciación son variadas pudiendo ser técnicas y económicas. La primera se debe al deterioro físico que se produce por el transcurso del tiempo y al deterioro funcional consecuencia del uso. La segunda, es por causa del envejecimiento económico motivado por obsolescencia, innovaciones tecnológicas, disposiciones legales, etc. Todas son causantes de pérdida de valor del activo.

Para determinar la depreciación es necesario conocer la vida útil del mismo activo (periodos durante los cuales prestará servicio), su valor residual (valor al liquidar el activo al final de su vida útil) y el mecanismo o método de depreciación.

Si bien la depreciación no significa ninguna salida de caja, su importancia radica en que es un gasto deducible para calcular la base imponible, es decir, genera una disminución de impuesto y un consecuente mayor cash flow. Su cálculo fundamental es el que sigue:

$$\text{Valor libro} = \text{valor original} - \text{cargo por depreciación}$$

Algunos métodos de depreciación son el método lineal normal o de cuotas fijas, método de depreciación lineal acelerada, método de la unidad de producción, depreciación por saldo decreciente, método del fondo de amortización, entre otras.

- (1) Método de depreciación lineal. La cuota de depreciación en cada periodo es fija, definida por el cociente entre la suma a depreciar y el número de periodos.

$$\text{Cargo por depreciación} = \left(\frac{\text{Valor de adquisición} - \text{Valor residual}}{\text{años de vida útil del activo}} \right)$$

- (2) Método de depreciación acelerada. Se asigna una vida útil dividida en tres, pudiendo ser acelerada solo aquellos bienes que tengan una vida superior a 5 años.
- (3) Depreciación de la unidad de producción. Se calcula con el cociente entre la cantidad a depreciar y el número total de unidades producidas durante la vida útil del activo.

$$\text{Cargo por depreciación} = \left(\frac{\text{Valor de adquisición} - \text{Valor residual}}{\text{Producción total}} \right) \times \text{Producción anual}$$

4. 8. Criterios para evaluación de proyectos

La evaluación de proyectos es el proceso, mediante el cual, el evaluador emite juicios sobre si un proyecto es o no de conveniencia para invertir en él. Las técnicas más utilizadas, para llevar a cabo este proceso, se basan en el cálculo de los flujos de caja o cash flow y las matemáticas financieras para la evaluación. También es clave la consideración de una tasa de descuento, conocida también como tasa de costo capital. Esta tasa se define como el “precio” que se paga por fondos requeridos para cubrir una inversión, y corresponde a una medida de rentabilidad mínima que se le exige a un proyecto según su riesgo.

4.8.1. Periodo de recuperación descontado o Payback

Mide el periodo en que se recupera el capital invertido, su criterio es que el proyecto que recupere capital más rápido presenta alguna ventaja sobre otros. Sin embargo, es un concepto más bien temporal que económico.

$$\text{Pay} - \text{Back} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}}$$

Donde:

F_t : Flujos netos de cada periodo “t”.

n: Periodos del proyecto.

i: Tasa de descuento del proyecto.

4.8.2. Razón Beneficio-Costo (B/C)

Este criterio es, más bien de sentido común, muestra las ventajas de un proyecto que posee mayor beneficio que costo, una razón B/C menor a cero indica que el proyecto se debe analizar si es posible mejorar o simplemente desechar.

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

Donde:

B_t : Beneficios brutos de cada periodo “t”.

C_t : Costos brutos de cada periodo “t”.

n: Periodos del proyecto.

i: Tasa de descuento del proyecto.

Regla de decisión:

$B/C > 1$: Proyecto rentable

$B/C = 1$: Indiferencia

$B/C < 1$: Proyecto no rentable

4.8.3. Valor actual neto (VAN).

El valor actual neto o VAN es de uso general. Consiste en el valor actual neto de los flujos de caja netos futuros descontados a la tasa de costo alternativo de uso de fondos.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

F_t : Flujos netos del periodo “t”.

I_0 : Inversión inicial.

n: Periodos del proyecto.

i: Tasa de descuento del proyecto.

Regla de decisión:

- VAN > 0: Proyecto rentable
VAN = 0: Indiferencia
VAN < 1: Proyecto no rentable

4.8.4. Índice de rentabilidad (IR)

Es la razón entre la suma de los flujos de caja actualizados y la inversión inicial. Medida en función del VAN se escribe:

$$IR = \frac{VAN}{I_0} + 1$$

Donde:

VAN: VAN del proyecto.

I₀: Inversión inicial.

Regla de decisión:

- IR > 1: Proyecto rentable
IR = 1: Indiferencia
IR < 1: Proyecto no rentable

4.8.5. Tasa interna de retorno (TIR)

Es aquella tasa que iguala el valor presente de los flujos netos del proyecto con la inversión inicial, es decir, la tasa interna de retorno se refiere a aquella tasa de descuento en que el VAN es cero, es la “tasa más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero”.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

$$I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t}$$

Donde:

F_t : Flujos netos del periodo “t”.

I_0 : Inversión inicial.

n: Periodos del proyecto.

i: Tasa de descuento del proyecto.

Regla de decisión:

$TIR > i$: Proyecto rentable

$TIR = i$: Indiferencia

$TIR < i$: Proyecto no rentable

4. 9. Tasa de descuento del proyecto

La tasa de descuento del proyecto utilizada en la actualización de los flujos de fondo, influye fuertemente en la evaluación de un proyecto, su inadecuada utilización puede resultar en resultados errados.

La definición general de la tasa de descuento o tasa de costo capital es el precio que paga los fondos para cubrir una inversión. Es una medida de la rentabilidad mínima que se le exige a un proyecto, según su riesgo, tal que el retorno esperado cubra el total de la inversión, egresos operacionales, intereses por préstamos y rentabilidad que un inversionista le exige a su propio capital invertido.

4.9.1. Costo ponderado del capital (WACC).

Es el costo promedio de los costos relativos a cada una de las fuentes de fondos que una empresa utiliza, es decir, es el costo ponderado entre el costo de la deuda y el costo de capital propio o patrimonial. El costo de la deuda se refiere a la diferencia del monto original de un préstamo respecto al que se debe pagar (tasa de interés anual). Por su parte el costo de capital propio es la tasa que se asocia con la mejor oportunidad de inversión de riesgo similar que se abandonará por el proyecto en cuestión.

$$WACC = C_d \times \left(\frac{D}{D + P} \right) + C_p \times \left(\frac{P}{D + P} \right)$$

$$C_d = (r_f + r_p) \times (1 - t)$$

$$C_p = r_f + \beta \times (r_m - r_f)$$

Donde:

C_d : Costo de la deuda.

C_p : Costo de capital propio o equity.

D : Monto de la deuda.

P : Monto del patrimonio.

r_f : Tasa libre de riesgo del país.

r_p : Prima que refleja el riesgo del proyecto.

t : Tasa impositiva marginal.

β : Beta de la empresa, expresa la variabilidad de las acciones ordinarias con respecto a la variabilidad del mercado en su conjunto

r_m : Costo capital de los mercados, es la tasa de rentabilidad esperada de un activo, como por ejemplo el de una acción.

4. 10. Financiamiento de proyectos mineros

El sector minero en forma constante necesita inversión, desde la exploración hasta la puesta en marcha, con objetivos de crecimientos o expansión, para sostenimiento, e incluso para el cierre.

El principal problema que condiciona el acceso a financiamiento para el desarrollo de un proyecto es el riesgo económico involucrado en la actividad minera. En el sector extractivo minero la probabilidad de aparición de alteraciones económicas es alta en comparación con otras industrias.

Las fuentes de financiamiento son variadas en minería, en Chile dependen del sector donde se encuentra inserto el proyecto: pequeña, mediana o gran minería.

En líneas generales, los tipos de financiamiento se pueden clasificar en dos: Capital (Equity financing) y Deuda (Debt financing). Una diferencia trascendental, entre ambos, es que el Equity se relaciona principalmente con instrumentos de renta variable y el Debt con instrumentos de renta fija, donde la clave de diferenciación es el grado de compromiso que adquieren.

La elección entre adquirir un tipo u otro se basará en factores tales como el riesgo de inversión, riesgos políticos, riesgos sociales, riesgos ambientales, entre otros; en el costo del proyecto; el tipo de empresa minera a financiar; la utilidad esperada; entre otros factores. Sin embargo, la decisión debe ser en base a un análisis de costo y beneficio.

4.10.1. Patrimonio o fondo de los accionistas (equity)

En este caso son los mismos dueños los que asumen el riesgo final para la empresa o proyecto. Esencialmente es la obtención de capital mediante la venta de acciones, con este financiamiento se genera un interés de propiedad para los accionistas.

Dentro del financiamiento del equity podemos encontrar:

- (1) Financiamiento interno (autofinanciamiento). La empresa utiliza sus propios medios económicos para financiar la actividad, es decir reinvierte sus beneficios en sí misma. Los socios aportan y desembolsan capital parte del patrimonio neto de la empresa (recursos propios).
- (2) Financiamiento de origen privado. Son aquellos fondos de inversión privado nacionales o extranjeros que generalmente tienen la característica de ser especializados en la industria los cuales buscan oportunidades de inversión. Entre este tipo de financiamiento se encuentran:
 - ❖ El capital semilla. Corresponde a financiación de origen, oferta de acciones para una inversión temprana hasta que el proyecto genere sus propios flujos de caja, con capital de hasta kUS\$50¹⁴ aproximadamente.
 - ❖ Business angels. Financiamiento de origen, realizado por una persona o grupos de personas (individuo “próspero” que puede además aportar con sus conocimientos

¹⁴ kUS\$, miles de dólares.

empresariales), que invierte su propio capital a cambio de participación accionaria en empresas que no cotizan en la bolsa, con capital de hasta kUS\$500 aproximadamente.

- ❖ Venture capital. Financiamiento a través de acciones a empresas emergentes (start-ups) con alto potencial. Los aportes son generalmente realizados por family offices, grandes compañías e institucionales como fondos de pensiones, aseguradoras, etc. Dirigido principalmente a empresas con capital de entre kUS\$500 a MUS\$5.
- ❖ Colocación privada (Placements). Obtención de capital mediante emisiones de acciones no cotizadas colocadas directamente a un pequeño grupo (evitando el costo asociado a ofertas públicas), con capital entre MUS\$50 y MUS\$500.
- ❖ Levantamiento de acciones (listarse en una bolsa). Se refiere a cotizar en la bolsa a través de una oferta pública inicial.
- ❖ Bolsa de Santiago. El mercado venture es un segmento especial de la bolsa de Santiago acuerdo firmado con TSXV¹⁵ dedicado a empresas en crecimiento, les permite participar en MILA¹⁶. Además, permite a las empresas listarse en TSXV y en la Bolsa de Santiago Venture ofreciendo acceso a financiamiento en ambos mercados.
- ❖ Bolsas de valores extranjeras. Ejemplos como Canadá bolsa de Vancouver o Toronto, en Londres (AIM¹⁷), en Australia (ASX¹⁸). Estas tienen regulaciones expertas para acceder a los mercados, con estándar conocidos y probados, a través de registro, divulgación, entregar información de reservas, etc.

4.10.2. Deuda o fondo de los financistas (debt)

Corresponde la recaudación de capital mediante la venta de instrumentos de deuda. A cambio de prestar el dinero, las personas o instituciones se convierten en acreedores y reciben la promesa de que el capital y los intereses de la deuda se reembolsarán según un calendario regular. Son instrumento de renta fija como los préstamos bancarios y bonos.

¹⁵ TSXV, TSX Venture Exchange (Toronto Stock Exchange), Bolsa de Valores de Toronto.

¹⁶ MILA, Mercado Integrado Latinoamericano, integración bursátil transnacional creado por la Bolsa de Comercio de Santiago, la Bolsa de Valores de Colombia y la Bolsa de Valores de Lima, integrándose luego la Bolsa Mexicana de Valores, actualmente la segunda bolsa de valores más grande de América Latina.

¹⁷ AIM, Alternative Investment Market es un submercado de la Bolsa de Londres el cual está enfocado a las compañías pequeñas con objeto de que puedan acceder a los mercados bursátiles.

¹⁸ ASX, Australian Securities Exchange es el principal Mercado de Valores de Australia.

En términos generales se efectúa mediante la suscripción de un contrato de crédito o préstamo. El crédito puede ser bilateral o sindicado (cuando se trata de grandes proyectos mineros o se requieren grandes sumas de dinero, y generalmente participan dos o más bancos).

Alternativas de deuda:

(1) Préstamo Corporativo. Basado en el balance y solvencia de la sociedad.

(2) Project Finance. Involucra un financiamiento de largo plazo para un proyecto. Las obligaciones de pago son garantizadas con los activos del proyecto y flujos de caja. Generalmente para grandes proyectos en los cuales los sistemas tradicionales de financiamiento resultan insuficientes, la garantía de devolución es total, de modo que, en el caso de generarse deudas impagas, la empresa financiada debe responder con todo el patrimonio de la sociedad.

Algunos criterios al momento de entregar créditos por parte de las entidades bancarias, consiste en determinar y evaluar la calidad de los accionistas, cantidad y categoría de reservas mineras, vida útil de la mina, ley del mineral, nivel de producción, tecnologías disponibles, tipos de proveedores y clientes, capacidad de acceso a puertos, acceso a energía, cash cost, evaluación a sponsors o socios, plazo de financiamiento, aporte de capital de los socios, estatus de resoluciones medioambientales, finalidad del crédito (expansión o nuevo proyecto), principalmente.

Algunas comparaciones entre equity y deuda se encuentran en la tabla a continuación.

Tabla 8: Comparación deuda versus equity (fuente, malla curricular magister).

Comparación	Debit	Equity	Observación
Elementos para pronosticar	Mas elementos	Menos elementos	Conocimiento de obligaciones de capital e intereses (excepto prestamo tasa variable).
Costo real	Intereses deducibles	Intereses no deducibles	Por concepto de deducción de intereses en declaración de impuestos.
Complejidad de obtención de capital	Menos compleja	Más compleja	:Deuda es menos complicado, no obliga a la empresa a cumplir con las leyes y regulaciones de valores estatales y federales.
Obligaciones de protocolo	Menos obligaciones	Más obligaciones	Correos periódicos a inversores, reuniones periódicas de accionistas, voto de accionistas para toma de algunas decisiones.
Dificultad para crecer por alto apalancamiento	Con dificultad	Sin dificultad	Alto apalancamiento y consecuente alto costo del servicio de la deuda.
Necesidad de flujo de efectivo	Necesita	No necesita	Para pagos de capital e intereses (se deben presupuestar).
Restricciones sobre las actividades de la empresa	Con restricciones	Sin restricciones	Restringe opciones de financiamiento y alternativas comerciales.
Riesgo	Mas riesgo	Menos riesgo	Mayor riesgo por relación deuda-capital elevada.
Exigencia el reembolso del préstamo	Exige	No exige	Exigencia el reembolso del préstamo
Capacidad para financiar proyectos de mayor riesgo	Menor capacidad	Mayor capacidad	Capacidad para financiar proyectos de mayor riesgo
Obligación de pago de dividendos (sobre acciones ordinarias)	Con obligación	Sin obligación	Obligación de pago de dividendos (sobre acciones ordinarias).
Vencimiento para el reembolso	Con vencimiento	Sin vencimiento	Vencimiento para el reembolso del capital inicial contribución de los accionistas
Responsabilidad con los accionistas	Mayor responsabilidad	Menos responsabilidad	Responsabilidad con los accionistas limitada a activos residuales, no se extiende a los demás accionistas (bienes personales).
Dilución de participación	No diluye	Si diluye	Diluye la participación del propietario en la empresa.
Complejidad	Menos complejo	Mas complejo	Complejidad y altos costos de transacción del capital, (pequeño prospecto costo de suscripción hasta \$ 500,000)
Variabilidad de fondos	Mayor disponibilidad	Menor disponibilidad	Disponibilidad variable de fondos en función de ciclos económicos y de precios de las materias primas
Flexibilidad de disponibilidad	Mas flexible	Menos flexible	Disponibilidad flexible de fondos cuando realmente se necesitan
Costos	Menor costo	Mayor costo	Menor costo de fondos y costos de transacción
Apalancamiento	Apalancamiento	No apalancamiento	Desgravación fiscal de apalancamiento de gastos por intereses rendimientos sobre el capital contable
Transversabilidad	Para un segmento minero	Mas Transversal	Las empresas mineras más grandes tienen más opciones y facilidad de establecimiento de instrumentos de deuda
Riesgo	Mas riesgo	Menor riesgo	Un nivel más alto de deuda trae consigo más riesgo
Extensión de riesgo para otros proyectos	Extiende el riesgo	No extiende el riesgo	La seguridad flotante sobre los activos de la empresa se extiende riesgo financiero para otros proyectos
Limitación de la capacidad de utilizar otros activos	Limita capacidad de uso	No limita la capacidad de uso	Los convenios restrictivos en la financiación de proyectos pueden limitar la capacidad de utilizar otros activos de la empresa como garantía.

4.10.3. Otras fuentes de financiamiento alternativas

- (1) Metal Streaming. Corresponden a la compraventa de minerales donde el que da el financiamiento (streaming company) realiza un pago por adelantado (upfront payment), bajo ciertas condiciones, a favor de la empresa minera a cambio del derecho de recibir a futuro la cantidad de mineral que las partes acuerden. Adicionalmente las partes pueden pactar pagos

fijos adicionales, calculados generalmente en función al precio de mercado del mineral al momento de su entrega.

Un ejemplo para comprender mejor este tipo de financiamiento es el que se llevó a cabo en abril del 2021 entre las mineras canadienses Capstone Wheaton Precious Metals. La operación cerró el acuerdo por MUS\$ 290. Esta operación se resume de la siguiente manera:

Operación: Venta de oro de la mina Santo Domingo que opera en el norte de Chile, perteneciente y operada por Capston.

Obligación de la streaming company: Wheaton (multinacional de streaming de metales preciosos) pagará un depósito por adelantado de MUS\$ 30 más transferencias por partes de MUS\$ 260 (total MUS\$ 290). Además, Wheaton pagará continuamente desembolsos por las entregas de oro equivalentes al 18% del precio a contado del metal, hasta que el depósito inicial se reduzca a cero. Después de eso, pagará el 22% del precio a contado.

Obligación de la minera: Capston por su parte, entregará la producción total de oro de la mina hasta completar 285 mil oz. A posterior, el derecho de la empresa se reducirá un 67% de la producción de oro.



Figura 5: Noticia acuerdo de streaming (Diario Financiero, 2021)

- (2) Joint ventures. Dos o más empresas toman la decisión de unir sus recursos para crear una nueva entidad empresarial con el objeto de desarrollar un nuevo proyecto o negocio. Se crea una

entidad de independencia jurídica, siendo ambas responsables de pérdidas, ganancias e inversiones. En general el joint venture se da entre empresas del mismo rubro entregando la experiencia que tiene sobre el negocio, siendo los de más éxito los que cada miembro tiene el mismo porcentaje. Los joint ventures poseen la ventaja de reducir los riesgos, es muy normal que grandes empresas formen un joint venture con empresas más pequeñas.

- (3) Royalty o regalía. La regalía otorga el derecho a un porcentaje de los ingresos por la venta de la producción a cambio de un pago por adelantado. Sus ventajas son que las empresas tienen acceso a una fuente de capital que no implica dilución. Los mecanismos de cálculo de pago son variados, los más conocidos son en función del NSR o retornos netos de la fundición (net smelter return), en función de las ganancias neta de interés NPI (net profits interest).

A igual que los contrato tipo streaming, los contratos en base a regalías son contratos innominados, es decir, no cuentan con una denominación prevista en la ley, dicho de otra forma, dependen de la voluntad puesta en el contrato por las partes.

En mi experiencia, destaco los contratos tipo regalías a través de NSR, sujetos a bandas de precios del cobre y compartiendo o no el costo de operación. Se observan este tipo de contratos entre compañías mineras de propiedades aledañas que acuerdan la explotación de minerales que pertenece a una de las partes, a cambio del pago de una regalía. En este tipo de contratos ambas partes se benefician, un por que recibe un pago al poner sus reservas mineras para su explotación y venta, en caso de que por temas técnicos y/o económicos no puedan beneficiarse por sí solas, de esta manera la otra parte adquiere beneficio complementario a sus operaciones a cambio del pago de una regalía.

- (4) Leasing. Es el contrato entre dos partes en acuerdo para comprar un determinado bien garantizando el derecho de uso a cambio de un pago con una opción de, una vez finalizado el plazo del contrato y cancelando una cuota adicional, el bien sea transferido al arrendatario.

4.10.4. Estructura de financiamiento

Los proveedores de fondos de capital son económicamente racionales: maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo, pero negociarán el riesgo por rentabilidad. El uso de un nivel de deuda adecuado y prudente en la estructura financiera de un proyecto aumentará (apalancará) el rendimiento del capital invertido en el proyecto (TIR) debido a la deducibilidad fiscal de los gastos por intereses, sin embargo, el aumento de la deuda aumentará el riesgo financiero y, en consecuencia, el costo de capital promedio ponderado (WACC).

El valor de un negocio se mide por lo que tiene y por su estructura financiera. El índice de endeudamiento como indicador de la estructura de financiamiento, dice relación del patrimonio y lo que debe una empresa. Es una medida de solvencia que mide cuanta deuda externa utiliza la empresa (bonos, préstamos, créditos, toda obligación con terceros a corto y largo plazo) para financiar sus activos en relación con su patrimonio neto (fuente de financiación propia de una compañía).

$$E_{\text{corto plazo}} = \frac{\text{Pasivo corriente}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

$$E_{\text{largo plazo}} = \frac{\text{Pasivo no corriente}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

4. 11. Descripción del sector minero mediana minería chilena

Respecto a la definición de mediana minería, existen tres clasificaciones de común aceptación. La del Instituto de Ingenieros de mina de Chile (IIMCH) que se basa en el nivel de producción, y define a la mediana minería posicionada en niveles de producción entre 100,000 y 3,000,000 toneladas de mineral al año o su equivalencia menor a 50,000 toneladas de cobre fino al año. La de la Empresa Nacional de minería (ENAMI¹⁹), que considera a productores que generan sobre 10,000 ton de mineral al mes. Por último, la del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin²⁰), en base al número de trabajadores, entre 80 y 400 trabajadores.

Respecto a la minería del cobre, en términos de magnitud y para comprender mejor donde se sitúa este sector minero, los productores grandes generaron en promedio entre el 2008 y el 2018 aproximadamente 170 mil toneladas métricas de cobre fino al año (sin considerar a las dos más grandes Codelco y La Escondida, que en el mismo periodo produjeron, en promedio, casi 1,400 miles de toneladas métricas al año), por otro lado, el mayor productor de la mediana minería produce alrededor de no más de 50 mil toneladas métricas de cobre fino al año.

Desde un punto de vista tributario, específicamente el IEAM, se puede definir como mediana minería a los explotadores mineros con ventas anuales menores a 50 mil toneladas de cobre fino al año y mayor a 12 mil.

A continuación, se realiza una breve descripción del sector minero, basado principalmente en informes y datos realizados por COCHILCO, en distintos estudios y publicaciones:

- ❖ El sector está compuesto por una treintena de empresas, ubicadas entre la Cordillera de la costa y depresión central de la zona norte y centro del país cercana a ciudades y pueblos.

¹⁹ ENAMI, Empresa Nacional de Minería. Es una empresa estatal chilena creada en 1960 la cual tiene por objeto fomentar la mediana y pequeña minería chilena, a través de créditos, asistencias técnicas, compra de minerales, servicios de fundición y refinación de metales principalmente de cobre.

²⁰ Sernageomin, Servicio Nacional de Geología y Minería. Es un servicio estatal chileno dependiente del Ministerio de Minería de Chile, fue creado en el año 1980. Su objetivo es, entre otros, la fiscalización de la normativa de seguridad minera, cierre de faenas e instalaciones mineras, y estabilidad de depósitos de relaves.

- ❖ Capitales principalmente nacionales, empresas del tipo “familiar”, y en algunos casos con controladores o socios internacionales.
- ❖ Sector que hace un aporte importante en la generación de empleos directos e indirectos.
- ❖ Tienen dificultad para conseguir créditos de largo plazo en mercado financiero local.
- ❖ Yacimientos más pequeños en comparación con la gran minería, pero de mejores leyes.
- ❖ Sector más sensible a las variaciones del precio de los commodity, recurriendo a recortes significativos en ciclos bajos, renegociación de contratos con terceros y reprogramación de pasivos financieros.
- ❖ Rol fundamental en la dinámica de economías locales.
- ❖ Buenas relaciones con las comunidades por su cercanía y gestión.

4.11.1. Nivel de producción y mercado

La producción promedio de cobre fino al año de la mediana minería pasó de 259 TMCF²¹ a 612 TMCF en la década de los ochenta a los noventa, durante la primera década del 2000 la producción vuelve a bajar hasta un nivel de 312 TMCF promedio y a 233 TMCF en la década del 2010.

La mediana minería del cobre produce en primer lugar concentrados (82% durante el 2016) y en segundo lugar cátodos (17% durante el 2016). Los principales canales de comercialización de los concentrados se realizan a través de la estatal ENAMI, los cátodos tienen destino en el mercado internacional.

²¹ TMCF: Toneladas métricas de cobre fino.

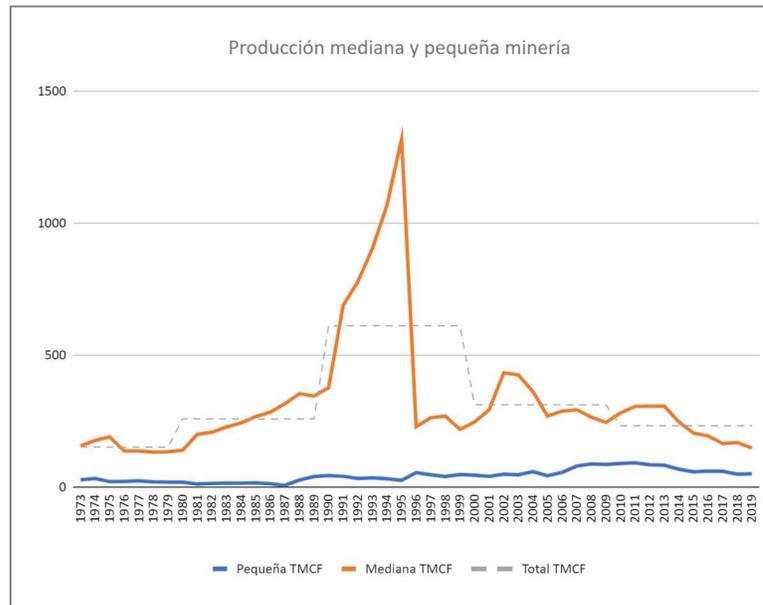


Figura 6: Producción de cobre fino de la mediana y pequeña minería (COCHILCO, 2014).

Los costos (cash cost), entre el periodo 2012 y 2014, estuvieron en promedio alrededor de 250 cUS\$/lb entre los periodos 2012 al 2014, 75 cUS\$/lb más alto que la gran minería.

Respecto a la cantidad de empleos generados, directo e indirectos, la mediana minería aumento su dotación desde 12,000 a más de 20,000 trabajadores, desde el año 2000 hasta el 2020.

En cuanto a la minería del cobre, que representó el 28% de la producción nacional, la participación del mediano productor de cobre fue alrededor de un 5% (Codelco 30%, gran minería privada 64%). La participación del oro es poco más de 12 %, sobre el 3% la plata y cerca del 44% el hierro.

Las exportaciones del sector de la mediana minería son similares a otros sectores relevantes de Chile, comparándose con el de la celulosa, el del salmón, sector vitivinicultor, forestal, entre otros.

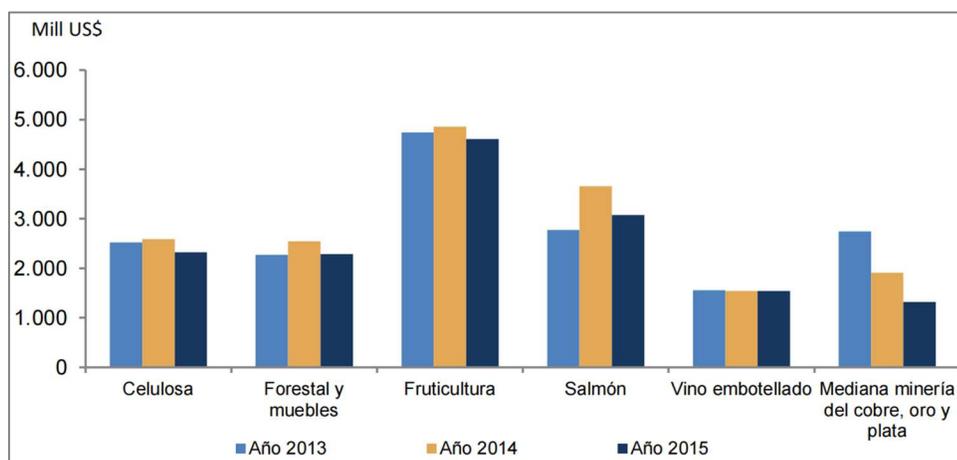


Figura 7: Exportaciones por sector económico, en millones US\$ (COCHILCO, Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería, 2016).

4.11.2. Productividad

La productividad de la mediana minería es baja en comparación con la gran minería, pero también lo es con sus similares internacionales equivalentes en tamaño. Esta brecha generada con la gran minería es producto del efecto de economías de escala entre menores productores y mayores productores.

Durante el periodo 2000 al 2014 la productividad de la mediana minería pasó de 107 hh/kton (horas hombre por cada mil toneladas de mineral movido) a 153 hh/kton, un tercio menos productiva respecto que la gran minería chilena (38-45 hh/kton en el mismo periodo).

4.11.3. Capital humano

La proporción de dotación propia y externa está equilibrada 50% y 50%, con empleos directos del orden de 6,000 trabajadores y se cree aumentará en un 20% hacia el 2028. El nivel de educación es aproximadamente 15% compuesto por profesionales en un 21% técnicos y un 60% trabajadores con educación básica y media completa. La tecnología de operación es principalmente mecanizada, pero se piensa que irá en aumento de automatización. Esto, genera una preocupación ante la posibilidad de reemplazo de capital humano por capital automatizado. Sin embargo, se espera que esto, más que una sustitución sea sólo un cambio del tipo de capital humano.

4.11.4. Deficiencias y barreras

Respecto a la baja productividad, los factores que inciden son variados y tienen relación con problemáticas al interior de las compañías y de otras variables externas.

En el ámbito interno, las organizaciones medianas tienen problemas con la gestión de capital humano y trabajo. Si bien es una ventaja de la mediana minería generar trabajos que se localizan cerca de poblados y ciudades lo que les permite a los trabajadores retornar a sus hogares al finalizar cada jornada, la competencia con la gran minería se pierde a causa de que se privilegian mayores sueldos y mejores oportunidades de desarrollo profesional, generándose una fuga de talentos hacia el sector de la gran minería.

Desde un punto de vista cultural y estructura organizacional, una cantidad importante de empresas medianas son del tipo “familiar”, esto hace que sean reacias a incorporar a terceros en la propiedad.

Escasa o deficiente estructura de crecimiento, en general relacionada con la falta de financiamiento lo cual se refleja en crecimiento inorgánico, en la adquisición de minas, plantas o equipamientos muchas veces de segunda mano aprovechando oportunidades económicas, esto a la larga se traduce en un mayor costo operacional y una operación más compleja.

En lo que respecta al ámbito externo, los límites para negociar contratos de abastecimiento en suministros eléctricos no alcanzan para negociar contratos como clientes libres. Los recursos hídricos son críticos, lo que eventualmente puede limitar los niveles de producción, por lo cual muchos han incurrido en grandes inversiones en la desalinización de agua de mar para su operación. Se debe tener en cuenta además que el consumo de estos inputs posee tendencia al alza debido al envejecimiento de los yacimientos, mayor producción, menores leyes y mayor dureza del mineral.

Poseen una débil capacidad financiera en comparación con la gran minería, los motivos se discuten a continuación.

4.11.5. Fuentes de financiamiento

Las principales fuentes de financiamiento del sector corresponden a capitales propios, endeudamiento y los instrumentos de fomento a través de ENAMI. Esta última otorga créditos acotados en cuanto a su cantidad, enfocados principalmente a emergencias e imprevistos, adquisición/recambio de equipos/maquinarias, desarrollo y producción de minas y operación. En este sentido, ENAMI otorga créditos a productores de minería metálica, bajo ciertos requisitos, los que se dividen en créditos de emergencia para solucionar imprevistos entre US\$25,000 y US\$50,000, crédito para inversiones enfocada en la adquisición y recambio de equipos y maquinarias, crédito para el desarrollo y producción de minas máximo US\$300,000 y crédito para la operación entre US\$25,000 y US\$50,000.

Mientras las empresas del sector de gran minería cotizan en bolsas internacionales, en el sector de mediana minería solo una minera de cobre cotiza en bolsa local a la fecha de realizado este proyecto de tesis, aproximadamente el 25% tienen socios o propietarios listados en bolsas internacionales y el 70% restante no tiene acceso al mercado bursátil. En mayor medida, las empresas controladoras o socias con proyectos en Chile transan sus acciones en bolsas internacionales y el resto no tiene acceso al mercado bursátil.

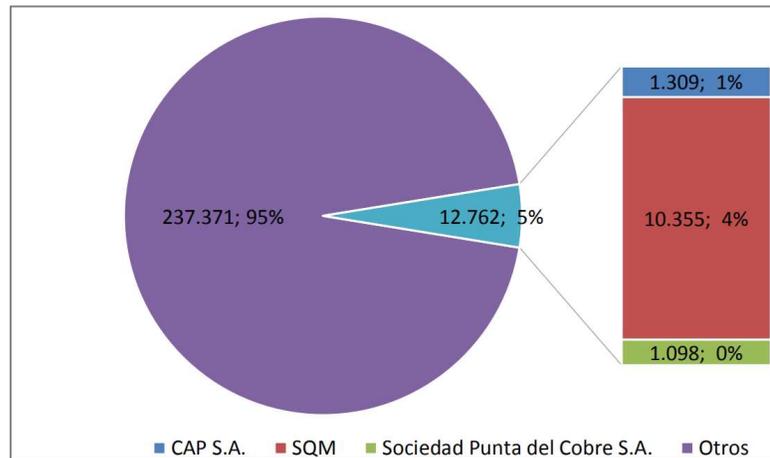


Figura 8: Fuente: Capitalización bursátil a diciembre 2018, en MUS\$ y % (Comisión para el Mercado Financiero, 2019).

4.11.6. Problemática de financiamiento

Los productores medianos (y pequeños), ocupan un nicho que para la gran minería no es rentable desarrollar, los yacimientos de menor envergadura. Sin embargo, al comparar este tipo de minería con sus equivalentes internacionales en producción en países como Australia, Canadá, EE. UU., Suecia, etc., nos encontramos con brechas en distintos ámbitos, especialmente en lo que respecta a su financiamiento, clave para la incorporación de nuevos proyectos a este mercado.

La falta de mercado de valores organizado y especializado en minería, y los pocos incentivos tributarios a inversiones de capital de riesgo son los factores que parecen ser la mayor causa del bajo acceso al mercado bursátil en el sector minero chileno en general.

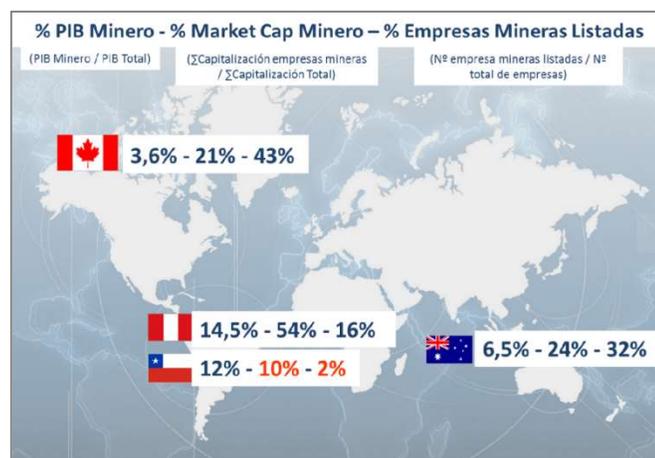


Figura 9: Participación de la minería en el mercado bursátil (Ministerio de Minería, 2013).

La minería mediana, desde un punto de vista cultural y estructura organizacional, está compuesta de capitales principalmente nacionales, empresas “familiares” y, en algunos casos, con controladores o socios internacionales. Este sector minero tiene dificultad para conseguir créditos de largo plazo en mercado financiero local. Al ser del tipo “familiar” hace que sean reacios a incorporar a terceros en la propiedad.

Así pues, este sector es más sensible a las variaciones del precio de los commodities respecto a la gran minería, lo cual hace que frente a precios bajos recurra a recortes significativos, renegociación de contratos con terceros y reprogramación de pasivos financieros.

La falta de financiamiento también se relaciona con escasa o deficiente estructura de crecimiento, reflejado en la adquisición de minas, plantas o equipamientos de segunda mano aprovechando coyunturas económicas lo que a la larga se traduce en un mayor costo operacional y complejidad en la operación.

Su infraestructura logística es más deficiente respecto a la gran minería, como causa de su capacidad de financiamiento por economía de escala, lo que hace que se les dificulte la externalización reflejada en un bajo estándar de conectividad industrial minera e insuficiente capacidad de embarque (generalmente recurren a puertos públicos).

En cuanto al cierre de faena, las empresas constituyen garantías financieras, la ley les exige boletas de garantía cuyo valor aumenta con los plazos de los recursos mineros (en el caso de las medianas mineras). No existen instrumentos financieros como los de EE. UU. Para costear las garantías, o como el caso de Western Australia donde existe un mecanismo de seguros. En Chile para faenas sobre 5,000 ton de mineral al mes deben constituir garantías en el plazo de 2/3 de su vida útil, lo cual eventualmente se puede traducir en copar su capacidad financiera.

Por último, el proceso de tramitación de sistema de evaluación ambiental constituye un trámite burocrático, poco ágil e incierto, de difícil y compleja tramitación para ampliaciones o modificaciones, esto se agrava debido a que la mediana minería opera en periodos más cortos haciendo la tramitación más frecuente, lo cual sin lugar a duda incide en el costo de oportunidad para la empresa.

4.11.7. Avances para inversiones en capital de riesgo.

Con respecto avances en materias relacionadas con inversión en capital de riesgo, se han dado algunos pasos significativos:

La promulgación de la ley n°20.235 en el 2007 que regula la figura de persona competente y crea la Comisión Calificadora de Competencias de Recursos y Reservas Mineras, el decreto 76 que aprueba el reglamento para la aplicación de la ley durante el 2008 y el Código CH20235 para informar sobre los resultados de exploración, recursos y reservas minerales.

El Mercado Venture de la bolsa de Santiago 2014-2015, que promueve el financiamiento de empresas mineras en etapa de exploración. entre otros.

El sistema de información geológica de exploración (SIGEX), plataforma web para la captura y validación de todo tipo de antecedentes y datos geológicos de los proyectos de exploración que se desarrollan en Chile.

No obstante, y pese a los avances, aún queda margen para mejorar en algunos puntos: mejora de la pérdida de beneficio tributario y carga regulatoria por apertura a la bolsa; la agilización en el traspaso de concesiones mineras; el cambio en las políticas públicas pro-financiamiento; el fomento en la inversión en capital de riesgo; procesos de cambios fuertes al interior de las empresas en lo que respecta a cambio cultural, estructural y de crecimiento de las empresas medianas; etc.

5. Metodología

La metodología que se utilizó para poder desarrollar esta tesis fue del tipo determinista, para esto se confeccionó de un sistema de simulación técnico - financiero que se ajuste a la realidad del sector minero. Se utilizará como información, herramientas de trabajo y análisis, un proyecto minero de un caso real para una explotación de 450 mil toneladas de mineral al mes, planillas de cálculo tipo Excel o similar, y programas de complemento tipo solver y macros.

Los pasos metodológicos fueron los siguientes:

- ❖ Definición conceptual del modelo de simulación en función de la hipótesis de esta tesis.
- ❖ Definir variables claves de entrada (input), estas son las variables de gran impacto que inciden fuertemente en el proyecto:
 - Relación $E = \text{deuda} / \text{capital}$.
 - Reservas mineras, en función del precio del cobre.
 - Algunos tipos o alternativas de financiamiento
 - Definir los límites de las variables. Es el rango en que se moverán las variables claves, estos rangos serán definidos en valores de proyectos de mediana minería.
 - Definir los parámetros de salida más importantes (outputs).
- ❖ Construir el modelo técnico-financiero móvil o sistema de simulación, el cual estará basado en información de real del sector de mediana minería, a esta primera simulación le llamaremos caso “base”. Un modelo móvil es referido a que este deberá ser capaz de variar los periodos en función del nivel de reservas, esto es una condición inicial necesaria definida en la hipótesis.
- ❖ Test y prueba de resultados o confianza del modelo. Se medirán los resultados del modelo respecto de lo esperado de proyectos mineros de mediana escala, se analizarán e identificar fallas y causas, y se incorporará cambios para eliminar desviaciones. Se realizarán dos pruebas:
 - Variación del precio del cobre sin financiamiento (ratio de endeudamiento “E” igual a cero).
 - Precio del cobre fijo y variación de la ley de corte.
- ❖ Simulación, análisis y resultados finales del estudio. Cuatro casos:
 - Caso 1, caso base.

- Caso 2, variación del precio del cobre a distintos ratios de endeudamiento “E”.
- Caso 3, cambio en el riesgo del proyecto (aumento del riesgo).
- Caso 4, proyección del precio a largo plazo.

6. Resultados

6.1. Definición conceptual del modelo de simulación

6.1.1. Relación deuda/capital (E)

Los proyectos mineros en general son financiados con un porcentaje de capital propio y un porcentaje de deuda. Utilizaremos como dato de entrada para el caso base del análisis, un ratio de endeudamiento “E” de 0.41, proveniente de los estados financieros de Pucobre²² empresa de mediana minería chilena listada en la bolsa de Santiago, específicamente desde cuadro de pasivos y patrimonio entre los años 2010 y el 2020.

Debemos tener presente un par de puntos. Primero, diferentes etapas de un proyecto son apropiadas para diferentes estructuras de financiamiento. En el caso de etapas tempranas de un proyecto, desde la exploración hasta la viabilidad se financian principalmente con capital propio, sin embargo, en etapas de desarrollo y construcción se utilizan niveles importantes de deuda. Por otro lado, los proyectos en operación o en curso se financian con una proporción de deuda más baja. Una de las problemáticas en la mediana minería chilena es la falta de financiamiento a través de deuda, como se mencionó en los antecedentes bibliográficos. El ratio “E” de Pucobre es bajo comparado con el promedio de endeudamiento de largo plazo de empresas productoras de cobre mostradas en la tabla 10, de la misma forma está por debajo de la minería metálica de Estados Unidos mostradas en la figura 10.

Tabla 9: Ratio de endeudamiento promedio Pucobre²³.

CUADRO DE PASIVOS Y PATRIMONIO (M US\$)	Total (2010 al 2020)
Pasivos Corrientes	857,788
Pasivos No Corrientes	566,835
Total Pasivos	1,424,623
Patrimonio	3,462,151
Total Pasivos y Patrimonio	4,886,774
E Ratio de endeudamiento promedio (pasivo/patrimonio)	0.41

²² Sociedad Punta del Cobre S.A.(Pucobre), es una empresa de capitales chilenos, que explota yacimientos de cobre de mediana minería, y que procesa en plantas propias. A la fecha de esta tesis, Pucobre es la única empresa de mediana minería de explotación de cobre listada en la Bolsa de Santiago.

²³ Calculado desde los estados financieros Pucobre consolidados años 2010 al 2020.

Tabla 10: Endeudamiento de largo plazo de empresas productoras de cobre (COCHILCO, Análisis Financiero de las Estrategias Seguidas por las Mayores Empresas Mineras de Cobre del Mundo, 2010).

	2005	2006	2007	2008	2009	Promedio
Anglo American	0,54	0,39	0,36	0,64	0,76	0,54
Antofagasta	0,23	0,16	0,09	0,09	0,29	0,17
Barrick Gold	0,64	0,37	0,35	0,45	0,63	0,49
BHP Billiton	0,73	0,52	0,65	0,52	0,60	0,61
Codelco	1,90	1,42	1,50	1,71	1,55	1,62
First Quantum	1,32	0,78	0,56	0,46	0,38	0,70
Freeport	1,28	0,81	0,89	1,84	1,12	1,19
Kazakhmyn	0,13	0,18	0,10	0,29	0,21	0,18
KGHM	n/d	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16
Norilsk Nickel	0,15	0,14	0,34	0,59	n/d	0,31
Rio Tinto	0,59	0,48	2,10	2,10	0,91	1,24
Southern Copper	0,47	0,50	0,46	0,48	0,40	0,46
Teck Resources	0,76	0,49	0,58	2,75	1,98	1,31
Vale	0,46	1,39	0,86	0,61	0,56	0,78
Xstrata	0,53	1,06	0,83	1,06	0,68	0,83
Promedio	0,69	0,59	0,66	0,92	0,73	0,70

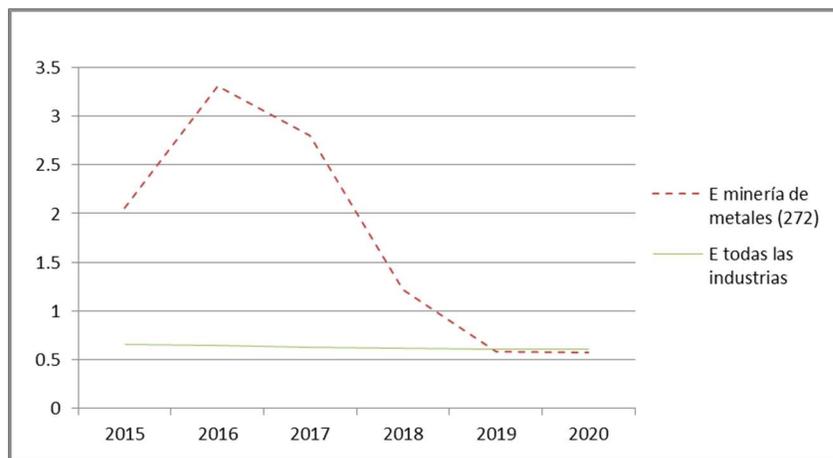


Figura 10: Debt ratios EE. UU (Ready Ratios, Software de análisis e informes financieros IFRS, s.f.).

6.1.2. Reservas mineras

Para el análisis se utilizará las reservas reales de un proyecto minero de mediana minería. Para efecto de la construcción del modelo técnico-financiero móvil se utilizará la curva tonelaje ley de las reservas mineras. La lectura de este tipo de curvas en términos sencillos es la siguiente:

A menor precio del cobre mayor es la ley de corte, menor tonelaje y mayor ley de las reservas económicas de minar.

En caso de mejores precios pasa lo contrario, es decir, mayor tonelaje y menores leyes de las reservas posibles de minar, o sea mayor es el beneficio.

La variable de entrada al cuadro de tonelaje-ley será el precio del cobre, con el cual se determinará una ley de corte y a través de esta los siguientes parámetros:

- ❖ Toneladas de reservas.
- ❖ Leyes de cobre y de los subproductos oro y plata.
- ❖ Toneladas de finos de cobre.
- ❖ Vida útil del proyecto, calculada con la fórmula de Mackenzie (1982).

El formulismo principal para determinar la ley de corte para ingresar al cuadro de reservas es:

$$L_c = \frac{CAPEX_B + OPEX_B}{(P - R/C - T/C - TM) \times 2204.6 \times R_p} \times 100$$

Donde:

LC:	Ley de corte
CAPEX _B :	CAPEX del caso base
OPEX _B :	OPEX del caso base
P:	Precio del cobre
R/C:	Cargo por tratamiento refinación
T/C:	Cargo por tratamiento de fundición
TM:	Cargo por transporte marítimo
R _p :	Recuperación metalúrgica

Tabla 11: Tabla de tonelaje y leyes de las reservas mineras del proyecto MM1.

Proyecto: Modelo técnico-financiero móvil MM1								
CURVA TONELAJE - LEY								
Cutoff	Tonnage	Cut	au	ag	Finos	tpa	tpm	años
0.0	239,832,615	0.60	0.20	2.49	1,438,996	12,182,012	1,015,168	20
0.1	199,860,512	0.61	0.20	2.50	1,219,149	10,613,485	884,457	19
0.2	166,550,427	0.63	0.20	2.51	1,049,268	9,246,917	770,576	18
0.3	138,792,022	0.63	0.20	2.52	874,390	8,056,306	671,359	17
0.4	115,660,019	0.65	0.21	2.53	751,790	7,018,995	584,916	16
0.5	99,969,245	0.66	0.21	2.54	659,797	6,286,478	523,873	16
0.6	88,969,245	0.67	0.21	2.55	596,094	5,756,172	479,681	15
0.7	82,969,245	0.70	0.22	2.57	580,785	5,460,215	455,018	15
0.8	78,969,245	0.73	0.22	2.58	576,475	5,260,011	438,334	15
0.9	69,400,943	0.75	0.22	2.61	520,507	4,770,684	397,557	15
1.0	63,624,978	0.82	0.23	2.66	521,725	4,467,359	372,280	14
1.1	56,929,536	0.86	0.24	2.77	489,594	4,107,179	342,265	14
1.2	49,590,873	0.92	0.25	2.81	456,236	3,700,259	308,355	13
1.3	41,187,862	1.00	0.27	2.91	411,879	3,215,688	267,974	13
1.4	32,834,386	1.10	0.28	3.00	361,178	2,709,275	225,773	12
1.5	25,497,873	1.21	0.30	3.11	308,524	2,237,821	186,485	11
1.6	19,694,418	1.32	0.31	3.22	259,966	1,840,907	153,409	11
1.7	15,329,528	1.46	0.33	3.33	223,811	1,523,239	126,937	10
1.8	11,995,964	1.59	0.34	3.41	190,736	1,265,491	105,458	9
1.9	9,681,861	1.72	0.35	3.48	166,528	1,076,201	89,683	9
2.0	8,076,902	1.84	0.35	3.55	148,615	938,395	78,200	9
2.1	6,949,310	1.94	0.36	3.60	134,817	837,561	69,797	8
2.2	6,075,264	2.03	0.36	3.62	123,328	756,630	63,053	8
2.3	5,468,322	2.11	0.36	3.66	115,382	698,757	58,230	8
2.4	5,029,943	2.16	0.37	3.73	108,647	655,979	54,665	8
2.5	4,515,621	2.23	0.38	3.75	100,698	604,609	50,384	7
2.6	3,909,017	2.32	0.39	3.79	90,689	542,140	45,178	7

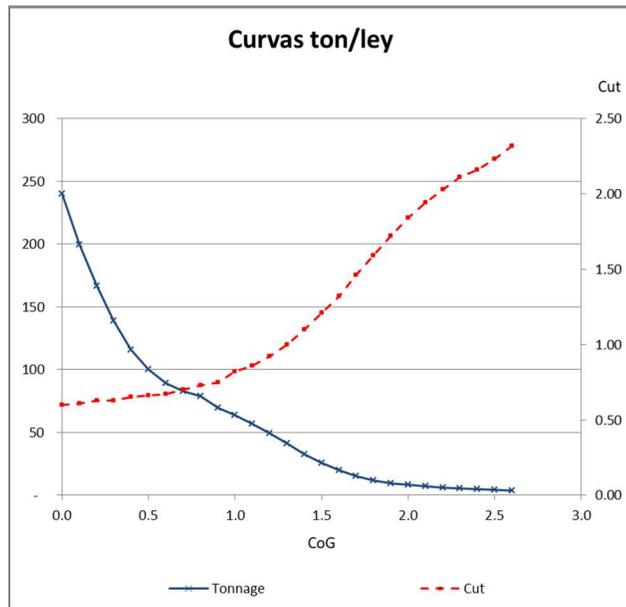


Figura 11: Curvas ton/ley proyecto MMI.

6.1.3. Ritmo de producción y reservas mineras

El ritmo óptimo de producción (ROE) corresponde a la función de las reservas mineras, para su cálculo ocuparemos el cálculo de ritmo óptimo de producción para minería subterránea de Mackenzie 1982. Para nivel de reservas del cuadro tonelaje - ley el modelo calculará el ritmo óptimo de producción y consecuente vida útil (VOE).

$$ROE[\text{ton/año}] = 4.22 \times \text{Reservas}[\text{ton}]^{0.756}$$

$$VOE[\text{años}] = \frac{\text{Reservas}}{ROE}$$

6.1.4. Plan minero y plan de procesamiento de mineral

El plan minero y de procesamiento quedará definido con los parámetros resultantes del cuadro de tonelaje y ley de la siguiente manera:

- ❖ Una vez seleccionado el precio del cobre, se calcula la ley de corte con los valores del caso base de cargos por tratamiento (R/C), cargos de refinamiento (T/C), CAPEX y

OPEX, se busca esta ley de corte en el cuadro de reservas y se obtiene el tonelaje de mineral, leyes minerales, ritmo óptimo de producción y periodos de vida útil.

- ❖ Distribución o rateo de tonelajes y leyes al plan minero.
- ❖ Respecto al plan de preparaciones y desarrollos mineros, estos serán cuantificados con un factor de preparación de 330 ton/metros y programados con un año de anticipación, solo en el primer año se utilizará el 60% de este indicador debido al ramp-up del desarrollo inicial. Su valoración será a través del material movido en dólares por cada tonelada de mineral movido (US\$/ton).
- ❖ Además, para el plan de proceso de mineral, se incorporan otras variables propias de proyecto como las recuperaciones del cobre, oro y plata, humedad contenida en el concentrado y la ley de cobre del concentrado para el balance metalúrgico.

Tabla 12: Input para simular plan de planta de proceso de concentrados.

Recuperación	Cobre	92.0%
	Oro	73.0%
	Plata	73.0%
Concentrado	Humedad	9.0%
	Ley de cobre	28.0%

6.1.5. Ingresos

Los ingresos serán calculados en el modelo como la suma de las ventas del cobre del producto principal, más los subproductos oro y plata. En cada caso se realizará el descuento por procesamiento o pérdidas metalúrgicas, cargos por tratamiento de fundición, refinación y transporte marítimo. Los inputs para el cálculo de ingresos, además de los provenientes del plan minero, se encuentran en la tabla 13.

$$\text{Ingreso} = + \text{Metal contenido} - \text{Pérdidas metalúrgicas}$$

$$\text{Ingreso} = \text{Metal a pagar} \times \text{Precio Metal} - \text{Cargo TC/RC} - \text{Cargo transporte marítimo}$$

Tabla 13: Input para determinación de ingresos.

Precio (caso base)	Precio Cobre	2.85	\$US/lb
	Precio Oro	1,250	\$US/oz
	Precio Plata	15	\$US/oz
Cargos TC/RC	Cargo por tratamiento de fundición (TC)	90	\$US/dmt ²⁴
	Carga de refinación de cobre (RC)	0.09	\$US/lb Cu
	Cargo por refinación de oro (RC)	6.5	\$US/oz Au
	Carga de refinación de plata (RC)	0.365	\$US/oz Ag
Perdidas metalúrgicas	Perdidas metalúrgicas Cu	3.80%	
	Perdidas metalúrgicas Au	4.00%	
	Perdidas metalúrgicas Ag	4.00%	
Cargo	Cargo transporte marino	55	\$US/wmt ²⁵

6.1.6. CAPEX

El modelo de costos de inversión se divide según el cuadro de la tabla 14:

- ❖ Capital inicial.
- ❖ Capital de sostenimiento.
- ❖ Capital de cierre o rehabilitación.

²⁴ dmt: toneladas métricas secas.

²⁵ wmt: toneladas métricas húmedas.

Estos valores de CAPEX detallados son para un proyecto de 450,000 toneladas al mes, para hacer variar los valores de CAPEX utilizaremos el método relación costo/capacidad, pero ajustado al proyecto real de 450,000 toneladas al mes.

$$CAPEX\ planta = 68.61 \times (T)^{0.720} / 231$$

$$CAPEX\ mina = 148.91 \times (T)^{0.743} / 521$$

Donde T es la producción, en millones de toneladas de mineral al año.

Tabla 14: Modelo de costos de inversión caso 450 ktpm.

<p>CAPITAL INICIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Minería Planta Relave Costos directos Costos indirectos Costos de propiedad Impuestos (excluidos) Costos totales directos e indirectos: Contingencia Capital inicial total <p>CAPITAL DE SOSTENIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> Minería Planta Relave Capital sostenido <p>CIERRE Y REHABILITACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Cierre mina, planta y relave Costos de cierre 	<p>A) MINA: CAPEX</p> <p>A.1) Instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunicaciones Drenaje Instalaciones eléctricas Instalaciones emergencia Otros Instalaciones Ventilación Barrio cívico + talleres <p>A.2) Equipos</p> <p>2.1 Carguio y Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> Camiones MT-65 LHD ST-18 <p>2.2 Perforación</p> <ul style="list-style-type: none"> Boomer Boltec Sirba Camión explosivos <p>2.3 Equipos de apoyo</p> <ul style="list-style-type: none"> CFs 980L CFs 962L Manitou Acuñaador Componentes <p>Total minería</p>	<p>B) PLANTA + OTROS: CAPEX</p> <p>B.1) COSTOS PLANTA</p> <ul style="list-style-type: none"> CHANCADO Chancado primario Transportador de mineral chancado Acopio y recuperación de mineral chancado MOLIENDA/FLOTACION Proceso general - Edificio de la planta de proceso Circuito de molienda general Flotación de cobre Manipulación de almacenamiento de concentrado de cobre Reactivos SISTEMAS Sistemas de aire Sistemas de agua Sistemas de alcantarillado y aguas residuales Servicios electricos Sistema de control de procesos Iluminación del área de la planta INFRAESTRUCTURA IN SITU Infraestructura civil del sitio Planta de equipos móviles Taller y edificios auxiliares <p>B.2) RELAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> TRANQUE DE RELAVE Relaves y agua de recuperación <p>B.3) COSTOS INDIRECTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> COSTOS INDIRECTOS Instalaciones y servicios temporales Campamento de construcción Pago por usar levantador Transporte y Logística Costos de EPCM Soporte de puesta en servicio <p>B.4) COSTOS DE PROPIETARIO</p> <ul style="list-style-type: none"> COSTOS DE PROPIETARIO Mano de obra Seguro Preproducción Estudio de viabilidad / perforación de relleno y geotecnología / hidrogeología / preparación de SEIA / acceso a la tierra
---	---	---

Para el capital de trabajo se considera un periodo de 45 días en cuentas por cobrar desde el NSR²⁶ y 30 días por concepto de costo mina, planta y administración.

El capital de sostenimiento está definido en base a datos reales de un proyecto de 450,000 toneladas mensuales durante la etapa de producción del proyecto. De la misma manera el capital de cierre

²⁶ NSR (Net Smelter Return), en español el rendimiento neto de la fundición es el ingreso neto que se recibe por cada tonelada de mineral, descontado su transporte y refinación y/o fundición de un metal. Su denominación de "Neto" radica los ingresos son resultantes después de descontado gastos o cantidades añadidas, y antes de costos operativos. Anteriormente lo utilizamos en la definición de las regalías mineras, ya que en mediana minería es ampliamente utilizado para definir las regalías basada en los ingresos (junto con el NPI, regalía de interés de ganancias netas basada en las ganancias).

está basado en datos reales de un proyecto de este nivel de producción, pero en los dos últimos periodos posteriores a la etapa de producción del proyecto.

Para el capital inicial y el capital de sostenimiento mina se considera en el modelo el cálculo de recambio de equipos por ser el costo mayor en que se incurre en los costos mina (65%), el plan de recambio será móvil en función de la vida útil.

Tabla 15: Base para plan de recambio de equipos mina.

FLOTA CARGUIO/TRANSPORTE	Rh (t/año)	ton/año	#equipos+1	Años	20%	30%	50%
Cam MT-65	287,885	6,286,478	23	7	5	7	11
LHD ST-18	1,185,408	7,661,645	7	5	1	2	4
CFs 980L	846,720	6,286,478	8	3	2	2	4
CFs 962L	846,720	6,286,478	8	3	2	2	4
FLOTA EQUIPOS PERFORACION	Rh(mt/año)	m/año					
Boomer	3,387	19,645	7	3	1	2	4
Simba	84,672	502,918	7	3	1	2	4
Boltec	4,320	15,716	5	3	1	2	2
Manitou	7,000	19,645	4	3	1	1	2
Acuñador	7,000	19,645	4	3	1	1	2
	Rh (t/año)	ton/año					
Camión explosivos	3,143,239	6,286,478	3	3	1	1	1

6.1.7. OPEX

El modelo de costo de operación consta de tres ítems:

- ❖ Costos mina.
- ❖ Costo planta.
- ❖ Generales/administrativos.

Para mina se considera costos variables, para costos generales y administración son fijos, y para los costos planta se considera fijos y variables. El resumen del modelo de costos se muestra en la tabla 16.

El modelo del OPEX está construido para un proyecto de 450,000 toneladas al mes, para hacer variar los valores utilizaremos el método de relación costo/capacidad ajustada al proyecto real de 450,000 ton/mes:

$$OPEX \text{ planta} = 17.99 \times (T)^{-0.448} / 8.45$$

$$OPEX \text{ mina} = 59.21 \times (T)^{-0.400} / 30.16$$

Tabla 16: Modelo de costos del proyecto base 450,000 ton/mes.

Costos operativos mina	US\$/t	
Costo producción		4.95
Servicios mina		2.14
Mantenimiento		1.19
Preparación y desarrollos		2.36
Total costo mina		10.64
Costo operativo planta	US\$/yr	US\$/t
Operación (chancado, molienda, flotación)	8,459,004	4.61
Relaves	1,894,179	1.03
Energía	2,509,877	1.37
Comercialización	828,129	0.45
Total costos planta	13,691,189	7.46
Costos operativos G&A	US\$/yr	
Costos operativos G&A	11,136,601	

6.1.8. Impuestos

El modelo considera el pago de impuesto corporativo, IVA, impuesto específico a la actividad minera (IEAM) y el pago por derecho de aduana.

Respecto al IEAM y por definición de mediana minería en los antecedentes bibliográficos, se contempla la tasa de impuesto en función de las ventas anuales de productos mineros expresadas en toneladas de cobre fino (TMCF). Las escalas de TMCF son tasas marginales progresivas, y la cantidad a rebajar están en la tabla 17. Por lo tanto, sistema de simulación está realizado para el tramo entre proyectos entre 12,000 y 50,000 TMCF.

Tabla 17: Input del modelo para simular impuestos.

Impuestos y derecho de aduana	Impuesto corporativo	27%
	IVA	19%
	Derecho de aduana	6%

Tabla 18: Tasas marginales progresivas para explotadores mineros entre 12,000 y 50,000 TMCF.

TMCF		Tasa Marginal	Rebaja
Desde	Hasta		
0	12,000	0.0%	0
12,000	15,000	0.5%	60
15,000	20,000	1.0%	135
20,000	25,000	1.5%	235
25,000	30,000	2.0%	360
30,000	35,000	2.5%	510
35,000	40,000	3.0%	685
40,000	50,000	4.5%	1,285
50,000		5.0%	

6.1.9. Depreciación

Para el modelo se utilizará la técnica de depreciación de unidades productivas. El método de cálculo se realiza restando al costo el valor residual del activo, dividido por el número de unidades producidas durante la vida útil estimada. Así se obtiene el costo de depreciación unitaria el que finalmente se multiplica por las unidades producidas en cada año para, de esta forma, obtener de esta forma el gasto anual de depreciación.

6.1.10. Tipos de financiamiento a simular

Para este proyecto de tesis se simularán 4 tipos de financiamiento:

- ❖ Financiamiento tradicional a través de préstamos bancarios o colocación (debt).
- ❖ Financiamiento tradicional a través de acciones (equity).
- ❖ Financiamiento alternativo a través de streaming.
- ❖ Financiamiento alternativo a través de royalty o regalía.

Los financiamientos de tipo tradicional se justifican por sí solos al ser de común utilización. Sin embargo, y como se explicó en los antecedentes bibliográficos, el financiamiento a través de acciones para la mediana minería en Chile aún no está consolidado. El financiamiento a través de regalía y streaming se justifican ya que, al parecer, son de uso cada vez más masivo en la medida que estos son conocidos.

6.1.10.1. Costo de capital promedio ponderado (WACC)

En Chile se considera como tasa libre de riesgo los bonos del Banco Central, debido a que el rendimiento de estos es seguro en unidad monetaria y plazo determinado, disminuyendo el riesgo crediticio y de reinversión. Para este proyecto utilizaremos una tasa de 4.4%.

Tabla 19: Tasa bonos BCCh en bolsa, mercado secundario (Banco Central Chile, 2021).

Serie	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bonos en pesos a 1 año	5.41	5.18	4.97	3.75	3.50	3.70	2.89	3.16	2.56	1.10
Bonos en pesos a 2 años (BCP,BTP)	5.48	5.24	5.03	3.76	3.62	3.79	3.15	3.49	2.75	0.93
Bonos en pesos a 5 años (BCP,BTP)	5.73	5.34	5.19	4.38	4.14	4.09	3.73	4.07	3.31	1.94
Bonos en pesos a 10 años (BCP,BTP)	5.97	5.43	5.29	4.72	4.48	4.41	4.24	4.50	3.57	2.80

Una estimación propia de la beta del equity, realizada tomando los datos históricos a 5 años del IPSA y los precios ajustados de Pucobre entre octubre del 2015 y septiembre del 2020, da un valor beta de 0.72 la cual utilizaremos para el proyecto en el anexo “Y” se encuentra la tabla con el cálculo correspondiente.

En relación con la tasa de riesgo del proyecto minero, esta tasa se basa en el riesgo de las reservas mineras, riesgo en la operación, riesgo en el proceso minero, su construcción, riesgos ambientales asociados, por nuevas tecnologías, riesgo en la estimación de costos, el mercado, otros. Este riesgo, del proyecto minero, se mueve entre 3% y 16% (Baurens, 2010). En nuestro caso, teniendo presente

la utilización de datos reales, a pesar de la inclusión de formulismos de simulación para etapas de ingeniería conceptual, utilizaremos una tasa de 3%. Un cambio de esta tasa a una más riesgosa puede ser aplicable a proyectos que no tengan sus reservas bajo un estándar tipo NI 43.101, por ejemplo.

Asumiremos además un riesgo premium de 7%, luego el costo del débito y el equity base para determinar el WACC son los siguientes:

Tabla 20: Parámetros para determinación del WACC.

Tasa libre de riesgo	4.4%
Tasa riesgo proyecto	3.0%
Beta Pucobre	0.72
Costo del mercado (riesgo premium)	7.0%
Cd (costo deuda)	5.5%
Ce (costo equity)	5.7%

Para poder medir efectos de las variables en los resultados y finalmente comparar entre cada uno de los tipos de financiamiento, se considerará en este modelo iguales ganancias para los prestamistas, esto se traduce en tener las mismas tasas exigida y el mismo nivel de financiamiento. Por lo tanto, la tasa del financiamiento que se aplica por deuda será la misma tasa que exigirá la streaming company, el prestador de la regalía y los socios del equity.

Consideraciones y simplificaciones:

- ❖ El periodo de pago de la deuda será 2/3 de los periodos de la vida útil del proyecto.
- ❖ Se considerará que todos los gastos por concepto de operación de los distintos financiamientos son despreciables.
- ❖ En el caso especial de la regalía será determinada en función del NSR en los 2/3 de periodos de duración del proyecto, tal que dicha regalía satisfaga la exigencia del prestamista.

- ❖ En el caso especial del streaming se considerará el oro como mineral de derecho futuro, con precio preferente de este proyecto (1,250 US\$/oz), por el periodo de 2/3 del proyecto.
- ❖ En el caso del equity, se restringirá la participación de los accionistas a 2/3 de la duración del proyecto y además se recuperará capital durante este periodo en descuentos iguales. Además, el modelo se respetará la restricción del artículo 79 ley 18.046, que dispone que las sociedades anónimas abiertas deben distribuir anualmente como dividendo a sus accionistas a lo menos el 30% de las utilidades líquidas.
- ❖ El sistema de pago, con el fin de igualar oportunidades de financiamiento y hacer comparaciones justas, será tipo alemán, es decir, de cuotas e intereses descendentes y amortización constante.

6. 2. Construcción del modelo técnico-financiero móvil

El modelo técnico-financiero móvil ya descrito en su totalidad en su parte conceptual en los párrafos anteriores, se puede simplificar en variables de entrada principales y secundarias y outputs principales de análisis.

Las variables principales de entrada:

- ❖ Precio de los commodities.
- ❖ Nivel de producción de finos al año (reservas mineras).
- ❖ Relación deuda y capital “E”.
- ❖ Tasa exigida por el prestamista.

Variables de entrada “secundarias” que mantendremos fijas:

- ❖ Cargos por tratamiento y refinó.
- ❖ Pérdidas metalúrgicas.
- ❖ Cargo por transporte marítimo.
- ❖ Recuperaciones, humedad y ley del concentrado.
- ❖ Impuestos y derecho de aduana.

Outputs del modelo:

- ❖ CAPEX.
- ❖ Ingresos.
- ❖ OPEX.
- ❖ Margen bruto.
- ❖ EBITDA (Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization).
- ❖ EBIT (Earnings before interest and taxes).
- ❖ Utilidad neta.
- ❖ Flujos de caja netos.

La variable clave es la tasa de producción de finos anuales, ya que en función de esta variarán los periodos de vida útil del proyecto, el tonelaje y ley de reservas mineras, el nivel de CAPEX y OPEX, y el impuesto específico minero, los demás resultados son un producto de la interacción de estos.

Los tipos de financiamiento a modelar son introducidos en función de la tasa exigida por el prestamista y la relación de deuda-capital. La estructura del modelo se simplifica en la figura número 12. La herramienta técnica de análisis de proyecto de inversión será el VAN o VPN (valor presente neto).

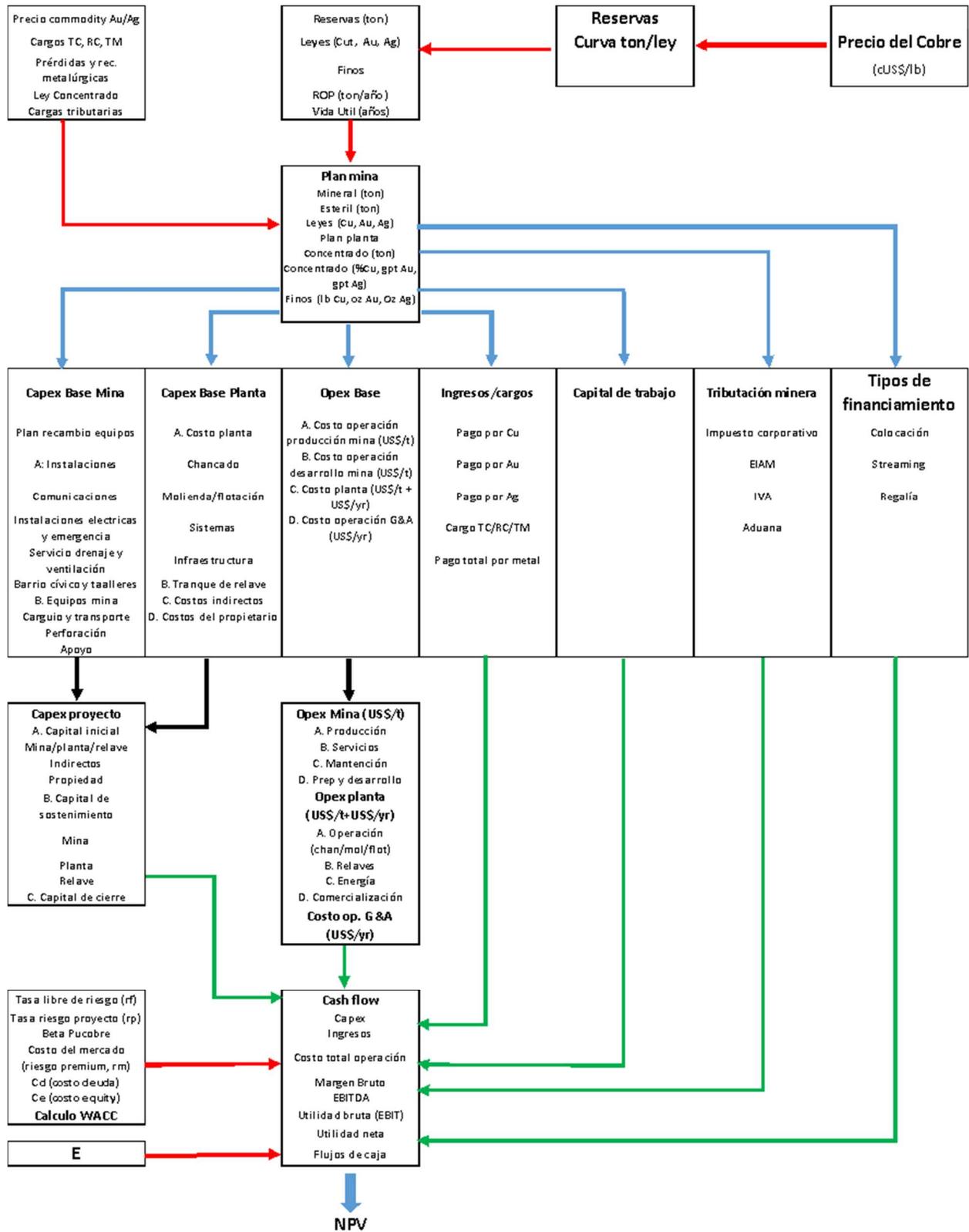


Figura 12: Diagrama de flujo del sistema de simulación.

6. 3. Prueba del modelo

En el año 2016, la Comisión Minera del Cobre (COCHILCO) realiza una encuesta para caracterizar de mejor manera a la mediana minería nacional (Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería chilena). La información expuesta en este informe se utilizará para comparar los resultados obtenidos de la simulación a modo de prueba y de esta manera validar el modelo.

En dicha encuesta participaron un total de 19 empresas de la mediana minería del cobre, que representan el 87% de la producción dentro de su sector durante el año 2014.

Las consultas realizadas fueron respecto a niveles de producción, costos, insumos, consumos, distribución de fuerza laboral, modo de comercialización y la relación con las comunidades.

Durante el 2014 la mediana minería del cobre, de las empresas encuestadas, produjo 230 mil toneladas de cobre equivalente.

En el estudio realizado, COCHILCO observa dos grupos dentro del sector minero:

- ❖ La mediana minería de menor escala, que explota minerales entre 1,200 ton y 12,000 ton al año de cobre fino equivalente.
- ❖ La mediana minería mayor, que produce entre 12,000 ton y 50,000 ton de cobre fino al año.

En términos de costos 14 empresas de la minería del cobre de las 19 registró un promedio de cash cost de US\$ 2,28/Lb de cobre fino durante el 2014, y con leyes alrededor de 0.9 % de cobre.

Además, en este mismo informe, entre los años 2015 y 2024 existen 3 proyectos de inversión del sector minero por casi 2 mil MUS\$ (aproximadamente 650 MUS\$ por proyecto en promedio), para un promedio de 41 mil toneladas de cobre fino al año:

- ❖ Proyecto Diego de Almagro (Copec).
- ❖ Proyecto Productora (Sociedad Minera El Águila).
- ❖ Proyecto el Espino (Punta del Cobre).

6.3.1. Prueba 1: variación del precio de Cu.

La prueba número uno del modelo considera los siguientes puntos:

- ❖ Variación del precio del cobre desde 2.50 hasta 5.00 \$US/lb.
- ❖ Sin financiamiento, es decir un ratio de endeudamiento igual a cero ($E=0$).

Los resultados de la serie de simulaciones se muestran en la tabla 21. En lo referente a las toneladas de cobre fino al año, estas se mueven desde 39 mil toneladas para un precio de 2.50 US\$/lb hasta 58 mil toneladas de cobre fino al año para precios de 5.0 US\$/lb. Este proyecto, y según su configuración de reservas (tonelaje y ley), se encuentra en el grupo de la mediana minería mayor hasta un precio de casi 4.0 US\$/lb, por sobre este valor entraría a una categoría de “gran minería”. En tal caso una opción para mantenerse bajo las 50 mil toneladas de cobre fino año sería dejar fijo este valor en el modelo, otra opción es variar la vida útil. La vida útil se mueve desde los 15 a 18 años.

El CAPEX varía desde los 560 MUS\$ hasta los 853 MUS\$ para los distintos precios de cobre, dentro del cual el capital inicial representa alrededor del 40% y el capital sustentable representa alrededor del 57% del CAPEX total.

Los ingresos van desde los 3,429 MUS\$ hasta los 11,172 MUS\$, el valor a pagar por el metal cobre como metal principal es alrededor del 89%.

Por su parte, el OPEX total va desde 1,898 MUS\$ hasta los 2,824 MUS\$, dentro de este, el OPEX mina ocupa el 55% del total y planta el 45%.

El costo de administración resultante cae desde 173 MUS\$ hasta los 166 MUS\$ y el costo de comercialización crece desde los 403 MUS\$ hasta los 710 MUS\$, se obtiene un EBITDA que va desde los 954 MUS\$ hasta los 7,473 MUS\$. Luego la depreciación crece de 560 MUS\$ hasta los 853 MUS\$, se obtiene un EBIT de 395 MUS\$ para precios bajos hasta los 6,619 MUS\$ para el precio más alto de la simulación.

La utilidad neta obtenida una vez deducido los impuestos, comienza en 278 MUS\$ para el precio más bajo de la simulación hasta los 4,612 MUS\$ en el precio más alto. Los impuestos sobre las sociedades van desde los 107 MUS\$ hasta los 1,718 MUS\$ y por su parte de un IEAM se mueve desde cero hasta 275 MUS\$ en el rango de precios.

Finalmente, los flujos de caja se mueven desde los 278 MUS\$ hasta los 4,612 MUS\$, con NPV que van desde 57 hasta 2,146 MUS\$, y el C1 varía desde 1.58 a 1.29 US\$/lb de cobre fino en el tramo de precios de la simulación.

Respecto a este último, el IEAM por cada tonelada de cobre fino producida por los GMP-10 (COCHILCO, 2020)²⁷ durante el periodo 2013 y 2019, es de un promedio de 73 US\$ por tonelada de cobre fino. En la serie de simulaciones para los precios 3.5 y 4.0 US\$/lb este valor es de 43 US\$ por tonelada de cobre fino. Se debe recordar en relación con el IEAM en el caso de las simulaciones se carga sobre en función de las toneladas el cobre fino por ser mediana minería, mientras que para las GMP-10 el IEAM se cargan sobre el MOM.

En esta prueba el modelo entrega resultados favorables para aceptar al modelo. Teniendo presente la producción de cobre fino al año, el proyecto se encuentra enmarcado como mediana minería mayor según la definición de COCHILCO. Sus niveles de inversión están dentro de los del sector minero, si comparamos el modelo para los precios entre 3.5 y 4.5 US\$/lb respecto al promedio de los proyectos 2015 y 2024 informado por COCHILCO. Si bien el C1 obtenido es más bajo en un 30% aproximadamente que el promedio monitoreado por COCHILCO, sigue siendo un resultado aceptable al considerar que los datos utilizados para este proyecto corresponden a un caso real de la industria, por otro lado, se debe tener en cuenta la deficiencia del modelo al no incorporar el aumento de costos al subir los insumos, producto a su vez del aumento del precio de los commodity.

²⁷ En este informe se indica: GMP-10 corresponde al grupo de las diez empresas de la Gran Minería Privada del cobre en razón que al año 2001 tenían suscrito un contrato de inversión extranjera vía DL-600, y a esa fecha eran las principales productoras de cobre. Ellas representaban el 90% de la producción de la minería privada y aportaban la mayor parte de la tributación minera de este sector.

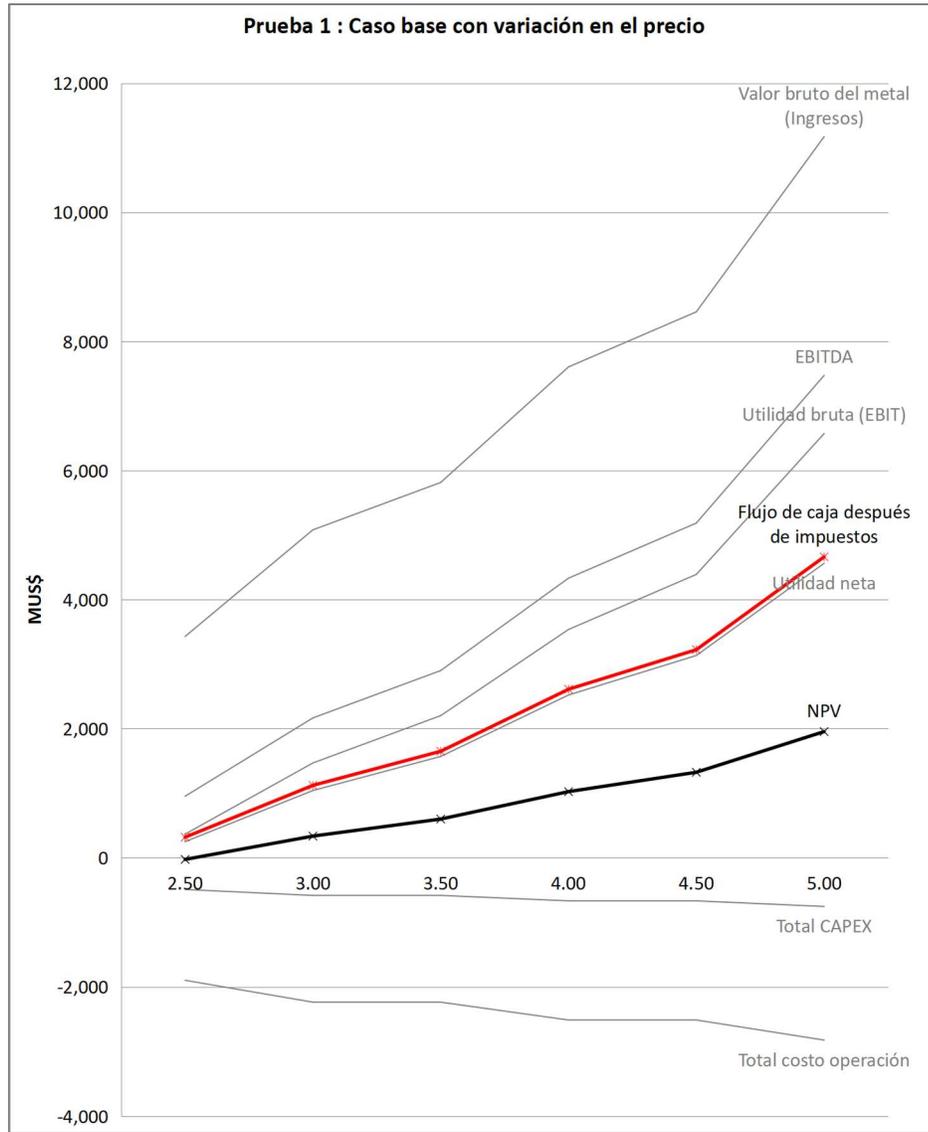


Figura 13: Prueba 1, distintos precios del cobre y E=0.

Tabla 21: Prueba 1 del modelo, distintos precios y E=0.

Proyecto: Modelo técnico-financiero móvil MM1						
Prueba 1: variación del precio de Cu						
TMCF	38,566	45,623	45,623	50,755	50,755	58,256
Años	15	16	16	17	17	18
Cu (\$US/lb)	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
Au (\$US/oz)	1250	1250	1250	1250	1250	1250
Ag (\$US/oz)	15	15	15	15	15	15
En MUS\$						
TMCF	38,566	45,623	45,623	50,755	50,755	58,256
WACC	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%
E						
tasa exigida por el prestamista						
Capital inicial	-236	-274	-274	-307	-307	-342
Capital sustentable	-314	-376	-376	-436	-436	-496
Cierre	-10	-12	-12	-13	-13	-15
Total CAPEX	-560	-663	-663	-756	-756	-853
Valor del metal a pagar por Cu	2,908	4,401	5,134	6,824	7,677	10,236
Valor del metal a pagar por Au	469	613	613	699	699	839
Valor del metal a pagar por Ag	52	67	67	82	82	97
Streaming						
Valor bruto del metal (Ingresos)	3,429	5,081	5,815	7,605	8,458	11,172
Opex Mina	-1,033	-1,228	-1,228	-1,385	-1,385	-1,562
Opex planta	-866	-1,009	-1,009	-1,128	-1,128	-1,262
Total costo operación	-1,898	-2,237	-2,237	-2,513	-2,513	-2,824
Margen bruto	1,531	2,844	3,577	5,091	5,944	8,349
Costo Administración	-173	-168	-168	-168	-168	-166
Costo comercialización	-403	-508	-508	-591	-591	-710
EBITDA	954	2,167	2,901	4,332	5,186	7,473
Royalty - NSR Cobre						
EBITDA	954	2,167	2,901	4,332	5,186	7,473
Depreciación	-560	-663	-663	-756	-756	-853
Amortización						
Intereses						
Utilidad bruta (EBIT)	395	1,505	2,238	3,576	4,429	6,619
Impuesto sobre Sociedades	-107	-403	-598	-953	-1,179	-1,718
Impuesto Minero Específico (IEAM)		-12	-22	-48	-63	-275
IVA pagado y reembolsado	-10	-12	-12	-13	-13	-15
Utilidad neta	278	1,078	1,606	2,563	3,175	4,612
Financiamiento colocación						
Financiamiento NSR						
Financiamiento streaming						
Financiamiento Equity						
Depreciación	560	663	663	756	756	853
Amortización de la deuda						
Flujo de caja después de impuestos	278	1,078	1,606	2,563	3,175	4,612
Pago a los accionistas						
Flujo de caja después de reparto accionistas	278	1,078	1,606	2,563	3,175	4,612
NPV	57	444	717	1,169	1,479	2,146
C1 (US\$/lb)	1.58	1.45	1.45	1.39	1.39	1.29

6.3.2. Prueba 2: precio fijo y cambio en la ley de corte

Para esta prueba se considera los precios del caso base:

- ❖ Precio del cobre 2.85 US\$/lb.
- ❖ Precio del oro 1,250 US\$/oz.
- ❖ Precio de la plata 15 US\$/oz.

En este caso se realizará un cambio en el formulismo tal de mantener el precio fijo y variar las reservas mineras, cambiando la ley de corte desde cero hasta 2.5 %Cu en tramos de 0.5 %Cu.

En esta serie de simulaciones entrega una vida útil que va desde 20 años a 7 años, las toneladas de cobre fino se mueven desde 73,092 toneladas de cobre fino hasta las 13,483 toneladas de cobre fino al año. Esto quiere decir que para un precio del cobre de 2.85 US\$/lb, comienza a pertenecer a la mediana minería desde una ley de corte de poco menos de 0.5 %Cu, y al igual que en la prueba 1 para leyes de corte menores la alternativa es aumentar la vida útil.

El CAPEX total baja desde los 1,074 MUS\$ hasta los 103 MUS\$, dentro el cual el capital inicial se mueve desde 423 MUS\$ hasta 50 MUS\$.

Los ingresos para una ley de corte de cero se encuentran en el rango desde los 9,361 MUS\$ hasta los 598 MUS\$ en una ley de corte de 2.5% Cu. En el valor más bajo de ley de corte el cobre representa el 85% del total y en el valor más alto de ley de corte es el 94% del total, este efecto se debe principalmente al comportamiento del yacimiento en cuanto cuadro de tonelaje y leyes, donde es el cobre el que tiene más cambios en la medida que aumenta la ley de corte.

El OPEX total va variando desde 3,553 MUS\$ hasta los 330 MUS\$, donde el OPEX mina representa en promedio el 51% del total.

Una vez incluido al costo de operación el costo de administración y de comercialización, se obtiene un EBITDA de entre 6,167MUS\$ hasta 52 MUS\$.

Los flujos de caja varían desde 3,563 MUS\$ hasta los -53 MUS\$, los NPV van desde 1,000 MUS\$ hasta los -100 MUS\$ y el C1 se mueve desde 1.17 US\$/lb hasta 2.56 US\$/lb.

En resumen, para esta segunda prueba, con un precio fijo de 2.85 US\$/lb de cobre fino y distintas leyes de corte, las simulaciones muestran una pérdida de valor a ley de corte más alta, hasta llegar a un VAN cero aproximadamente a una ley de corte de 2, con esta ley de corte la tasa de producción es de 17 TMCf al año y el C1 es de 2.05 US\$/lb. A medida que la ley de corte aumenta, las reservas se contraen, la tasa de producción medida en toneladas de cobre fino disminuye, el capital de inversión baja, los costos (C1) suben, la carga impositiva decrece, y finalmente el VAN cae.

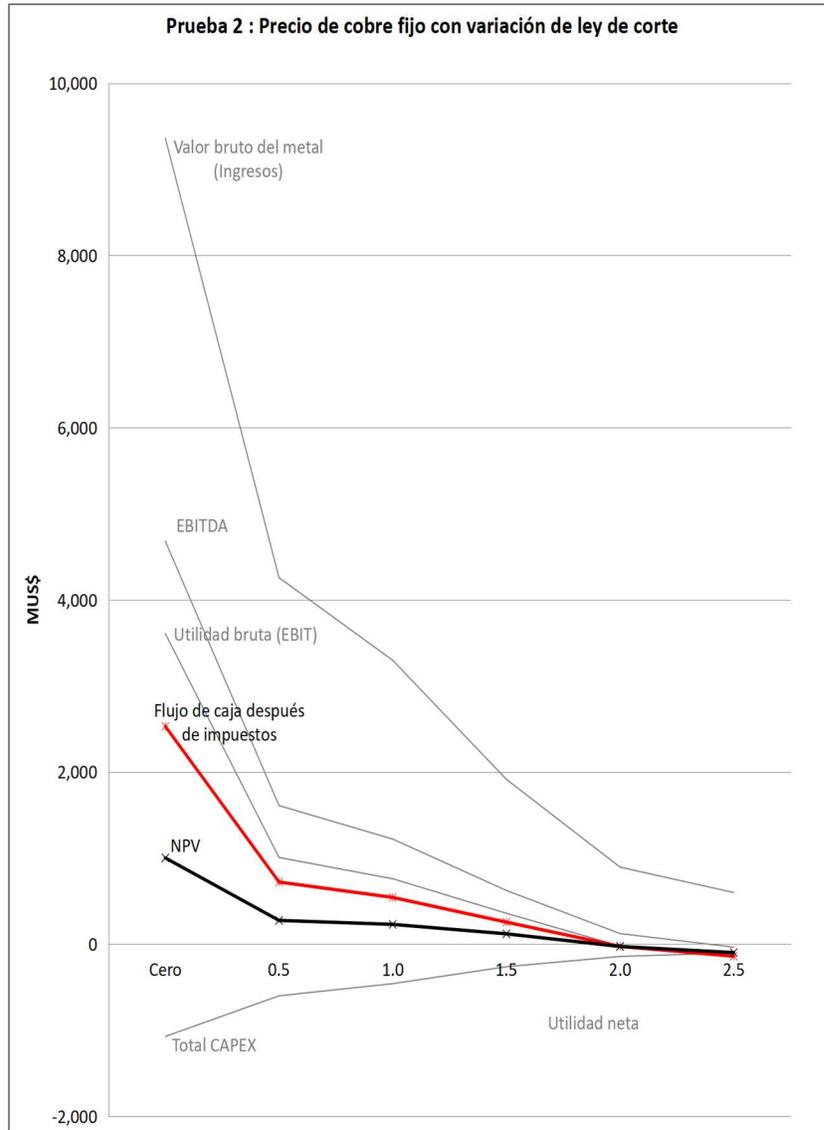


Figura 14: Prueba 2, a precio fijo de 2.85 US\$/lb y variando la ley de corte.

Tabla 22: Prueba 2 del modelo, distinta ley de corte y precio fijo.

Proyecto: Modelo técnico-financiero móvil MM1						
Prueba 2: precio de Cu fijo y variación de la ley de corte						
TMCF	73,092	41,491	36,632	27,078	17,266	13,483
Años	20	16	14	11	9	7
Cu (\$US/lb)	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
Au (\$US/oz)	1250	1250	1250	1250	1250	1250
Ag (\$US/oz)	15	15	15	15	15	15
En MUS\$	Cero	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
TMCF	73,092	41,491	36,632	27,078	17,266	13,483
WACC	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%
E						
tasa exigida por el prestamista						
Capital inicial	-423	-253	-196	-117	-65	-50
Capital sustentable	-632	-338	-256	-142	-78	-51
Cierre	-18	-11	-9	-5	-3	-2
	0		0	0	0	0
Total CAPEX	-1,074	-602	-461	-264	-145	-103
Valor del metal a pagar por Cu	8,002	3,669	2,901	1,716	826	560
Valor del metal a pagar por Au	1,217	529	360	184	63	37
Valor del metal a pagar por Ag	142	58	35	13	3	1
Streaming						
Valor bruto del metal (Ingresos)	9,361	4,256	3,296	1,913	893	598
Opex Mina	-1,987	-1,115	-827	-453	-212	-145
Opex planta	-1,566	-920	-716	-432	-240	-186
Total costo operación	-3,553	-2,036	-1,544	-885	-452	-330
Margen bruto	5,808	2,220	1,753	1,028	440	268
Costo Administración	-155	-166	-182	-198	-220	-238
Costo comercialización	-974	-446	-352	-208	-100	-68
EBITDA	4,679	1,608	1,219	622	121	-37
Royalty - NSR Cobre						
EBITDA	4,679	1,608	1,219	622	121	-37
Depreciación	-1,074	-602	-461	-264	-145	-103
Amortización						
Intereses						
Utilidad bruta (EBIT)	3,605	1,005	758	357	-24	-140
Impuesto sobre Sociedades	-942	-270	-205	-97		
Impuesto Minero Específico (IEAM)	-118	-5	-3	-1		
IVA pagado y reembolsado	-18	-11	-8	-5	-3	-2
Utilidad neta	2,528	720	541	254	-28	-142
Financiamiento colocación						
Financiamiento NSR						
Financiamiento streaming						
Financiamiento Equity						
Depreciación	1,074	602	461	264	145	103
Amortización de la deuda						
Flujo de caja después de impuestos	2,528	720	541	254	-28	-142
Pago a los accionistas						
Flujo de caja después de reparto accionistas	2,528	720	541	254	-28	-142
NPV	1,000	274	228	118	-29	-100
C1 (US\$/lb)	1.17	1.51	1.50	1.59	2.05	2.56

6. 4. Casos simulados y resultados finales

Con el objeto de cuantificar el costo oportunidad del sector de mediana minería chilena por falta de financiamiento, se realizaron 4 simulaciones, estas se definen a continuación:

Caso 1. Corresponde a las simulaciones de los diferentes tipos de financiamiento aplicado al caso base, es decir, para un ratio de endeudamiento de 0.41, precios de los commodities del caso base (tabla número 13 del apartado 6.1.5) y una producción de cerca de 450 mil toneladas al mes. El motivo del caso 1 es contrastar los resultados simulados contra la información del caso base, el cual sirvió para la construcción del simulador.

Caso 2. En este caso se hace variaciones al precio del cobre para distintos ratios de endeudamiento. El motivo de este caso es relevante ya que nos mostrará esencialmente, cual es la relación entre precio del commodity y estructura de financiamiento, para distintos tipos de financiamiento, motivación principal de esta tesis.

Caso 3. Para este caso la motivación es analizar que sucede en el caso base al aumentar el riesgo del proyecto y cómo influye esto para los distintos tipos de financiamiento y estructura de financiamiento.

Caso 4. En este caso final, motiva realizar la serie de simulaciones con proyección de precios de largo plazo, en otras palabras, analizar que sucede con el proyecto en su caso base, para los distintos tipos de financiamiento, con un ratio de endeudamiento de 0.41, etc., pero con proyección de precios de largo plazo.

6.4.1. Caso 1 (caso base)

La serie de simulaciones del caso uno corresponde al escenario base planteado en esta tesis, con un precio de 2.85 US\$/lb de cobre fino y un índice $E=0.41$, para esta estructura de financiamiento, el porcentaje de deuda respecto al total deuda + patrimonio (factor del WACC) es de 29%.

$$\%D = \frac{D}{D + P} = \frac{0.41}{0.41 + 1} = 0.29$$

La finalidad de simular este caso es, verificar los resultados respecto del proyecto que da origen al programa para simulación, emular el proyecto base y por su puesto analizar el comportamiento de los distintos tipos y estructuras de financiamientos planteados.

Los parámetros que podemos comparar para analizar el proyecto original versus el simulado son el OPEX, la producción de mineral mensual y la producción de finos mensual.

Un punto importante para tener en cuenta y que es válido para todas las simulaciones es el siguiente. Los parámetros de costos unitarios, cargos por tratamiento de fundición, cargos por refinación, pérdidas metalúrgicas, cargo por transporte marítimo, recuperaciones metalúrgicas, ley de concentrado y humedad, impuestos y derecho de aduana, tipo de cambio, tasa de producción, el precio de los commodities, entre los más importantes, van variando a través de la vida de un proyecto. Por otro lado, la estructura del programa de simulación ocupa la curva tonelaje y ley como base de información, esta curva también cambia en función de la cantidad de información agregada en el tiempo, de la misma manera los modelos de OPEX utilizados en la programación. Todo lo mencionado es base de información para la creación del simulador, y a su vez esta información es el resultado de promedios estadísticos ponderados durante la historia de un proyecto minero. Se entiende entonces, que en los resultados simulados respecto a la base de información del proyecto de simulación tengan cierto nivel de diferencias.

En lo que respecta al OPEX, el costo mina en el modelo fue construido en base a un valor de 10.6 US\$/ton y el resultado de la simulación entrega un valor de 9.94 US\$/ton, esto es un 6.2% más que el caso real. Para el caso del costo planta, el modelo fue construido en base a un valor de 7.5 US\$/ton y el resultado de la simulación entrega un valor de 7.02 US\$/ton, esto es un 6.4% menos que el caso original, y en el caso del costo de G&A un 11.1 MUS\$/año de la base de la simulación versus 10.4 MUS\$/año de la simulación, poco menos de un 6.3% del caso de la información base de la construcción del programa de simulación. Todos aceptables para el objeto del proyecto y dentro de los márgenes de un proyecto de mediana minería en general.

La tasa de producción es de 41 mil TMCf por 16 años de vida útil y un cash cost de 1.51 US\$/lb.

El WACC de la evaluación es de 6.3% para caso sin financiamiento externo y equity, 6.5% para las alternativas de colocación, regalía y streaming.

El CAPEX total del proyecto es de 602 MUS\$ para el caso de uso solo de capitales propios, y de 529 MUS\$ en los casos con financiamiento externo.

En esta serie de simulaciones, y siguiendo la estructura ordenada del cuadro de flujo de caja, la primera opción que rebaja por concepto de financiamiento es el caso del streaming con 106 MUS\$, de esta manera es la alternativa que margina menos, con un margen bruto de 4,149 MUS\$ respecto a los 4.256 MUS\$ de todas las demás alternativas.

Luego, en la serie de simulaciones, descuenta por concepto de financiamiento el caso de regalía, con un valor de 106 MUS\$ que corresponden a 2.83 US\$/ton de regalía, de esta manera el EBITDA es de 1,501 MUS\$ para la alternativa de regalía y streaming, y 1,608 MUS\$ para el caso sin financiamiento, equity y con colocación.

La opción de financiamiento a través de colocación es la que sigue en efectuar descuento en el orden del cuadro de flujo de caja, a través los intereses de la deuda con un valor de 33 MUS\$, de esta forma la utilidad bruta antes de impuestos (EBIT) es de 1,005 MUS\$ para caso sin financiamiento, 972 MUS\$ para el caso con deuda a través de colocación, 899 MUS\$ en los casos de regalía y streaming, y 1,005 MUS\$ para el caso de equity.

Respeto de los impuestos a pagar, las opciones de financiamiento propio, colocación y equity son las que más aportan, tanto a través de impuesto a las sociedades como en impuestos específicos a la minería con 270 MUS\$ y 5 MUS\$ respectivamente, frente a 242 MUS\$ de impuesto a sociedades y 3 MUS\$ en IEAM para las otras dos alternativas de financiamiento.

Finalmente, los flujos netos respecto a la alternativa sin financiamiento externo son: 6% más par la alternativa de colocación, 10% más para la alternativa de regalía y streaming, y poco más de 69% mayor en caso del equity.

Las alternativas que entregan mayor valor son financiamiento a través de regalía y streaming, seguida por financiamiento a través de equity y finalmente la alternativa de colocación. Los valores del VAN de cada una de las alternativas se muestran en la figura 15.

Si consideramos como costo oportunidad de la mediana minería al VAN por cada libra de cobre fino de cobre, para el caso 1 tenemos:

S/F externo 0.19 US\$/lbCuF

Colocación: 0.22 US\$/lbCuF

Regalía: 0.24 US\$/lbCuF

Streaming: 0.24 US\$/lbCuF

Equity: 0.23 US\$/lbCuF

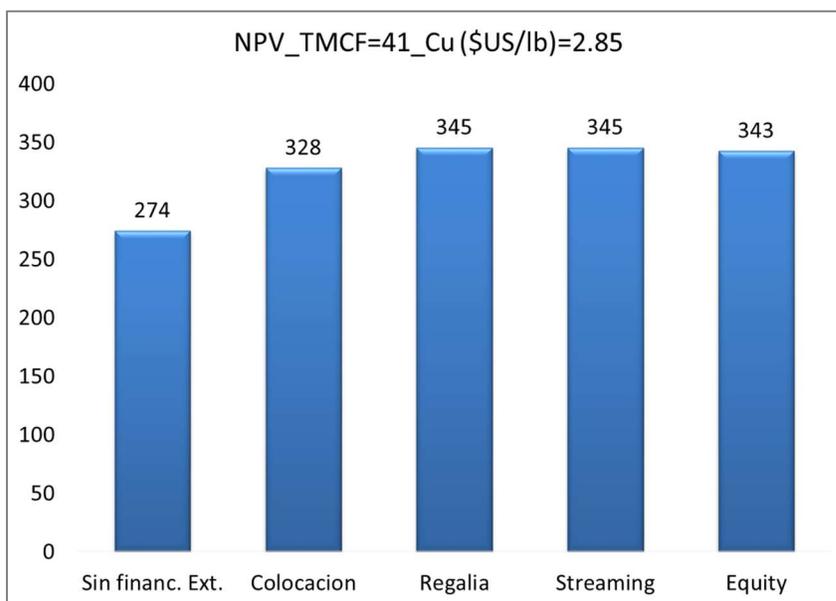


Figura 15: VAN serie de simulaciones caso 1 (caso base).

Tabla 23: Caso 1: caso base.

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM					
RESUMEN DE SIMULACION: CASO BASE					
TMCF	41,491	riesgo proy.	10.0%		
Años	16	Colocacion	14.4%		
Cu (\$US/lb)	2.85	Regalia	14.4%		
Au (\$US/oz)	1250	Streaming	14.4%		
Ag (\$US/oz)	15	Equity	6.3%		
MU\$S	Sin financ. Ext.	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity
TMCF	41,491	41,491	41,491	41,491	41,491
WACC	6.3%	8.1%	8.1%	8.1%	6.3%
E		0.2908	0.2908	0.2908	0.2908
Tasa exigida por el prestamista		14.4%	14.4%	14.4%	6.3%
Capital inicial	-253	-179	-179	-179	-179
Capital sustentable	-338	-338	-338	-338	-338
Cierre	-11	-11	-11	-11	-11
Total CAPEX	-602	-529	-529	-529	-529
Valor del metal a pagar por Cu	3,669	3,669	3,669	3,669	3,669
Valor del metal a pagar por Au	529	529	529	529	529
Valor del metal a pagar por Ag	58	58	58	58	58
Streaming				-137	
Valor bruto del metal (Ingresos)	4,256	4,256	4,256	4,119	4,256
Opex Mina	-1,115	-1,115	-1,115	-1,115	-1,115
Opex planta	-920	-920	-920	-920	-920
Total costo operación	-2,036	-2,036	-2,036	-2,036	-2,036
Margen bruto	2,220	2,220	2,220	2,083	2,220
Costo Administración	-166	-166	-166	-166	-166
Costo comercialización	-446	-446	-446	-446	-446
EBITDA	1,608	1,608	1,608	1,470	1,608
Royalty - NSR Cobre			-137		
EBITDA	1,608	1,608	1,470	1,470	1,608
Depreciación	-602	-602	-602	-602	-602
Amortización					
Intereses		-64			
Utilidad bruta (EBIT)	1,005	941	868	868	1,005
Impuesto sobre Sociedades	-270	-270	-233	-233	-270
Impuesto Minero Específico (IEAM)	-5	-6	-3	-3	-5
IVA pagado y reembolsado	-11	-11	-11	-11	-11
Utilidad neta	720	655	621	621	720
Financiamiento		74			
Financiamiento NSR			74		
Financiamiento streaming				74	
Equity					74
Depreciación	602	602	602	602	602
Amortización de la deuda		-74			
Flujo de caja después de impuestos	720	729	768	768	867
Pago a los accionistas					-101
Flujo de caja después de reparto accionistas	720	729	768	768	766
NPV_TMCF=41_Cu (\$US/lb)=2.85	274	252	272	272	343
C1 (US\$/lb)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51

6.4.2. Caso 2: distintos precios y diferente índice “E”

Las simulaciones del caso 2 corresponden a series de simulaciones con una estructura de financiamiento de $E=0.41$, $E=1.00$ y $E=2.60$, como porcentaje de deuda 29%, 50% y 72% respectivamente. Estas simulaciones se realizan a distintos valores de precio del cobre, es decir, a distintos niveles de reservas mineras. Los precios simulados van de 2 hasta 4 US\$/lb de cobre fino en tramos cada 0.2 US\$/lb. Esta simulación entrega un total de 110 resultados de las diferentes combinaciones de precios, estructura de financiamiento y tipo de financiamiento.

Con respecto a la inversión, el nivel de inversión con capital propio es menor cuando crece el valor del índice de endeudamiento “E”, de esta manera, para un “E” de 0.41 la inversión con capital propio es el 12% menor respecto del caso sin financiamiento externo, para un índice de endeudamiento igual a 1 un 21% menor y para un “E” con valor de 2.6 es un 30% menor.

Se observa además que el nivel de inversión aumenta en la medida que aumenta el precio del cobre, esto se debe a que es mayor la cantidad de reservas mineras para financiar. De esta manera, para el caso sin financiamiento externo y para un precio de 2 US\$/lb el nivel de inversión es de 538 MUS\$ y para un precio de 4 US\$/lb es de 756 MUS\$, independiente de la estructura de financiamiento. En los casos de alternativas de financiamiento externo sucede lo mismo, un aumento del nivel de financiamiento, pero con cambios parciales descendentes para las distintas estructuras de financiamiento en la medida que aumenta el valor de “E”.

El caso base representa un valor de inversión intermedio para un “E” de 0.41 entre los precios de 2 y 4 US\$/lb.

Resumiendo, a mayor precio del cobre, mayor el nivel de inversión, pero en cada caso de precio del cobre en la medida que aumenta la estructura de financiamiento, el nivel de inversión con capital propio va disminuyendo.

Tabla 24: CAPEX del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).

Tipo de financiamiento	SF	CF
Precio=2 , E=0.41		
Capital inicial	-227	-161
Capital sustentable	-301	-301
Cierre	-10	-10
Total CAPEX	-538	-472
Precio=2 , E=1		
Capital inicial	-227	-113
Capital sustentable	-301	-301
Cierre	-10	-10
Total CAPEX	-538	-425
Precio=2 , E=2.6		
Capital inicial	-227	-63
Capital sustentable	-301	-301
Cierre	-10	-10
Total CAPEX	-538	-375
Precio=4 , E=0.41		
Capital inicial	-307	-218
Capital sustentable	-436	-436
Cierre	-13	-13
Total CAPEX	-756	-667
Precio=4 , E=1		
Capital inicial	-307	-153
Capital sustentable	-436	-436
Cierre	-13	-13
Total CAPEX	-756	-603
Precio=4 , E=2.6		
Capital inicial	-307	-86
Capital sustentable	-436	-436
Cierre	-13	-13
Total CAPEX	-756	-535

Los ingresos son mayores a mayores precios del commodity, independiente de la estructura y tipo de financiamiento, a excepción del streaming, debido a que este descuenta el préstamo en este ítem del cuadro de flujo de caja. Este descuento es mayor en la medida que aumenta el precio del cobre y disminuye a mayor estructura de financiamiento “E”. Así, el ingreso para todos los casos excepto streaming, pasa desde un valor de 2,773 MUS\$ a 7,605 MUS\$ para precios de 2 y 4 US\$/lb respectivamente. En el caso del streaming, el valor es de 2,680 MUS\$ y 2,543 MUS\$ para un “E” de 0.41 y 2.6 respectivamente y un precio de 2 US\$/lb, y de 7,476 MUS\$ a 7,286 MUS\$ para los mismos valores de “E” para un precio de 4US\$/lb.

Tabla 25: Ingresos del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).

Tipo de financiamiento	SF	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity
Precio=2 , E=0.41					
Valor del metal a pagar por Cu	2,266	2,266	2,266	2,266	2,266
Valor del metal a pagar por Au	459	459	459	459	459
Valor del metal a pagar por Ag	47	47	47	47	47
Valor bruto del metal (Ingresos)	2,773	2,773	2,773	2,680	2,773
Precio=2 , E=1					
Valor del metal a pagar por Cu	2,266	2,266	2,266	2,266	2,266
Valor del metal a pagar por Au	459	459	459	459	459
Valor del metal a pagar por Ag	47	47	47	47	47
Valor bruto del metal (Ingresos)	2,773	2,773	2,773	2,613	2,773
Precio=2 , E=2.6					
Valor del metal a pagar por Cu	2,266	2,266	2,266	2,266	2,266
Valor del metal a pagar por Au	459	459	459	459	459
Valor del metal a pagar por Ag	47	47	47	47	47
Valor bruto del metal (Ingresos)	2,773	2,773	2,773	2,543	2,773
Precio=4 , E=0.41					
Valor del metal a pagar por Cu	6,824	6,824	6,824	6,824	6,824
Valor del metal a pagar por Au	699	699	699	699	699
Valor del metal a pagar por Ag	82	82	82	82	82
Valor bruto del metal (Ingresos)	7,605	7,605	7,605	7,476	7,605
Precio=4 , E=1					
Valor del metal a pagar por Cu	6,824	6,824	6,824	6,824	6,824
Valor del metal a pagar por Au	699	699	699	699	699
Valor del metal a pagar por Ag	82	82	82	82	82
Valor bruto del metal (Ingresos)	7,605	7,605	7,605	7,383	7,605
Precio=4 , E=2.6					
Valor del metal a pagar por Cu	6,824	6,824	6,824	6,824	6,824
Valor del metal a pagar por Au	699	699	699	699	699
Valor del metal a pagar por Ag	82	82	82	82	82
Valor bruto del metal (Ingresos)	7,605	7,605	7,605	7,286	7,605

El costo operacional en estas simulaciones aumenta en la medida que el precio de cobre es más alto, de la misma manera que el costo de inversión, a mayor nivel de reservas es mayor en el capital operacional generado, e independiente de la estructura de financiamiento “E”. Para un precio de 2.0 US\$/lb el OPEX es de 1,821 MUS\$ y sube a 2,513 MUS\$ para un precio de 4.0 US\$/lb.

Al momento de descontar el costo de administración y comercialización, el caso de financiamiento a través de regalía descuenta por concepto de préstamo el NSR, luego el EBITDA del caso de financiamiento por regalía se iguala al caso de financiamiento por streaming.

A mayor precio del cobre es mayor el EBITDA en todos los casos, pero para los casos sin financiamiento externo, colocación y equity es independiente el resultado de la estructura de financiamiento, en los otros dos casos decrece parcialmente en la medida que aumenta el valor de “E” ya que estos ya han descontado el pago a los respectivos préstamos financieros.

Tabla 26: EBITDA del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).

Tipo de financiamiento	SF	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity
Precio=2 , E=0.41					
Costo Administración	-177	-177	-177	-177	-177
Costo comercialización	-393	-393	-393	-393	-393
EBITDA	382	382	382	290	382
Royalty - NSR Cobre			-93		
EBITDA	382	382	290	290	382
Precio=2 , E=1					
Costo Administración	-177	-177	-177	-177	-177
Costo comercialización	-393	-393	-393	-393	-393
EBITDA	382	382	382	222	382
Royalty - NSR Cobre			-160		
EBITDA	382	382	222	222	382
Precio=2 , E=2.6					
Costo Administración	-177	-177	-177	-177	-177
Costo comercialización	-393	-393	-393	-393	-393
EBITDA	382	382	382	152	382
Royalty - NSR Cobre			-230		
EBITDA	382	382	152	152	382
Precio=4 , E=0.41					
Costo Administración	-168	-168	-168	-168	-168
Costo comercialización	-591	-591	-591	-591	-591
EBITDA	4,332	4,332	4,332	4,204	4,332
Royalty - NSR Cobre			-129		
EBITDA	4,332	4,332	4,204	4,204	4,332
Precio=4 , E=1					
Costo Administración	-168	-168	-168	-168	-168
Costo comercialización	-591	-591	-591	-591	-591
EBITDA	4,332	4,332	4,332	4,111	4,332
Royalty - NSR Cobre			-222		
EBITDA	4,332	4,332	4,111	4,111	4,332
Precio=4 , E=2.6					
Costo Administración	-168	-168	-168	-168	-168
Costo comercialización	-591	-591	-591	-591	-591
EBITDA	4,332	4,332	4,332	4,013	4,332
Royalty - NSR Cobre			-319		
EBITDA	4,332	4,332	4,013	4,013	4,332

En los flujos de caja ya se pueden observar todos los descuentos por financiamiento externo, y en general cómo se comportan las relaciones de precios, estructuras y tipos de financiamiento. De esta manera, para precios de 2.0 US\$/lb y cualquiera de las 3 estructuras de financiamiento, todos los flujos son negativos, y positivos para un precio de 4 US\$/lb.

Tabla 27: Utilidad y flujo de caja del caso 2 (solo precios 2 y 4 US\$/lbCuF).

Tipo de financiamiento	SF	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity
Precio=2 , E=0.41					
Utilidad bruta (EBIT)	-156	-183	-249	-249	-156
Utilidad neta	-166	-192	-258	-258	-166
Flujo de caja después de impuestos	-166	-127	-127	-127	-34
Flujo de caja después de reparto	-166	-127	-127	-127	-122
Precio=2 , E=1					
Utilidad bruta (EBIT)	-156	-202	-316	-316	-156
Utilidad neta	-166	-212	-325	-325	-166
Flujo de caja después de impuestos	-166	-99	-99	-99	61
Flujo de caja después de reparto	-166	-99	-99	-99	-91
Precio=2 , E=2.6					
Utilidad bruta (EBIT)	-156	-223	-386	-386	-156
Utilidad neta	-166	-232	-395	-395	-166
Flujo de caja después de impuestos	-166	-69	-69	-69	161
Flujo de caja después de reparto	-166	-69	-69	-69	-58
Precio=4 , E=0.41					
Utilidad bruta (EBIT)	3,576	3,537	3,448	3,448	3,576
Utilidad neta	2,563	2,522	2,470	2,470	2,563
Flujo de caja después de impuestos	2,563	2,611	2,648	2,648	2,740
Flujo de caja después de reparto	2,563	2,611	2,648	2,648	2,618
Precio=4 , E=1					
Utilidad bruta (EBIT)	3,576	3,508	3,355	3,355	3,576
Utilidad neta	2,563	2,493	2,404	2,404	2,563
Flujo de caja después de impuestos	2,563	2,647	2,710	2,710	2,869
Flujo de caja después de reparto accio	2,563	2,647	2,710	2,710	2,658
Precio=4 , E=2.6					
Utilidad bruta (EBIT)	3,576	3,478	3,257	3,257	3,576
Utilidad neta	2,563	2,463	2,334	2,334	2,563
Flujo de caja después de impuestos	2,563	2,684	2,775	2,775	3,004
Flujo de caja después de reparto	2,563	2,684	2,775	2,775	2,701

Respecto al valor actual neto (NPV) para estas simulaciones, se observa que las opciones de financiamiento externo por regalía y streaming se obtiene similares resultados producto de la simplificación de su cálculo en el formulismo y estructura de cálculo, cabe mencionar nuevamente que los contratos que se negocian son más complejos y por consiguiente los resultados son diferentes en cada caso, sin embargo, es suficiente para nuestro análisis.

Los resultados muestran una mayor generación de valor para proyectos con financiamiento externo a través de regalía, streaming y equity, seguido de financiamiento por colocación respecto del caso sin financiamiento externo.

Las alternativas regalía y streaming respecto a la de equity, presentan mayor valor para precios desde 2.2 hasta 3.0 US\$/lb y para estructuras de “E” igual a 0.41 y 1, para una estructura de “E” igual a 2.6 el valor incluye un precio de 3.2 US\$/lb. Luego, para estructuras de financiamiento “E”

0.41 y 1 es el equity que genera mayor valor para precios desde 3.2 US\$/lb hacia arriba, y para una estructura de financiamiento 2.6 el mayor valor se da desde 3.4 US\$/lb hacia arriba.

Los incrementos positivos de VAN respecto a la alternativa sin financiamiento externo son mayores a una mayor estructura de financiamiento, es decir, a mayor "E". Estas diferencias son mayores para las alternativas de regalía y streaming, seguida por la de equity y finalmente la alternativa de colocación. Por ejemplo, para el caso de la alternativa a través de colocación para un precio de 3.0 US\$/lb, el NPV es 12% mayor que el caso no financiado para un "E" de 0.41, y aumenta a 33% para un "E" de 2.6. Para el mismo precio, en los casos de financiamiento a través de regalía y streaming pasamos de 17% a 44% para un E de 0.41 y 2.6 respectivamente, y de 17% a 41% en el caso de equity.

Sin embargo, en la medida que aumentan los precios, estas diferencias se hacen menores. En el caso de colocación para un precio de 4.0 US\$/lb el NPV es mayor que el caso sin financiamiento en un 4% para un "E" igual a 0.41 y aumenta a 11% para un "E" de 2.6, y en el caso de royalty/streaming los valores son de 5% y 16% mayor para "E" de 0.41 y 2.60 respectivamente, y de 7% a 18% en el caso de equity

En resumen, las diferencias de NPV disminuyen en la medida que aumenta el precio del cobre y en la medida que es mayor la estructura de financiamiento "E", es decir, a mayor precio y mayor "E" el valor entre las distintas alternativas tiende a equipararse.

De la misma manera del caso 1, si consideramos como costo oportunidad de la mediana minería al VAN por cada libra de cobre fino de cobre, los resultados son:

Tabla 28: Costo oportunidad del caso 2.

Costo oportunidad (US\$/lb CuF)						
E=0.41	Sin fin.	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity	
Costo TMCF=38 Cu (\$US/lb)=2	-0.14	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
Costo TMCF=38 Cu (\$US/lb)=2.2	-0.05	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo TMCF=39 Cu (\$US/lb)=2.4	0.01	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06
Costo TMCF=41 Cu (\$US/lb)=2.6	0.11	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16
Costo TMCF=41 Cu (\$US/lb)=2.8	0.20	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3	0.29	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.2	0.37	0.40	0.41	0.41	0.41	0.42
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.4	0.44	0.47	0.48	0.48	0.48	0.49
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.6	0.51	0.54	0.55	0.55	0.55	0.56
Costo TMCF=51 Cu (\$US/lb)=3.8	0.62	0.65	0.66	0.66	0.66	0.67
Costo TMCF=51 Cu (\$US/lb)=4	0.70	0.72	0.73	0.73	0.73	0.75
Costo oportunidad (US\$/lb CuF)						
E=1.00	Sin fin.	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity	
Costo TMCF=38 Cu (\$US/lb)=2	-0.14	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
Costo TMCF=38 Cu (\$US/lb)=2.2	-0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03
Costo TMCF=39 Cu (\$US/lb)=2.4	0.01	0.09	0.11	0.11	0.11	0.09
Costo TMCF=41 Cu (\$US/lb)=2.6	0.11	0.18	0.21	0.21	0.21	0.20
Costo TMCF=41 Cu (\$US/lb)=2.8	0.20	0.27	0.29	0.29	0.29	0.29
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3	0.29	0.36	0.38	0.38	0.38	0.38
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.2	0.37	0.43	0.45	0.45	0.45	0.45
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.4	0.44	0.50	0.52	0.52	0.52	0.52
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.6	0.51	0.57	0.59	0.59	0.59	0.60
Costo TMCF=51 Cu (\$US/lb)=3.8	0.62	0.68	0.70	0.70	0.70	0.71
Costo TMCF=51 Cu (\$US/lb)=4	0.70	0.75	0.77	0.77	0.77	0.78
Costo oportunidad (US\$/lb CuF)						
E=2.60	Sin fin.	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity	
Costo TMCF=38 Cu (\$US/lb)=2	-0.14	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
Costo TMCF=38 Cu (\$US/lb)=2.2	-0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Costo TMCF=39 Cu (\$US/lb)=2.4	0.01	0.12	0.15	0.15	0.15	0.13
Costo TMCF=41 Cu (\$US/lb)=2.6	0.11	0.22	0.25	0.25	0.25	0.23
Costo TMCF=41 Cu (\$US/lb)=2.8	0.20	0.31	0.34	0.34	0.34	0.33
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3	0.29	0.39	0.42	0.42	0.42	0.42
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.2	0.37	0.46	0.49	0.49	0.49	0.49
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.4	0.44	0.53	0.56	0.56	0.56	0.56
Costo TMCF=46 Cu (\$US/lb)=3.6	0.51	0.60	0.63	0.63	0.63	0.63
Costo TMCF=51 Cu (\$US/lb)=3.8	0.62	0.70	0.74	0.74	0.74	0.74
Costo TMCF=51 Cu (\$US/lb)=4	0.70	0.77	0.81	0.81	0.81	0.82

Tabla 29: NPV del caso 2.

Precio (US\$/lb CuF)	NPVS/F (kUS\$)	NPV colocación (kUS\$)				NPV regalía/streaming (kUS\$)			NPV equity (kUS\$)		
	d=0	d=0.29	d=0.50	d=0.72	d=0.29	d=0.50	d=0.72	d=0.29	d=0.50	d=0.72	
2.0	-172	-113	-70	-25	-113	-71	-26	-111	-67	-20	
2.2	-63	-7	35	80	4	45	89	-2	42	89	
2.4	12	68	111	156	84	136	189	75	121	170	
2.6	153	209	253	300	226	282	342	221	270	322	
2.8	250	304	347	393	322	376	435	318	367	419	
3.0	444	499	542	591	518	575	638	518	572	628	
3.2	553	605	647	695	624	680	742	627	681	737	
3.4	662	711	753	799	730	785	846	736	790	846	
3.6	771	818	858	903	837	890	950	845	899	955	
3.8	1,045	1,091	1,133	1,182	1,113	1,170	1,235	1,128	1,187	1,250	
4.0	1,169	1,212	1,253	1,301	1,233	1,289	1,353	1,252	1,311	1,374	

6.4.3. Caso 3: Aumento riesgo del proyecto

El aumento del nivel de riesgo del proyecto desde 3.0% hasta 10% en el caso base, genera un aumento de las tasas de colocación, regalía y streaming desde 7.4% a 14.4%, y un aumento del WACC de un 24% (desde 6.5% a un 8.1%). La vida del proyecto se mantiene en 15 años.

En el caso del financiamiento a través de streaming, el préstamo sube de 106 MUS\$ a 137 MUS\$ (29% mayor), disminuyendo el CAPEX y el consiguiente margen bruto en un 1%, y el EBITDA en un 2% menos. Luego, para el caso de la regalía al descontar en la misma magnitud que el streaming (29% mayor), disminuye también el EBITDA en un 2%. Los intereses por concepto de colocación aumentan de 33 MUS\$ a 64 MUS\$ (94% más).

La utilidad neta obtenida es un 5% menos en el caso del financiamiento por colocación y un 3% menor en los casos de financiamiento externo por regalía y streaming, producto de los descuentos anteriores, pero además por un leve aumento en IEAM para la colocación (7% mayor) y una disminución de este impuesto y el impuesto sobre sociedades para las otras dos alternativas de financiamiento, -9% y -3% respectivamente.

Finalmente, el NPV para la colocación disminuye de 760 MUS\$ a 729 MUS\$ (4% menos) y de 790 MUS\$ a 768 MUS\$ para regalía y streaming (3% menos). Sigue siendo las opciones de mayor NPV las opciones de regalía y streaming, seguida por la colocación y finalmente la del caso sin financiamiento externo.

En esta simulación notamos que el aumento de riesgo no afecta al retorno hacia los accionistas (equity), debido a que todo el riesgo es derivado a los prestamistas externos en cada caso. Esto quiere decir, que tanto el caso con financiamiento propio y con equity permanecen iguales al caso

base, y se ven favorecidos ante un aumento del riesgo del proyecto ante la posibilidad de aumento de tasa por parte de las otras opciones de préstamo.

Luego, el costo oportunidad de la mediana minería al VAN por cada libra de cobre fino de cobre, para el caso 3 tenemos:

S/F externo 0.19 US\$/lbCuF

Colocación: 0.17 US\$/lbCuF

Regalía: 0.19 US\$/lbCuF

Streaming: 0.19 US\$/lbCuF

Equity: 0.23 US\$/lbCuF

Tabla 30: Caso 3: aumento del riesgo del proyecto.

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM					
RESUMEN DE SIMULACION: CASO AUMENTO RIESGO DEL PROYECTO					
TMCF	41,491	riesgo proy.	10.0%		
Años	16	Colocacion	14.4%		
Cu (\$US/lb)	2.85	Regalia	14.4%		
Au (\$US/oz)	1250	Streaming	14.4%		
Ag (\$US/oz)	15	Equity	6.3%		
MUS\$	Sin financ. Ext.	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity
TMCF	41,491	41,491	41,491	41,491	41,491
WACC	6.3%	8.1%	8.1%	8.1%	6.3%
E		0.2908	0.2908	0.2908	0.2908
Tasa exigida por el prestamista		14.4%	14.4%	14.4%	6.3%
Capital inicial	-253	-179	-179	-179	-179
Capital sustentable	-338	-338	-338	-338	-338
Cierre	-11	-11	-11	-11	-11
Total CAPEX	-602	-529	-529	-529	-529
Valor del metal a pagar por Cu	3,669	3,669	3,669	3,669	3,669
Valor del metal a pagar por Au	529	529	529	529	529
Valor del metal a pagar por Ag	58	58	58	58	58
Streaming				-137	
Valor bruto del metal (Ingresos)	4,256	4,256	4,256	4,119	4,256
Opex Mina	-1,115	-1,115	-1,115	-1,115	-1,115
Opex planta	-920	-920	-920	-920	-920
Total costo operación	-2,036	-2,036	-2,036	-2,036	-2,036
Margen bruto	2,220	2,220	2,220	2,083	2,220
Costo Administración	-166	-166	-166	-166	-166
Costo comercialización	-446	-446	-446	-446	-446
EBITDA	1,608	1,608	1,608	1,470	1,608
Royalty - NSR Cobre			-137		
EBITDA	1,608	1,608	1,470	1,470	1,608
Depreciación	-602	-602	-602	-602	-602
Amortización					
Intereses		-64			
Utilidad bruta (EBIT)	1,005	941	868	868	1,005
Impuesto sobre Sociedades	-270	-270	-233	-233	-270
Impuesto Minero Especifico (IEAM)	-5	-6	-3	-3	-5
IVA pagado y reembolsado	-11	-11	-11	-11	-11
Utilidad neta	720	655	621	621	720
Financiamiento		74			
Financiamiento NSR			74		
Financiamiento streaming				74	
Equity					74
Depreciación	602	602	602	602	602
Amortización de la deuda		-74			
Flujo de caja después de impuestos	720	729	768	768	867
Pago a los accionistas					-101
Flujo de caja después de reparto accionistas	720	729	768	768	766
NPV_TMCF=41_Cu (\$US/lb)=2.85	274	252	272	272	343
C1 (US\$/lb)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51

6.4.4. Caso 4, proyección de precios a largo plazo

El último caso es la simulación del proyecto con proyección de precios de largo plazo.

En estas Simulaciones se utiliza la proyección de precios de cobre, oro y plata realizada por el reporte del Banco Mundial sobre el futuro de los commodities en abril del 2021 (World Bank Report, 2021). El propósito es proyectar, según los precios futuros de los commodities, cual es el valor del proyecto.

En este caso, el proyecto presenta una vida útil de 16 años, con una tasa de producción de 46 mil TMCF al año (10% mayor).

En cuanto al CAPEX, para cada caso el aumento es de 10% respecto del caso base y un 10% mayor también en lo que respecta a OPEX para cada caso también. Sin embargo, hay un aumento de los ingresos de 32% en todos los casos excepto en el caso de financiamiento externo por streaming que tiene un ingreso 33% mayor. El C1 cae en un 4%, desde 1.51 US\$/lb a 1.45 US\$/lb.

El EBITDA aumenta en cada caso, sin embargo, para el caso sin financiamiento externo, colocación y equity este aumento es de 69% y en los otros casos es de 73% mayor.

Los descuentos por streaming, royalty, colocación y equity son 8% mayores que el caso base.

Los impuestos sobre las sociedades son 103% mayores en el caso sin financiamiento, colocación y equity, y de 115% en los otros dos casos.

En el caso del IEAM es 308% mayor en el caso sin financiamiento externo y equity, 287% en el caso de colocación y 410% en los otros casos.

Los NPV son de 136% mayor en el caso sin financiamiento externo, 113% mayor en caso de colocación, 107% mayor en el caso de regalía y streaming y 111% en el caso del equity. Sin embargo, siguen siendo las opciones de mayor NPV la opción de regalía y streaming, seguida por la de equity, colocación y finalmente la opción sin financiamiento externo.

Finalmente, el costo oportunidad de la mediana minería al VAN por cada libra de cobre fino de cobre, para el caso 3 tenemos:

S/F externo 0.40 US\$/lbCuF

Colocación: 0.43 US\$/lbCuF

Regalía: 0.45 US\$/lbCuF

Streaming: 0.45 US\$/lbCuF

Equity: 0.45 US\$/lbCuF

Tabla 31: Caso 4: proyección de precios a largo plazo.

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM					
SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP					
TMCF	45,623	riesgo proy.	3.0%		
Años	16	Colocacion	7.4%		
Cu (\$US/lb)	3.25	Regalia	7.4%		
Au (\$US/oz)	1576	Streaming	7.4%		
Ag (\$US/oz)	20	Equity	6.3%		
MUS\$	Sin financ. Ext.	Colocacion	Regalia	Streaming	Equity
TMCF	45,623	45,623	45,623	45,623	45,623
WACC	6.3%	6.5%	6.5%	6.5%	6.3%
E		0.2908	0.2908	0.2908	0.2908
Tasa exigida por el prestamista		7.4%	7.4%	7.4%	6.3%
Capital inicial	-274	-194	-194	-194	-194
Capital sustentable	-376	-376	-376	-376	-376
Cierre	-12	-12	-12	-12	-12
	0	0	0	0	0
Total CAPEX	-663	-583	-583	-583	-583
Valor del metal a pagar por Cu	4,767	4,767	4,767	4,767	4,767
Valor del metal a pagar por Au	773	773	773	773	773
Valor del metal a pagar por Ag	90	90	90	90	90
Streaming				-115	
Valor bruto del metal (Ingresos)	5,630	5,630	5,630	5,515	5,630
Opex Mina	-1,228	-1,228	-1,228	-1,228	-1,228
Opex planta	-1,009	-1,009	-1,009	-1,009	-1,009
Total costo operación	-2,237	-2,237	-2,237	-2,237	-2,237
Margen bruto	3,393	3,393	3,393	3,278	3,393
Costo Administración	-168	-168	-168	-168	-168
Costo comercialización	-508	-508	-508	-508	-508
EBITDA	2,716	2,716	2,716	2,601	2,716
Royalty - NSR Cobre			-115		
EBITDA	2,716	2,716	2,601	2,601	2,716
Depreciación	-663	-663	-663	-663	-663
Amortización					
Intereses		-35			
Utilidad bruta (EBIT)	2,054	2,018	1,938	1,938	2,054
Impuesto sobre Sociedades	-549	-549	-519	-519	-549
Impuesto Minero Específico (IEAM)	-19	-20	-18	-18	-19
IVA pagado y reembolsado	-12	-12	-12	-12	-12
Utilidad neta	1,473	1,438	1,391	1,391	1,473
Financiamiento		80			
Financiamiento NSR			80		
Financiamiento streaming				80	
Equity					80
Depreciación	663	663	663	663	663
Amortización de la deuda		-80			
Flujo de caja después de impuestos	1,473	1,517	1,550	1,550	1,633
Pago a los accionistas					-110
Flujo de caja después de reparto accionistas	1,473	1,517	1,550	1,550	1,523
NPV_TMCF=46_Cu (\$US/lb)=3.25	648	698	717	717	722
C1 (US\$/lb)	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45

7. Discusión

La metodología utilizada para el modelo de simulación es determinista, si bien se obtienen resultados satisfactorios, sería interesante utilizar modelos estocásticos, principalmente en lo que respecta a costos y precios del commodity. De la misma manera, utilizar herramientas más sofisticadas para realizar la simulación (programación en “R”, por ejemplo).

Se analizaron distintas alternativas de financiamiento externo, las cuales fueron en cierto grado simplificadas ya que no son foco en esta tesis, se podría ahondar más en las estructuras de estos tipos de financiamiento para así obtener resultados más exactos, esto motivaría a adentrarse más en los contratos de las empresas a priori difíciles de obtener.

En lo que respecta a la construcción conceptual del modelo de simulación, uno de los elementos principales es el cuadro de tonelaje y ley de las reservas mineras. Este cuadro de tonelaje y ley de reservas posee como input principal la ley de corte en función del precio del cobre entre otros factores. Dicha ley de corte es en tanto particular al incluir en su cálculo el CAPEX del proyecto base. Esto se realiza pensando en obtener un resultado más preciso al considerar todos los costos en que incurrirá el proyecto en total durante toda la vida de este. Sin embargo de lo anterior, una mejora al modelo es incluir una iteración en el cálculo de la ley de corte, en la medida en que se van obteniendo tanto CAPEX como OPEX base, es decir, ir iterando estos dos valores y la consecuente obtención de ley de corte. Si bien, tanto CAPEX como OPEX se van recalculando para efecto del flujo de caja, en la parte inicial del modelo (cuadro de tonelaje y ley) estos valores se mantienen constantes.

Por otro lado, también dentro de la construcción conceptual del modelo de simulación, el plan mina/planta juegan un papel fundamental dentro del modelo, ya que funcionan como pivote y alimentan de información a los demás “módulos” de cálculo, información necesaria para obtener los flujos de caja. Estos planes son una simplificación de la realidad minera, una alternativa podría ser utilizar cuadros de tonelaje y ley por niveles en caso de minería subterránea, y simular también el plan minero en la medida que se realiza la profundización de la explotación de una mina.

Esta tesis consideraba en un principio solo ver la relación entre reservas mineras y estructura de capital, donde se planteaba cual podría ser el máximo valor que se deja de ganar por no poder concretar proyectos mineros. Dentro del desarrollo resultó interesante incluir alternativas de financiamiento buscando ahora el mismo fin, pero para distintos tipos de financiamiento.

Los test para probar que las simulaciones entreguen resultados favorables se realizan siguiendo dos direcciones, precio variable y precio fijo. La primera, precio variable, muestra cómo se comporta el modelo en distintos escenarios de precio y como varían los resultados a través del cambio de las reservas mineras. Esto supone que se tiene el 100% de la información sobre las reservas mineras del proyecto al comienzo de la vida del proyecto. En el segundo caso, precio fijo, nos muestra cómo cambian los resultados manteniendo el precio fijo y cambiando la ley de corte para distintos niveles de reservas. Esto simula en definitiva un precio promedio de la vida de un proyecto y en cierta medida con información parcial de reservas, es decir, si consideramos que para leyes de corte más altas son menores las reservas y que en principio las mineras tienden a explotar las mejores leyes.

Se analizaron 4 casos a modo de buscar lo planteado en la hipótesis de esta tesis, el costo oportunidad de la mediana minería por dificultad de acceder a créditos para la operación minera, entendiendo que existe una relación entre la deuda y las reservas mineras que entregan un mayor valor al proyecto, definiendo este valor como dicho costo oportunidad. Posteriormente se le suma a este análisis algunas alternativas menos exploradas de financiamiento como son las regalías y streaming. En la dinámica de realizar las simulaciones, se comprende que el costo oportunidad buscado depende de muchas variables y, por consiguiente, no es un único valor.

De esta manera se trata a través de los cuatro casos, abarcar de la forma más amplia la búsqueda de los posibles resultados. Dentro de esto, en el caso número uno es tratar de emular el caso base, este caso trata de simular el proyecto que da pie a la información que sirvió para alimentar el desarrollo del simulador, en este punto se debe tener en cuenta que se consideraron valores promedios de costos de operación y de inversión concernientes a los últimos 5 años y de precio de los commodity del periodo cuando comenzó esta tesis.

El caso dos lo considero el más importante para efectos de este proyecto de tesis, debido a que a través de este se busca recorrer múltiples escenarios de reservas mineras (precio del commodity) y de estructuras de financiamiento. Debido a la gran cantidad de resultados que entrega la simulación de este caso (132 simulaciones sin considerar el caso sin financiamiento externo), se limitó a revisar que sucede con los resultados de los límites menor y mayor simulados, de todas maneras, se muestran todos los resultados de NPV y NPV/lbCuFino.

En el caso 3, que es una variante del caso base, se busca responder como afecta un cambio en el riesgo del proyecto. Los profesionales encargados de analizar cuanto es la inversión que bajo ciertos parámetros es “segura” de prestar a los operadores mineros, consideran dentro de sus cálculos un nivel de riesgo el cual se traduce en un menor valor del proyecto, y en consecuencia un menor costo oportunidad de los proyectos de mediana minería.

Finalmente, en el caso 4, se trata de buscar una proyección del costo oportunidad en cuestión. Nuevamente y como restricción del modelo, no están considerados elementos importantes de proyecciones futuras como lo son los costos, la paridad cambiaria, proyección de precio de subproductos, entre otros.

8. Conclusiones

La realidad de la mediana minería contrasta con la gran minería, y el problema de financiamiento para proyectos mineros de este sector es reconocido. El costo de la falta de financiamiento se refleja en, la pérdida de valor en que incurre el dueño del proyecto y potenciales accionistas, la pérdida de potenciales puestos de trabajo, costo tributario, etc., finalmente se traduce en un costo para el país.

Este trabajo comenzó planteándose la pregunta sobre esta pérdida de valor ligada a la alternativa de equity, y se hacía mención que en Chile esta opción no logra “despegar” como se esperaba una vez abierta la bolsa de Santiago. Por otro lado, nos preguntamos cómo influye el nivel de reservas mineras en esta valorización.

Sin embargo, otras opciones existentes se incluyen en la evaluación, y se reenfoca este proyecto en post de buscar el mayor valor para distintas estructuras de financiamiento y para distintas alternativas de financiamiento.

La elección de evaluar el objetivo planteado a través de sistema de simulación donde los inputs más importantes son la curva de tonelaje y ley, la estructura de financiamiento a través del índice de endeudamiento y el WACC, y la elección de las 4 alternativas de financiamiento más utilizadas (sin desmerecer otras como por ejemplo los bonos), es una metodología más que aceptable para obtener resultados plausibles. A esto se suma que, el trabajo está sustentado sobre información real lo cual le entrega valor agregado al proyecto. En definitiva, se cumple con el objetivo de utilizar una herramienta adecuada en la valoración de proyecto de mediana minería, y con los objetivos de analizar la relación entre estructura y tipo de financiamiento, y ver como inciden las reservas minerales en esta evaluación.

Si bien es cierto, las simplificaciones hechas podrían obviar elementos importantes al momento de evaluar cada alternativa, esta situación es aprovechable desde un punto de vista que la misma simplificación ayuda a aplanar las diferencias que se pueden generar por el solo hecho de contratos distintos para los casos en que no esté normada la figura de financiamiento.

El modelo de simulación es mejorable, principalmente en lo que respecta a estudiar mejor los tipos de financiamiento, sin embargo, este punto es un valor agregado a esta tesis. La base de un proyecto minero son sus recursos y reservas mineras, la programación de estas es de suma importancia en los cálculos de flujo de caja, la simulación pone como centro a dichas reservas y su programación.

Los test para probar que las simulaciones entreguen resultados favorables se consideran adecuados ya que siguiendo dos direcciones una a precio variable y la otra a un precio fijo, se llega a valores similares de estudios. En definitiva, lo que se logra con esto es buscar algún resultado aberrante.

Es importante destacar que cada simulación está condicionada al conocimiento de las reservas, es decir, al momento de evaluar el proyecto saber con cuanta reserva se cuenta, evidente resulta entonces contar con la mejor cantidad de información al principio del proyecto, si bien esto no es la realidad de la mediana minería, resulta en una buena aproximación.

Se concluye entonces que la prueba número 1 y número 2 del modelo entregan resultados aceptables si consideramos la encuesta realizada por COCHILCO en el año 2016, en su caracterización de la mediana minería nacional, teniendo presente el nivel de inversión y C1.

Con respecto al caso número 1, caso base, el modelo entrega buenos resultados en comparación al original en OPEX, producción de mineral mensual, la producción de finos y C1. El OPEX presenta diferencias no mayores al 7% y un C1 muy cercano al original. En cuanto a las alternativas de financiamiento, las que entregan mayor valor son financiamiento a través de regalía y streaming, seguida por financiamiento a través de equity y finalmente la alternativa de colocación. Esto traducido a costo oportunidad de la mediana minería se traduce a valores entre 0.22 a 0.23 US\$/lbCuF.

El caso 2 que considera variaciones de precio y estructura de financiamiento, nos muestra que efectivamente existe una relación entre las reservas mineras y la razón deuda/capital, y además su dependencia con el tipo de financiamiento.

En este caso se puede observar que el NPV aumenta a mayor precio del cobre, pero las diferencias relativas de NPV disminuyen en la medida que aumenta el precio del cobre. De la misma manera, el NPV aumenta a mayor estructura de financiamiento, pero nuevamente las diferencias relativas de NPV disminuyen en la medida que aumenta el precio. En simple, a mayor precio y mayor "E" el valor de NPV aumenta, pero este crecimiento va disminuyendo en la medida que va aumentando el precio y el tamaño de estructura de financiamiento.

Respecto a los tipos de financiamiento y su relación con las reservas mineras (precio del commodity) y estructura de financiamiento "E, podemos observar que el financiamiento a través de streaming es la alternativa de menor margen bruto, y de menor EBITDA junto a la alternativa de regalía, siendo las de mayor utilidad bruta antes de impuestos (EBIT) el caso sin financiamiento y equity, seguida del caso de la alternativa de colocación. Respecto de los impuestos a pagar, las opciones de financiamiento propio, colocación y equity son las que más aportan, tanto a través de impuesto a las sociedades como en impuestos específicos a la minería. De esta manera, las alternativas que entregan mayor valor son financiamiento a través de regalía y streaming, seguida por la alternativa de financiamiento a través de equity y finalmente la alternativa de colocación. El quiebre se produce para precios de 3.2 US\$/lb CuF y estructuras de financiamiento de hasta E=1 o precios sobre 3.4 US\$/lb CuF y estructura de E=2.6, en las que el equity pasa a ser la alternativa que entrega mayor valor. Esto es debido a que sobre estos precios y estructuras de financiamiento "E", el descuento de la regalía y streaming es mayor que bajo estos precios y estructuras, tal que generan menor EBITDA que las demás alternativas.

Luego, el costo oportunidad de la mediana minería tiene un comportamiento similar a lo anteriormente mencionado, es decir, el costo oportunidad guarda relación con las reservas mineras, estructura y tipo de financiamiento, a mayor precio y mayor "E" el costo oportunidad aumenta, pero este crecimiento va disminuyendo en la medida que va aumentando el precio y el tamaño de estructura de financiamiento.

Del caso 3, aumento del riesgo del proyecto, se concluye que un aumento de riesgo no afecta al retorno hacia los accionistas (equity), debido a que todo el riesgo es derivado a los prestamistas externos en cada caso. Esto quiere decir, que tanto el caso con financiamiento propio y con equity

permanecen iguales al caso base, y se ven favorecidos ante un aumento del riesgo del proyecto ante la posibilidad de aumento de tasa por parte de las otras opciones de préstamo. En definitiva, proyectos más riesgosos son eventualmente castigados por financiamientos tipo colocación, regalía y streaming, favoreciendo de esta manera al equity.

Desde el punto de vista del costo oportunidad, este disminuye respecto al caso base para los casos colocación, regalía y streaming, y se mantiene para el caso del equity. Estas variaciones en el costo oportunidad son desde 0.22 a 0.17 US\$/lbCuF un 25% menor en el caso de colocación, 0.24 a 0.19 US\$/lbCuF un 20% menor en el caso de regalía, 0.24 a 0.19 US\$/lbCuF un 20% menor en el caso de streaming y, se mantiene en caso de equity en 0.23 US\$/lbCuF.

Para el caso 4, donde se proyectan a largo plazo los de precios de cobre, oro y plata a valores según el reporte del Banco Mundial sobre el futuro de los commodities en abril del 2021 (World Bank Report, 2021), el costo oportunidad aumenta por efecto solamente de mayor precio de proyección respecto del caso base, y este aumento en el costo oportunidad son desde 0.22 a 0.43 US\$/lbCuF un 51% mayor en el caso de colocación, 0.23-0.24 a 0.45 US\$/lbCuF 52% mayor en el caso de regalía, streaming y equity.

Finalmente, y resumiendo, ¿cuál es el costo para este sector por un déficit de financiamiento? y ¿cómo influye el nivel de reservas mineras, la estructura y el tipo de financiamiento en este costo? La pérdida de valor o costo de oportunidad de un proyecto de mediana minería es mayor mientras el precio del commodity sea más alto, es decir, a mayor cantidad de reservas, pero además es mayor también mientras más grande es la estructura de endeudamiento “E”. Este costo que aumenta en la medida que aumenta el precio, parcialmente disminuye hasta cierto nivel. En este caso o mejor dicho, para esta estructura de curva toneleje – ley, hasta precios del orden de 3.6 US\$/lb CuF, para luego aumentar fuertemente para precios muy altos, sobre 3.8 US\$/lb CuF. Por otro lado, el costo que sube al aumentar la estructura de financiamiento “E”, parcialmente siempre disminuye sin presentar cambio. La regalía y streaming son las mejores alternativas hasta un precio de 3.0 US\$/lb CuF, por sobre este precio es el equity quien pasa a ser la alternativa que más entrega valor, y la colocación es la que entrega menor valor.

Tabla 32: NPV del caso 2.

Precio (US\$/lb CuF)	NPV S/F (kUS\$)	NPV colocación (kUS\$)				NPV regalía/streaming (kUS\$)			NPV equity (kUS\$)		
		d=0	d=0.29	d=0.50	d=0.72	d=0.29	d=0.50	d=0.72	d=0.29	d=0.50	d=0.72
2.0	-172	-113	-70	-25	-113	-71	-26	-111	-67	-20	
2.2	-63	-7	35	80	4	45	89	-2	42	89	
2.4	12	68	111	156	84	136	189	75	121	170	
2.6	153	209	253	300	226	282	342	221	270	322	
2.8	250	304	347	393	322	376	435	318	367	419	
3.0	444	499	542	591	518	575	638	518	572	628	
3.2	553	605	647	695	624	680	742	627	681	737	
3.4	662	711	753	799	730	785	846	736	790	846	
3.6	771	818	858	903	837	890	950	845	899	955	
3.8	1,045	1,091	1,133	1,182	1,113	1,170	1,235	1,128	1,187	1,250	
4.0	1,169	1,212	1,253	1,301	1,233	1,289	1,353	1,252	1,311	1,374	

9. Bibliografía

- Causes and Consequences of Metal Price Shocks. (April 2021). *Commodity Markets Outlook*.
- Abellán, J. L. (08 de Junio de 2018). *CAPEX*. *Economipedia.com*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/CAPEX.html>
- Análisis del Marco Institucional del Financiamiento a la Mediana Minería en Chile. (2005). *Universidad de Chile, Atacama Resource Capital, FONDEF D02I - 1087*.
- Banco Central Chile. (03 de julio de 2021). *Base de datos estadísticos*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_TASA_INTERES/MN_TASA_INTERES_09/TMS_15/T311?cbFechaDiaria=2002&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=
- Baurens, S. (2010). *Valuation of Metals and Mining Companies*. Zürich.
- Camm, T. W., & Stebbins, S. (2020). *Simplified Cost Models for Underground Mine Evaluation, A Handbook for Quick Prefeasibility Cost Estimates, Montana Technological University. Mining Engineering Department*.
- Caracterización de la Brecha Existente entre la Situación Actual y la Situación Deseada. (2005). *Universidad de Chile*.
- Cavada Herrera, J. P. (abril de 2020). *Impuesto específico a la minería, como parte del impuesto a la renta*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN.
- Chilena, M. (05 de agosto 2016). Caracterización de la mediana minería: Examen a fondo de un sector en aprietos.
- COCHILCO. (2010). Análisis Financiero de las Estrategias Seguidas por las Mayores Empresas Mineras de Cobre del Mundo. *Dirección de Estudios y Políticas Públicas*.
- COCHILCO. (2014). Anuario 2014.
- COCHILCO. (2014). Planes y Políticas de Inversión en Minería.
- COCHILCO. (2016). Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería.
- COCHILCO. (2018). Capital humano actual y proyección de necesidades en la mediana minería del cobre de Chile.
- COCHILCO. (2020). Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 2000-2019. *Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 2000-2019*.
- Coloma, F. (25 de Septiembre de 2012). La minería en el mercado de valores. *SVS*.

Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras. (2015). Ley n°20.235, Decreto 76 , CH20.235. *Ley n°20.235, Decreto 76 , CH20.235*. Santiago, Chile.

Comisión para el Mercado Financiero. (2019). <https://www.comisionminera.cl/documentacion/category/116-seminario-estimacion-y-valorizacion-de-recursos-y-reservas-minerales-26-jun%3Fdownload%3D1037:2-mineria-en-mercado-valores-c-munita-cmf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=cl>.

Desarrollo de Herramientas para la Articulación de un Mercado de Capitales Orientado a la Mediana Minería en Chile, FASE I. (2005). *Universidad de Chile*.

DIARIO FINANCIERO. (20 de mayo de 2021). Minera canadiense acuerda venta de producción de oro en Chile. *Capstone cerró el trato en abril con Wheaton Precious Metals, que recibirá todo el metal de la faena hasta las 285 mil onzas*.

Erika Arraño et al. (N.º113 Julio 2015). *Estudios Económicos Estadísticos, Estadísticas de Tasas de Interés del Sistema Bancario*. Banco Central de Chile.

George McIsaac et al. (2008). *Strategic Design of an Underground Mine under Conditions of Metal Price Uncertainty*. Canadá.

Henriquez., J. Y. (s.f.). Impuesto Global Complementario: Equidad. *Universidad de Chile*.

Hernández, D. (14 de junio 2017). *Pequeña Minería y Precio de Sustentación*. Santiago: Comisión de Minería y Energía del Senado.

Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena Actualización y consensos para una mirada renovada. (Santiago 2019). *Corporación Alta Ley*.

<https://economipedia.com/definiciones/CAPEX.html>. (s.f.).

Kudeřko, J., Wirth, H., & Wanielista, K. (volumen 12, 2013.). Economic Evaluation of Mineral Extraction Projects from Fields of Exploitation During Operational Periods. *Journal of Sustainable Mining*. doi: ISSN 2300-3960

Mineras, C. C. (2015). *Ley n°20.235, Decreto 76, CF 2035*.

Minería, M. d. (2013). *Mercado de Capitales para la Minería en Chile*. Santiago.

Minería, S. N. (Diciembre-Enero de 2006). *Boletín Minero*, 198.

Mining and Energy Valuation for investors and Management. (2012). *The Mining Valuation handbook*, 4 th edition.

Ministerio de Minería. (1983). Código de Minería de 1983 y la Ley n°18.097, Organica Constitucional de Concesiones Mineras. Bibliotec del Congreso Nacional de Chile / BCN.

- Ministerio de Minería. (octubre de 2013). <https://mail.comisionminera.cl/documentacion/category/58-seminario-mercado-de-capitales-y-mineria-10-oct-2013?download=285:01-mercado-de-capitales-para-la-mineria-r-rodriguez-min-mineria> .
- Núñez, M., & Urbina, M. (Agosto 2017). Colocaciones comerciales, riesgo de crédito y ciclo económico chileno: Una mirada sectorial Superintendencia de Bancos e Instituciones financieras. N° 01/17 .
- Patricio Meller, A. M. (2011). La Empresa Nacional de Minería (ENAMI) de Chile. *Modelo y buenas prácticas para promover la sostenibilidad* . Santiago, Chile.
- Poniachik, K. (julio del 2017). Escalas de producción en economías mineras. El caso de Chile en su dimensión regional. *EURE*, Vol. 40 n° 12.
- Ready Ratios, Software de análisis e informes financieros IFRS. (s.f.). *Ready Ratios, Software de análisis e informes financieros IFRS*. Obtenido de <https://www.readyratios.com/sec/ratio/debt-ratio/>
- RTM. (10 de agosto de 2018). Mediana minería, interesante potencial.
- Rudenno, V. (2012). *The mining valuation handbook : mining and energy valuation* . Australia.
- Salas, A. (2 de agosto de 2006). Importancia y desafíos de la Mediana Minería. Santiago, Chile.
- Salas, A. (Santiago 02 de Agosto 2006.). Importancia y Desafíos de la Mediana Minería. *SONAMI* .
- Servicio de Impuestos Internos. (2005). Impuesto a la Renta. *Artículo 64 bis de la Ley sobre Impuesto a la Renta, tratadas en circular n°55*.
- Servicio de Impuestos Internos. (2021). *SII.cl*. Obtenido de https://www.sii.cl/ayudas/aprenda_sobre/3072-1-3080.html
- SII. (2015). Instrucciones para efectuar la declaración de los impuestos anuales a la renta. Suplemento Tributario de Renta. . *El Mercurio*.
- SONAMI. (Agosto 2006.). ENAMI y La Mediana Minería. *ENEMI*, Santiago.
- SUSTAINABLE MINING 2010 CONFERENCE. (Publication Series No 6/2010). *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*.
- Travis Dominski et al. (s.f.). Estimación de la tasa de producción potencial. *De Queens Mine Design Wiki*.
- World Bank Report. (2021). *Commodity Markets Outlook*. World Bank Group.

10. ANEXOS

Anexo A. Caso 1, Cash flow.	98
Anexo B. Caso1, plan mina planta.	99
Anexo C. Caso1, ingresos.	100
Anexo D. Caso 1, CAPEX.	101
Anexo E. Caso 1, plan de recambio de equipos mina.	102
Anexo F. Caso 1, CAPEX base planta.	103
Anexo G. Caso 1, OPEX.	104
Anexo H. Caso 1, impuestos y regalías.	105
Anexo I. Caso 3, Cash flow.	106
Anexo J. Caso 3, plan mina planta.	107
Anexo K. Caso 3, ingresos.	108
Anexo L. Caso 3, CAPEX.	109
Anexo M. Caso 3, plan de recambio de equipos mina.	110
Anexo N. Caso 3, CAPEX base planta.	111
Anexo O. Caso 3, OPEX.	112
Anexo P. Caso 3, impuestos y regalías.	113
Anexo Q. Caso 4, Cash flow.	114
Anexo R. Caso 4, plan mina planta.	115
Anexo S. Caso 4, ingresos.	116
Anexo T. Caso 4, CAPEX.	117
Anexo U. Caso 4, plan de recambio de equipos mina.	118
Anexo V. Caso 4, CAPEX base planta.	119
Anexo W. Caso 4, OPEX.	120

Anexo X. Caso 4, impuestos y regalías.....	121
Anexo Y. Beta Pucobre (cálculo propio).....	122

11.

Proyecto: Modelo simulación técnico-financiero MM

Cuadro flujo de caja

Simulación: Caso Base

Cash Flow (MMUS\$)	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Capital Inicial	-149	-42	-46	-60																			
Capital sustentable	-338				-12	-12	-43	-12	-23	-43	-53	-12	-43	-23	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-6
Cierre	-11																						-6
Capital de trabajo					1	19																	-17
Total CAPEX	-499	-42	-46	-61	7	-12	-43	-12	-23	-43	-53	-12	-43	-23	-10	-11	-22						
Valor del r Cobre	3,669				231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	208
Valor del r Oro	529				33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30
Valor del r Plata	58				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Streaming Oro																							
Valor bruto del metal (Ingresos)	4,256	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	241
Opex Mina	-1,115				-12	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-69	-56
Opex planta	-920				-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-53
Total costo operación	-2,036	-12	-128	-127	-110																		
Margen bruto	2,220	-12	140	141	132																		
Costo Administración	-166				-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Costo comercialización	-446				-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-25
EBITDA	1,608	-12	102	96																			
Royalty - NSR Cobre																							
EBITDA	1,608	-12	102	96																			
Depreciación	-602				-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-34
Amortización																							
Intereses	-46				-8	-7	-6	-6	-5	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Utilidad bruta (EBIT)	959	-12	56	57	57	57	58	59	59	59	60	61	62	62	63	64	62						
Impuesto sobre Sociedades	-270				-14	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
Impuesto Minero Especifico (IEM)	-5				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVA pagado y reembolsado	-11				57	0	-1	0	-1	-1	-2	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	673	-16	-18	-35	99	39	39	40	41	41	41	43	43	44	45	46	45						
Financiamiento (colocación)	104	29	32	42																			
Financiamiento NSR																							
Financiamiento streaming																							
Financiamiento Equity (acción)	602				38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	34
Depreciación	-104				-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
Amortización de la deuda																							
Flujo de caja después de impuestos	777	-29	-32	-55	134	55	24	56	46	26	16	59	28	50	64	74	-22						
Pago a los accionistas																							
FC después de reparto accionistas	777	-29	-32	-55	134	55	24	56	46	26	16	59	28	50	64	74	-22						
																							-6

**PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM
PLAN MINA/PLANTA
SIMULACION: CASO BASE**

	Units	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Plan minero																					
Reservas mineras	Sector 1	kt	99,969			6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	5,672
Reservas mineras	Sector 2	kt																			
Reservas mineras		kt	99,969			6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	5,672
Esteril	Sector 1	kt	22,785		2,292	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,241
Esteril	Sector 2	kt																			
Total esteril		kt	22,785		2,292	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,241
Movimiento total		kt	122,754		2,292	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	7,662	5,672
Plan de molienda																					
Ley mineral	Cobre	% Cu	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%
Ley mineral	Oro	g/t Au	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Ley mineral	Plata	g/t Ag	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
Concentrado de cobre																					
Balance de Cu																					
Contenido de Cobre Fino		kt	660			41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	37
Recuperación de cobre	92%	%				92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%
Cobre Fino recuperado		kt	607			38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	34
Balance de Au																					
Contenido de oro Fino		kg	20,994			1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,191
Recuperación de oro	73%	%				73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%
Oro Fino recuperado		kg	15,325			964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	870
Balance de Ag																					
Plata contenida		kg	253,922			15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	14,407
Recuperación de plata	73%	%				73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%
Plata recuperada		kg	185,363			11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	10,517
Concentrado de cobre producido																					
Concentrado de cobre seco																					
Humedad concentrado	9%	%	2,168			136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	123
Concentrado húmedo		kt	2,382			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	135
Ley en concentrado	Cobre	% Cu				28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%
	Oro	g/t				7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07
	Plata	g/t				85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50
Recuperado																					
Cobre		kt	607			38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	34
Oro		kg	15,325			964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	870
Plata		kg	185,363			11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	10,517
Cobre																					
Cobre	MMlb		1,338			84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	76
Oro	koz		493			31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	28
Plata	koz		5,960			375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	338

Proyecto: Modelo simulación técnico-financiero MM

INGRESOS

Simulación: Caso Base

	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Concentrado de cobre NSR																				
Resumen Ingresos																				
Metal a pagar				231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	208
Cu				33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30
Au				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Metal a pagar				268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	241
Ag																				
Metal a pagar				268	241															
Resumen costos comercialización																				
Carga tratamiento fundición (TC)				-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-11
Carga refinación cobre (RC)				-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7
Carga transporte marítimo				-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7
Total cargo concentrado				-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-25
Concentrado de cobre NSR (Ing)				240	216															
Pago por Cu				38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
kt				37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33
%				96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%
MMlb				81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73
US\$/lb				2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
Valor a pagar				231	208															
Pago por Au				827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	747
%				86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
koz				27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	24
\$/oz				1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Valor a pagar				33	30															
Pago por Ag				7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	6,827
%				65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
koz				243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	219
\$/oz				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Valor a pagar				4	3															
Concentrado Cu TC RC PP																				
Carga tratamiento fundición (TC)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11
Carga refinación cobre (RC)				7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Carga refinación oro (RC)				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Carga refinación plata (RC)				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cargos totales fundición				20	18															
Transporte marítimo				8	7															

Proyecto: Modelo simulación técnico-financiero MIM

CAPEX

Simulación: Caso Base

CAPEX MMUS\$	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Minería	69	12	18	39																			
Planta	77	26	26	26																			
Relave	9	3	3	3																			
Costos directos	154	40	46	68																			
Costos indirectos	49	16	16	16																			
Costos de propiedad	26	9	9	9																			
Costos totales directos e indirectos:	230	65	72	93																			
Contingencia	23	7	7	9																			
Capital inicial total	253	72	79	102																			
Minería	117				4	4	15	4	8	15	18	4	15	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Planta	128				5	5	16	5	9	16	20	5	16	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Relave	93				3	3	12	3	6	12	15	3	12	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Capital sostenido	338				12	12	43	12	23	43	53	12	43	23	10								
Cierre y recuperación																							
Rehabilitación ambiental																							
Costos de cierre	11																						
CAPEX MINA MMUS\$	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
A.1) Instalaciones																							
Comunicaciones					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Drenaje					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Instalaciones eléctricas					1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Instalaciones emergencia					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Otros					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Instalaciones Ventilación					4.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Barrio cívico + talleres					2.5																		
A.2) Equipos																							
2.1 Carguio y Transporte																							
Camiones		5.0	7.0	11.0																			
LHD		1.1	2.1	4.2																			
Boomer		1.2	2.4	4.8																			
Boltec		1.0	2.0	2.0																			
Simba		1.0	2.0	4.0																			
Camión explosivos		0.6	0.6	0.6																			
2.3 Equipos de apoyo																							
CF-1		0.9	0.9	1.8																			
CF-2		0.5	0.5	1.1																			
Manitou		0.1	0.1	0.2																			
Acuñaador		0.2	0.2	0.4																			
Componentes		0.8	0.8	0.8																			
Total minería	11.6	17.8	39.3	4.2	4.2	14.9	4.2	7.9	14.9	18.4	4.2	14.9	4.2	7.9	3.4								
Total minería aplazado	22.9	22.9	22.9	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7

Anexo F. Caso 1, CAPEX base planta.

B) PLANTA + OTROS: CAPEX		-3	-2	-1
B.1) Costos planta				
CHANCADO				
Chancado primario	5.2	1.7	1.7	1.7
Transportador de mineral chancado	1.4	0.5	0.5	0.5
Acopio y recuperación de mineral chancado	3.5	1.2	1.2	1.2
MOLIENDA/FLOTACION				
Proceso general - Edificio de la planta de proc	0.1	0.0	0.0	0.0
Circuito de molienda general	32.1	10.7	10.7	10.7
Flotación de cobre	8.5	2.8	2.8	2.8
Manipulación de almacenamiento de concentr	1.2	0.4	0.4	0.4
Reactivos	1.4	0.5	0.5	0.5
SISTEMAS				
Sistemas de aire	1.0	0.3	0.3	0.3
Sistemas de agua	3.7	1.2	1.2	1.2
Sistemas de alcantarillado y aguas residuales	0.3	0.1	0.1	0.1
Servicios electricos	6.3	2.1	2.1	2.1
Sistema de control de procesos	0.3	0.1	0.1	0.1
Iluminación del área de la planta	0.1	0.0	0.0	0.0
INFRAESTRUCTURA IN SITU				
Infraestructura civil del sitio	0.5	0.2	0.2	0.2
Planta de equipos móviles	0.9	0.3	0.3	0.3
Taller y edificios auxiliares	2.2	0.7	0.7	0.7
B.2) Tranque Relave				
Relaves y agua de recuperación	7.9	2.6	2.6	2.6
B.3) Costos indirectos				
Instalaciones y servicios temporales	2.1	0.7	0.7	0.7
Campamento de construcción	9.4	3.1	3.1	3.1
Pago por usar levantador	1.1	0.4	0.4	0.4
Transporte y Logística	5.7	1.9	1.9	1.9
Costos de EPCM	25.4	8.5	8.5	8.5
Soporte de puesta en servicio	0.6	0.2	0.2	0.2
B.4) Costos del propietario				
Mano de obra	5.3	1.8	1.8	1.8
Seguro	2.2	0.7	0.7	0.7
Preproducción	5.0	1.7	1.7	1.7
Estudio de viabilidad / perforación de relleno	11.2	3.7	3.7	3.7
Total planta	65.1	22.9	22.9	22.9
Total planta aplanado		22.9	22.9	22.9
Total relave	7.9	2.6	2.6	2.6
Total relave aplanado		2.6	2.6	2.6
Total costos indirectos	44.3	14.8	14.8	14.8
Total costos indirectos aplanado		14.8	14.8	14.8
Total costos de propiedad	23.7	7.9	7.9	7.9
Total costos de propiedad aplanado		7.9	7.9	7.9

Proyecto: Modelo simulación técnico-financiero MM

OPEX

Simulación: Caso Base

	Units	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
RESUMEN DE COSTOS OPERATIVOS																						
Costos con variación + Impacto FX + Factorización de artículos																						
Minería					12	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	56
Planta	MMUS\$	1,115				58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	53
Administración General	MMUS\$	166			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Opex total	MMUS\$	2,202	12	138	137	120																
Costo operativo de la mina																						
Costo Producción	MMUS\$	463			29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	26
Servicios	MMUS\$	246	5	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	11
Mantenimiento	MMUS\$	136	3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6
Preparación y desarrollos mina	MMUS\$	271	5	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	13
Total opex mina	MMUS\$	1,115	12	70	69	56																
Costos unitarios mina																						
Costo Producción		4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63
Servicios		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mantenimiento		1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
Preparación y desarrollos mina		2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
Total		9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94	9.94
Costo de operación de la planta																						
	Fijo	Variable																				
	US\$/yr	JSS/t milled																				
Operación (chancado,	8,458,469	4.33	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	33
Relaves	1,894,059	0.97	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
Energía	2,509,718	1.29	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10
Comercialización	828,076	0.42	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Total opex planta	7.02	920	58	53																		
Costo operativo de G&A																						
Costos sin impacto cambiario y sin factorizaci MMUS\$																						
Total G&A Opex		166	10																			

Proyecto: Modelo simulación técnico-financiero MIM
IMPUESTOS Y REGALÍAS
 Simulación: Caso Base

MMU\$	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
REGALÍAS																								
Cobre NSR Royalty					240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	216	
Concentrado de cobre NSR	3,810																							
Royalty																								
IMPUESTOS																								
Impuesto sobre la renta																								
EXCEDENTE OPERATIVO	1,608			-12	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	96	
DEPRECIACIÓN	-602			-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-34	
UTILIDAD PAGÓ LA DISTRIBUCIÓN EMPLEADC	1,005			-12	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62	
DISTRIBUCIÓN DE BENEFICIOS A EMPLEADOS																								
Renta neta imponible antes de "IEAM"	993			-12	51	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62	
IEAM (Impuesto minero específico)	-5			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ingreso net. tribut. después de IEAM	988			-12	51	63	61																	
IMPUESTO CORPORATIVO PAGADO	270			14	17																			
Impuesto Minero Específico IEAM																								
Renta líquida imponible del impuesto de 1ra c	993			-12	51	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62	
Depreciación fiscal normal	-602			-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-34	
Intereses financieros	46			8	7	6	6	5	4	3	3	2	2	1	1									
Base imponible neta más ajustes (artículo 64	437			-12	21	33	32	31	31	30	29	28	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	27	
Base imponible neta para IEAM	444			21	32	32	31	30	30	29	28	28	27	26	25	25	25	25	25	25	25	26	27	
Tasa impositiva efectiva (TIE)				1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.02%	
IMPUESTO ESPECÍFICO MINERO (IEAM)	5			0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3														
IVA + DERECHO DE ADUANA																								
Capital total	602			72	79	102	12	12	43	12	23	43	53	12	43	23	10	10	10	10	10	10	6	
Reactivos de proceso Opex, tuberías, consumi																								
VALOR DE BIENES Y SERVICIOS	1,103			72	79	102	44	44	75	44	54	75	85	44	75	54	41	41	41	41	41	41	39	
IVA PAGADO POR BIENES Y SERVICIOS	210			14	15	19	8	8	14	8	10	14	16	8	14	10	8	8	8	8	8	8	7	
Procesamiento de Opex																								
Capital inicial directo: Equipos y materiales	152			43	47	62																		
Capital sostenimiento: Equipos	179																							
Base de derechos personalizados	331			43	47	62	6	6	23	6	12	23	28	6	23	12	5	5	5	5	5	5	5	
DERECHO DE ENCARGO PAGADO	20			3	3	4	0	0	1	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
IVA + DERECHO DE ADUANA PAGADO	229			16	18	23	9	9	16	9	11	16	18	9	16	11	8	8	8	8	8	8	1	
Devolución del IVA	219			66	8	14	8	10	14	8	10	14	16	8	14	10	8	8	8	8	8	7	1	
Programa depreciación del impuesto sobre la renta																								
Capital inicial	253			72	79	102																		
Capital sustentable	338																							
Cierre	11																							
Capital total	602			72	79	102	12	12	43	12	23	43	53	12	43	23	10	10	10	10	10	10	6	
Producción de molino	100			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Depreciación de la unidad de producción																								
Deducción total	-602			-38	-34																			

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM

Cuadro flujo de caja

RESUMEN DE SIMULACION: CASO AUMENTO RIESGO DEL PROYECTO

Cash Flow (MM/US\$)	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Capital inicial	-179	-51	-56	-73																				
Capital sustentable	-338				-12	-12	-43	-12	-23	-43	-53	-12	-43	-23	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	
Cierre	-11																							
Capital de trabajo				-1	19														0	-1	-17			
Total CAPEX	-529	-51	-56	-74	7	-12	-43	-12	-23	-43	-53	-12	-43	-23	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-11	-22	-6	
Valor del r Cobre	3,669				231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	208	
Valor del r Oro	529				33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30	
Valor del r Plata	58				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
Streaming Oro																								
Valor bruto del metal (Ingresos)	4,256				268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	241		
Opex Mina	-1,115				-12	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-69	-56	
Opex planta	-920				-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-53	
Total costo operación	-2,036				-12	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-128	-127	-110	
Margen bruto	2,220				140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	141	132	
Costo Administración	-166				-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	
Costo comercialización	-446				-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-25	
EBITDA	1,608				-12	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	96	
Royalty - NSR Cobre																								
EBITDA	1,608				-12	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	96	
Depreciación	-602				-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-34	
Amortización																								
Intereses																								
Utilidad bruta (EBIT)	1,005				64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62		
Impuesto sobre Sociedades	-270				-14	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	
Impuesto Minero Especifico (IEMV)	-5				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IVA pagado y reembolsado	-11				-16	-18	-23	57	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Utilidad neta	720				-16	-18	-35	106	46	45	45	46	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46	45	
Financiamiento (cd osación)																								
Financiamiento NSR																								
Financiamiento streaming																								
Financiamiento Equity (acción)	74	21	23	30																				
Depreciación	602																							
Amortización de la deuda																								
Flujo de caja después de impuestos	867	-46	-51	-79	151	71	39	71	60	39	29	71	39	60	74	74	74	74	74	74	74	74	67	-6
Pago a los accionistas	-101				-11	-11	-10	-10	-10	-9	-9	-8	-8	-8	-8	-7								
FC después de reparto accionistas	766	-46	-51	-79	140	61	29	61	51	30	20	63	31	53	67	74	74	74	74	74	74	74	67	-6

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM

PLAN MINA/PLANTA

RESUMEN DE SIMULACION: CASO AUMENTO RIESGO DEL PROYECTO

	Units	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Plan minero																						
Reservas mineras Sector 1	kt	99,969				6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	6,286	5,672	
Reservas mineras Sector 2	kt																					
Reservas mineras	kt	99,969				6,286	5,672															
Estéril Sector 1	kt	22,785		2,292	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,241	
Estéril Sector 2	kt																					
Total estéril	kt	22,785		2,292	1,375	1,241																
Movimiento total	kt	122,754		2,292	7,662	7,527	5,672															
Plan de molienda																						
Ley mineral Cobre	% Cu	0.66%				0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	
Ley mineral Oro	g/t Au	0.21		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
Ley mineral Plata	g/t Ag	254		254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	
Concentrado de cobre																						
Balance de Cu																						
Contenido de Cobre Fino	kt	660			41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	37	
Recuperación de cobre	%	92%		92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	
Cobre Fino recuperado	kt	607		38	34																	
Balance de Au																						
Contenido de oro Fino	kg	20,994			1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,191	
Recuperación de oro	%	73%		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	
Oro Fino recuperado	kg	15,325		964	870																	
Balance de Ag																						
Plata contenida	kg	253,922			15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	15,968	14,407	
Recuperación de plata	%	73%		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	
Plata recuperada	kg	185,363		11,656	10,517																	
Concentrado de cobre producido																						
Concentrado de cobre seco																						
Humedad concentrado	%	2,168			136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	123	
Concentrado húmedo	kt	2,382		150	136																	
Ley en concentrado Cobre	% Cu	28%		28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	
Ley en concentrado Oro	g/t	7.07		7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	
Ley en concentrado Plata	g/t	85.50		85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	
Recuperado																						
Cobre	kt	607			38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	34	
Oro	kg	15,325			964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	964	870
Plata	kg	185,363			11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	11,656	10,517	
Balance final																						
Cobre	Milb	1,338			84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	76
Oro	koz	493			31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	28
Plata	koz	5,960			375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	338

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM

INGRESOS

RESUMEN DE SIMULACION: CASO AUMENTO RIESGO DEL PROYECTO

	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Concentrado de cobre NSR																				
Resumen Ingresos																				
Metal a pagar																				
Cu				231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	208
Au				33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30
Metal a pagar				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Metal a pagar				268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	241
Resumen costos comercializacion																				
Cargo tratamiento fundición (TC)				-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-11
Carga refinación cobre (RC)				-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7
Cargo transporte marítimo				-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7
Total cargo concentrado				-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-25
Concentrado de cobre NSR (Ingr)																				
	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	216
US\$/t																				
kt	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
%	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33
	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%
MIMlb	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73
US\$/lb	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
Cu																				
Valor a pagar	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	231	208
Pago por Au																				
	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
kg																				
%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
koz	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	24
	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Au																				
Valor a pagar	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	30
Pago por Ag																				
	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	7,567	6,827
kg																				
%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
koz	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	219
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Ag																				
Valor a pagar	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Concentrado Cu TC RC PP																				
Cargo tratamiento fundición (TC)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11
Carga refinación cobre (RC)				7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Carga refinación oro (RC)				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Carga refinación plata (RC)				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cargos totales fundición	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	18
Transporte marítimo																				
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7

**PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM
CAPEX**

RESUMEN DE SIMULACION: CASO AUMENTO RIESGO DEL PROYECTO

CAPEX/MMUS\$	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Minería	69	12	18	39																			
Planta	77	26	26	26																			
Relave	9	3	3	3																			
Costos directos	154	40	46	68																			
Costos indirectos	49	16	16	16																			
Costos de propiedad	26	9	9	9																			
Costos totales directos e indirectos:	230	65	72	93																			
Contingencia	23	7	7	9																			
Capital inicial total	253	72	79	102																			
Minería	117				4	4	15	4	8	15	18	4	15	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Planta	128				5	5	16	5	9	16	20	5	16	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Relave	93				3	3	12	3	6	12	15	3	12	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Capital sostenido	338				12	12	43	12	23	43	53	12	43	23	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cierre y recuperación																							
Rehabilitación ambiental																							
Costos de cierre	11																						
CAPEX/MINA MMUS\$		-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A.1) Instalaciones																							
Comunicaciones					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
Diagnóstico					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
Instalaciones eléctricas					1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
Instalaciones emergencia					0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
Otros					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Instalaciones Ventilación					4.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Barrido cívico + talleres					2.5																		
A.2) Equipos																							
2.1 Carguero y Transporte																							
Camiones		5.0	7.0	11.0							10.0							10.0					
LHD		1.1	2.1	4.2										3.7									
2.2 Perforación																							
Boomer		1.2	2.4	4.8							4.2							4.2					
Boltec		1.0	2.0	4.0			2.5			2.5			2.5							2.5			
Simba		1.0	2.0	4.0			3.5			3.5			3.5							3.5			
Camión explosivos		0.6	0.6	0.6			1.8			1.8			1.8							1.8			
2.3 Equipos de apoyo																							
CF-1		0.9	0.9	1.8			1.1			1.1			1.1							1.1			
CF-2		0.5	0.5	1.1			0.6			0.6			0.6							0.6			
Manitou		0.1	0.1	0.2			0.4			0.4			0.4							0.4			
Acuñador		0.2	0.2	0.4			0.8			0.8			0.8							0.8			
Componentes					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
Total minería		11.6	17.8	39.3	4.2	4.2	14.9	4.2	7.9	14.9	18.4	4.2	14.9	7.9	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	
Total minería aplazado		22.9	22.9	22.9	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	

PLAN DE RECAMBIO DE EQUIPOS MINA													13	14	15		
PLAN DE RECAMBIO FLOTA CARGUIO/TRANSPORTE																	
	Rh (t/año)	ton/año	#equipos+1	Años	20%	30%	50%										
Camion	287,885	6,286,478	23	7	5	7	11										
LHD	1,185,408	7,661,645	7	5	1	2	4										23
CF-1	846,720	6,286,478	8	3	2	2	4										
CF-2	846,720	6,286,478	8	3	2	2	4										
PLAN DE RECAMBIO FLOTA EQUIPOS PERFORACION																	
	Rh(mt/año)	m/año															
Boomer	3,387	19,645	7	3	1	2	4										
Simba	84,672	502,918	7	3	1	2	4										
Boltec	4,320	15,716	5	3	1	2	2										
Manitou	7,000	19,645	4	3	1	1	2										
Acuñador	7,000	19,645	4	3	1	1	2										
C. Explosivoc	3,143,239	6,286,478	3	3	1	1	1										

Anexo N. Caso 3, CAPEX base planta.

B.1) Costos planta				
CHANCADO				
Chancado primario	5.2	1.7	1.7	1.7
Transportador de mineral chancado	1.4	0.5	0.5	0.5
Acopio y recuperación de mineral chancado	3.5	1.2	1.2	1.2
MOLIENDA/FLOTACION				
Proceso general - Edificio de la planta de proc	0.1	0.0	0.0	0.0
Circuito de molienda general	32.1	10.7	10.7	10.7
Flotación de cobre	8.5	2.8	2.8	2.8
Manipulación de almacenamiento de concentr	1.2	0.4	0.4	0.4
Reactivos	1.4	0.5	0.5	0.5
SISTEMAS				
Sistemas de aire	1.0	0.3	0.3	0.3
Sistemas de agua	3.7	1.2	1.2	1.2
Sistemas de alcantarillado y aguas residuales	0.3	0.1	0.1	0.1
Servicios eléctricos	6.3	2.1	2.1	2.1
Sistema de control de procesos	0.3	0.1	0.1	0.1
Iluminación del área de la planta	0.1	0.0	0.0	0.0
INFRAESTRUCTURA IN SITU				
Infraestructura civil del sitio	0.5	0.2	0.2	0.2
Planta de equipos móviles	0.9	0.3	0.3	0.3
Taller y edificios auxiliares	2.2	0.7	0.7	0.7
B.2) Tranque Relave				
Relaves y agua de recuperación	7.9	2.6	2.6	2.6
B.3) Costos indirectos				
Instalaciones y servicios temporales	2.1	0.7	0.7	0.7
Campamento de construcción	9.4	3.1	3.1	3.1
Pago por usar levantador	1.1	0.4	0.4	0.4
Transporte y Logística	5.7	1.9	1.9	1.9
Costos de EPCM	25.4	8.5	8.5	8.5
Soporte de puesta en servicio	0.6	0.2	0.2	0.2
B.4) Costos del propietario				
Mano de obra	5.3	1.8	1.8	1.8
Seguro	2.2	0.7	0.7	0.7
Preproducción	5.0	1.7	1.7	1.7
Estudio de viabilidad / perforación de relleno	11.2	3.7	3.7	3.7
Total planta	65.1	22.9	22.9	22.9
Total planta aplanado		22.9	22.9	22.9
Total relave	7.9	2.6	2.6	2.6
Total relave aplanado		2.6	2.6	2.6
Total costos indirectos	44.3	14.8	14.8	14.8
Total costos indirectos aplanado		14.8	14.8	14.8
Total costos de propiedad	23.7	7.9	7.9	7.9
Total costos de propiedad aplanado		7.9	7.9	7.9

**PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM
OPEX
RESUMEN DE SIMULACION: CASO AUMENTO RIESGO DEL PROYECTO**

	Units	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
RESUMEN DE COSTOS OPERATIVOS																						
Costos con variación + Impacto FX + Factorización de artículos																						
Minería	MMUS\$	1,115			12	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	56
Planta	MMUS\$	920			58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	53
Administración General	MMUS\$	166			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Opex total	MMUS\$	2,202			12	138	137	120														
Costo operativo de la mina																						
Costo Producción	MMUS\$	463			29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	26
Servicios	MMUS\$	246			5	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	11
Mantenimiento	MMUS\$	136			3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6
Preparación y desarrollos mina	MMUS\$	271			5	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	13
Total opex mina	MMUS\$	1,115			12	70	69	56														
Costos unitarios mina																						
Costo Producción		4.63			4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63
Servicios		2.00			2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mantenimiento		1.11			1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
Preparación y desarrollos mina		2.20			2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
Total		9.94			9.94																	
Costo de operación de la planta																						
	Fijo	Variable																				
	US\$/yr	US\$/t milled																				
Operación (chancado,	8,458,469	4.33	569	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	33
Relaves	1,894,059	0.97	127	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
Energía	2,509,718	1.29	169	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10
Comercialización	828,076	0.42	56	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Total opex planta	7.02	920	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	53
Costo operativo de G&A																						
Costos sin impacto cambiario y sin factorizaci	MMUS\$		10.4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Total G&A Opex		166																				

**PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM
IMPUESTOS Y REGALIAS**

RESUMEN DE SIMULACION: CASO AJUSTADO RIESGO DEL PROYECTO

	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
MMIUS\$																							
REGALIAS																							
Cobre NSR Royalty	3,810				240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	216
Concentrado de cobre NSR																							
Royalty																							
IMPUESTOS																							
Impuesto sobre la renta																							
EXCEDENTE OPERATIVO	1,608				-12	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	96	
DEPRECIACIÓN	-602				-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-94	
UTILIDAD PAGÓ LA DISTRIBUCIÓN EMPLEADOC	1,005				-12	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62	
DISTRIBUCIÓN DE BENEFICIOS A EMPLEADOS																							
Renta neta imponible antes de "IEAM"	993				-12	51	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62	
IEAM (impuesto minero específico)	-5				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ingreso net. tribut. de spués de IEAM	988				-12	51	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	61	
IMPUESTO CORPORATIVO PAGADO	270				14	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Impuesto Minero Especifico IEAM																							
Renta líquida imponible del impuesto de 1ra c	993				-12	51	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	62	
Depreciación fiscal normal	-602				-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-94	
Intereses financieros																							
Base imponible neta más ajustes (artículo 64	390				-12	14	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	27	
Base imponible neta para IEAM	398				13	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27	
Tasa impositiva efectiva (TIE)					1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.21%	1.02%	
IMPUESTO ESPECÍFICO MINERO (IEAM)	5				0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
IVA + DERECHO DE ADUANA																							
Capital total	602	72	79	102	12	12	43	12	23	43	53	12	43	23	10	10	10	10	10	10	10	6	
Reactivos de proceso Opex, tuberías, consumi					31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	29	
VALOR DE BIENES Y SERVICIOS	1,105	72	79	102	44	44	75	44	54	75	85	44	75	54	41	41	41	41	41	41	39	6	
IVA PAGADO POR BIENES Y SERVICIOS	210	14	15	19	8	8	14	8	10	14	16	8	14	10	8	8	8	8	8	8	7	1	
Procesamiento de Opex					58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	53	
Capital inicial directo: Equipos y materiales	152	43	47	62																			
Capital sostenimiento: Equipos	179																						
Base de derechos personalizados	331	43	47	62	6	6	23	6	12	23	28	6	23	12	5	5	5	5	5	5	5	5	
DERECHO DE ENCARGO PAGADO	20	3	3	4	0	0	1	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
IVA + DERECHO DE ADUANA PAGADO	229	16	18	23	9	9	16	9	11	16	18	9	16	11	8	8	8	8	8	8	8	1	
Devolución del IVA	219				66	8	14	8	10	14	16	8	14	10	8	8	8	8	8	8	8	7	
Programa de depreciación del impuesto sobre la renta																							
Capital inicial	253																						
Capital sustentable	338																						
Clienta	11																						
Capital total	602	72	79	102	12	12	43	12	23	43	53	12	43	23	10	10	10	10	10	10	10	6	
Producción de molino	100				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Depreciación de la unidad de producción																							
Deducción total	-602				-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MIM

Cuadro flujo de caja

SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP

	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Cash Flow (MIMUS\$)																									
Capital Inicial	-194	-56	-61	-78																					
Capital sustentable	-376				-13	-13	-46	-13	-25	-46	-57	-13	-46	-25	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	
Cierre	-12																								
Capital de trabajo				-1	27																				
Total CAPEX	-583	-56	-61	-79	14	-13	-46	-13	-25	-46	-57	-13	-46	-25	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	
Valor del r Cobre	4,767			289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	138
Valor del r Oro	773			47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	22
Valor del r Plata	90			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
Streaming Oro																									
Valor bruto del metal (Ingresos)	5,630			342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	163
Opex Mina	-1,228			-13	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-32
Opex planta	-1,009			-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-36
Total costo operación	-2,237			-13	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-68
Margen bruto	3,393			-13	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	95
Costo Administración	-168			-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Costo comercialización	-508			-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-15
EBITDA	2,716			-13	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	71
Royalty - NSR Cobre																									
EBITDA	2,716			-13	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	71
Depreciación	-663			-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-19
Amortización																									
Intereses																									
Utilidad bruta (EBIT)	2,054			-13	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	51
Impuesto sobre Sociedades	-549			-30	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-14
Impuesto Minero Especifico (IEM)	-19			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
IVA pagado y reembolsado	-12	-18	-19	-25	62	0	-1	0	-1	-1	-2	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	1,473	-18	-19	-38	156	90	89	90	89	90	89	90	89	90	89	91	91	91	91	91	91	91	91	91	37
Financiamiento (colocación)																									
Financiamiento NSR																									
Financiamiento streaming	80	23	25	32																					
Financiamiento Equity (acción)																									
Depreciación	663																								
Amortización de la deuda																									
Flujo de caja después de impuestos	1,633	-51	-55	-85	211	117	83	117	105	83	72	117	83	105	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	-6
Pago a los accionistas 6.3%	-110			-12	-12	-11	-11	-11	-10	-10	-9	-9	-8	-8											
FC después de reparto accionistas	1,523	-51	-55	-85	198	106	72	107	94	73	63	108	75	97	112	120	120	120	120	120	120	120	120	120	-6

**PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM
PLAN MINA/PLANTA
SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP**

	Units	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Plan minero																								
Reservas mineras	Sector 1	kt				7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	3,356	
Reservas mineras	Sector 2	kt																						
Reservas mineras		kt	115,660																					
Esteñil	Sector 1	kt				7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	7,019	3,356	
Esteñil	Sector 2	kt				2,559	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	734	
Total esteñil		kt	26,324			2,559	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	1,535	734	
Movimiento total		kt	141,984			2,559	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	8,554	7,753	3,356	
Plan de molienda																								
Ley mineral	Cobre	% Cu	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	
Ley mineral	Oro	g/t Au	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
Ley mineral	Plata	g/t Ag	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	
Concentrado de cobre																								
Balance de Cu																								
Contenido de Cobre Fino		kt				46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	22	
Recuperación de cobre	92%	%				92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	
Cobre fino recuperado		kt	692			42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	20	
Balance de Au																								
Contenido de oro Fino		kg	24,289			1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	1,474	705	
Recuperación de oro	73%	%				73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	
Oro fino recuperado		kg	17,731			1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	514	
Balance de Ag																								
Plata contenida		kg	292,620			17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	17,758	8,491	
Recuperación de plata	73%	%				73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	
Plata recuperada		kg	213,612			12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	6,198	
Concentrado de cobre producido																								
Concentrado de cobre seco		kt	2,470			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	72	
Humedad concentrado	9%	%				9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	
Concentrado húmedo		kt	2,714			165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	79	
Ley en concentrado	Cobre	% Cu	28%			28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	
Ley en concentrado	Oro	g/t	7.18			7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	
Ley en concentrado	Plata	g/t	86.48			86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	86.48	
Recuperado																								
Cobre		kt	692			42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	20	
Oro		kg	17,731			1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	514	
Plata		kg	213,612			12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	12,963	6,198	
Cobre																								
Cobre	MMlb		1,525			93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	44	
Oro	koz		570			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	17	
Plata	koz		6,868			417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	199	

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM

INGRESOS

SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP

	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Concentrado de cobre NSR																					
Resumen Ingresos																					
Metal a pagar				289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	138
Metal a pagar				47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	22
Metal a pagar				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
Metal a pagar				342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	163
Resumen costos comercializacion																					
Cargo tratamiento fundición (TC)				-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-6
Carga refinación cobre (RC)				-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-4
Cargo transporte marítimo				-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-4
Total cargo concentrab				-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-15
Concentrado de cobre NSR (Ingr:				311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	149
				44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	0.00
Pago por Cu				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	19
				96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%	96.2%
Precio				89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	43
Valor a pagar				3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
				289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289	138
Pago por Au				926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	926	443
				86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
Precio				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	14
Valor a pagar				47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	22
				1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576	1,576
Pago por Ag				8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	8,466	4,048
				65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Precio				272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	272	130
Valor a pagar				20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Concentrado Cu TC RC PP				13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	6
Cargo tratamiento fundición (TC)				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4
Carga refinación cobre (RC)				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Carga refinación oro (RC)				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Carga refinación plata (RC)				22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	10
Cargos totales fundición				9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4
Transporte marítimo																					

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM

CAPEX

SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP

CAPEX MMU\$	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
TOTAL	75	14	20	41																			
Minería	83	28	28	28																			
Planta	10	3	3	3																			
Relave	167	44	50	72																			
Costos directos	53	18	18	18																			
Costos indirectos	29	10	10	10																			
Costos de propiedad	249	72	78	100																			
Costos totales directos e indirectos:	25	7	8	10																			
Contingencia	274	79	86	109																			
Capital Inicial total	130				5	5	16	5	9	16	20	5	16	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Minería	143				5	5	18	5	10	18	22	5	18	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Planta	104				4	4	13	4	7	13	16	4	13	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Relave	376				13	13	46	13	25	46	57	13	46	25	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Capital sostenido																							
Cierre y recuperación																							3
Rehabilitación ambiental																							3
Costos de cierre	12																						6
CAPEX MINA MMU\$	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
A.1) Instalaciones																							
Comunicaciones			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Drenaje			0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Instalaciones eléctricas			1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Instalaciones emergencia			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Otros			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Instalaciones Ventilación			4.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Barrio cívico + talleres			3.0																				
A.2) Equipos																							
2.1 Carguio y Transporte																							
Camiones	5.0	8.0	12.0							10.9													
LHD	2.1	2.1	4.2				4.2						4.2										
2.2 Perforación																							
Boomer	1.2	2.4	4.8							4.2													
Boltec	1.0	2.0	2.0			2.5			2.5					2.5									
Simba	2.0	2.0	4.0			4.0			4.0					4.0									
Camión explosivos	0.6	0.6	0.6			1.8			1.8					1.8									
Equipos de apoyo																							
CF-1	0.9	1.4	1.8			1.3			1.3					1.3									
CF-2	0.5	0.8	1.1			0.7			0.7					0.7									
Manitou	0.1	0.1	0.2			0.4			0.4					0.4									
Acuñador	0.2	0.2	0.4			0.8			0.8					0.8									
Componentes				0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Total minería	13.6	19.6	41.3	4.6	4.6	16.0	4.6	8.8	16.0	19.7	4.6	16.0	8.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Total minería aplanado	24.8	24.8	24.8	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2

PLAN DE RECAMBIO DE EQUIPOS MINA																							
PLAN DE RECAMBIO FLOTA CARGUO/TRANSPORTE																							
	Rh (t/año)	ton/año	#equipos+1	Años	20%	30%	50%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Camion	287,885	7,018,995	25	7	5	8	12							25								25	
LHD	1,185,408	8,554,400	8	5	2	2	4					8					8						8
CF-1	846,720	7,018,995	9	3	2	3	4			9			9			9			9				9
CF-2	846,720	7,018,995	9	3	2	3	4			9			9			9			9				9
PLAN DE RECAMBIO FLOTA EQUIPOS PERFORACION																							
	Rh (mt/año)	m/año																					
Boomer	3,387	21,934	7	3	1	2	4							7									7
Simba	84,672	561,520	8	3	2	2	4			8			8			8			8				8
Boltec	4,320	17,547	5	3	1	2	2			5			5			5			5				5
Manitou	7,000	21,934	4	3	1	1	2			4			4			4			4				4
Acuñador	7,000	21,934	4	3	1	1	2			4			4			4			4				4
C. Explosivoc	3,509,498	7,018,995	3	3	1	1	1			3			3			3			3				3

Anexo V. Caso 4, CAPEX base planta.

B) PLANTA + OTROS: CAPEX		-3	-2	-1
B.1) Costos planta				
CHANCADO				
Chancado primario	5.2	1.7	1.7	1.7
Transportador de mineral chancado	1.4	0.5	0.5	0.5
Acopio y recuperación de mineral chancado	3.5	1.2	1.2	1.2
MOLIENDA/FLOTACION				
Proceso general - Edificio de la planta de proc	0.1	0.0	0.0	0.0
Circuito de molienda general	32.1	10.7	10.7	10.7
Flotación de cobre	8.5	2.8	2.8	2.8
Manipulación de almacenamiento de concentr	1.2	0.4	0.4	0.4
Reactivos	1.4	0.5	0.5	0.5
SISTEMAS				
Sistemas de aire	1.0	0.3	0.3	0.3
Sistemas de agua	3.7	1.2	1.2	1.2
Sistemas de alcantarillado y aguas residuales	0.3	0.1	0.1	0.1
Servicios electricos	6.3	2.1	2.1	2.1
Sistema de control de procesos	0.3	0.1	0.1	0.1
Iluminación del área de la planta	0.1	0.0	0.0	0.0
INFRAESTRUCTURA IN SITU				
Infraestructura civil del sitio	0.5	0.2	0.2	0.2
Planta de equipos móviles	0.9	0.3	0.3	0.3
Taller y edificios auxiliares	2.2	0.7	0.7	0.7
B.2) Tranque Relave				
Relaves y agua de recuperación	7.9	2.6	2.6	2.6
B.3) Costos indirectos				
Instalaciones y servicios temporales	2.1	0.7	0.7	0.7
Campamento de construcción	9.4	3.1	3.1	3.1
Pago por usar levantador	1.1	0.4	0.4	0.4
Transporte y Logística	5.7	1.9	1.9	1.9
Costos de EPCM	25.4	8.5	8.5	8.5
Soporte de puesta en servicio	0.6	0.2	0.2	0.2
B.4) Costos del propietario				
Mano de obra	5.3	1.8	1.8	1.8
Seguro	2.2	0.7	0.7	0.7
Preproducción	5.0	1.7	1.7	1.7
Estudio de viabilidad / perforación de relleno	11.2	3.7	3.7	3.7
Total planta	65.1	22.9	22.9	22.9
Total planta aplanado		22.9	22.9	22.9
Total relave	7.9	2.6	2.6	2.6
Total relave aplanado		2.6	2.6	2.6
Total costos indirectos	44.3	14.8	14.8	14.8
Total costos indirectos aplanado		14.8	14.8	14.8
Total costos de propiedad	23.7	7.9	7.9	7.9
Total costos de propiedad aplanado		7.9	7.9	7.9

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MIM
OPEX
SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP

	Units	TOTAL	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
RESUMEN DE COSTOS OPERATIVOS																							
Costos con variación + Impacto FX + Factorización de artículos																							
Minería	MMUS\$	1,228	13	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	70	32
Planta	MMUS\$	1,009	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	36
Administración General	MMUS\$	168	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Opex total	MMUS\$	2,405	13	145	141	78																	
Costo operativo de la mina																							
Costo Producción	MMUS\$	509	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	15
Servicios	MMUS\$	271	5	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	6
Mantenimiento	MMUS\$	150	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	4
Preparación y desarrollos mina	MMUS\$	298	5	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	16	7
Total opex mina	MMUS\$	1,228	13	74	70	32																	
Costos unitarios mina																							
Costo Producción		4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40
Servicios		1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
Mantenimiento		1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Preparación y desarrollos mina		2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Total		9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46
Costo de operación de la planta																							
	Fijo	Variable																					
	US\$/yr	US\$/t milled																					
Operación (charcado,	8,460,960	4.15	624	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	22
Relaves	1,894,617	0.93	140	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5
Energía	2,510,457	1.23	185	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	7
Comercialización	828,320	0.41	61	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Total opex planta	6.71	1,009	61	36																			
Costo operativo de G&A																							
Costos sin impacto cambiario y sin factorizaci MMUS\$																							
Total G&A Opex		168	9.9	10																			

PROYECTO: MODELO SIMULACION TECNICO-FINANCIERA MM

IMPUESTOS Y REGALIAS

SIMULACION: CASO PROYECCION DE PRECIOS LP

MMIUS\$	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
REGALIAS																							
Cobre NSR Royalty				311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	149
Concentrado de cobre NSR	5,122																						
Royalty																							
IMPUESTOS																							
Impuesto sobre la renta																							
EXCEDENTE OPERATIVO	2,716			-13	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	170	71	
DEPRECIACIÓN	-663			-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-19	
UTILIDAD PAGÓ LA DISTRIBUCIÓN EMPLEADOC	2,054			-13	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	130	51	
DISTRIBUCIÓN DE BENEFICIOS A EMPLEADOS																							
Renta neta imponible antes de "IEAM"	2,041			-13	113	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	130	51	
IEAM (impuesto minero específico)	-19			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	
Ingreso net. tribut. después de IEAM	2,021			-13	112	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	128	51	
IMPUESTO CORPORATIVO PAGADO	549			30	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	14	
Impuesto Minero Especifico IEAM																							
Renta líquida imponible del impuesto de Irc	2,041			-13	113	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	130	51	
Depreciación fiscal normal	-663			-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-19	
Intereses financieros																							
Base imponible neta más ajustes (artículo 64	1,378			-13	73	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	90	32
Base imponible neta para IEAM	1,372			71	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	88	32
Tasa impositiva efectiva (TIE)	1.44%			1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	1.44%	0.00%
IMPUESTO ESPECÍFICO MINERO (IEAM)	19			1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	0	
IVA + DERECHO DE ADUANA																							
Capital total	663	79	86	109	13	13	46	13	25	46	57	13	46	25	11	11	11	11	11	11	11	6	6
Reactivos de proceso Opex, tuberías, consum																							
VALOR DE BIENES Y SERVICIOS	1,214	79	86	109	47	47	80	47	59	80	90	47	80	59	44	44	44	44	44	44	44	31	6
IVA PAGADO POR BIENES Y SERVICIOS	231	15	16	21	9	9	15	9	11	15	17	9	15	11	8	8	8	8	8	8	8	6	1
Procesamiento de Opex																							
Capital inicial directo: Equipos y materiales	166	48	52	66	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	36	
Capital sostenimiento: Equipos	192																						
Base de derechos personalizados	359	48	52	66	7	7	24	7	13	24	29	7	24	13	6	6	6	6	6	6	6	6	
DERECHO DE ENCARGO PAGADO	22	3	3	4	0	0	1	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
IVA + DERECHO DE ADUANA PAGADO	252	18	19	25	9	9	17	9	12	17	19	9	17	12	9	9	9	9	9	9	9	6	1
Devolución del IVA	241			71	9	15	9	11	15	17	9	15	11	8	8	8	8	8	8	8	8	6	1
Programa depreciación del impuesto sobre la renta																							
Capital inicial	274																						
Capital sustentable	376																						
Clientre	12																						
Capital total	663	79	86	109	13	13	46	13	25	46	57	13	46	25	11	11	11	11	11	11	11	6	6
Producción de molino	116																						
Depreciación de la unidad de producción																							
Deducción total	-663			-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-19	

Anexo Y. Beta Pucobre (cálculo propio).

DATOS HISTÓRICOS 5 AÑOS S&P CLX IPSA										Cov(Pucobre S&P CLX IPSA)									
Fecha	Último	Apertura	Máximo	Mínimo	Vol.	% var.	Date	PRECIO CIERRE AUSTO PUCOBRE S&P CLX IPSA	RENDIMIENTOS PUCOBRE S&P CLX IPSA	Pi	Rendimiento esperado PFR-Frj PUCOBRE S&P CLX IPSA	PI*Frj S&P CLX IPSA	Var (S&P CLX IPSA) PI*Frj-Rmly 2 S&P CLX IPSA	Raj-Tma RUCOBRE S&P CLX IPSA	Raj-Tmb RUCOBRE S&P CLX IPSA				
Oct-15	3.627.99	3.685.18	3.943.60	3.662.27	-	-3.85%	1	1.433	3.828	1.67%	0.00%	0.00%	-1.6%	-0.1%	0.00%				
Nov-15	3.657.90	3.827.99	3.902.74	3.643.99	-	4.51%	2	1.405	3.655	1.67%	-0.03%	-0.08%	-3.6%	-4.6%	0.17%				
Dic-2015	3.680.21	3.657.90	3.697.83	3.490.34	-	0.68%	3	1.378	3.580	1.67%	-0.03%	0.01%	-3.5%	0.6%	-0.02%				
Ene-2016	3.705.92	3.678.32	3.713.75	3.478.17	-	0.70%	4	1.391	3.706	1.67%	0.02%	0.00%	-0.7%	0.6%	0.00%				
Feb-16	3.715.84	3.702.71	3.774.02	3.573.13	-	0.27%	5	1.398	3.716	1.67%	0.01%	0.00%	-1.1%	0.2%	0.00%				
Mar-16	3.937.49	3.717.68	3.978.96	3.713.48	-	5.97%	6	1.580	3.937	1.67%	0.25%	0.10%	11.4%	5.9%	0.67%				
Abr-2016	4.002.07	3.937.20	4.084.61	3.866.42	-	1.64%	7	1.624	4.002	1.67%	0.03%	0.00%	1.1%	1.5%	0.02%				
May-16	3.984.71	4.008.84	4.027.32	3.926.94	-	-1.68%	8	1.648	3.935	1.67%	-0.03%	-0.03%	-0.2%	-1.8%	0.00%				
Jun-16	3.995.91	3.938.93	4.036.96	3.847.47	-	1.56%	9	1.692	3.996	1.67%	0.04%	0.03%	1.1%	1.4%	0.02%				
Jul-16	4.117.47	3.995.65	4.161.42	3.992.02	-	3.04%	10	1.719	4.117	1.67%	0.03%	0.05%	-0.1%	2.9%	0.00%				
Ago-2016	4.119.28	4.117.47	4.183.35	4.081.01	-	0.04%	11	1.674	4.119	1.67%	-0.04%	0.00%	-4.2%	-0.1%	0.00%				
Sep-16	4.015.25	4.123.26	4.150.33	4.006.69	-	-2.53%	12	1.784	4.015	1.67%	0.11%	0.00%	4.9%	-2.6%	-0.15%				
Oct-16	4.289.78	4.015.26	4.321.02	4.014.05	-	6.84%	13	1.807	4.290	1.67%	0.25%	0.11%	-0.4%	6.7%	-0.02%				
Nov-16	4.207.24	4.290.48	4.326.08	4.101.19	-	-1.92%	14	1.711	4.207	1.67%	0.06%	-0.05%	19.7%	-2.0%	-0.40%				
Dic-2016	4.151.39	4.210.47	4.276.45	4.028.61	-	-1.33%	15	1.717	4.151	1.67%	0.02%	-0.02%	-0.5%	-1.4%	0.01%				
Ene-2017	4.199.50	4.150.52	4.315.11	4.141.54	-	1.16%	16	1.720	4.200	1.67%	0.04%	0.02%	0.8%	1.0%	0.01%				
Feb-17	4.559.88	4.202.50	4.384.75	4.202.11	-	3.82%	17	2.438	4.360	1.67%	0.16%	0.06%	8.1%	3.7%	0.30%				
Mar-17	4.783.42	4.364.50	4.877.00	4.359.77	-	9.71%	18	2.630	4.783	1.67%	0.09%	0.16%	3.8%	9.6%	0.37%				
Abr-2017	4.795.13	4.786.14	4.904.81	4.772.53	-	0.24%	19	2.672	4.795	1.67%	0.03%	0.00%	0.0%	0.1%	0.00%				
May-17	4.855.75	4.796.69	4.911.46	4.769.71	-	1.26%	20	2.781	4.856	1.67%	0.04%	0.02%	0.6%	1.2%	0.01%				
Jun-17	4.747.24	4.855.88	4.920.01	4.717.80	-	-2.23%	21	2.730	4.747	1.67%	0.00%	-0.04%	-1.7%	-2.3%	0.04%				
Jul-17	5.064.62	4.749.57	5.082.46	4.740.88	-	6.69%	22	2.727	5.065	1.67%	0.11%	0.01%	-1.8%	6.6%	-0.12%				
Ago-2017	5.153.15	5.042.50	5.194.08	5.020.26	-	1.75%	23	2.771	5.153	1.67%	0.09%	0.03%	-1.5%	1.6%	-0.02%				
Sep-17	5.341.93	5.152.67	5.351.46	5.076.85	-	3.66%	24	2.777	5.342	1.67%	0.03%	0.06%	0.0%	3.6%	0.00%				
Oct-17	5.388.08	5.346.74	5.613.70	5.341.95	-	4.01%	25	3.067	5.588	1.67%	0.25%	0.08%	13.1%	4.5%	0.59%				
Nov-17	5.003.40	5.388.08	5.591.04	4.968.16	-	-10.46%	26	3.072	5.003	1.67%	-0.06%	-0.17%	-5.4%	-10.6%	0.37%				
Dic-2017	5.584.60	5.003.40	5.646.00	4.846.84	-	11.22%	27	3.514	5.585	1.67%	0.24%	0.19%	12.9%	11.1%	1.44%				
Ene-2018	5.855.38	5.585.38	5.890.12	5.558.54	-	5.23%	28	3.735	5.855	1.67%	0.10%	0.09%	0.0%	4.7%	5.1%				
Feb-18	5.602.83	5.855.38	5.894.93	5.494.57	-	-4.31%	29	3.915	5.603	1.67%	-0.07%	-0.08%	-3.2%	-4.4%	-0.14%				
Mar-18	5.542.22	5.602.83	5.663.14	5.441.24	-	-1.08%	30	3.550	5.542	1.67%	-0.16%	-0.02%	-10.9%	-1.2%	0.13%				
Abr-2018	5.710.90	5.542.22	5.730.72	5.495.40	-	3.04%	31	3.536	5.711	1.67%	0.04%	0.05%	-2.1%	2.9%	-0.06%				
May-18	5.465.09	5.711.90	5.730.72	5.463.61	-	-4.48%	32	3.625	5.465	1.67%	-0.04%	-0.07%	0.9%	-4.0%	-0.04%				
Jun-18	5.301.25	5.465.09	5.566.77	5.245.94	-	-2.82%	33	3.649	5.301	1.67%	0.01%	-0.05%	0.0%	-2.9%	0.03%				
Jul-18	5.484.44	5.301.25	5.483.04	5.240.34	-	2.51%	34	3.720	5.484	1.67%	-0.04%	0.04%	-4.2%	2.4%	-0.10%				
Ago-2018	5.270.43	5.484.44	5.454.35	5.222.43	-	-3.02%	35	3.425	5.270	1.67%	-0.06%	-0.05%	-5.3%	-3.1%	0.17%				
Sep-18	5.283.53	5.270.43	5.507.58	5.157.49	-	0.25%	36	3.540	5.283	1.67%	0.06%	0.00%	1.7%	0.1%	0.00%				
Oct-18	5.104.33	5.283.53	5.366.21	4.998.95	-	-3.39%	37	3.369	5.104	1.67%	-0.08%	-0.06%	-6.5%	-3.5%	0.23%				
Nov-18	5.111.88	5.104.33	5.272.56	5.095.58	-	0.15%	38	3.162	5.112	1.67%	-0.10%	0.00%	-7.8%	0.0%	0.00%				
Dic-2018	5.105.43	5.111.88	5.185.96	5.007.94	-	-0.13%	39	2.985	5.105	1.67%	-0.09%	0.00%	-7.3%	-0.2%	0.02%				
Ene-2019	5.405.61	5.105.43	5.484.18	5.064.41	-	5.88%	40	3.092	5.406	1.67%	0.06%	0.10%	2.0%	5.8%	0.11%				
Feb-19	5.287.54	5.405.61	5.515.95	5.280.68	-	-2.18%	41	3.265	5.288	1.67%	0.09%	-0.04%	3.9%	-2.3%	-0.09%				
Mar-19	5.259.41	5.287.54	5.345.32	5.154.59	-	-0.53%	42	3.144	5.259	1.67%	-0.06%	-0.01%	-5.3%	-0.6%	0.03%				
Abr-2019	5.187.10	5.259.41	5.290.31	5.147.20	-	-1.37%	43	3.209	5.187	1.67%	0.03%	-0.02%	0.4%	-1.5%	-0.01%				
May-19	4.977.09	5.187.10	5.197.07	4.798.35	-	-4.05%	44	3.076	4.977	1.67%	-0.07%	-0.07%	-5.8%	-4.2%	0.24%				
Jun-19	5.070.71	4.977.09	5.098.44	4.920.82	-	1.88%	45	3.069	5.071	1.67%	0.00%	0.03%	-1.8%	1.8%	-0.03%				
Jul-19	4.972.36	5.070.71	5.099.89	4.962.73	-	-1.94%	46	3.059	4.972	1.67%	-0.03%	0.00%	-1.6%	-2.0%	0.03%				
Ago-2019	4.804.37	4.972.36	4.990.99	4.589.45	-	-3.38%	47	2.886	4.804	1.67%	-0.10%	-0.06%	-7.0%	-3.5%	0.27%				
Sep-19	5.059.04	4.804.37	5.152.30	4.713.35	-	5.39%	48	2.934	5.059	1.67%	0.09%	0.00%	0.1%	5.2%	0.00%				
Oct-19	4.744.14	5.059.04	5.194.01	4.699.61	-	-6.22%	49	2.635	4.744	1.67%	-0.17%	-0.10%	-11.8%	-6.3%	0.75%				
Nov-19	4.538.80	4.744.14	4.891.27	4.468.17	-	-4.53%	50	2.826	4.539	1.67%	-0.20%	-0.07%	-5.6%	-4.4%	-0.25%				
Dic-2019	4.669.85	4.538.80	4.908.11	4.468.30	-	2.89%	51	2.872	4.670	1.67%	0.03%	0.05%	0.0%	2.8%	0.00%				
Ene-2020	4.572.06	4.669.85	5.000.59	4.516.97	-	-2.09%	52	2.820	4.572	1.67%	-0.03%	0.00%	-3.1%	-2.2%	0.07%				
Feb-20	4.122.63	4.572.06	4.710.61	4.122.63	-	-9.53%	53	2.810	4.123	1.67%	-0.01%	-0.16%	-2.3%	-9.9%	0.23%				
Mar-20	3.487.49	4.122.63	4.368.63	2.850.78	-	-15.41%	54	3.497	3.487	1.67%	-0.37%	-0.26%	-24.1%	-15.9%	37.0%				
Abr-2020	4.014.70	3.487.49	4.020.21	3.343.62	-	15.12%	55	4.015	4.015	1.67%	0.25%	0.04%	13.6%	15.0%	2.05%				
May-20	3.647.60	3.980.42	4.036.99	3.554.32	-	-9.14%	56	3.648	3.648	1.67%	-0.08%	-0.15%	3.1%	-9.3%	-0.29%				
Jun-20	3.959.02	3.647.60	4.166.68	3.616.68	-	8.54%	57	3.959	3.959	1.67%	0.17%	0.01%	8.6%	8.4%	0.72%				
Jul-20	4.017.08	3.959.02	4.310.22	3.865.31	-	1.47%	58	4.017	4.017	1.67%	0.25%	0.00%	8.7%	1.4%	0.21%				
Ago-2020	3.767.15	4.017.08	4.079.03	3.767.15	-	-6.23%	59	3.767	3.767	1.67%	-0.05%	-0.10%	1.5%	-6.3%	-0.09%				
Sep-20	3.771.72	3.767.15	3.858.64	3.657.85	-	0.12%	60	3.772	3.772	1.67%	0.01%	0.00%	-0.9%	0.0%	0.00%				
										1.63%	0.11%	0.27%							
										Rendimientos			Cov(Pucobre S&P CLX IPSA)						
													Beta 0.72						