



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**

VALORIZACIÓN DE ACTIVOS MINEROS METÁLICO DE COBRE

**PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE VALORIZACIÓN DE ACTIVOS
MINEROS**

EI FACTOR GEOLÓGICO

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO
FERNANDO ANDRÉS JORQUERA GAETE**

**PROFESOR GUÍA:
BRIAN TOWNLEY CALLEJAS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
DENNY DÍAZ RODRÍGUEZ
VÍCTOR MAKSAEV JURCHUC**

Este trabajo ha sido financiado por CODELCO

SANTIAGO DE CHILE

2016

VALORIZACIÓN DE ACTIVOS MINEROS METÁLICOS DE COBRE

Uno de los primeros problemas que enfrentan las compañías al intentar vender, opcionar, asociar, transferir o fusionar alguno de sus activos, es saber el valor de dichos activos. Esto es determinar el Valor de Mercado Justo de ellos (*Fair Market Value*), este es el proceso denominado “Valorización”. Para ello se deben considerar las condiciones del mercado, los intereses de los compradores (reflejado en cuánto están dispuestos a pagar) y los intereses de los vendedores, reflejado en cuánto esperan recibir. Esta problemática es transversal a las compañías y mercados, y no está restringida únicamente al mercado minero.

En este trabajo se muestran y comparan los principales códigos de valorización de activos minerales actuales, los cuales son: VALMIN Code (Australia), CIMVal (Canadá) y SAMVAL (Sudáfrica), estos tienen por finalidad establecer estándares para la realización de Informes de Valorización, así como también establecer Normas y Directrices en su elaboración. Se toman estos ejemplos internacionales con el fin de proponer un Código de Valorización que sirva a la industria Minera Chilena.

La componente principal que se debe considerar a la hora de pensar en un Código de Valorización Nacional es la Geología, el cual es la base de la cadena de valor del negocio minero. Es por ello que los diferentes “Factores” asociados a la geología son de vital importancia en este negocio ya que entregarán los datos base para iniciar esta cadena, partiendo por la ocurrencia de mineralización que podría dar forma a un depósito mineral, y que, de acuerdo a diversos factores, como los son: condiciones de mercado, tecnológicas, logísticas, medioambientales, entre otras, podría constituir un yacimiento mineral económicamente viable transformándose en una operación minera, el Geólogo, cuya experiencia y responsabilidad determinará la credibilidad de los datos que entregue, certificados bajo protocolos de QA/QC, y que se verán reflejados en el Modelo Geológico propuesto que, junto con otras áreas del conocimiento, como lo son minería y economía, establecerán el Modelo Geo-Minero-Metalúrgico que será el punto de partida del valor del activo.

Otro de los factores geológicos considerados en la evaluación y valorización de proyectos mineros en Chile es la materialidad de la información geológica básica disponible de cada una de las concesiones mineras. La existencia de ella, representada mediante: mapas geológicos a diferente escala, existencia de estudios geoquímicos y geofísicos, la existencia de mapas metalogenéticos, la existencia de operaciones de exploración u operación mineras en las concesiones, como lo son zanjas, galerías, piques, sondajes, entre otros, significaría un ahorro de tiempo y dinero en los nuevos proyectos mineros que se quieren desarrollar, y por lo tanto, un estímulo para los inversionistas en desarrollar algún tipo de negocio minero en Chile.

Para poder dinamizar el negocio minero local, particularmente el relacionado a las exploraciones mineras, se deben realizar cambios urgentes al Código de Minería Chileno, el cual se presenta poco contingente y anticuado. Entre estos cambios se incluyen: pasar de un sistema judicial a uno administrativo en la adquisición de las concesiones, para la obtención de las mismas se debe presentar un proyecto “minero” a desarrollar en ella, al finalizar la tenencia se debe entregar información de geología básica (no información estratégica de negocios) al Servicio Nacional de Geología y Minería y realizar mayores fiscalizaciones a los tenedores de las concesiones, por un lado, para evitar la acumulación de concesiones en pocas manos y para evitar el mal uso de ellas. Finalmente, y para lograr que estos cambios se materialicen, es necesario revisar a la Constitución Política Chilena, pues es ella la que establece parámetros ligados al Código de Minería promulgado en 1983.

Agradecimientos

Primero que todo quiero agradecer a mis padres, María Verónica y José quienes siempre me apoyaron en todos los proyectos que he emprendido. Por su gran dedicación y amor durante todos estos años y, sobre todo, porque nada de lo que soy sería posible sin ellos. A mi hermano y en general a toda mi familia.

También quisiera agradecer a los miembros integrantes de la comisión, Victor Maksaev, por las revisiones que realizó del trabajo, a mi guía, Brian Townley, quién siempre estuvo dispuesto a responder de buena manera cualquiera de las dudas que tenía, y sobre todo a mi co-guía, Denny Díaz, quién me acompañó constantemente en el desarrollo de este trabajo, con paciencia, dedicación, simpatía y profesionalismo.

Quisiera agradecer a CODELCO, por financiar íntegramente este trabajo, en particular a la Gerencia Corporativa de Negocios e Innovación y a las personas con las que compartí durante prácticamente todo 2015, quienes con su simpatía y humor hicieron que mi estadía en la corporación fuera mucho más agradable y entretenida. A Nury, Daniela, Bernardita, Jaime, Humberto, Daniel, Oscar, Victor, Pedro Pablo (*“Peter Paul”*) y Patricio, ¡gracias!

A mis amigos de la vida y a aquéllos que conocí en la universidad, especialmente a la Rama de Tenis de Mesa, con los cuales compartí toda mi vida universitaria y compartimos grandes momentos.

Y finalmente, a mi polola, quién entró a mi vida en el momento indicado y me ha apoyado incondicionalmente desde entonces.

A todos ellos ... ¡Muchas Gracias!

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Formulación del Estudio Propuesto	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivo Específico	2
1.3. Metodología	2
1.4. Hipótesis de Trabajo	4
2. Mercado	5
2.1. Mercado Minero	5
2.2. Mercado del Cobre	5
3. Valorización de Activos Mineros	8
3.1. Consideraciones Iniciales	8
3.2. Categorías de Concesiones Mineral	9
3.2.1. Concesiones Mineras en Etapa de Exploración	10
3.2.2. Concesiones Mineras en Etapa de Desarrollo	11
3.2.3. Concesiones Mimeras en Etapa de Producción	12
3.3. Enfoques de Valorización	13
3.3.1. Enfoque de Ingresos	13
3.3.2. Enfoque de Mercado	13
3.3.3. Enfoque de Costos	14
3.4. Metodologías de Valorización de Activos Mineros	15
3.4.1. Enfoque de Ingresos	15
3.4.2. Enfoque de Mercado	19
3.4.3. Enfoque de Costos	21
3.5. Códigos de valorización de activos	26
3.5.1. Código Australiano: VALMIN Code	28
3.5.2. Código Canadiense: CIMVal	31
3.5.3. Código Sudafricano: SAMVAL	35
4. El Factor Geológico en la evaluación y valorización de activos mineros	39
4.1. El Geólogo	39
4.2. El Modelo Geológico	41
4.2.1. Modelamiento geológico	41

4.3.	Datos típicos de un sondeaje y sus certificados de calidad (QA/QC)	45
4.3.1.	QA/QC de Geología	45
4.3.2.	QA/QC de Sondajes	47
4.3.3.	<i>Quality Assurance/Quality Control</i> Modelo Geológico Integrado . . .	50
4.4.	Materialidad del Factor Geológico	52
4.5.	Cadena de valor del Negocio Minero y el Modelamiento Geológico	54
5.	Descripción, Comparación y Análisis de códigos para la realización de Informes Técnicos	57
5.1.	Similitudes	58
5.1.1.	JORC Code – Competent Person	58
5.1.2.	NI43-101 – <i>Qualified Person</i>	59
5.1.3.	CH20235 – Código Chileno – Persona Competente Calificada	59
5.2.	Diferencias	61
6.	Ejemplos de Utilización de Códigos y Metodologías de Valorización	64
7.	Discusiones	72
7.1.	Mercado del Cobre	72
7.1.1.	Situación Bolsa de Valores de Santiago	72
7.1.2.	Información Pública de Proyectos Mineros	73
7.2.	Valorización - Estándares para Informes de Valorización	75
7.2.1.	VALMIN Code: Fortalezas, Deficiencias y Exigibilidad	75
7.2.2.	CIMVal: Fortalezas, Deficiencias y Exigibilidad	75
7.2.3.	SAMVAL: Fortalezas, Deficiencias y Exigibilidad	76
7.2.4.	Propuesta de Metodologías de Valorización de Activos Mineros	77
7.3.	El Factor Geológico en la Cadena de Valor del Negocio Minero	79
7.4.	Cuadro Comparativo Códigos de Valorización de Activos Minerales y Petróleo	81
8.	Conclusiones	84
	Bibliografía	85
	Anexos	87

Índice de figuras

3.1.	Exploración de Recursos Minerales. a) Geólogo buscando evidencias de mineralización y alteración en superficie. b) Sondajes de exploración en Blanco definido	10
3.2.	a) Desarrollo de un Proyecto, estimación de recursos mineros en modelo de bloque utilizando software RECMIN 3D. b) Ingeniería de Procesos en una mina de Rajo Abierto	11
3.3.	Ejemplo de Propiedad en Operación, en la Figura se muestra rajo de Chuquicamata, Chile.	12
3.4.	Componentes de un Flujo de Caja Libre. (val, 2007)	16
3.5.	Tabla Resumen propuesta por CIMVal de Metodologías de Valorización, su Enfoque y Aplicabilidad a la Industria.	32
3.6.	Proceso de revisión en concordancia con SAMVAL indicando las relaciones entre JSE y SSC	37
4.1.	Imagen ilustrativa de diferentes enfoques de un geólogo, desde el cerro (izquierda superior), trabajo en una mina (izquierda inferior), trabajo académico (derecha inferior) y de oficina (derecha superior, Keith Spencer geólogo <i>chairman</i> de CIMVal)	40
4.2.	Esquema evolutivo desde un Modelo Geológico a un Modelo Geo-Minero-Metalúrgico	44
4.3.	Ejemplos de Modelos Geológicos con información de sondajes.	46
4.4.	Ejemplos de Modelos Geológicos Estructurales	46
4.5.	Ejemplo de Modelos Geo-Minero-Metalúrgicos, datos de mineralización y leyes están presentes gracias a información de campañas de sondajes.	51
4.6.	Incremento del Valor de activos minerales en función del avance de un proyecto minero en un caso favorable. Tomado y editado de Becker (2011).	54
4.7.	Etapas de un Proyecto Minero Generales y sus sub-etapas.	55
5.1.	a) JORC Code b) NI43-101 c) CH20235	60
6.1.	Tabla de contenidos Informe de Valorización del Proyecto Kharmagtai	66
6.2.	Tabla de contenidos Informe de Valorización del Proyecto Las Bambas	68
6.3.	Tabla de contenidos Informe de Valorización los Activos de Metorex	71
7.1.	Proceso de Modelamiento Geológico con resultado de Modelo Geo-Minero-Metalúrgico	80
7.2.	Posibles escenarios en la vida de un proyecto Minero	80

Índice de tablas

3.1. Capitalización de mercado por Reservas y Producción	20
3.2. Criterios Factores Modificantes PEM utilizados en <i>Multiple of Exploration Expenditure</i>	22
3.3. Tabla de Puntajes por Factor en Método Geocientífico de Kilburn	23
3.4. Tabla de Puntajes por Factor en Método Geocientífico de Kilburn por características de la concesión	25
3.5. Enfoques de Valorización por fase de desarrollo de la Propiedad Minera según CIMVal	32
3.6. Designación dada por SAMVAL a Enfoques de Valorización vs Etapa de Desarrollo	36
5.1. Comparación Códigos NI43-101, JORC Code y CH20235	63
6.1. Valores Propuestos para Proyecto Kharmagtai	65
6.2. Rangos de Valores para Proyecto Las Bambas por Enfoque de Ingresos . .	70
6.3. Rangos de Valores para Proyecto Las Bambas por Enfoque de Mercado . .	70
6.4. Rangos de Valores para Proyecto Las Bambas combinando Enfoque de Ingresos y Mercado	71

Capítulo 1

Introducción

1.1. Formulación del Estudio Propuesto

A nivel mundial y en los principales mercados de recursos minerales como lo son Australia, Canadá y Sudáfrica, existe una normativa legal y vigente sobre el reporte de recursos minerales y reservas mineras (JORC Code, NI43-101 y SAMREC respectivamente), así como también para la valorización secuencial e independiente de proyectos mineros (VALMIN Code, CIMVAL y SAMVAL respectivamente), con lo cual se establecen estándares mínimos de calidad de la información pública entregada y con ello se asegura la fiabilidad de las carteras de proyectos, lo que se ve reflejado en el mercado como un seguro para los inversionistas.

Una de las principales fuentes de ingresos de Chile viene de la industria minera, su mercado es amplio y posee un gran número de proyectos mineros en etapas de exploración, desarrollo y en producción, cuyos inversionistas son tanto capitales nacionales como extranjeros.

En Chile si bien existe un código para el reporte de recursos minerales y reservas mineras, establecido por la “Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras (Ley de la República de Chile N20.235)”, que es miembro del *Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO)*, no existe un documento formal para la valorización secuencial de proyectos mineros. La finalidad de este trabajo es realizar una propuesta de metodologías de valorización de activos mineros, enfocándose en una comparación de los Estándares mundiales, sus debilidades y fortalezas, el cual tiene como objetivo hacer de referente para las compañías que quieran valorizar y comercializar sus activos en Chile.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Generar una propuesta de Metodología para la valorización, basada en la comparación del estándar mundial, de Activos Mineros de Cobre señalando como agente fundamental el Factor Geológico.

1.2.2. Objetivo Específico

1. Comparación de diferentes “Normas de Valorización de Activos” tanto nacionales como internacionales.
2. Comparación de diferentes metodologías de valorización de activos mineros, sus alcances, ventajas, desventajas y aplicabilidad a proyectos.
3. Establecer la importancia del Factor Geológico en la Cadena de Valor del Negocio Minero
4. Comparar los Estándares Internacionales para el reporte de Resultados en Exploración, Reservas y Recursos Minerales
5. Citar ejemplos de aplicabilidad de las Normativas de Valorización Internacionales y su eficacia a la hora de establecer el valor de activos mineros

1.3. Metodología

1. Asociada al Objetivo Específico 1 [Comparación de diferentes “Normas de Valorización de Activos” tanto nacionales como internacionales] Generar matriz de comparación de las siguientes normas y códigos de Valorización Activos Internacionales:
 - a) VALMIN Code “*Code for the Technical Assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports*”
→ Caso Australia
 - b) CIMVAL “*standards and guidelines for valuation of mineral properties*”.
→ Caso Canadá
 - c) SAMVAL “*South African Code for the Reporting of Mineral Asset Valuation*”.
→ Caso Sudáfrica

2. Asociado al Objetivo Específico 2 [Comparación de diferentes metodologías de valorización de activos mineros, sus alcances, ventajas, desventajas y aplicabilidad a proyectos]

Revisión técnica y bibliográfica de las diferentes metodologías para la valoración de activos mineros. Identificando sus ventajas, desventajas, limitaciones, alcances y aplicabilidad a proyectos, esto último condicionado por el origen del activo, la compañía dueña, la etapa de desarrollo en la que se encuentre, entre otros.

3. Asociado al Objetivo Específico 3 [Establecer la importancia del Factor Geológico en la Cadena de Valor del Negocio Minero]

Revisión bibliográfica de factores geológicos, como tipo de yacimiento, los actuales “tipos” de Geólogos en la industria y cómo la industria y la práctica han hecho del proceso de Modelamiento Geológico un proceso secuencial e integrado.

4. Asociado al Objetivo Específico 4 [Comparar los Estándares Internacionales para el reporte de Resultados en Exploración, Reservas y Recursos Minerales]: Generar matriz de comparación de las siguientes normas y códigos de Reporte Técnico de Activos Minerales:

- a) JORC Code “*Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Minerals Resources and Ore Reserves*”
→ Caso Australia

- b) NI43-101 “*National Instrument 43 - 101*”.
→ Caso Canadá

- c) SAMREC “*The South African Code for the Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves*”.
→ Caso Sudáfrica

Adicionalmente, se compararán estos códigos con el CH20235, Código para Informar sobre Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales en Chile.

5. Asociado al Objetivo Específico 5 [Estudio estadístico de transacciones de proyectos mineros nacionales/internacionales dando énfasis a informes técnicos asociados a valorización]

Revisión de Bases de Datos de Codelco, SNL, WoodMackenzie y páginas web oficiales de proyectos, para revisar los informes técnicos asociados a la valorización de proyectos. En particular, el objetivo de esto es hacer una tabla que permita identificar las diferentes metodologías utilizadas por: *Individual Expert*, *Qualified Valuator* o *Competent Valuator* según corresponda (VALMIN Code, CIMVAL y SAMVAL)

para valorizar los proyectos en virtud de su estado de desarrollo y generar una estadística de cómo se realiza esta tarea actualmente en la industria.

1.4. Hipótesis de Trabajo

Elaboración de un documento para la valoración secuencial de proyectos mineros en concordancia con los estándares internacionales y que considere el Factor Geológico como fundamental.

Capítulo 2

Mercado

2.1. Mercado Minero

La palabra Mercado tiene diferentes definiciones y acepciones, por ejemplo la Real Academia Española define mercado como el conjunto de actividades realizadas libremente por los agentes económicos sin intervención del poder público y también como el conjunto de operaciones comerciales que afectan a un determinado sector de bienes. De esta manera es posible detectar diferentes mercados que se enfocan en diferentes áreas productivas. Una de estas áreas es el sector minero, el cual es referido a la exploración, extracción, procesamiento y venta de recursos minerales, los cuales a su vez pueden ser metálicos [ferrosos y no ferrosos, subdivididos en: preciosos, base y minoritarios] o no metálicos [tales como el Litio, sal, yodo, salitre, entre otros].

Este trabajo se enfocará en el mercado minero particularmente en el mercado del cobre.

2.2. Mercado del Cobre

El mercado del cobre incluye tanto a las empresas mineras extractoras como productoras de cobre como materia prima y a sus clientes, los cuales en conjunto mantienen un mercado que mueve alrededor de treinta mil millones de dólares cada año.

Las transacciones de cobre se realizan principalmente en tres bolsas internacionales, las cuales son la Bolsa de Metales de Londres (LME), COMEX de la Bolsa de Nueva York (NYSE) y la Bolsa de Metales de Shanghai (SHFE). Es en estas entidades donde convergen productores y consumidores donde se dan todas las facilidades necesarias para la realización de operaciones de compra y venta, y a su vez participan en un mecanismo facilitador de las operaciones de fijación de precios basados en las condiciones de mercado internacional, es decir, en oferta y demanda.

La realidad local-regional muestra que el mercado de valores más avanzado en relación al mercado minero es la Bolsa de Valores de Lima (BVL), en la cual están listadas treinta y

siete empresas mineras de exploración y/o explotación de recursos minerales a la fecha¹. En Chile, si bien la minería tiene una importante presencia en la actividad económica del país, representando el 11 % de PIB², tiene una presencia menor en la Bolsa de Valores de Santiago, con solo cuatro empresas listadas y que representan menos del 5 % de la capitalización bursátil de la entidad. Sin embargo, es notable destacar los diferentes esfuerzos que se realizan en pro de una mayor participación, como lo son el Mercado *Venture* de la Bolsa de Santiago, sobre la cual se hablará más adelante y el Fondo de Exploración Minera Fénix, de CORFO operativo desde 2012.

El mercado del cobre presenta tanto desafíos como amenazas, por ejemplo, su principal desafío es la defensa propiamente tal de su mercado, en la detección de nuevos focos de demanda y en la promoción del “metal rojo” como un material moderno cuyas propiedades son de real importancia tanto para los consumidores actuales como los del futuro. Entre las amenazas se pueden nombrar la aparición y utilización de materiales sustitutos como el plástico, otros metales, el grafeno en el futuro [*The transport properties of graphene* (Peres, 2010)], el desarrollo tecnológico que tiende a la miniaturización de los instrumentos y a la aplicación de tecnologías inalámbricas y últimamente por las demandas medioambientales que afectan de manera directa la extracción de los minerales de cobre.

Por otro lado, a través de la historia se ha mostrado una estrecha relación entre el desarrollo de los países y la utilización de metales de uso industrial, tales como el cobre, en alcanzar dicho desarrollo, ya que forma parte fundamental y directa de la evolución de la sociedad industrial así como también para el desarrollo tecnológico. Este desarrollo se ve reflejado en nuevas oportunidades de utilización basadas en sus propiedades, una de las más latentes es su capacidad antibacteriana (Group et al., 2007), la cual tiene una aplicación directa en hospitales, vestimenta, en la industria pesquera, etc. Por otro lado, la industria minera del cobre realiza grandes esfuerzos para que la minería sea sustentable, mediante la aplicación de procesos más limpios, optimizando el recurso hídrico, actuando sobre en conjunto con la comunidad así como también resaltando las cualidades de este metal, por ejemplo, que es reciclable y que permite una utilización más eficiente de la energía.

Para Chile la exportación de materias primas es de vital importancia en su economía, más aún la actividad minera que ha sido el corazón y motor impulsor del desarrollo del país desde hace más de doscientos años. Es por ello que es necesaria una reglamentación clara y firme respecto al ingreso de participantes en el mercado local, sus interacciones, vinculación con el medio y a la exploración de recursos propiamente tal.

En Chile existen diferentes instituciones que salvaguardan esta labor, destacan, por ejemplo, la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), la cual tiene por misión asesorar al gobierno en la elaboración, implementación y fiscalización de políticas, estrategias y acciones que contribuyan al desarrollo sustentable del sector minero nacional y a fortalecer

¹Lista publicada en la página web oficial de la Bolsa de Lima.

²Fuente: Cifra 2013, Banco Central de Chile. Fuente: Cifras a junio 2014, Bolsa de Comercio.

el aporte de éste al resto de la economía. Además de resguardar los intereses del Estado Chileno en sus empresas mineras, al fiscalizar y evaluar sus gestiones e inversiones (misión institucional COCHILCO). También destaca la Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras, la cual es una entidad encargada por ley en la administración del Registro Público de Personas Calificadas Competentes en Recursos y Reservas Mineras.

Los participantes de este mercado abarcan un gran número de empresas, por ejemplo, empresas mineras:

Juniors, que corresponden a compañías cuya actividad central es la exploración minera.

Majors, que son compañías que si bien también realizan exploración, su principal negocio es la producción de *commodities* para obtener beneficio económico, destacando:

- Compañías mayores como BHP-Billiton, Rio Tinto
- Compañías grandes como Teck, Barrick Gold Corporation y Newmont Mining
- Compañías medianas como las locales Patagua, Sali Hochschild, entre otras.

Bancos y otras instituciones financieras que financian los proyectos mineros.

Capítulo 3

Valorización de Activos Mineros

3.1. Consideraciones Iniciales

La valorización de un activo minero corresponde a estimar el valor financiero de tal activo, dicho de otro modo, estima cuanto podría pagar otra compañía o entidad por un activo minero en una fecha determinada. El valor entregado es conocido como *Fair Market Value* (Valor de Mercado Justo), el cual es comúnmente definido como el precio más probable a ser obtenido en un mercado sin restricciones con las partes interesadas prudentes, informadas, sin compulsión y actuando “*arm-length*” (McCallun, 2011).

Es importante destacar la diferencia que existe entre una valorización y una evaluación económica. La primera fue descrita en el primer párrafo, mientras que la segunda corresponde a la evaluación de los factores ingenieriles, geológicos, medioambientales, legales y financieros que pudieran afectar el potencial económico del activo. El resultado de una evaluación será la estimación del Valor Presente Neto del proyecto. Este valor también es conocido como “*Investment Value*”.

La valorización debe ser realizada por una persona experta denominada “Valuador” (sobre esta entidad se hablará más en detalle en la Sección 3.5), el cual debe determinar si la propiedad o concesión que está siendo valorizada cumple el concepto de *Highest and Best Use*, el cual establece si al activo se le está dando su uso económicamente óptimo (MINERAL, 2003) y que además cumple con las siguientes tres condiciones: el uso es físicamente posible, legalmente permisible y financieramente factible.

La teoría de valorización identifica tres enfoques para determinar el valor de un activo, estos focos son: Ingresos, Costos y de Mercado, los cuales son aplicados a las tres categorías de propiedad/concesión mineral generalmente aceptadas, las cuales son de: Exploración, Desarrollo y Operación. A continuación se presentan sus definiciones así como la aplicabilidad de los enfoques a ellas.

3.2. Categorías de Concesiones Mineral

De acuerdo a la Constitución Política de la República de Chile y el Código de Minería, los recursos minerales que se encuentren en el subsuelo son propiedad del Estado, el cual entrega en concesión su exploración o explotación. Es definida en el Artículo 2 del Código de Minería de la siguiente manera:

La concesión minera es un derecho real e inmueble; distinto e independiente del dominio del predio superficial, aunque tengan un mismo dueño; oponible al Estado y a cualquier persona; transferible y transmisible; susceptible de hipoteca y otros derechos reales y, en general, de todo acto o contrato; y que se rige por las mismas leyes civiles que los demás inmuebles, salvo en lo que contrarién disposiciones de la ley orgánica constitucional o del presente Código.

Es por ello que en este trabajo se tratará de concesión minera y no de propiedad minera como sería en el caso del contexto y literatura internacional.

3.2.1. Concesiones Mineras en Etapa de Exploración

Son aquellas concesiones en las que la viabilidad económica del depósito mineral no ha sido demostrada. El valor real de una concesión en etapa de exploración yace en su potencial de existencia y descubrimiento de un depósito mineral económicamente viable. Por lo general, un pequeño número de concesiones en exploración se convertirán en minas (*mining properties*), pero hasta que su potencial sea razonablemente puesto a prueba (testeados), su valor es por lo general pequeño/bajo. (on Reserve Definitions, 2009)



(a)



(b)

Figura 3.1: Exploración de Recursos Minerales. a) Geólogo buscando evidencias de mineralización y alteración en superficie. b) Sondajes de exploración en Blanco definido

3.2.3. Concesiones Mimeras en Etapa de Producción

Son aquellos activos minerales que se encuentran en producción, esto es, con la extracción, procesamiento y comercialización de mineral con beneficio económico. (on Reserve Definitions, 2009)



Figura 3.3: Ejemplo de Propiedad en Operación, en la Figura se muestra rajo de Chuquicamata, Chile.

3.3. Enfoques de Valorización

Corresponden a formas y criterios a adoptar en la valorización de un activo minero dependiendo de diversos factores, por ejemplo, la fase de desarrollo en la que se encuentra, la disponibilidad de información, el tipo de activo, etc.

Es así como se reconocen tres enfoques de valorización, los cuales son: Enfoque de Mercado, Enfoque de Ingresos y Enfoque de Costos. A continuación se define cada uno de estos enfoques, así como también sus metodologías asociadas.

3.3.1. Enfoque de Ingresos

El Enfoque de Ingresos, está basado en la teoría de la utilidad y en la anticipación de beneficios, en los cuales el valor de un activo es igual al beneficio económico que pueda producir. De este modo, el valor es igual al Valor Presente Neto calculado sobre un modelo de Flujo de Caja Descontado.

Este enfoque incluye las siguientes metodologías:

1. Flujo de Caja Descontado
2. *Option Pricing*
3. Análisis de Riesgo - Montecarlo
4. Métodos probabilísticos

3.3.2. Enfoque de Mercado

El Enfoque de Mercado, está basado en el principio de sustitución. También es conocido como enfoque de ventas o comparación de ventas. En la cual el activo que está siendo valorizado es comparado con el valor de transacciones de activos similares, transados en un mercado abierto.

Las metodologías que se incluyen en este enfoque son:

1. Transacciones Comparables
2. *Option Agreement terms*
3. Capitalización de Mercado
4. *Gross in-situ Metal Value*

Además existen las metodologías llamadas “*Rule of Thumb*”, tales como: *Value per unit area* y *value per unit metal* que también son catalogadas, generalmente, como metodologías asociadas al Enfoque de Mercado.

3.3.3. Enfoque de Costos

El Enfoque de Costos está basado en el principio de contribución al valor. Este enfoque estima el valor de un activo mineral basado en los gastos pasados relacionados a él.

Las metodologías del enfoque de costos son:

1. *Appraised Value*
2. *Multiple of Exploration Expenditures* (MEE)
3. Factor Geocientífico – Método de Kilburn

Es importante destacar que el proceso de valorización involucra un alto grado de incertidumbre por lo que normalmente no se utiliza solo un enfoque de manera aislada (Abergel, 2014). Para reducir esas incertidumbres y consecuentemente aumentar la confiabilidad en los resultados entregados por el valuador, se acostumbra a utilizar múltiples enfoques y utilizar rangos, en vez de un único valor.

3.4. Metodologías de Valorización de Activos Mineros

3.4.1. Enfoque de Ingresos

El enfoque de ingresos está basado en el principio de anticipación de beneficios e incluye todos los métodos que están basados en ingresos o generación de flujos de caja potencial para la Propiedad Mineral. (Spence and Roscoe, 2001)¹.

Es un enfoque comparativo para el valor que considera datos de ingresos y egresos relativos a la propiedad siendo valorizada y estima su valor a través de un proceso de capitalización. La capitalización refiere a ingresos (generalmente netos) y a un tipo de valor definido por convertir una cantidad de ingresos en una estimación de valor. Este proceso puede considerar relaciones directas (por el que una tasa de capitalización global o todos los rendimientos de riesgos se aplica a los ingresos de un solo año), producción o las tasas de descuento (que reflejan medidas de retorno sobre la inversión) aplicadas a una serie de ingresos en un período de proyección, o ambos. El enfoque de ingresos refleja el principio de anticipación.

Flujo de Caja Descontados

Para realizar una valorización de un proyecto o empresa mediante el método de Flujo de Caja Descontado (DCF²) es importante conocer una serie de premisas comunes las cuales se nombran a continuación:

1. El valor depende solamente de lo que se espera que ocurra en el futuro con el bien, empresa o proyecto, o servicio que se quiera valorizar, además de la expectativas que se tienen de los activos. De esta manera, el valor intrínseco o teórico de cualquier bien dependerá de los flujos de caja futuros que se estima generarán, es decir, de sus expectativas (Fernández, 2001).
2. Como se debe “mirar al futuro” para la generación de expectativas, y este futuro se presenta incierto, es importante considerar el factor riesgo.
3. La valorización de algún activo mediante DFC entregará un número, este número es el valor actual neto (VAN), el cual mide el valor que se espera que se genere con la ejecución de un proyecto. El VAN es ampliamente utilizado en la industria como criterio financiero para la evaluación y toma de decisiones.
4. El método aplicable a cualquier empresa o activo para estimar su valor consiste en calcular el valor actualizado de las rentas monetarias futuras que se prevé generará para su propietario. Este método, conocido como “descuento de flujos”, fue introducido por los premios Nobel Modigliani y Miller en 1961 (Miller and Modigliani, 1961). Algunas de las dificultades que se presentan al realizar una valorización mediante este método vienen dadas por las limitaciones que existen en la realización

¹ *CIM DEFINITIONS STANDARDS*, 2014

² *Discounted Cash Flow* por sus siglas en inglés

de previsiones razonables de los flujos de caja futuros y de las imprecisiones que se tienen en la determinación de las tasas de descuento necesarias para el cálculo del valor actual.

Una vez establecidas estas premisas, el método de Flujos de Caja Descontados tiene un procedimiento bien definido, el cual consiste de las siguientes etapas:

1. Análisis de los estados financiero históricos

El primer paso para valorizar una empresa consiste en analizar sus datos históricos. Un adecuado conocimiento de sus rendimientos pasados proporcionará una perspectiva fundamental para efectuar y evaluar las proyecciones financieras futuras. De esta manera, para determinar el primer año de flujos, se deben analizar los estados financieros de al menos los tres últimos años estableciendo un promedio. En esta etapa se analiza también cómo están conformados los activos y pasivos de la entidad, sus características operativas así como sus fortalezas y debilidades.

2. Análisis de las premisas y pautas de proyección.

Se diseñan las premisas y las pautas de proyección tomando como base fuentes lo más objetivas y fiables posible. De la buena calidad de esta selección dependerá que los resultados estén ajustados a la realidad. Se debe buscar el resultado más objetivo, no el que concuerde y se alinee con los intereses propios de la compañía o agente valorizador.

3. Proyección de los estados financieros.

Una vez analizados los datos históricos de la empresa, así como establecidas las pautas y premisas de proyección se puede realizar el modelo, por medio del cual se efectúan proyecciones sobre los resultados futuros de los activos en estudio, estos son; proyección del Estado de Situación Financiera reflejado en el Balance General, el Estado de Resultados y el Flujo de Caja Libre (ver Figura 3.4), todos ellos para un período de tres a cinco años.



Figura 3.4: Componentes de un Flujo de Caja Libre. (val, 2007)

4. Cálculo de la Tasa de Descuento

Se calcula una tasa que refleje la realidad del entorno del activo, tanto nacional

como de su sector específico. Considerando además el costo de la deuda y el costo patrimonial.

5. Cálculo del Valor Presente Neto

Se descuentan los flujos libres proyectados, calculados en el punto 3, usando la tasa de descuento que determinamos en el punto 4. La suma de todos los flujos nos dará el valor del activo.

Matemáticamente la determinación del Valor Presente Neto, está dado por la Ecuación 3.1, donde se calcula el valor a día de la valorización de todos los flujos monetarios que se producirán en el futuro.

$$VAFFD = I_o + \sum_{t=1}^N \frac{FF_t}{(1+i)^t} \quad (3.1)$$

Donde:

$VAFFD$ = es el valor actual descontado de los flujos de fondos futuros (FF).

I_o = es la inversión inicial para poner en marcha el proyecto.

FF = es el valor nominal de los flujos de efectivo en un período futuro determinado.

i = es la tasa de descuento, que es el costo de oportunidad de los fondos invertidos, considerando el factor riesgo.

N = es la cantidad de períodos que se descuentan.

Option Pricing

Option es un contrato que da al tenedor el derecho pero no la obligación, de comprar o vender un *commodity* o acciones a una fecha futura específica (*European Commodity*) a un precio predeterminado, o a un precio específico sobre un período de tiempo (*American Commodity*). Esto sugiere que cualquier depósito que hospeda un metal o *commodity* se le puede atribuir, al menos, algún valor en la base de un contrato u opción. Esto es, un depósito mineral tendrá un valor in situ implícito basado en las expectativas que será explotado en una fecha futura, asumiendo que el precio del mineral mejora o se deprecia la moneda local.

La teoría de *Option Pricing* provee una invaluable herramienta para la valorización de propiedades o concesiones minerales y proyectos, ya que refleja el valor implícito de la propiedad o concesión en opción. Este valor depende de la susceptibilidad de la propiedad o concesión a los cambios en el precio de los *commodities*. Esta metodología asiste además en la evaluación de opciones de inversión y decisiones.

Modelo Black-Scholes Hay varios modelos de *Option Pricing*, uno de los modelos más utilizados es el modelo Black-Scholes.

El modelo Black-Scholes es un modelo matemático de un mercado financiero, introducido en la década de los 70's y permite el cálculo del precio teórico de las opciones europeas (un tipo de valores financieros), la fórmula ha demostrado ser bastante certera en la

determinación de los precios del mercado. Para su cálculo es necesario el input de los siguientes parámetros en una calculadora financiera:

- El precio de la acción subyacente (*The underlying stock's Price*)³
- El precio de ejercicio de la opción (*The option's strike Price*)
- Tiempo de expiración de la opción (*Time to the option's expiry*)
- Volatilidad de la acción (*Volatility of the stock*)
- Valor del dinero en el tiempo o la Tasa de Interés fuera de riesgo (*Time value of money o risk free interest rate*)

El modelo Black-Scholes no toma en cuenta los dividendos pagados durante la vida de la opción.

Net Smelter Return (NSR) Una variación de flujo de caja descontado con valorización de opciones es ampliamente aceptada como uno de los métodos más apropiados para valorizar propiedades (o concesiones) en exploración y recursos minerales no explotados.

Tipo de opciones incluyen:

- Opción para explotar, o mantener una propiedad
- Opción para vender o arrendar
- Opción para poner en producción

Para entregar el valor de una propiedad inactiva con recursos no identificados, la valoración se basa en la venta de una opción tasada por medio del *Net Smelter Return* (NSR). El NSR se caracteriza por pagos de regalías que son un porcentaje fijo o variable del precio de venta neto de la producción comercial; siendo los ingresos netos que recibe el operador minero, la venta de los minerales del producto de la propiedad menos los costos de producción asociados.

El precio de un activo se calcula con un precio fijo de compraventa + parte variable [NSR] (regalía basada en un porcentaje de los ingresos netos producto de la venta de minerales).

³Consiste en la Acción que se toma como base a la hora de crear un contrato para efectuar la negociación de una opción o futuro.

3.4.2. Enfoque de Mercado

El enfoque de mercado está basado en el principio de sustitución y también es llamado el Enfoque de Comparación de Ventas (*Sales Comparison Approach*). La concesión mineral siendo valorizada es comparada con el valor de transacción de concesiones minerales similares, transadas en un mercado abierto. Los métodos incluyen transacciones comparables y opciones o análisis *farm-in agreement terms*.

Farm-in agreement: es un contrato firmado entre dos compañías, el *Farmor* y el *Farmee*, donde *Farmor* es el dueño de la superficie (*acreage*) y el *Farmee* es quien está dispuesto a llevar a cabo la perforación y exploración en los terrenos del *Farmor*.

Transacciones Comparables

Las concesiones se valorizan en funcione de transacciones “*arm-length*”⁴ recientes, ocurridas en concesiones adyacentes dentro de un distrito general, o en concesiones similares en otras ubicaciones, siempre y cuando aquellas transacciones sean relevantes en el mercado actual. Transacciones similares proporcionan un punto de referencia contra el cual se puede obtener información actual de la concesión y los precios se pueden comparar con fin de estimar el valor de la propiedad (Becker, 2011).

A continuación se muestran algunas de las ventajas que supone la utilización de este método (Salinas, 2006):

- La utilización de múltiplos permite obtener de manera rápida una visión del valor de activos.
- Una valorización basada en múltiplos y firmas/proyectos comparables puede ser realizada con muchos menos supuestos y es mucho más rápido que la valorización por flujos de caja descontados (DFC).
- La valorización es relativamente simple de comprender y por lo tanto, es fácil de presentar en un informe de valorización.
- Es probable que una valoración por método de transacciones comparables refleje el ánimo actual del mercado, pues se trata de medir el valor relativo y no el intrínseco del activo.
- Permite establecer rango de valores mínimos y máximos.

Algunas de las dificultades que presenta este método son los siguientes:

- Los depósitos no son homogéneos, existe una heterogeneidad de los activos.
- Baja frecuencia de transacciones de propiedades/concesiones mineras (comparado con inmuebles).

⁴*Arm's Length Transaction*: corresponde a una transacción en la cual los compradores y vendedores actúan de maenrea independiente y no tiene relación entre ellos. El concepto de *arm's length transaction* se utiliza para asegurar a ambas partes de un acuerdo, que están actuando de acuerdo a sus propios intereses y no están sujetos a algún tipo de presión externa o coacción con otras partes

- Transacciones raramente involucran efectivo (el valuador debe convertir acciones, regalías u opciones en dinero equivalente).
- Es ciego a las variaciones temporales del valor de los *commodities*, a períodos de crisis, etc.

Market Capitalisation

La capitalización de mercado también llamada *Market Cap* corresponde al valor de mercado total de todas las acciones en circulación de una compañía. Los inversionistas utilizan la capitalización de mercado como una forma sencilla de calcular el tamaño de una compañía, el cual es una de las características que ayudan a determinar el riesgo de una inversión. Calcular este valor es sencillo:

$$\text{acciones circulantes} \times \text{precio actual de la acción} = \text{capitalización de mercado}$$

En general se tiene varios tipos de capitalización, en el caso de la industria mineral, se realiza capitalización de mercado por reservas y capitalización de mercado por producción. (Ver Tabla 3.1)

Tabla 3.1: Capitalización de mercado por Reservas y Producción

Capitalización de mercado por Reservas	Valor de mercado de la compañía dividido por las reservas o recursos totales
Capitalización de mercado por Producción	Valor de mercado de la compañía dividido por la producción

Aplicabilidad de la Capitalización de Mercado en empresas mineras - caso minera de exploración.

El valor de una concesión en etapa de exploración se puede determinar en base a la capitalización de mercado de una empresa minera *Junior*, si su único activo es la concesión, o una colección de concesiones de explotación similares, o si la concesión se encuentra junto a otra con un valor de mercado público identificable. El precio de cotización de una empresa minera *Junior* puede ser engañoso, siendo este afectado por múltiples factores, incluyendo el volumen negociado y puede tener poca relación con el valor de mercado justo (*Fair Market Value*) de las propiedades de la compañía. Por esta razón, la capitalización de mercado generalmente es un método de valorización secundario a menos que el volumen transado sea sustancial en el caso de la compra de una compañía o, para evaluar un proyecto, este método es útil sólo si la empresa en cuestión posee solo un activo.

Valor por Unidad de Área (*\$/Unit Area, \$/Property*)

La valorización se realiza en base a “dólares por unidad de superficie de terreno” para concesiones con depósitos mineralizados predeterminados.

3.4.3. Enfoque de Costos

El enfoque de costos está basado en el principio de contribución al valor. El método de *Appraised Value*, es uno de los métodos comúnmente utilizado donde los gastos de exploración son analizados por su contribución al potencial de exploración de la Propiedad/Concesión Mineral [Definición CIMVAL].

Appraised Value

En este enfoque de costos, el método de valorización incluye la asignación de un múltiplo conocido como “Múltiplo Mejora Prospección (PEEM)”, a gastos pasados de exploración y costos futuros garantizados. El múltiplo se relaciona directamente al éxito o fracaso de la exploración terminada a la fecha y a una evaluación de las prospecciones futuras. En general, el rango del múltiplo varía entre 0,5 hasta 3, pero puede ser tan bajo como 0 o tan alto como 5, (Becker, 2011)

El método *Appraised Value* está basado en la premisa de que el valor real de una concesión en etapa de exploración (*exploration property*) o una propiedad de desarrollo marginal (*marginal development property*) yace en su potencial para la existencia y descubrimiento de un depósito mineral económico. El método *Appraised Value* asume que el monto de los gastos de exploración, justificados en la concesión, está relacionado a su valor. Al enfoque de costos se le da cierta validez por el hecho de que acuerdos de opción (*Option Agreements*) en las concesiones mineral a menudo se basan en los gastos necesarios para obtener un interés.

El principio básico del método de *Appraised Value* es que una concesión en etapa de exploración vale al menos los gastos de exploración pasados significativos más los costos futuros garantizados. Un elemento importante de este método, el cual es a menudo pasado por alto, es que solo aquellos gastos pasados los cuales son considerados **razonables** y **productivos** son retenidos como valor, (Roscoe, 2002).

Productivos significa que los resultados del trabajo dan suficiente estímulo y confianza para justificar trabajos futuros mediante la identificación potencial para la existencia y descubrimiento de un depósito mineral económico.

Gastos futuros garantizados comprenden un presupuesto razonable de exploración para testear el potencial identificado, el cual puede ser anomalías geofísicas o geoquímicas, exhibiciones prometedoras o zonas mineralizadas ya identificadas. Como se señaló anteriormente, si los trabajos de exploración reducen el potencial, esto no es productivo y su costo no debería ser incluido como valor o debería ser reducido. Obviamente, si la concesión se considera que tiene potencial de exploración despreciable, tiene pequeño o nulo valor.

Los gastos pasados son generalmente analizados en una base anual. En períodos de alta inflación, los gastos pasados son escalados a la fecha efectiva de la valoración o unidades de

costos actuales son aplicados al trabajo retenido. Por lo general, se considera un período de cinco años más o menos, previos a la fecha efectiva de la valorización.

Multiple of Exploration Expenditure MEE

El método “*Multiple of Exploration Expenditure MEE*” es un método de valorización mineral que es aplicable a concesiones en exploración desde las etapas más tempranas de exploración hasta etapas moderadamente avanzadas pero para las cuales no se han delimitado recursos. No es recomendado como método de valorización primario, sin embargo, algunos especialistas creen que es el método más satisfactorio al evaluar concesiones en exploración hasta que es posible emplear la técnica de Flujo de Caja Descontado (DCF). En muchas situaciones que enfrentan los valuadores, el método puede representar la única opción semicuantitativa disponible y es frecuentemente utilizada.

El valor es determinado por cuánto fue gastado en exploración en el pasado más los futuros gastos. La cifra total es ajustada por un factor relacionado con la prospectividad del área, este factor es llamado *Prospectivity Enhancement Factor* (PEM).

Considerar que el método:

- Solo incluye aquellos gastos pasados que son **razonables** y **productivos**, es decir, se excluyen gastos que fueron ineficaces.
- Solo cuentan los futuros gastos que se han comprometido con el proyecto.
- Solo usa un alto PEM si los resultados de exploración son convincentes.

A continuación (Ver Tabla 3.2) se muestran factores de ajuste típicos. El PEM puede variar entre 0 y 5 pero usualmente varía entre 0,5 a 3,0. Promediando 1,8.

Tabla 3.2: Criterios Factores Modificantes PEM utilizados en *Multiple of Exploration Expenditure*

×0,5	Exploración previa indica que el área tiene un potencial limitado por descubrimientos mayores
×1,0	Los datos existentes son suficientes para garantizar una mayor exploración
×1,5	Existe evidencia directa de un blanco de interés. Mayor trabajo está garantizado para evaluar el blanco
×2,0	Las concesiones contienen un blanco de perforación definido con intersecciones geoquímicas importantes
×2,5	La exploración está bien avanzada y con la perforación existente es posible definir un recurso
×3,0	Ya se ha encontrado un recursos sustancial (la cual se pueda llevar a una mina como proyecto). Mayor exploración puede llevar a aumentar el tamaño y la calidad del recurso

Método Geocientífico - Kilburn

El método Geocientífico de Kilburn (Kilburn, 1990) asigna puntaje a cuatro factores geocientíficos asociados con la concesión: el distrito en el cual la concesión está localizada; el prospecto en términos de su entorno geocientífico, el blanco materializado como el área a investigar; y las señas geológicas disponible. Cada uno de estos puntos se definirán más abajo.

En esencia del Método de Kilburn transparenta el proceso de valorización en forma completa y concreta. Considera, primero, los gastos de la concesión y mantención anuales de una hectárea en los terrenos que se desea acceder. Este valor se denomina Costo de Adquisición Básico (CAB); secundariamente se consideran cuatro factores relevantes:

1. El distrito o “barrio de ubicación”.
2. El prospecto o “área de interés”.
3. El blanco o “zona a investigar”.
4. Las señas geológicas.

Al final, se posibilita agregar un quinto factor: “las expectativas del mercado”.

A continuación (Ver Tabla 3.3) se muestra una tabla resumen con el rango de puntajes utilizados por este método:

Tabla 3.3: Tabla de Puntajes por Factor en Método Geocientífico de Kilburn

Factor	Rango de Puntajes
Distrito	1,0 – 10
Prospecto	1,0 – 10
Blanco	0,5 – 10
Señas Geológicas	0,1 – 10
Expectativas del Mercado	0,5 – 10

El producto de los cuatro factores (i)x(ii)x(iii)x(iv) con eventualmente el quinto (v) multiplicado por el CAB otorga en valor de la hectárea bajo interés. Esto multiplicado por el número de hectáreas entrega el valor de la concesión.

Aspectos a considerar del Método de Kilburn:

- Incorpora el juicio experto del geólogo en esta fase exploratoria cuando todavía la información es muy fragmentaria no permitiendo la confirmación de los modelos.
- Permite caracterizar y entrelazar cuatro conceptos fundamentales en el potencial de un activo minero: distrito minero, prospecto, blanco y las señas geológicas.
- Establece una métrica representado por una escala relativa que puede ser reducida o ampliada de acuerdo al criterio geológico.

- Ha sido aplicado en Canadá (*British Columbia Securities Commission*), en Australia y Sudáfrica.
- Asocia un valor por hectárea de los terrenos superficiales el que se puede calcular en cada circunstancia.

Definiciones Asociadas

Distrito

Concepto geoespacial en el cual un agrupamiento o clúster de depósitos evidencia condiciones especiales para el emplazamiento de mineralizaciones de interés. El Distrito espacial puede cubrir normalmente un área de 40 a 50 km^2 .

Prospecto

Encierra un concepto probabilístico a evaluar con juicio experto. Se trata, en este caso, de un área al interior del Distrito, en el cual los patrones litológicos, mineralógicos, estructurales y del tipo de alteraciones presentes una alta probabilidad de hallar un depósito similar al cual se está buscando.

Blanco

Es una porción del Prospecto en la cual las expresiones geoquímicas, geofísicas y otras de igual naturaleza hacen presumir la mejor aproximación para convertir una probabilidad de ocurrencia en certeza de éxito.

Señas Geocientíficas

Traducen la presencia de afloramientos, leyes y continuidad de las mineralizaciones.

A continuación (ver Tabla 3.4) se muestra una tabla con el ranking de calificaciones según características de la concesión:

Tabla 3.4: Tabla de Puntajes por Factor en Método Geocientífico de Kilburn por características de la concesión

Calificación	Distrito	Prospecto	Blanco	Señales Geológ.
0,1 – 0,4			Sin evidencias concretas	Desde señas geológicas desfavorables a señas de interés
0,5 – 0,9				Desde señas de interés a señas muy favorables
1,0 – 3,0	Desde mineralización desconocida a varios trabajos exploratorios	Desde mineralización desconocida a varios trabajos exploratorios	Desde inexistencia aclara evidencia de blancos	Desde señas muy favorables a estructuras con evidencias de mineralización
3,0 – 4,0	Desde abundantes trabajos hasta minas pequeña minería	Desde abundantes trabajos hasta minas pequeña minería		
4,0 – 10,0	Desde abundantes trabajos de minas mediana minería hasta gran minería	Desde abundantes trabajos de minas mediana minería hasta gran minería		

3.5. Códigos de valorización de activos

La industria minera es un gran mercado que mueve millones de dólares a nivel mundial, sus principales actividades guardan relación con el negocio asociado a sus activos económicos, los cuales son continuamente vendidos, ofertados, comprometidos y transferidos. Una de las dificultades que se presenta en esta labor es conocer el valor de esos activos. Por un lado los vendedores buscan maximizar sus ganancias tratando de obtener el mayor precio por sus activos, mientras que los compradores buscan lo mismo, maximizar sus ganancias buscando el mínimo precio del activo. Estos intereses opuestos se verán reflejados en un precio de mercado que es el precio equilibrio entre lo que busca el vendedor y el comprador. Para alcanzar dicho valor es necesario que toda la información relevante del activo sea presentada en informes técnicos y de valorización.

Para que estos informes sean claros y fácil de comprender es deseado que exista un “estándar de informe”, es por ello que diferentes países tales como Australia, Canadá y Sudáfrica se han creado códigos para el reporte de toda aquella información relevante en aspectos técnicos, estos códigos son llamados genéricamente “código de reportes de reservas y recursos” y destacan JORC Code formulado en Australia en 1989, NI43-101 que es el caso canadiense, propuesto en 1998, y finalmente el SAMREC sudafricano, con su primera versión lanzada en 2000.

Asociados a estos códigos de reporte de reservas y recursos se crearon una nueva generación de códigos, los cuales están enfocados en la valorización de los activos mineros de las compañías. El primero de estos códigos fue desarrollado en Australia y promulgado en 1995, este código es llamado VALMIN Code, en Canadá surgió CIMVal que fue inspirado por el código australiano siendo promulgado en 2003 y en Sudáfrica, se crea SAMVAL el cual está basado en los dos anteriores, con su primera edición del 2008.

Estos códigos tienen por finalidad facilitar el proceso de determinación del valor de activos y establecer estándares para la publicación de informes públicos de valorización, los cuales estarán fundamentados en principios básicos, referidos a los Principios de Valorización Generalmente Aceptados (GAVP; por su sigla en inglés “*Generally Accepted Valuation Principles*”) que los harán confiables y de fácil entendimiento, con lo cual los inversionistas podrán tomar mejores decisiones.

A continuación se realizará una revisión de los principales códigos de valorización que actualmente se emplean a nivel mundial, los cuales servirán de base para la realización de un código de valorización para la industria nacional.

Códigos de Valorización de Activos

- Código Australiano: VALMIN Code
- Código Canadiense: CIMVal
- Código Sudafricano: SAMVAL

Los tres códigos que se mencionarán presentan a grosso modo una división común dada por Requerimientos Obligatorios y una Guía Recomendada, los cuales están configurados en una estructura general, tal como la que se muestra a continuación:

1. Alcances y Aplicabilidad del Código
2. Principios Fundamentales
3. Definiciones Clave
4. Calificación y Responsabilidad de la persona encargada del informe así como de la Entidad Comisionadora
5. Proceso de solicitud de informe de valorización
6. Requerimientos del informe tanto generales como específicos
7. Datos: fuente, confianza y otros especialistas
8. Selección de enfoques y metodologías de valorización
9. Presentación de conclusiones del proceso de valorización y valores recomendados.

3.5.1. Código Australiano: VALMIN Code

The Code for the Technical Assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports, también conocido como VALMIN Code fue publicado en 1995 por VALMIN Committee, una junta que agrupa AusIMM, AIG y MICA⁵. Una primera revisión fue llevada a cabo publicándose de esta manera una segunda edición en 1998, el principal cambio fue la inclusión de activos de petróleo en informes técnicos con una base económica. Durante 2001 se lleva a cabo una segunda revisión, que concluyó con la formación del *Code Review Task Force* cuyos resultados fueron agregados a la tercera edición de VALMIN publicada en 2005 y que corresponde a la edición actualmente utilizada, cuyos principales cambios están enfocados en reducir la percepción de los participantes de un código demasiado obligatorio (VALMIN-Committee, 1995). Desde 2011 se está llevando a cabo una tercera revisión, que se espera que prontamente tenga como resultado una nueva edición del código.

El código VALMIN define tres tipos de informes:

1. Informes técnicos de evaluación, los cuales están orientados a estimar el Valor Técnico
2. Informes de Valorización, expresa una opinión del Valor de un activo mineral o de petróleo
3. Informes de Equidad y Razonabilidad, el cual expresa una opinión de la parcialidad y/o razonabilidad de la transacción

De estas definiciones viene dada la aplicabilidad del código.

Principios Fundamentales Los principios fundamentales en los que se basa este código en el proceso tanto de valorización como en el informe del mismo, son: Materialidad, Competencia, Independencia y Transparencia, con un quinto principio no descrito explícitamente, la Razonabilidad. Todos ellos tienden a asegurar que la información material es presentada completamente por una persona calificada y competente, la cual está libre de influencia y que actúa de manera independiente.

- **Materialidad** Determina la inclusión de la información en el informe. Es por ello que se debe determinar cuál información es pertinente al informe y cuales es excluida. La inclusión u omisión de cierta información es de tal importancia, dado el caso o no, que el lector del informe podría llegar a una conclusión diferente a la presentada originalmente.
- **Competencia** Un Experto o Especialistas (títulos definidos en la Sección 3.5.1) deben demostrar tener la educación, competencias, experiencia y la tenencia de licencias pertinentes con el fin de establecer una reputación que le otorgue autoridad para las declaraciones que realiza.

⁵The Australasian Institute of Mining and Metallurgy (The AusIMM), Australian Institute of Geoscientists (AIG), Mineral Industry Consultants Association (MICA)

- **Independencia** Un experto o especialista debe ser alguien independiente a la Entidad Comisionadora y debe ser capaz de satisfacer cualquier prueba legal de independencia además de ser percibido como alguien dispuesto y capaz de llevar a cabo una evaluación y/o valorización de manera imparcial e independiente.
- **Transparencia** Este término debe aplicarse a todos los datos o información usados como base para la evaluación técnica o valorización de un activo o propiedad.

Entidad y Proceso Comisionante La entidad comisionadora es una organización, compañía o persona que encarga un Informe. De esta manera, debe existir entre la entidad que comisiona un informe y el experto encargado de su realización un acuerdo formal por escrito, en el que se manifiesten; los alcances, costos, la programación y la fecha de la realización del informe.

Experto y Especialista Un experto es un individuo independiente que prepara y acepta la responsabilidad de un informe, este debe cumplir ciertos requisitos; a) Ser competente y haber tenido al menos diez años de experiencia relevante y reciente en “Minería General o Petróleo”, según corresponda; b) Tener al menos cinco años de experiencia relevante y reciente en evaluación y/o valorización de activos minerales y/o de petróleo; c) Poseer licencias apropiadas y d) Ser miembro de una asociación profesional con un código de ética exigible y aplicable.

En la elaboración de un informe el experto puede solicitar la ayuda de un “Especialista” en los temas en que el experto no es competente. Los requisitos para el Especialista son; a) Ser competente e independiente y; b) Poseer al menos cinco años de experiencia reciente en los campos en los que aportara en el informe. El Especialista es quien asume la responsabilidad de los capítulos y/o pasajes del informe en los que está involucrado.

Responsabilidad El código establece responsabilidades tanto para la persona que prepara el informe (Experto) así como también para la entidad que lo encarga (Entidad Comisionadora). En el caso del Experto, y también el Especialista cuando corresponda, debe tener al menos cierta cantidad de años de experiencia (definidos en la sección 3.5.1), poseer licencias apropiadas y ser miembro de una organización profesional con un código de ética vigente. El Experto es quien asume la responsabilidad del informe. Las responsabilidades de la entidad que comisiona el informe son verificar las calificaciones y cualidades del Experto encargado del informe.

Verificación de la Información Para satisfacer el principio de Materialidad, se requiere una verificación de los datos. De esta manera el Experto debe realizar chequeos pertinentes de la información para asegurar su completitud, vigencia y exactitud. Esto es realizado pues el experto no debe actuar de manera acrítica ante los datos entregados por la entidad comisionadora. Una inspección de terreno es requerida para la verificación de la materialidad de la información.

Valorización El Experto debe usar su criterio profesional para determinar cuál es el mejor método de valorización aplicable al caso en cuestión, este debe satisfacer los cri-

terios expuestos en el código. El Experto debe justificar la elección de los métodos y es deseable que se pronuncie respecto a porqué desestimó la utilización de ciertas metodologías. Finalmente, como una indicación del riesgo, el valor del activo debería entregarse como un rango, estableciendo adecuadamente el mínimo y máximo, además de un valor recomendado.

A continuación se presentaran características distintivas de VALMIN Code versus otros códigos. Tomado y editado desde Abergel, 2014

Amplio Rango de Aplicabilidad

El código VALMIN se ocupa tanto de la Evaluación Técnica como de la Valorización de activos minerales, incluyendo petróleo y gas, a diferencia del estándar canadiense (presentado en la Sección 3.5.2) que posee códigos diferentes para hacer frente a dichos informes, NI43-101 y CIMVal respectivamente. Adicionalmente, tanto el código canadiense y sud-africano son aplicables a “minerales duros”, mientras VALMIN es aplicable al término mineral en una definición más amplia.

Cómo enfrentar el uso de información confidencial

Existe información que puede ser considerada de carácter estratégico los cuales son tratados de manera confidencial, esta confidencialidad podría entrar en conflicto con el principio de materialidad, sin embargo, el código establece un procedimiento sencillo para enfrentar esta dificultad, de esta manera se establece un balance entre la confidencialidad como requerimiento de la Entidad Comisionadora y el Principio de Materialidad.

Proceso formal de Comisión

El código establece un proceso de comisión formal en el cual se establecen claramente las responsabilidades tanto del Experto encargado del informe así como de la Entidad que lo comisiona.

“Layman Clause”

El código resalta la importancia de un informe que sea balanceado y conciso en las declaraciones del Experto, de modo tal, que sus revisiones y conclusiones puedan informar de manera clara a una persona común no informada respecto al tema en cuestión.

Metodologías de Valorización

El código no establece ni prescribe ninguna metodología de valorización en específico. Es por ello que se basa ampliamente en el criterio del valuador, Experto o Especialista, en combinación con las definiciones detalladas dadas para *Technical Value* y *Fair Market Value*.

3.5.2. Código Canadiense: CIMVal

Standars and Guidelines for Valuation of Mineral Properties, Special Committee of the Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum on Valuation of Mineral Properties, también conocido como CIMVal, es el código canadiense para la valorización de propiedades minerales, exigidas por cuerpos regulatorios y en los informes públicos. El código está dividido en dos secciones; la primera son los Estándares, que corresponden a los principales requerimientos del código y las Directrices, la cual es una guía altamente recomendada para la aplicación práctica del código. Las Directrices no son obligatorias, no así los Estándares.

Principios Fundamentales Los principios fundamentales de CIMVal están basados en los de VALMIN Code, es por ello que son explícitamente nombrados en el código: Materialidad, Competencia, Transparencia, Independencia y Razonabilidad. Sus definiciones son equivalentes a las expuestas en el código australiano.

Calificaciones y responsabilidades del valuador *Qualified Valuator* es el responsable de la valorización de propiedades minerales y la preparación del Informe de Valorización. El *Qualified Valuator* puede ser asistido en varios aspectos del informe por una o más *Qualified Persons*, entidad que es definida en NI43-101 y es quien posee los conocimientos técnicos. Los requisitos del *Qualified Valuator* son; ser Independiente, tener amplia experiencia en la valorización de propiedades minerales y ser miembro de una organización profesional u organización profesional autoregulatoria.

Es notable destacar, que existen circunstancias en las cuales la independencia del *Qualified Valuator* no es un requisito tal como se establece en el punto S5.5 donde se señala que: “... *Qualified Valuator* debe declarar en la introducción y en el resumen de la valorización que: (i) por qué la Independencia del *Qualified Valuator* no es requerida en esas circunstancias particulares; (ii) que el o ella no es Independiente; y (iii) su relación con la Entidad Comisionadora, la tenencia de algún derecho, interés en la Propiedad Mineral, entre otros”.

Contenidos del Informe La sección Estándares identifica veinte áreas las cuales deben ser abordadas por el informe de valorización, las Directrices esbozan una tabla de contenidos “tipo” acerca de las veinte áreas anteriormente mencionadas en los Estándares, en la cual señala qué temas deberían ser discutidos en cada sección. A continuación se nombran algunas de las áreas “tipo” de un informe de valorización: Detalles generales de la propiedad siendo valorizada, dueños, historia, geología, reservas y recursos, minería, metalurgia, consideraciones ambientales, riegos y limitaciones, enfoques y metodologías de valorización, conclusiones, entre otras.

Enfoques y Metodologías de Valorización CIMVal define y provee una guía para la elección de los enfoques de valorización (Enfoque de Ingresos, Mercado y Costos) de acuerdo al estado de desarrollo de la propiedad siendo valorizada (Tabla 3.5), además proporciona una lista de metodologías asociadas a los enfoques entregando además un

ranking de aplicabilidad así como un comentario de su utilización en la industria al año de publicación, esto último debido a que las metodologías van evolucionando junto con la industria (ver Tabla 3.5).

Tabla 3.5: Enfoques de Valorización por fase de desarrollo de la Propiedad Minera según CIMVal

Enfoque de valorización	Prop. Exploración	Prop. Recursos Minerales	Prop. Desarrollo	Prop. Producción
Ingresos	No	En algunos casos	Sí	Sí
Mercado	Sí	Sí	Sí	Sí
Costos	Sí	En algunos Casos	No	No

Además, CIMVal describe los principios de valorización generalmente aceptados para la estimación del *Fair Market Value*. Destaca además, considerar el concepto de *Highest And Best Use (HABU)* en la propiedad siendo valorizada.

TABLE 2. Valuation Methods for Mineral Properties

Valuation Approach	Valuation Method	Method Ranking	Comments
Income	Discounted Cash Flow (DCF)	Primary	Very widely used. Generally accepted in Canada as the preferred method.
Income	Monte Carlo Analysis	Primary	Less widely used, but gaining in acceptance
Income	Option Pricing	Primary	Not widely used and not widely understood but gaining in acceptance
Income	Probabilistic Methods		Not widely used, not much accepted
Market	Comparable Transactions	Primary	Widely used with variations
Market	Option Agreement Terms	Primary	Widely used but option aspect commonly not discounted, as it should be
Market	Gross "in situ" Metal Value		Not acceptable
Market	Net Metal Value or Value per unit of metal	Secondary	Widely used rule of thumb
Market	Value per Unit Area	Secondary	Used for large Exploration Properties
Market	Market Capitalization	Secondary	More applicable to Valuation of single property asset junior companies than to properties
Cost	Appraised Value	Primary	Widely used but not accepted by all regulators
Cost	Multiple of Exploration Expenditure	Primary	Similar to the Appraised Value Method but includes a multiplier factor. More commonly used in Australia
Cost	Geoscience Factor	Secondary	Not widely used

Figura 3.5: Tabla Resumen propuesta por CIMVal de Metodologías de Valorización, su Enfoque y Aplicabilidad a la Industria.

Finalmente, el código canadiense requiere considerar y discutir los enfoques de valorización presentados anteriormente además de entregar el valor estimado como un rango. Por

otro lado, el Estándar requiere una reconciliación entre el valor estimado y los entregados por informe previos (dentro de veinticuatro meses desde el actual informe).

A continuación se presentaran características distintivas de CIMVal versus otros códigos. Tomado y editado de Abergel, 2014

Chequeo Adicional de Calificaciones, cuando una valorización está basada en el trabajo de un *Qualified Person*, el *Qualified Valuator* debe asegurarse que el primero poseía una adecuada experiencia y calificación a la hora de la realización de ese trabajo.

Un informe de valorización puede ser firmado por una entidad corporativa, la cual puede ser una corporación, asociación, sociedad limitada, siempre y cuando la valorización esté supervisada por un *Qualified Valuator*.

Un *Qualified Valuator* puede pasar por alto el requerimiento de independencia si provee una justificación clara de ello.

Selección detallada de métodos de valorización: múltiples enfoques de valorización deberían ser considerados y justificar cuando solo uno es empleado. Además, debe dejar en claro, las limitaciones de/del método/s seleccionado/s.

En la sección de Directrices de CIMVal, se incluye un prototipo de informe, con los requerimientos y contenidos detallados que puede ser utilizado por el *Qualified Person* en la elaboración del informe que tiene a cargo.

CIMVal realiza un resumen tanto de los enfoque de valorización, como de sus metodologías, estableciendo un ranking y opiniones de cada uno de ellos. Este contenido es una de las principales diferencias con VALMIN Code.

CIMVal al final de código establece una “Tabla de Contenidos” recomendada para la realización de un informe de valorización, la cual considera los siguientes puntos:

1. Resumen
2. Introducción y Términos de Referencia
3. Alcances de la Valorización
4. Concordancia con CIMVal
5. Ubicación, Accesos e Infraestructura de la Propiedad
6. Estado, Acuerdos y Dueños de la Propiedad
7. Historia de Exploración y Producción
8. Geología y Mineralización
9. Resultados de Exploración y Potencial
10. Muestreo y Ensayos
11. Recursos y Reservas Minerales
12. Metalurgia
13. Consideraciones Medioambientales
14. Operaciones Mineras y Procesamiento
15. Supuestos Claves, Riesgos y Limitaciones
16. Valorización – Enfoques y Métodos
17. Valorización – Obtención del Valor
18. Conclusiones de la Valorización
19. Referencias
20. Certificados y Calificaciones

3.5.3. Código Sudafricano: SAMVAL

The South Africa Code for the Reporting of Mineral Asset Valuation, The SAMVAL Code, gobierna la forma y exigencias de los “informes públicos” de valorización de activos requeridos por Companies Act (S.A)⁶. Estos informes incluyen informes anuales, trimestrales y otros tipos de informes que tiene el objetivo de informar a los inversionistas acerca de resultados de la empresa, costos, valorizaciones, etc.

Este código al igual que CIMVal no es aplicado a activos de gas y petróleo. Finalmente, esboza responsabilidades, los requerimientos del valuador y los enfoques de valorización aplicables a cada etapa de desarrollo.

Principios Fundamentales Los principios fundamentales que rigen de SAMVAL son: Materialidad, Transparencia y Competencia. Sus definiciones son similares a las otorgadas en CIMVal sin embargo, su nivel de detalle así como los requerimientos que establece son menores.

Calificaciones del Valuador Los informes de valorización realizados bajo SAMVAL deben ser llevados a cabo o en supervisión de un *Competent Valuator*, quien acepta la responsabilidad de la valorización y firma el informe. Los requisitos del *Competent Valuator* son: a) estar registrado en alguna de las siguientes instituciones ECSA, SACNASP o PLATO⁷ o ser miembro de SAIMM, GSSA, SAICA o ROPO⁸ y b) poseer calificaciones necesarias, habilidad y suficiente experiencia relevante en valorización de activos minerales, además de estar convencido de que es capaz, puede hacer frente a sus pares y demostrar competencia en la valorización que está llevando a cabo. Es importante destacar, que dado los principios fundamentales en los que se basa SAMVAL, no es necesaria la independencia del *Competent Valuator*, aspecto que es de suma importancia en los códigos revisados anteriormente (VALMIN Code y CIMVal).

Contenidos de Informe de Valorización SAMVAL entrega una tabla con Criterios y Comentarios para la realización del informe de valorización, estos no son obligatorios pero pretender ser una guía y *checklist* para el valuador a cargo. En anexos se puede encontrar su detalle en la tabla nombrada como: “*Table 2: Mineral Asset Valuation: Reporting and Assessment Criteria*”.

Enfoques de Valorización SAMVAL describe brevemente los tres enfoques de valoración clásicamente aceptados, estableciendo que para la valoración se deben utilizar al menos dos de estos enfoques, si los valores entregados por cada uno son distintos se debe dar una justificación de reconciliación entre ellos. Además una estimación final y

⁶The Companies Act No 61 of the Republic of South Africa of 1973, as amended or any law that may wholly or in part replace it from time to time.

⁷The Engineering Council of South Africa (ECSA), The South African Council for Natural Scientific Professions (SACNASP), The South African Council for Professional and Technical Surveyors (PLATO)

⁸The Southern African Institute of Mining and Metallurgy (SAIMM), the Geological Society of South Africa (GSSA), Recognized Overseas Professional Organization (ROPO)

concluyente del valor, como un rango, debe ser presentada.

Por otro lado, SAMVAL realiza un cuadro comparativo de aplicabilidad de los enfoques a cada etapa del desarrollo minero, en este último caso, es notable destacar que agrega dos tipos más de propiedades a los que entrega CIMVal, estos son; Propiedades Inactivas y Propiedades Difuntas. A continuación (Figura 3.6) se muestra la clasificación entregada por SAMVAL.

Las definiciones de cada uno de estos tipos de propiedades adicionales se entregan a continuación:

Propiedades Inactivas (*Dormant Property*) corresponde a un Activo Mineral el cual no ha sido activamente explorado o explotado en el cual los Recursos Minerales o Reservas Mineral no han sido agotadas y que podría ser o no económicamente viable.

Propiedades Difuntas (*Defunct Property*) corresponde a un Activo Mineral en el cual los Recursos Minerales o Reservas Minerales has sido agotadas y la exploración ha cesado y que podría o no tener activos o pasivos residuales.

Tabla 3.6: Designación dada por SAMVAL a Enfoques de Valorización vs Etapa de Desarrollo

Enfoque de Valorización	Propiedades en Exploración	Propiedades en Desarrollo	Propiedades en Producción	Propiedades Inactivas		Propiedades Difuntas
				Económicamente Viable	No Viable	
Enfoque Ingresos	Generalmente no utilizado	Ampliamente usado	Ampliamente usado	Ampliamente usado	Generalmente no utilizado	Generalmente no utilizado
Enfoque Mercado	Ampliamente usado	Menos usado	Muy usado	Muy usado	Ampliamente usado	Ampliamente usado
Enfoque Costos	Muy usado	Generalmente no utilizado	Generalmente no utilizado	Generalmente no utilizado	Menos usado	Muy usado

A continuación se presentaran características distintivas de SAMVAL versus otros códigos. Tomado y editado de Abergel, 2014

Sin requerimientos de Independencia: el valuador no necesita ser independiente de la Entidad Comisionadora, sin embargo, debe clarificar cualquier tipo de relación con ella, así como cualquier interés que tenga en la propiedad en valorización.

Sin experiencia específica requerida: el valuador no necesita tener un número exacto de años de experiencia, como lo exige tanto el código australiano como el canadiense. El requerimiento exigido es “poseer suficiente experiencia relevante en valorización [...] y estar convencido en que es capaz de enfrentar a sus pares y demostrar competencia en la valorización que está llevando a cabo” (Committee et al., 2008).

Proceso Formal de Revisión: SSC⁹ mantiene un panel el cual revisa todos los informes

⁹SSC Committee: corresponde a un comité conjunto entre SAMREC y SAMVAL

de valorización de activos minerales presentados a JSE¹⁰ para asegurar conformidad con Samcode. Este proceso de revisión es resumido en la Figura 3.6, extraído de Mcfarlane (2002).

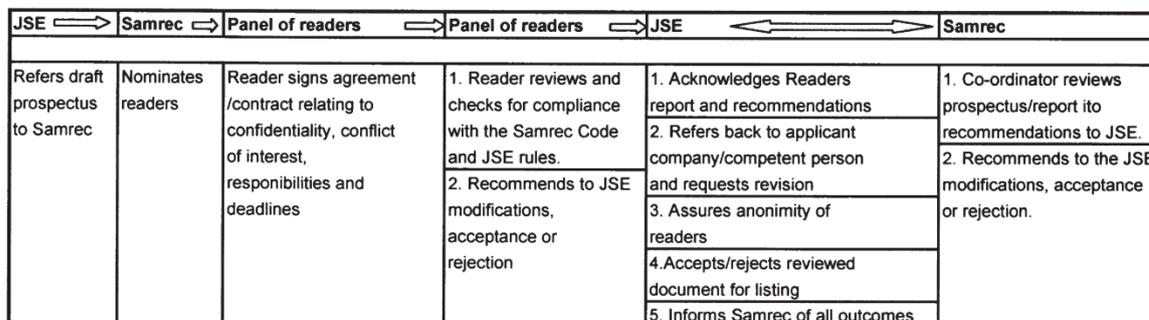


Figura 3.6: Proceso de revisión en concordancia con SAMVAL indicando las relaciones entre JSE y SSC

Al final del Código, SAMVAL recomienda una serie una serie de puntos que se pueden considerar un *checklist* a la hora de elaborar un informe de valorización, los principales puntos se nombran a continuación (modificado de Jack Caldwell & Adrian Manlagnit);

1. Resumen Ejecutivo
2. Introducción y Alcances
3. Restricciones
4. Concordancia con Estándares
5. Propiedad siendo Valorizada
6. Historia de Actividades
7. Geología
8. Recursos Minerales
9. Factores Modificantes, Supuestos y Riesgos Claves
10. Enfoques de Valorización y Metodologías
11. Resumen de la Valorización
12. Conclusiones de la Valorización (rangos, mejor estimación y restricciones)
13. Fuente de los Datos
14. Valorización previas
15. Competencias del Valuador

¹⁰Johannesburg Stock Exchange

16. Fecha del Informe

17. Otros Reportes

18. Nombre y Competencias de las Personas Competentes

Capítulo 4

El Factor Geológico en la evaluación y valorización de activos mineros

La base que sustenta el mercado de los metales está principalmente relacionada con los recursos minerales asociados a los depósitos y yacimientos existentes en cada región del planeta, es decir, los recursos geológicos que posee cada zona de la Tierra, los cuales varían de región en región y están determinados por el contexto geológico en el cual los asentamientos humanos se han desarrollado, es por ello, que el estudio del “Factor Geológico” es de vital importancia tanto para el entendimiento de las riquezas de una nación, como para la búsqueda de nuevas oportunidades de desarrollo.

En esta sección se menciona la importancia de los diferentes factores geológicos en los proyectos mineros; tales factores son: el geólogo y sus subespecialidades, modelos geológicos (diferentes escalas, modelos regional – modelo del yacimiento), datos que soportan los modelos geológicos, entre otros. Y cómo ellos repercuten en la confianza que se tendrá de la información relacionada a los recursos, peligros, etc.

4.1. El Geólogo

Un geólogo es un profesional altamente calificado, que ha sido instruido tanto en la teoría como en la aplicación de las ciencias básicas y ciencias de la Tierra. Es por ello que basa el interés de su estudio en la Tierra, principalmente en Tierra sólida.

El foco de atención del geólogo está en el estudio de las estructuras de la Tierra, su configuración, origen e historia evolutiva. Existen muchas áreas de estudio y con ellos muchas subespecialidades de la geología, como lo son: la geología económica, estratigrafía, volcanología, hidrogeología, ingeniería geológica, geología ambiental, geología marina, geología estructural, mineralogía, petrología, geoquímica, geoestadística, sismología y paleontología.

Por ello en la industria de los minerales y el desarrollo de la misma, se requerirá de varios geólogos especialistas para cubrir todo el espectro que abarca un proyecto a través del tiempo, y es por ello, que es de vital importancia contar con un equipo multidisciplinario para llevar a cabo esta misión.

La noción principal que se tiene del geólogo es de un profesional que pasa la mayor parte de su tiempo de trabajo en terreno, en cerros y montañas, sin embargo, la gran diversificación que ha sufrido esta disciplina con el pasar de los años y con el avance de la tecnología, han transformado perfiles que hoy se alejan de esa clásica visión. Algunos ejemplos se entregan en la siguiente imagen (Figura 4.1)



Figura 4.1: Imagen ilustrativa de diferentes enfoques de un geólogo, desde el cerro (izquierda superior), trabajo en una mina (izquierda inferior), trabajo académico (derecha inferior) y de oficina (derecha superior, Keith Spencer geólogo *chairman* de CIMVal)

4.2. El Modelo Geológico

4.2.1. Modelamiento geológico

Un modelo es una representación de una entidad que existe en la naturaleza, y su finalidad es sintetizar sus características principales y esenciales.

El modelo geológico es una representación bidimensional o tridimensional de un volumen rocoso, el cual puede representar diferentes características geológicas, como por ejemplo: litología, estructuras, mineralización, alteración u otra característica del macizo rocoso.

Particularmente, un modelo de depósito mineral es un modelo geológico que reúne de manera ordenada y sistemática los atributos especiales de una clase de depósitos minerales (Cox & Singer, 1992).

Existen dos tipos de modelos fundamentalmente; un modelo conceptual y un modelo empírico. El modelo conceptual es un modelo basado en conceptos teóricos, donde se muestran procesos genéticos que dan origen a las entidades geológicas, sus atributos están interrelacionados a través de un concepto fundamental. Un ejemplo de modelo conceptual es el modelo de formación de Pórfidos Cupríferos, donde sus variables claves a considerar son: el ambiente tectónico, el sistema de estructuras, el magmatismo asociado y la profundidad de emplazamiento. Por su parte, el modelo empírico está basado en las observaciones prácticas de un depósito mineral, en cuyo caso los atributos se reconocen como esenciales pero sus relaciones se desconocen.

Estos tipos de modelo están relacionados al factor de escala al cual se está analizando y a la finalidad de su realización. En este caso se analizará el modelo geológico desde el punto de vista de proyectos mineros, donde se mostrará la evolución natural desde un modelo conceptual a un modelo geo-minero-metalúrgico, en el cual su nivel de detalle estará dado por la etapa de desarrollo del mismo y los niveles de certeza o riesgo esperados para cada una.

El modelamiento geológico consiste en un proceso dividido fundamentalmente en tres etapas:

- a) Captura de Información
- b) Interpretación de la Información
- c) Formulación del Modelo

El primer paso para la realización de un modelo geológico es la captura de datos, esta etapa viene dada en un comienzo por la recopilación de información referente a depósitos o entidades similares en un contexto regional y a búsqueda bibliográfica de la zona de estudio, esta incluye; mapeo a gran escala, mapeo en detalle, aerofotografía, descripción de otros depósitos, etc. Esto porque se asume que si ciertos procesos dieron origen a una

entidad en particular, un depósito mineral por ejemplo, dada las mismas condiciones existe una probabilidad de que se desarrolle esa misma entidad en la vecindad del mismo. Con esta información se realiza en Modelo Conceptual.

La siguiente etapa, conocida como exploración básica, corresponde a una simbiosis entre la captura de datos y la interpretación geológica, este trabajo que lo realiza un geólogo en una primera instancia en terreno y luego en gabinete, tiene por finalidad la realización un mapa geológico en detalle, que identifique litología, alteraciones, mineralización y estructuras. Con lo cual es posible generar un modelo tanto superficial como en profundidad de la zona de estudio, sin embargo, hasta que se realicen nuevos estudios, la exactitud del modelo y con ello, su certidumbre es limitada. El fin de este modelo es generar el conocimiento geológico de una zona en particular, estableciendo modelos geológico-genéticos, aunar los conceptos de depósitos o yacimientos anidados, poder identificar prospectos¹ y/o blancos de exploración, y de esta manera generar un Modelo de Exploración sobre el cual se realizarán más estudios, aumentando el conocimientos de una zona, que se verá reflejada en una mayor certeza y exactitud del modelo.

El modelo mencionado anteriormente permite identificar blancos de exploración los cuales corresponden a un lugar geométrico, específico y acotado, donde ocurren características esenciales para la ocurrencia de un depósito mineral del tamaño y/o potencial económico tal que pueda ser objeto de exploración por sondajes (Manual para Proyectos de Exploración Geológica - Codelco).

Una vez definidos los prospectos y blancos, la siguiente etapa corresponde a confirmar la existencia de mineralización metálica en profundidad y para ello se realizan estudios de mayor detalle en superficie, como por ejemplo, métodos geofísicos como geoelectrónicos por corriente continua, transitorios electromagnéticos TEM, bobinas electromagnéticas, magnetoteluria; métodos sísmicos tales como sísmica de refracción, sísmica de reflexión, ruidos sísmicos; gravimetría, resistividad y magnetometría y también se realizan trabajos geoquímicos tales como obtención y análisis químico de muestras de superficie ya sea suelo o roca. Con todos estos análisis es posible interpretar las características en diferentes mapas, lo que permite aumentar la precisión y con ello afinar el radio de búsqueda de cierto recurso mineral. El resultado de esta etapa se ve reflejada en diseñar la perforación de algunos sondajes en profundidad, lo que permitirá el muestreo en subsuperficie y la determinación de los posibles cuerpos mineralizados y su continuidad.

En una etapa más avanzada en la formulación de un modelo, la cual tiene por objetivo la determinación con mayor exactitud tanto de la forma y la extensión de depósito, la calidad del recurso mineral y su estimación así como también características geotécnicas de mismo.

Estas labores se realizan fundamentalmente a través de sondajes que permiten la obtención de muestras del subsuelo las cuales son sometidas a diferentes estudios y ensayos de laboratorio. Esta busca afinar la información para sustentar un modelo más robusto.

¹Lugar geográfico sin límites específicos dentro de una anomalía de extensión regional, donde se supone pero no se ha demostrado la existencia de condiciones favorables para la existencia de un depósito mineral

De esta manera se realizan diferentes modelos enfocados en el mismo depósito, como por ejemplo, Modelos Geotécnicos, Modelos de Estimación de Recursos y Modelos Geometalúrgicos.

La realización de un Modelo Geotécnico busca definir: Unidades Geomecánicas, realizar una clasificación geomecánica del macizo rocoso mediante determinación de diferentes índices, como por ejemplo: RQD (*Rock Quality Designation*), FF (Frecuencia de Fracturas), IRS (*Intact Rock Strength*), y la realización de ensayos de resistencia (Uniaxial y Triaxial) y análisis de fallas y estructuras.

En el Modelo de Estimación de Recursos se busca la definición de las Unidades de Estimación por elemento y su caracterización, delimitación de sus bordes duros así como la realización de cálculos estadísticos, por ejemplo: medias, desviaciones, variogramas y varianzas. Asignando de esta manera leyes a bloque de mineral (*Kriging*).

En el Modelo Geometalúrgico se busca la definición de las Unidades Geometalúrgicas según procesos de recuperación de metales, pruebas piloto, estudio de representatividad, consumos y extracciones, entre otras.

Todos los modelos mencionados anteriormente deben ser necesariamente coherentes entre ellos, para que de esta manera, se pueda generar un modelo geológico integrado en cual al considerar aspectos minero-metalúrgicos puede ser denominado “Modelo Geo-Minero-Metalúrgico” (ver Figura 4.2).

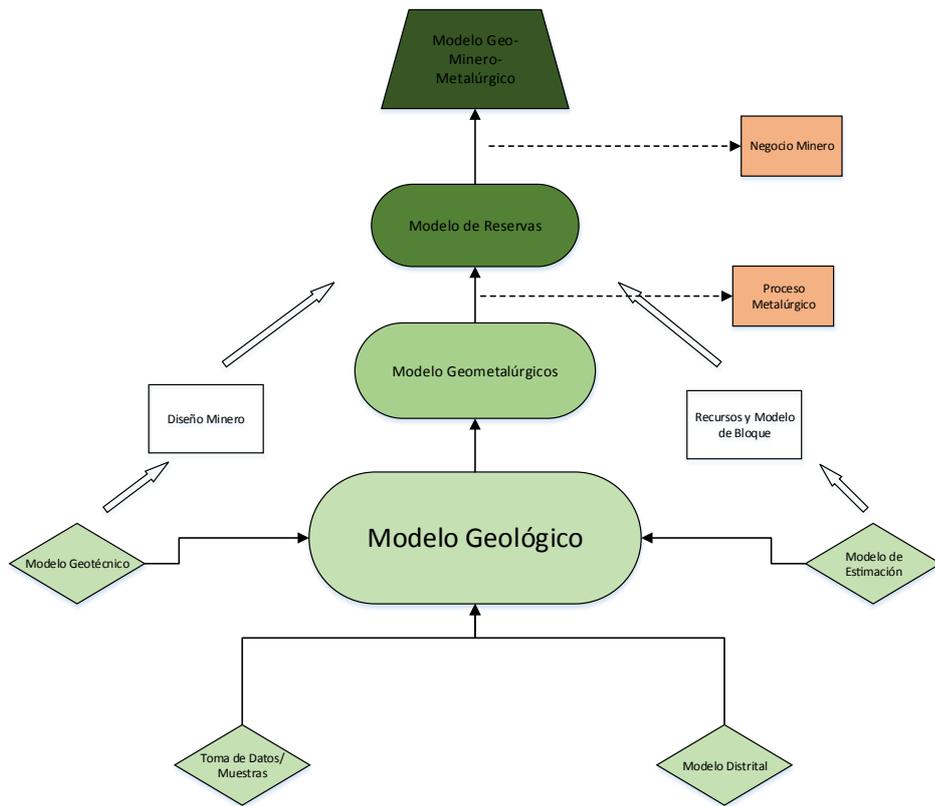


Figura 4.2: Esquema evolutivo desde un Modelo Geológico a un Modelo Geo-Minero-Metalúrgico

Este Modelo Geo-Minero-Metalúrgico basa su realización, contenido, certidumbre, incertidumbre y errores en los datos y/o muestras recogidos por los profesionales a cargo en su elaboración, es por ello que deben someterse a un proceso de control de calidad o QA/QC (procedimiento que se revisará en la Sección 4.3) al momento de su obtención y análisis, ya que la no representatividad de las muestras implicará poca validez del modelo y con ello, la destrucción del valor de un activo.

A continuación se nombran los procedimientos típicos a los cuales debe someterse la información geológica y de sondajes, para el aseguramiento de la calidad y control de calidad.

4.3. Datos típicos de un sondejaje y sus certificados de calidad (QA/QC)

Durante un proyecto, en particular un proyecto de exploración, en la que se requiere la delimitación de los recursos, es necesario realizar un proceso de QA/QC (*Quality Assurance/Quality Control*) el cual es el proceso usado para medir y asegurar la calidad de un producto o actividad.

Esta labor está dada por siete etapas las cuales se describen a continuación:

1. QA/QC de la Geología
2. QA/QC de Sondajes
 - a) QA/QC de Perforación
 - b) QA/QC de Muestreo
 - c) QA/QC de Laboratorio
 - d) QA/QC de Leyes
 - e) Bases de Datos

4.3.1. QA/QC de Geología

La etapa de aseguramiento y control de calidad para la geología está basado en dos etapas fundamentales: la realización de un mapeo geológico y un mapeo geotécnico.

Para el mapeo geológico se requiere el levantamiento de la siguiente información: litología, alteración, zona mineral y estructuras, el control de calidad sobre ellas se obtiene mediante el chequeo en la aplicación de los procedimientos de mapeo y el chequeo del procedimiento de calidad, junto con validaciones en terreno junto al equipo de expertos, validaciones cruzadas, es decir, la comparación de la información propia con aquella levantada por terceros o por la bibliografía de la zona de estudio, las discusiones del levantamiento de información por parte del equipo, la aplicación dicho levantamiento validado por el equipo al modelo presentado, la gestión del mapeo en el modelo y finalmente la generación de un reporte con toda la información recogida, así como su interpretación y conclusiones.

Para el mapeo geotécnico el procedimiento es similar, en este caso se aplica a FF (frecuencia de fracturas), RQD (*Rock Quality Designation*), PLT (índice de carga puntual), entre otros.

El modelo geológico debe contener información litológica, alteración y mineralización, a continuación se muestran ejemplos de modelos geológicos (Ver Figura 4.3) y modelo estructural que refleja estructuras mayores y fábrica de estructuras (Ver Figura 4.4).

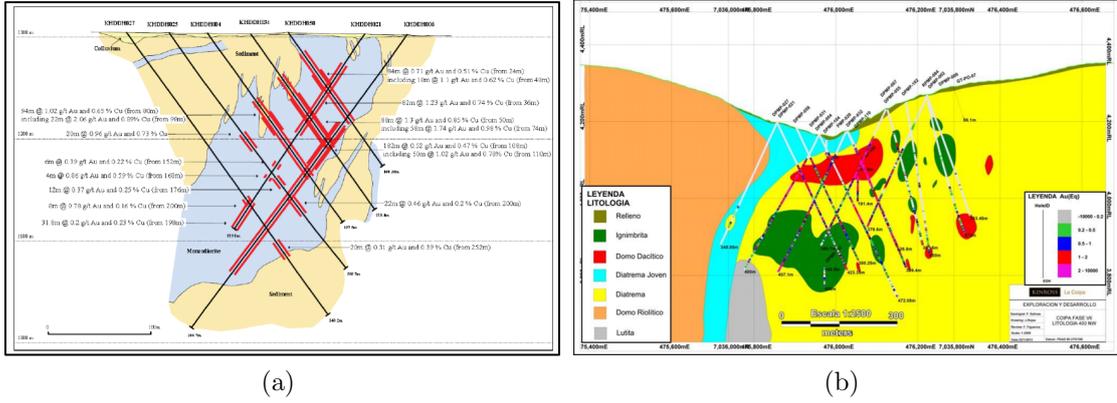


Figura 4.3: Ejemplos de Modelos Geológicos con información de sondajes.

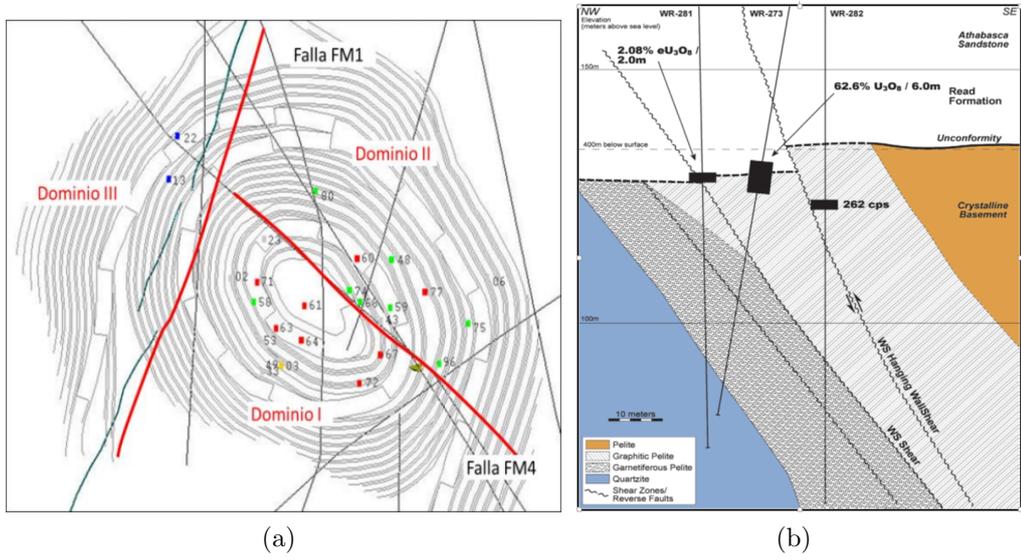


Figura 4.4: Ejemplos de Modelos Geológicos Estructurales

4.3.2. QA/QC de Sondajes

QA/QC de Perforación

La etapa de aseguramiento y control de la calidad para la perforación se realiza en diferentes etapas:

1. La primera es el Programa de Perforación el cual consiste en la validación de recomendaciones (dada por la emisión de un Certificado de Recomendación por el geólogo que la propone) y en la construcción de plataformas, la cual tiene por objetivo la categorización de la continuidad geológica y el reconocimiento de un blanco de exploración.
2. La segunda etapa corresponde al replanteo físico en terreno, el cual tiene por objetivo la materialización de las recomendaciones de la etapa anterior y con ello generar el trazado de rumbo con topografía, el control de calidad se realiza sobre el uso de los instrumentos topográficos, en la calibración de los instrumentos así como en la capacitación del personal a cargo de la utilización de los mismos.
3. Una tercera etapa corresponde a la Instalación del Equipo, cuya actividad será la medición del rumbo e inclinación de la sonda con topografía y el control de calidad estará dado tanto por la instalación de los equipos por parte del operador como por el chequeo y validación con equipos topográficos externos. (control topográfico dado por: levantamiento de un programa de sondajes, la postura de equipos, el levantamiento de sondajes perforados, accesos y caminos, puntos geológicos y el levantamiento superficial, que se ve reflejado en la emisión de Certificado Topográfico, que es emitido por la empresa contratista con datos extraídos desde su base de datos).
4. Finalmente se tiene la perforación misma, en la cual los dos tipos principales son la perforación con diamantina (DDH, *Diamond Drill Hole*) y los de aire reverso o circulación inversa (RC: *Reverse Circulation*), en este caso, los parámetros de control del diseño estarán dados por: la recuperación de la muestra y el *Survey* (emisión de certificado *Survey* y en la validación de la desviación de pozos, labor realizada por dos empresas en un mismo pozo).

QA/QC de Muestreo

La etapa de aseguramiento y control de la calidad para el muestreo en la perforación se realiza en dos etapas:

1. La primera corresponde al control de la recuperación de los sondajes, este control es llevado a cabo mediante el control de pesos, control del largo de los tacos, la calibración de los instrumentos, el peso patrones y el registro de la base de datos.
2. La segunda etapa corresponde a la toma de muestras en RC, correspondiente a la aplicación de protocolos de cuarteo.

De esta forma, se controla que los tramos de los testigos en las muestras RC corresponden realmente a la profundidad indicada en el registro y no solamente la recuperación de los mismos. Es por ellos que debe contratarse a un Controlador de Sondajes, quien tiene por labor realizar control de posicionamiento de equipos de sondaje y controlar procesos de tomas de muestras en plataformas. Esto implica, preparar el equipo de sondaje, controlando correcta posicionamiento e inclinación para su puesta en marcha, así como asegurar la calidad de las muestras obtenidas para su despacho. Debe conocer las especificaciones técnicas de la maquinaria utilizada y los procedimientos de seguridad, orden e higiene.

QA/QC de Laboratorio

La labor de asegurar y controlar la calidad en el caso de laboratorio tiene por objetivo principal asegurar la representatividad de las muestras así como la precisión en los análisis químicos (por ejemplo el de las leyes), esta tarea es llevada a cabo mediante el seguimiento de protocolos en la preparación y análisis de las muestras. Para los primeros, es decir, para los protocolos de preparación de muestras, se realiza chancado y pulverización de muestras, el control de calidad sobre estos aspectos son los duplicados de terreno, los blancos gruesos y el chequeo granulométrico, luego para la inserción de controles internos el control de calidad es realizado mediante estándares y duplicados.

QA/QC de Leyes

El QA/QC para las leyes se realiza en cuatro etapas, la primera de ellas corresponde al control estándar, el cual puede ser in situ o comercial y se mide en base al valor de sesgo, y su control de calidad está dado por la generación de gráficos estándares, tales como; gráfico de control de media y límites de confianza, gráficos de resultado de análisis vs tiempo, gráficos de suma acumulativa vs tiempo y finalmente la generación de gráficos duplicados que corresponde al representante de la precisión de los datos obtenidos. La segunda etapa es el control de duplicados el cual no debe exceder más del 10% de error, su control de calidad está dado por la generación de gráficos duplicados, que al igual que el caso anterior provee una medida de la precisión de los resultados obtenidos, para ello es imperativo la realización de las siguientes actividades: establecer estadísticas básicas, nubes de dispersión, gráficos $q - q$ (Cuantil - Cuantil)², regresiones, test de comparación medias por ejemplo distribución t-student, cálculos varios, tales como; varianza relativa entre pares, porcentaje de error relativo, diferencia relativa absoluta, diferencias relativas, entre otros. La tercera etapa corresponde al control de los blancos en la cual es necesaria la generación de gráficos de blancos, los cuales mostrarán la “contaminación” de los datos, dicha etapa es controlada por la realización de gráficos ley vs número de muestra y gráficos ley vs número de muestra precedente.

²Un gráfico Cuantil-Cuantil permite observar cuan cerca está la distribución de un conjunto de datos a alguna distribución ideal o comparar la distribución de dos conjuntos de datos

QA/QC de la Base de Datos

Por último queda la realización del QA/QC de la base de datos, la cual de acuerdo a diferentes estándares está dada por nueve etapas, las cuales son: 1) recomendaciones de sondajes, 2) certificado topográfico de coordenadas de sondaje, 3) reporte de regularización, 4) reporte del contratista, 5) reporte de perforación, 6) certificados de desviaciones, 7) certificados de análisis geoquímicos, 8) logeo geológico y geotécnico y finalmente, 9) el certificado de densidades. El control de calidad sobre estas etapas está dado por la verificación y contraste de los datos originales con las bases de datos.

4.3.3. *Quality Assurance/Quality Control* Modelo Geológico Integrado

Las seis etapas anteriormente mencionadas tienen por finalidad la construcción y validación de los datos para la realización de un modelo geológico integrado para el cual se deben cubrir las siguientes etapas: Generación de un modelo geológico conceptual, determinación del tipo de información a utilizar, determinación de la base de datos, determinación de plantas y secciones tipo y finalmente un tipo de modelo a desarrollar.

Cada una de estas etapas requiere de actividades específicas con sus controles de calidad respectivos, las cuales son nombradas a continuación:

Generación de un Modelo Geológico conceptual demanda el establecimiento de patrones geológicos, los cuales son entregados en un reporte con la revisión experta certificada.

El tipo de información a utilizar incluyen información de topografía, de mapeo superficial, de labores subterráneas, de mapeos de bancos y aquella proveniente de sondajes (DDH y/o RC). El control de calidad está dado por test de calidad para muestras secas-húmedas, recuperación, *survey*, tipos de soportes, litologías, alteración, mineralización, con la consecuente revisión y validación experta.

Determinación de la Base de Datos, requiere la validación de la base de datos compuesta.

Determinación de plantas y secciones tipo por un profesional experto con su adecuada validación (descripción de controles litológicos, de alteración, de estructuras y de mineralogía de mena y ganga).

Tipo de modelo a desarrollar, cuyas actividades incluyen la interpretación geológica de las secciones, construcción de sólidos y modelos de bloque, reinterpretación de plantas y la construcción de sólidos finales.

Todos los pasos anteriores de QA/QC conllevan a la realización de un modelamiento geológico dinámico en 2D y 3D de la litología, alteración, mineralización, estructuras, geomecánica y geometalurgia. A continuación (Figura 4.5) se muestran ejemplos de modelos 3D integrados, Modelos Geo-Minero-Metalúrgicos.

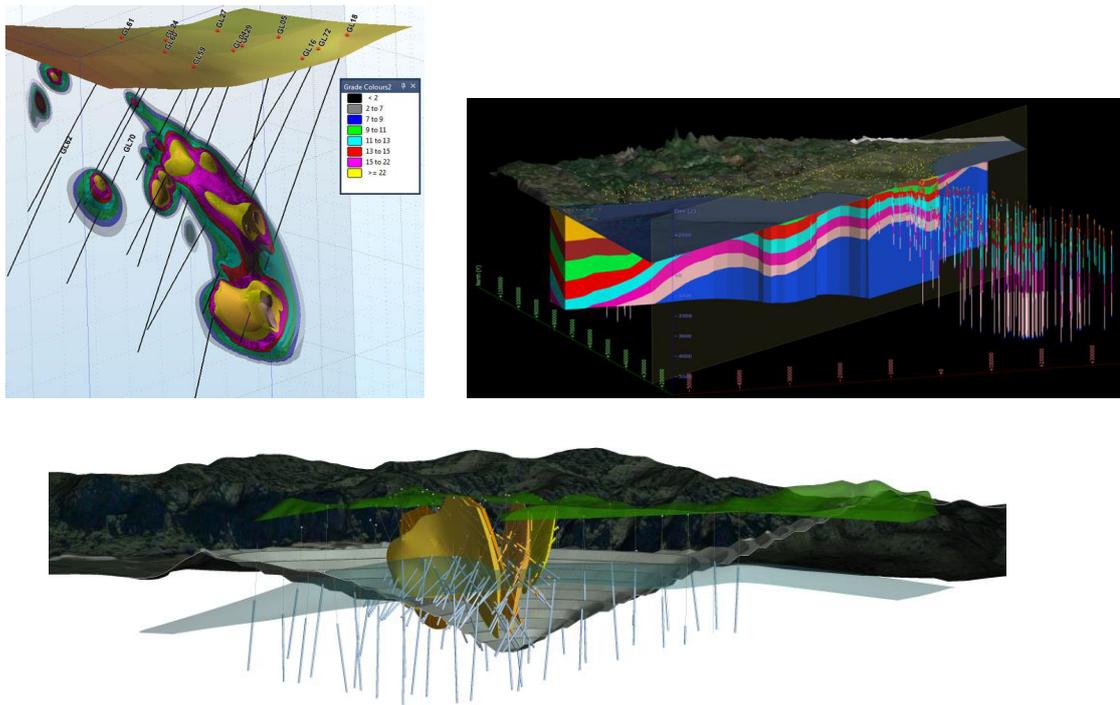


Figura 4.5: Ejemplo de Modelos Geo-Minero-Metalúrgicos, datos de mineralización y leyes están presentes gracias a información de campañas de sondajes.

La validación de los puntos anteriores repercutirá en la confianza que se tenga de los datos geológicos y por tanto influirá en las decisiones que se tomen respecto al desarrollo de un proyecto, cuyas conclusiones básicas serán avanzar o abandonar. Es por ello, que las adecuadas medidas para el control de la calidad de la información son de vital importancia a la hora de evaluar la continuidad de un proyecto.

Con lo anterior se hace presente la inversa relación que existe entre cantidad y calidad de la información versus el riesgo.

4.4. Materialidad del Factor Geológico

Uno de los factores relevantes a la hora de evaluar un activo minero, como lo es un proyecto minero, es la materialidad de la información geológica base disponible en los diferentes Servicios Geológicos. De esta manera, si se cuenta con la base de datos geocientífica básica sobre el territorio nacional, la captura de información técnica más específica y precisa que dará origen a nuevos proyectos mineros será la base del negocio y no la de geología básica.

Dentro de la Información Geológica de las concesiones mineras que repercuten en un negocio minero se cuenta la:

- Existencia de Mapas Geológicos a diferentes escalas.
- Existencia de estudios geofísicos y geoquímicos.
- Ubicación y contexto geológico o metalogenético en el que se encuentren las concesiones. Mapas Metalogenéticos.
- Existencias de desarrollo de exploración minera en las concesiones como los son: zanjas, galerías, piques y/o sondajes.
- Desarrollo de modelos integrados geológicamente robustos, junto con estimaciones de recursos y reservas que apunten a la generación de expectativas sobre ciertas concesiones.

Todos los datos anteriores sujetos a los adecuados procedimientos de aseguramiento y control de la calidad, serán preponderantes a la hora de realizar exploraciones mineras, ya que agilizan la captura de información y por lo tanto, el potencial de descubrimiento de nuevos yacimientos tiende a aumentar.

Si bien el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) mediante el Departamento de Geología Regional de la Subdirección Nacional de Geología se encarga de la realización de la Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, la cual consiste en el levantamiento geológico a escala 1:100.000 y 1:50.000 según la complejidad geológica de la región en estudio, seguidos de las publicaciones de síntesis a escalas mayores tales como 1:250.000 y versiones actualizadas periódicas del mapa Geológico de Chile, esta información es poco precisa para el nivel de detalle que requiere un proyecto de exploración. Considerando además que un importante número de empresas violaba el artículo 21 del Código Minero Chileno donde las empresas privadas o personas que realicen trabajos en las concesiones mineras que posean deben entregar al Servicio Geológico la información de carácter general que obtengan al respecto. Existe un déficit de información pública consultable de las concesiones, es por ello, que cuando una empresa o persona desea explorar una concesión minera debe comenzar prácticamente desde cero en la captura de información lo que genera ineficiencias en el negocio minero. Situación que se intenta revertir con la promulgación de la ley 20.819, aspecto que se discute en la Sección 7.1.2.

La existencia de esta información geológica básica no solo sirve para la minería, sino también para el estudio de otras áreas geológicas y ambientales como lo son los Recursos

Minerales, Hidrogeología, Planificación Territorial, Peligros Geológicos, Volcanología y Geofísica.

4.5. Cadena de valor del Negocio Minero y el Modelamiento Geológico

Se refiere a la secuencia de actividades por la que transitan los Recursos Minerales hasta materializar su beneficio económico, las cuales comprenden: exploración, aseguramiento de la propiedad minera y superficial, reconocimiento geocientífico, muestreo, análisis y ensayos de muestras, modelamientos geológico, geometalúrgico y geotécnico, estimación y categorización de recursos, definición de parámetros técnico-económicos para la valorización de los recursos y activos mineros específicos bajo estudio, diseño minero, plan de producción, comportamiento metalúrgico, estudio de capacidades productivas, determinación de reservas, resolución de los temas medioambientales, legales, de infraestructura y sociales, comercialización de productos finales y evaluación económico-financiera.

La cadena de valor del negocio minero está dada entonces, por la generación e incremento del valor de activos mineros. Estos están relacionados directamente a la etapa de desarrollo en el que se encuentre y con ello, con la incertidumbre en la información que se tenga, valores que se verán reflejados en el riesgo del proyecto, a continuación (Figura 4.6) se muestra el incremento de valor dado por el avance en las etapas de un proyecto minero considerando un caso favorable, estas etapas divididas por los diferentes estudios se realizan para aumentar la confiabilidad de los datos, como lo son Estudios de Prefactibilidad, Estudios de Factibilidad, entre otros.

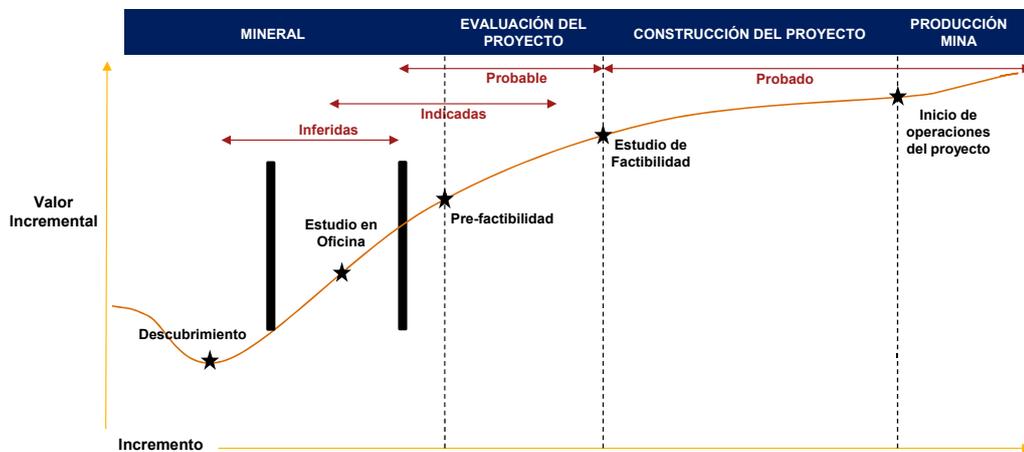


Figura 4.6: Incremento del Valor de activos minerales en función del avance de un proyecto minero en un caso favorable. Tomado y editado de Becker (2011).

Un estudio de Prefactibilidad corresponde a un estudio completo de un rango de opciones para la viabilidad técnica y económica de un proyecto minero que ha avanzado a una etapa donde el método de explotación o la configuración del rajo según corresponda, han sido establecidos así como también el método efectivo para el procesamiento del mineral.

Estos estudios incluyen una evaluación financiera basada en suposiciones razonables de los factores modificadores y una evaluación de cualquier otros factores relevantes, los cuales

son suficientes para que una Persona Competente pueda determinar si todo o parte del Recurso Mineral pueda ser clasificado como Reserva Mineral. Esta información está basada en estudios detallados y sustentados, en la cual la continuidad geológica, los controles estructurales, el tipo de alteración, la mineralización y la estimación y categorización de recurso han sido validadas en base diferentes criterios, por ejemplo; adecuada densidad de muestreo, análisis químicos, pruebas metalúrgicas, entre otras. A su vez la calidad de estos datos debe estar respaldada por procedimientos de aseguramiento de calidad y control (QA/QC) tal como los descritos en la Sección 4.3.

Un estudio de Factibilidad es un estudio técnico y económico completo de la opción de desarrollo seleccionada para un proyecto minero, incluyendo evaluaciones detalladas de los factores modificadores aplicados y un análisis financiero detallado. Los resultados de este tipo de estudios pueden servir como base para decisiones de inversión y son utilizados generalmente para respaldar la documentación técnico-económica requerida para el financiamiento de proyectos.

Un estudio de Factibilidad debe contener información geocientífica, de las ingenierías y de los aspectos medioambientales, legales y económicos con el mayor nivel de certeza posible de acuerdo al nivel del estudio.

Es notable destacar que este aumento de valor y disminución del riesgo están relacionados directamente con la realización y refinamiento del modelo geológico desde su etapa más temprana, la etapa de Exploración.

A continuación (Figura 4.7) se muestra un esquema ilustrativo de las diferentes etapas de proyecto minero, así como una descripción de las subetapas que considera.

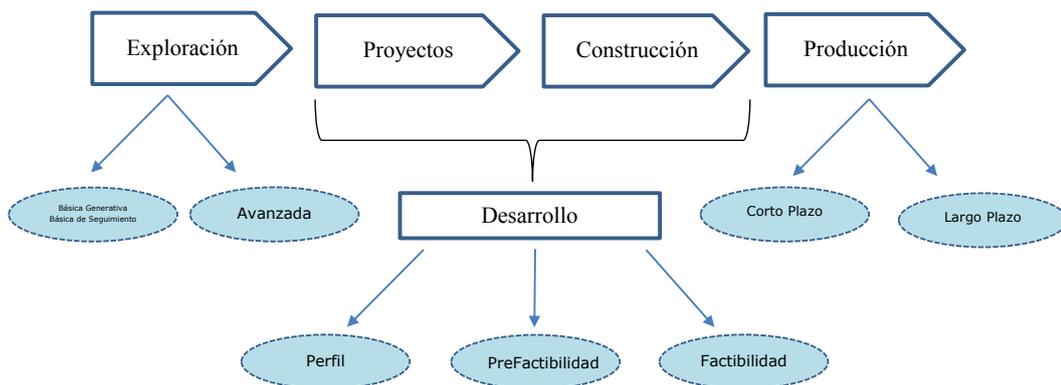


Figura 4.7: Etapas de un Proyecto Minero Generales y sus sub-etapas.

Exploración

Corresponde a una actividad inversional que se desarrolla en un área geográfica con el fin de descubrir y evaluar cuerpos mineralizados de interés para el desarrollo de futuros negocios mineros, esta actividad requiere de una fuerte base científica para la construcción de un Modelo Geológico que será la base para su desarrollo. Está caracterizada por la Exploración Básica Generativa, Básica de Seguimiento y Avanzada tiene por objetivo encontrar Recursos Minerales y con ello establece su Modelo Geológico-Genético, definiendo por ejemplo las Zonas Minerales, Óxidos-Sulfuros; Litología-Alteración-Mineralización; Tamaño-Forma-Profundidad; entre otras características.

Desarrollo

Caracterizadas por una Fase de Proyectos y por la Fase de Construcción. En la Fase de Proyectos es donde se realizan estudios de Perfil, Prefactibilidad y Factibilidad en los cuales se establece el potencial de negocios, para ello se define el Plan Minero de negocios; se define Minería y sus Procesos, tipos de tamaños de minas, capacidades de plantas, permisos legales, financiamientos, entre otros.

La Fase de construcción tiene por finalidad Diseñar y Construir la capacidad productiva, esto se realiza mediante estudios de minas/plantas y *pre-stripping*³ donde se incorporan ingenierías de detalle y se construye la infraestructura que establece el Plan anterior.

Operación y Producción

En esta etapa se establecen planes a corto plazo (PQ⁴, P0 y P1) y a largo plazo. Además de hacer realidad la promesa de Valor que se definió en el Plan Minero. Desde el punto de vista técnico corresponde a la extracción del mineral, su procesamiento para una eventual comercialización, en esta etapa desde el punto de vista de los procesos se asegura el envío del mejor mineral a la planta y se buscan soluciones ante divergencias o desviaciones que ocurran en el tiempo del Plan Minero definido.

³Proceso que consiste en extraer la roca sin valor comercial, “estéri” que está cubriendo las reservas minerales

⁴Plan Quinquenal: un proyecto, plan, o idea, que se propone terminar o alcanzar su objetivo en un plazo de 5 años

Capítulo 5

Descripción, Comparación y Análisis de códigos para la realización de Informes Técnicos

La realización de informes públicos está enmarcada en un estilo de estándares de reporte basados en CRIRSCO. CRIRSCO es el *Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards* fundado en 1994 cuya misión es promover estándares de buenas prácticas para la estimación de recursos y reservas minerales y promover estándares comunes para el reporte público mediante un *Template* CRIRSCO, el cual ha mostrado gran éxito en su adopción, ello dado por; su simplicidad, respaldo reglamentario, evitar ser muy prescriptivo, establecer un sistema de persona que debe ser responsable y competente en la realización del Informe y por último ser “amigable” con la industria, aún cuando su foco es salvaguardar los intereses y seguridad de los inversionistas.

El *Template* CRIRSCO sigue una forma estándar dada por:

- Principios Básicos (Transparencia, Materialidad y Competencia).
- Establece los estándares mínimos para los Informes Públicos.
- Establece un sistema de clasificación de las estimaciones de cantidad (tonelaje) y calidad (leyes) de acuerdo a la Confianza y Certeza Geológica, y las Consideraciones Técnicas y/o Económicas.

Es así como a nivel mundial existen tres códigos nacionales, con alcance internacional, para la realización de Informes Técnicos, referidos al Reporte de Resultados en Exploración y Definiciones de Recursos y Reservas Minerales. Estos códigos se han basado y formado parte del *Template* CRIRSCO y se nombran a continuación:

- JORC Code, *Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Minerals Resources and Ore Reserves*, correspondiente a la normativa australiana.
- NI43-101, *National Instrument 43-101*, correspondiente a la normativa canadiense.

- SAMREC Code, *The South African Code For The Reporting Of Exploration Results, Mineral Resources And Mineral Reserves*, correspondiente a la normativa sudafricana.

En la región también existen este tipo de códigos, basados fuertemente en los anteriores, destacando: el CH20235, Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales en Chile. Emitido por la Comisión Minera, con su última versión del 2015, y en Perú existe el Código de Estándares de Reporte para Informar sobre Recursos Minerales y Reservas de Mena.

El objetivo de estos códigos es establecer estándares mínimos, recomendaciones y directrices en la realización de Informes Públicos/Informes Técnicos que sirvan a los inversionistas para la toma decisiones informadas y racionales.

Al comparar estos códigos es importante notar que el primero de ellos fue JORC Code, muchas instituciones alrededor del mundo lo consideraron de gran confiabilidad, y por lo tanto, se basaron fuertemente en él para la realización de sus códigos nacionales, es por ello, que algunas definiciones fueron tomadas de manera textual e incorporadas en estas nuevas normativas.

5.1. Similitudes

A continuación se muestran alguna de estas similitudes y diferencias entre: JORC Code, NI43-101 y CH20235. No se considera SAMREC por ser un híbrido de JORC y NI43-101.

Alguna de las principales similitudes en estos códigos son las definiciones y requerimientos utilizados. Y algunas diferencias vienen dadas por los nombres adoptados y por definiciones específicas entregadas.

En primer lugar se comparan las definiciones y requerimientos para la persona que es responsable en la preparación de Informe Público/Informe Técnico.

5.1.1. JORC Code – Competent Person

- Un *Competent Person* debe ser un profesional de la industria minera, ya sea un ingeniero o un geocientífico.
- Ser miembro o socio de “*The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*”, de “*the Australian Institute of Geoscientists*” o de una Organización Profesional Reconocida (RPO por sus siglas en inglés).
- Tener un mínimo de cinco años de experiencia relevante en el estilo de mineralización o tipo de depósitos siendo evaluado.

5.1.2. NI43-101 – *Qualified Person*

- Ser un Ingeniero o Geocientífico con grado universitario o acreditación equivalente en el área de geociencias o ingeniería, relacionados a exploración mineral o minería.
- Tener al menos cinco años de experiencia en exploración, desarrollo u operación minera, evaluación de proyectos minerales o cualquier combinación de las anteriores.
- Tener experiencia relevante en la materia en la cual está reportando en un informe técnico.
- Ser miembro de una Asociación Profesional
- En el caso de ser parte de una Asociación Profesional extranjera:
 - Tener una posición de responsabilidad en su profesión que requiera el ejercicio de juicios independientes.
 - Requiere una evaluación favorable de sus pares en: el carácter de la persona, juicio profesional, experiencia, ética, entre otros.
 - Recomendaciones de membresía de al menos dos pares, en los que se demuestra prominencia y experiencia en la exploración mineral o minería.
- Ser independiente.

5.1.3. CH20235 – Código Chileno – Persona Competente Calificada

- Debe estar inscrita en el Registro Público de Personas Competentes Calificadas.
- Poseer título universitario.
- Poseer al menos 10 años de antigüedad profesional en alguna de las especialidades asociadas al negocio minero en el ámbito geo-minero-metalúrgico.
- Poseer un mínimo de 5 años de experiencia relevante en el área específica en el cual está reportando, por ejemplo, análisis de datos geocientíficos, modelamiento, estimación y valorización de prospectos, recursos y reservas minerales.
- Poseer amplio conocimientos en el sustento geo-minero-metalúrgico asociados al tipo y estilo de mineralización bajo estudio.

Se aprecia gran similitud en los requisitos, en todos los códigos se debe tener cierta cantidad de años de experiencia, experiencia relevante, una formación adecuada a la tarea que está realizando y ser parte de una organización profesional reconocida. Una de las diferencias que surge es en el nombre que se le asigna de esta persona, el código australiano lo llama *Competent Person*, el código canadiense lo nombra *Qualified Person* y el código chileno realiza un híbrido de estos nombre llamándolo Persona Competente Calificada (*Qualified Competent Person*). Sin embargo, esta diferencia no es relevante a la hora de evaluar técnicamente un depósito mineral. Otra diferencia radica en que JORC Code

no establece de manera explícita un requerimiento de independencia para el *Competent Person*, sin embargo, en el código VALMIN, también australiano y referido tanto a la evaluación técnica como a la valorización de activos mineros (símil de NI43-101 en el informe técnico) establece como uno de sus principios fundamentales la Independencia, en la cual se estipula de manera explícita que la entidad, nombrada como “*Independent Individual Expert*”, debe ser independiente y poder satisfacer cualquier prueba de independencia.

En el código chileno, no se establece de manera explícita que la Persona Competente Calificada debe ser independiente, pero sí establece prohibiciones a ciertas personas para registrarse en el Registro Público de Personas Competentes en Recursos y Reservas Mineras (ver Ley 20.235 artículo 4^{to}).

Otra de las similitudes es en la clasificación de recursos en diferentes categorías las cuales se basan principalmente en los datos que se tengan así como en el entendimiento de la geología involucrada.

A continuación (Figura 5.1) se muestra la clasificación y subclasificación que los códigos internacionales y nacionales hacen de los Recursos.

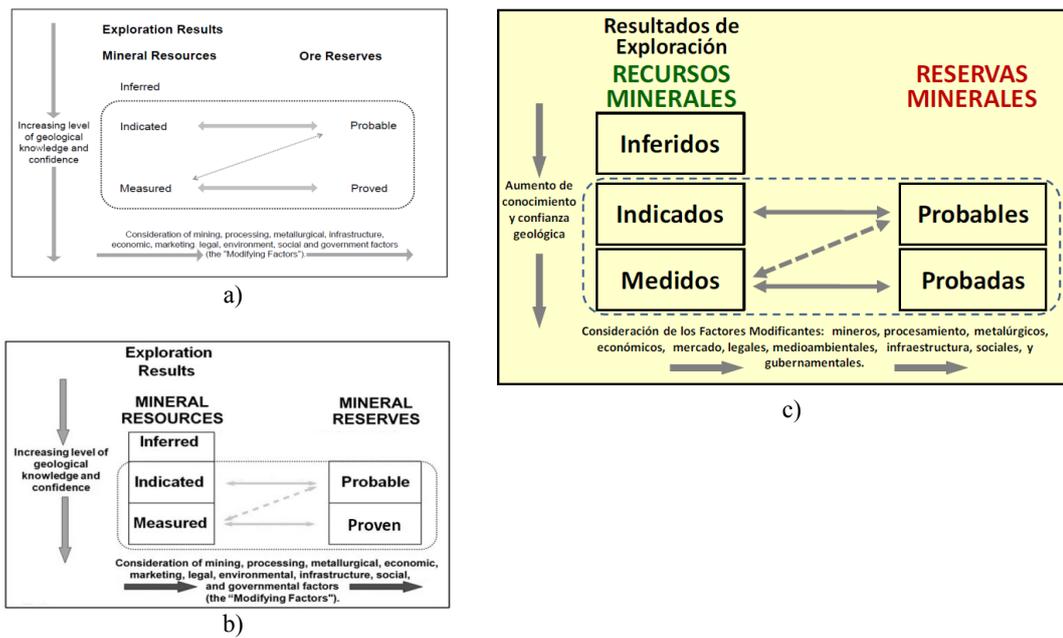


Figura 5.1: a) JORC Code b) NI43-101 c) CH20235

5.2. Diferencias

Al analizar sus diferencias, una de las más notables es la clase o tipo de recursos que son utilizados en los estudios económicos, lo cual crea diferencias importantes y condiciones desiguales para los inversionistas. Por ello, a continuación se nombrarán, analizarán y discutirán sus definiciones.

JORC Code

Un “Recurso Mineral” es una concentración u ocurrencia de interés económico intrínseco dentro o fuera de la corteza terrestre en forma, ley (o calidad) y cantidad tal como para demostrar que hay perspectivas razonables para una eventual extracción económica. La ubicación, ley (o calidad), cantidad, continuidad y otras características geológicas conocen, estiman o interpretan desde una evidencia y conocimiento geológicos específicos. Los Recursos Minerales se subdividen, según confianza geológica, en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos.

NI43-101

No establece definiciones textuales en su normativa sino que hereda y referencia aquellas dadas en *CIM Definition Standard on Mineral Resources and Mineral Reserves*. La definición de “Recurso Mineral” es idéntica a la entregada por JORC Code.

CH20235

Define “Recurso Mineral” como una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre, de tal forma, cantidad y calidad, que existen perspectivas razonables para una eventual extracción económica. La localización, toneladas, contenidos de los elementos o minerales de interés, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida o interpretada a partir de evidencias geológicas, metalúrgicas y tecnológicas específicas.

Se aprecia que no existen grandes diferencias en las definiciones, JORC Code y NI43-101 son idénticas y establecen que “La ubicación, ley (o calidad), [...] y otras características geológicas conocen, estiman o interpretan desde una evidencia y conocimiento geológicos específicos” mientras que en CH20235 se agregar a los conocimientos geológicos, las evidencias metalúrgicas y tecnológicas apropiadas, sin embargo, este leve diferencia no genera diferencias reales ni prácticas en el informe.

La subdivisión de “Recurso Mineral”, particularmente el punto de “Recurso Mineral Inferido” es el que genera la mayor diferencia, no en su definición si no que en su aplicabilidad, aspecto que se revisa a continuación.

La definición dada por JORC Code establece que un “Recurso Mineral Inferido es aquella parte de un yacimiento mineral en la que la cantidad y ley (o calidad) son estimados en base a limitada evidencia geológica y muestreos. La evidencia geológica es suficiente para implicar pero no para verificar continuidad geológica o de leyes (calidad). [...] un Recurso Mineral Inferido tiene un nivel de confianza menor que un Recursos Mineral Indicado y no puede ser convertido en Reserva Mineral (Ore Reserve). Es esperado que la mayoría de

los Recursos Minerales Inferidos puedan pasar a Recursos Mineral Indicado al continuar la exploración.

Las definiciones dadas por NI43-101 y CH20235 son similares, pero su aplicabilidad es distinta, por un lado el código canadiense establece textualmente que “Los Recursos Minerales Inferidos no deben ser incluidos en los análisis económicos, programas de producción, estimaciones del plan de vida de la mina declarados públicamente en estudios de Prefactibilidad o Factibilidad, o en planes de vida de la mina y modelos de flujos de caja de minas desarrolladas. . .” mientras que JORC Code establece que, “La confianza en la estimación de los Recursos Minerales Inferidos no es suficiente para permitir que los resultados de la aplicación de los parámetros técnicos y económicos sean utilizados para una planificación detallada en estudios de Prefactibilidad (Cláusula 39) o Factibilidad (Cláusula 40) [...] se debe tomar precaución si estos recursos son utilizados para apoyar estudios técnicos y económicos. . .”, esto último deja entrever cierto grado de ambigüedad, ya que no prohíbe de manera explícita su aplicabilidad a estudios técnicos y/o económicos si no que sugiere precaución en su utilización, por lo tanto, en los reportes públicos realizados bajo JORC Code se tendrá que considerar esta situación. En ese sentido, el código canadiense entrega mejores garantías a los inversionistas ya que exige un mayor nivel de confianza en los datos utilizados en estudios técnicos y/o económicos que se reportan públicamente.

En tanto el código chileno CH20235 establece que “los recursos minerales inferidos sólo pueden ser utilizados en una evaluación económica preliminar, lo cual debe ser justificado y claramente explicado” y por tanto no se les puede asociar parámetros técnicos o económicos para evaluar su viabilidad económica es un estudio de prefactibilidad o prefactibilidad sustentado y público.

A continuación (ver Tabla 5.1) se presenta un cuadro comparativo resumen entre JORC Code, NI43-101y CH20235 donde se agregan diferencias y similitudes a las mencionadas anteriormente.

Tabla 5.1: Comparación Códigos NI43-101, JORC Code y CH20235

-	NI43-101	JORC Code	CH20235
Requisito de hacer informes técnicos disponibles públicamente para apoyar ciertas divulgaciones	Sí	No Sin embargo, en ciertas situaciones un breve comentario debe estar disponible públicamente	Sí
Exigibilidad Legal	Sí	No, Sin embargo, <i>ASX Listing Rules</i> puede aplicarse bajo ley	Sí
Reporte de Recursos aparte de Reservas	Ambos pueden ser reportados	Ambos pueden ser reportados	Ambos pueden ser reportados
Recursos Inferidos pueden ser usados en estudios económicos	No, a excepción de ciertas circunstancias	Sí, con una advertencia apropiada	No, solo pueden ser utilizado en una evaluación económica preliminar
Los Recursos Inferidos se pueden agregar con Recursos Medidos o Indicados	No	Sí	No
Estudio requerido para convertir Recursos Minerales en Reservas	Al menos Estudio de Prefactibilidad	Al menos Estudio de Prefactibilidad	Al menos Estudio de Prefactibilidad
Nombramiento público de <i>Qualified/Competent Person, QC Person</i>	Sí	Sí	¿?
<i>Qualified/Competent Person, QC Person</i> debe tener al menos 5 años de experiencia relevante en materia de los que está reportando	No Se exige 5 años de experiencia general + experiencia relevante a cierta situación	Sí	Sí, exige 10 años de antigüedad profesional + 5 años de experiencia relevante en área específica

Lo que buscan estos informes es establecer una alta calidad en los informes que se presentan los cuales son consistentes con los estándares internacionales, con ello se busca proteger a los inversionistas de posibles fraudes, aumentado su confianza con lo cual se pueden obtener mejores oportunidades de financiamiento y el desarrollo de un mercado más sano y confiable.

Capítulo 6

Ejemplos de Utilización de Códigos y Metodologías de Valorización

A continuación se mostrarán algunos proyectos que han sido valorizados de acuerdo a los códigos nacionales de valorización, según corresponda.

Ejemplo 1 – Proyecto Kharmagtai

Nombre del proyecto: Kharmagtai Project.

Ubicación: Mongolia, ubicado en el distrito de Omnogovi en Mongolia, aproximadamente a 430 km al sur de la ciudad capital Ulaanbaatar, que se ubica a 200 km al norte de la frontera con China.

Tipo de yacimiento: Depósito tipo pórfido Cu-Au.

Recursos: Recursos sin estimación de tonelaje, en la mineralización se destacan tres zonas: 1) Alto grado: Zonas de brecha, control estructural con 0,5-0,6 g/t Au y 0,3-1 % Cu; 2) Grado bajo-moderado: vetillas de cuarzo estilo pórfido; 0,3-0,5 g/t Au y 0,2-0,5 % Cu; y c) Brecha de Turmalina: a profundidad y hacia el este. Caracterizada por leyes moderadas; 0.1-0.3 g/t Au y 0.2-0.5 % Cu.

Nombre del proyecto: Kharmagtai Project.

Ubicación: Mongolia, ubicado en el distrito de Omnogovi en Mongolia, aproximadamente a 430 km al sur de la ciudad capital Ulaanbaatar, que se ubica a 200 km al norte de la frontera con China.

Tipo de yacimiento: Depósito tipo pórfido Cu-Au.

Recursos: Recursos sin estimación de tonelaje, en la mineralización se destacan tres zonas: 1) Alto grado: Zonas de brecha, control estructural con 0,5-0,6 g/t Au y 0,3-1 % Cu; 2) Grado bajo-moderado: vetillas de cuarzo estilo pórfido; 0,3-0,5 g/t Au y 0,2-0,5 % Cu;

y c) Brecha de Turmalina: a profundidad y hacia el este. Caracterizada por leyes moderadas; 0.1-0.3 g/t Au y 0.2-0.5 % Cu.

Etapas de desarrollo: Reserves Development.

Vendedor: Turquoise Hill Resources Ltd (Firma canadiense).

Comprador: Xanadu Mines Ltd (Firma Australiana).

Encargado de la realización del Informe: Grant Thornton Australia, Mining Associates Pty Ltd - Andrew Vigar.

Valorización

Código utilizado: Realizado de acuerdo a VALMIN Code, pero usando muchos componentes (definiciones y estructura) de CIMVal.

Opinión de los Enfoques utilizados/descartados: El Enfoque de Mercado, es un enfoque adecuado para este proyecto ya que se puede comparar su tamaño, calidad, ubicación, entre otros parámetros con otros proyectos ya transados en un mercado abierto. Utiliza además una metodología que el autor llama Enfoque Empírico, cuya metodología, Yardstick se podría incorporar como parte del enfoque de Mercado.

El Enfoque de Costos es adecuado para este proyecto debido a la etapa de desarrollo en la que se encuentra permite considerar los gastos productivos en la exploración como una estimación del valor del proyecto.

Respecto al Enfoque de Ingresos manifiesta que no es aplicable a este proyecto ya que para la realización de un flujo de caja descontado es necesaria la definición de recursos minerales medidos o reservas de acuerdo a lo establecido por JORC Code, y que para Kharmagtai dicha confianza en la información geológica no se ha alcanzado aún.

Metodología utilizada: Para el Enfoque de Mercado se utiliza las metodologías de: Transacciones Comparables, Enfoque *emph*Empirical Yardstick y *farm-in agreements terms*.

Para el Enfoque de Costos se utiliza: MEE y el Factor Geocientífico.

Precio recomendado: Se recomienda un rango de valores que se resume a continuación (Tabla 6.1):

Tabla 6.1: Valores Propuestos para Proyecto Kharmagtai

Proyecto	Enfoque de Mercado		Enfoque Empírico		Enfoque de Costos		Recomendaciones		
	Transacciones Comparables		Yardstick t/Cueq		MEE				
Kharmagtai	MUSD 16.7	MUSD 19	MUSD 9	MUSD 17	MUSD 14	MUSD 29	MUSD 9	MUSD 15	MUSD 29

Por lo tanto, el valor recomendado y preferido para 100 % del Proyecto Kharmagtai es de MUSD 15.

Precio vendido: El Proyecto Kharmagtai fue vendido el 03 de febrero de 2014. Por parte de Turquoise Hill Resources Ltd a Xanadu Mines Ltd en un 90 % por MUSD 14.

A continuación se muestra tabla (ver Figura 6.1) de contenidos del Informe de Valorización (*Independent Expert Report*) del Proyecto Kharmagtai, en la cual se aprecia su concordancia con la estructura propuesta por CIMVal.

TABLE OF CONTENT	
1	SUMMARY 6
2	INTRODUCTION AND TERMS OF REFERENCE 8
2.1	COMMISSIONING ENTITY AND SCOPE..... 8
2.2	VALUATION MANDATE..... 8
2.3	PURPOSE 8
2.4	VALUATION DATE..... 8
2.5	QUALIFIED VALUATOR AND QUALIFIED PERSON 9
2.6	DEFINITION OF VALUATION TYPES..... 9
2.7	OTHER DEFINITIONS USED IN THE REPORT 10
2.8	INFORMATION USED 13
2.9	SITE VISIT BY QUALIFIED PERSON..... 13
3	COMPLIANCE WITH THE VALMIN CODE 13
4	PROPERTY DESCRIPTION 13
4.1	LOCATION AND ACCESS..... 13
4.2	PHYSIOGRAPHY 14
4.3	CLIMATE 14
4.4	TENURE OWNERSHIP..... 14
5	HISTORY OF EXPLORATION 15
5.1	DISCOVERY AND EXPLORATION HISTORY..... 15
5.2	HISTORIC MINERAL RESOURCE ESTIMATES..... 16
5.2.1	2005 – IMMI Internal 17
5.2.2	2007 – IMMI Internal 17
5.2.3	2012 – AMC Independent Resource Estimate..... 18
6	GEOLOGY AND MINERALISATION 20
6.1	REGIONAL GEOLOGY 20
6.2	LOCAL GEOLOGY..... 21
6.2.1	Lithology..... 21
6.2.2	Structure 22
6.3	MINERALISATION 23
6.3.1	Zesen Uul..... 23
6.3.2	Altan Tolgoi 24
6.3.3	Tsagaan Sudal..... 26
6.3.4	Summary..... 27
7	DEPOSIT TYPES 28
7.1	GEOLOGICAL MODEL..... 28
8	EXPLORATION RESULTS AND POTENTIAL 28
9	KEY ASSUMPTIONS, RISKS & LIMITATIONS 29
9.1	ASSUMPTIONS..... 29
9.2	MATERIAL RISKS 29
9.3	FINANCIAL RISKS..... 29
9.3.1	Government royalties 29
9.3.2	Metal Price Volatility 30
9.3.3	Energy Costs..... 30
9.3.4	Environmental Risks..... 31
9.3.5	Permitting Risks..... 31
10	VALUATION 31
10.1	CURRENCY AND EXCHANGE RATES 32
10.2	DATABASE 32
10.3	MARKET AND EMPIRICAL APPROACHES – COMPARABLE TRANSACTIONS, PORPHYRY COPPER PROJECTS..... 32
10.3.1	Kincora Copper – Golden Grouse, Mongolia 32
10.3.2	Galielo Resources – Gabbs, USA..... 33
10.3.3	Robust Resources – Andash, Kyrgyzstan 33
10.3.4	Candente Copper – Arikepay, Peru 33
10.3.5	Coro Mining Corporation – Payen, Chile 34
10.3.6	Crazy Horse Resources – Taysan, Philippines..... 34
10.3.7	Pan Australian Resources – Freida River, PNG 34
10.3.8	Discussion..... 35
10.4	COST APPROACH – MULTIPLES OF EXPLORATION EXPENDITURE 36
10.5	KILBURN GEOSCIENCE RATING..... 37
10.6	PREFERRED VALUATION 39
11	PROPOSED WORK PLAN 40
12	REFERENCES 40
13	CERTIFICATE OF QUALIFICATIONS 41

Figura 6.1: Tabla de contenidos Informe de Valorización del Proyecto Kharmagtai

Ejemplo 2 – Proyecto Las Bambas

Nombre del proyecto: Las Bambas Copper Project.

Ubicación: Perú, ubicado en la región de Apurímac, en las Provincias de Cotabambas y Grau, a 75km al SSW de la ciudad de Cusco y a 300km al NNW de Arequipa.

Tipo de yacimiento: Los depósitos dentro del área del proyecto son típicos skarns de Cu-Mo-Au asociados con sistemas de Pórfidos cupríferos.

Recursos: Sulfuros en concesiones XSP 490 Mt @0.64% Cu en categoría de Recursos Medidos, 720 Mt @0.68% Cu en categoría de Recursos Indicados y 510 Mt @0.5% Cu en categoría de Recurso Inferido. Óxidos, 100 Mt @0.76% Cu. Dentro de los Recursos Inferidos e Indicados se estiman las Reservas Probadas y Probables en 952 Mt @0.72% Cu.

Etapas de desarrollo: Preproducción.

Vendedor: Glencore Xstrata Plc (Firma suiza).

Comprador: Joint venture (MMG Ltd – Australia, GUOXIN International Investment Corporation Ltd – Hong Kong, CITIC Metal Co. Ltd. – Beijing).

Encargado de la realización del Informe: Jones Lang LaSalle Corporate Appraisal and Advisor Limited. Murray Hutton (Hons. Geology) y Simon M.K. Chan.

Valorización

Código utilizado: Realizado de acuerdo a VALMIN Code, edición 2005 y al Capítulo 18 de *“Rules Governing the Listing Rules of Securities on The Stock Exchange of Hong Kong Limited”* también conocido como *“Listing Rules”*.

Opinión de los Enfoques utilizados/descartados: El Enfoque de Ingresos es considerado apropiado para este proyecto, considerando que el desarrollo de la mina está dentro de la fase de construcción, donde los tiempos y montos de los gastos de capital (aspectos considerados en el enfoque de ingresos) pueden reflejar materialmente el valor del proyecto.

Para el Enfoque de Mercado se parte de la base que todas las minas escogidas dentro de un grupo de transacciones similares son similares y luego se realizan intentos por modificar varios aspectos para reflejar las características de la mina en cuestión.

El Enfoque de Costos no es adecuado para la valorización de este proyecto, ya que es empleado en etapas tempranas de desarrollo de un proyecto minero, donde la confianza acerca de los recursos geológicos es más bien pequeña. El proyecto Las Bambas se encuentra en etapa de construcción y por lo tanto no cumple con ese requisito.

En concordancia con *“Listing Rules”* Capítulo 18, se ha excluido cualquier consideración

de Recursos Inferidos y otras fuentes valor potencial en la preparación del informe, esto debido a la baja confianza geológica que se tiene en la definición de este tipo de recursos. Con ello se tiene que la valorización realizada en el informe no corresponde al *Fair Market Value* definido según VALMIN Code.

Metodología utilizada: Para el Enfoque de Ingresos se emplea la metodología de Flujo de Caja Descontado. Con los cuales se generan tres modelos con los cuales se entrega un rango de valores y un valor recomendado.

Precio recomendado: Se recomienda el siguiente rango de valores para el Proyecto.

Un mínimo de US\$4.55 *billion* correspondiente a un valor del precio de cobre por tonelada inferior en un 5% al Caso Base con un tasa de descuento del 11%.

Un valor máximo de US\$6.59 *billion* correspondiente a un valor del precio del cobre por tonelada igual al Caso Base con una tasa de descuento del 9%.

Y un valor recomendado de US\$5.52 *billion* que corresponde al obtenido con el Caso Base tanto para el precio del cobre por tonelada como para la tasa de descuento, de 10%. Para mayor información de estos valores ver Anexo, Infome Las Bambas, sección R “*Discounted Cash Flow Valuation*”, tabla 7, página 29.

Precio vendido: El proyecto Las Bambas fue vendido el 13 de abril de 2014. Por parte de Glencore Xtrata Plc. A un Joint venture compuesto por MMG Ltd.; CITIC Metal Co. Ltd.; Guoxin International Investmen en un 100% por USD\$ 2.986 billion. Hay que considerar que asumen una deuda de USD\$ 4.019 *billion* con lo cual el monto total anunciado de la transacción es de \$7.005 *billion*.

A continuación (Figura 6.2) se muestra tabla de contenidos del Informe de Valorización del Proyecto Las Bambas donde se aprecia concordancia con la estructura propuesta por VALMIN Code sin seguirla textualmente.

<u>Table of Contents</u>			
A. Scope.....	3	N. Valuation Approach.....	17
B. Basis of Value.....	5	O. Assumptions.....	19
C. Basis of Opinion.....	5	P. Valuation Assumptions.....	20
D. Statement of Competence.....	6	Q. Discount Rate.....	26
E. Source of Information.....	8	R. Discounted Cash Flow Valuation.....	29
F. Independent Technical Report.....	9	S. Risks.....	32
G. Site Inspection.....	9	T. Valuation Comments.....	39
H. Location and Access.....	10	U. Opinion of Value.....	39
I. Geology.....	12	V. Limiting Conditions.....	40
J. Tenements and Statutory Documentation.....	13	Exhibit A – Limiting Conditions.....	42
K. Encumbrances.....	13	Exhibit B – Valuers’ Biographies.....	45
L. Existing Exploration and Operational Readiness.....	14	Exhibit C – Valuers’ Professional Declaration.....	47
M. Plant / Equipment and Infrastructure.....	17	Exhibit D – Glossary.....	50

Figura 6.2: Tabla de contenidos Informe de Valorización del Proyecto Las Bambas

Ejemplo 3 – Proyecto Ruashi

Nombre del proyecto: Ruashi-Etoile Mine.

Ubicación: República Democrática del Congo. Ubicada a 10 km al este de Lubumbashi, la ciudad capital de la Provincia de Katanga.

Tipo de yacimiento: Corresponde a un depósito estratiforme de cobre, hospedado en rocas sedimentarias (“SSC”) ubicado en Central African Copper Belt. Una de las provincias metalogénicas más grandes del mundo, conteniendo más de un tercio del cobalto a nivel mundial y albergando un décimo de las reservas mundiales de cobre.

Recursos: En los Recursos (medidos, indicados e inferidos) se totalizan:
Óxidos: 23.0 Mt Cu @1.97% (los Recursos Inferidos son 6.6 Mt @1.068%)
Sulfuros: 10.3 Mt @2.64% (los Recursos Inferidos son 7.4 Mt @2.95%)
Totalizando 33.3 Mt @ 2.18% (Recursos Inferidos 14 Mt @2.08%)

Etapas de desarrollo: Producción.

Vendedor: METOREX (PTY) LTD (Firma Sudafricana).

Comprador: aún no se cierra ningún tipo de acuerdo de adquisición, contrato de opción u otro.

Encargado de la realización del Informe: SRK Consulting (South Africa) (Pty) Ltd. R. Dixon (PrEng FSAIMM), VM. SIMPOSYA (PrSciNat MSAIMM) y AJ MCDONALD (CEng MiM FSAIMM)¹

Valorización

Código utilizado: Realizado de acuerdo a SAMVAL Code.

Utiliza las definiciones de *Fair Market Value* y *Technical Value* proporcionadas por VALMIN Code. Además intenta estar en concordancia con “*Chapter 8 of Listing Rules*”.

Opinión de los Enfoques utilizados/descartados: El Enfoque de Ingresos es considerado apropiado para este proyecto, considerando que el desarrollo de la mina está dentro de la fase de producción. La determinación del enfoque utilizado está determinado directamente de la tabla de recomendaciones que presenta SAMVAL Code, edición 2008, Figura 1: *Relationship between stages of development and Valuation approaches for Mineral Properties*. Considerando para la etapa de producción enfoques catalogados como “*Widely used*” y “*Quite widely used*”. Con ello también considera el Enfoque de Mercado en la realización de la valorización.

¹SAIMM: Southern African Institute for Mining and Metallurgy, FSAIMM: Fellow SAIMM, MSAIMM: Member SAIMM, Pr. Sci. Nat: Society of Economic Geologists and a Professional Natural Scientist, Professional Engineer (USA), CEng: Chartered Engineer

El Enfoque de Costos es descartado por los autores debido a que son catalogados como “*not generally used*”.

Metodología utilizada: Para el Enfoque de Ingresos se emplea la metodología de Flujo de Caja Descontado.

Para el Enfoque de Mercado se utilizan Transacciones Comparables (*CTM: completed transaction method*, *GCM: Guideline Company Method* y *Yardstick*, para ver más información de estos métodos ir a Anexos, *A Competent Person’s Report and Valuation Report on the Mineral Assets of Metorex (PTY) Ltd in the Democratic Republic of Congo and the Republic of Zambia*, página 306.

Precio recomendado: Para el Proyecto Ruashi se entregan los siguientes rangos de valores.

Enfoque de Ingresos – Flujo de caja descontado, se estable un rango dado por diferentes tasas de descuento consideradas (Tabla 6.2).

Tabla 6.2: Rangos de Valores para Proyecto Las Bambas por Enfoque de Ingresos

	Bajo/Mínimo	WACC (recomendado)	Alto/Máximo
Tasa descuento	12.0 %	10.4 %	8 %
NPVs (USDm)	547.6	577.2	628.5

Para el Enfoque de Mercado los valores obtenidos se resumen en la siguiente tabla, considerando las metodologías empleadas (Tabla 6.3).

Tabla 6.3: Rangos de Valores para Proyecto Las Bambas por Enfoque de Mercado

	Market Values (USDm)		
	Low	Mid	High
In-situ/Yardstick	25.2	88.3	151.4
Transacciones Comparables - country & mining method	66.2	235.3	793.4
Transacciones Comparables - project status & mining method	25.3	66.2	371.5
EV trading comparable	44.2	109.7	164.2
Acquisitions	117.7	160.6	428.7
Seleccionados	55.7	132.0	450.0

De esta manera los valores finales, considerando ambos enfoques se resumen en la siguiente tabla (ver Tabla 6.4).

Tabla 6.4: Rangos de Valores para Proyecto Las Bambas combinando Enfoque de Ingresos y Mercado

Metodología de Valorización	Valores (USDm)		
	Inferior	Seleccionado	Superior
Enfoque de Ingresos	547.6	577.2	628.5
Enfoque de Mercado	55.7	132.0	450.0

Precio vendido: Esta valorización fue realizada a la fecha 30 de junio de 2013. Y aún no se ha anunciado ningún acuerdo de adquisición.

A continuación (Figura 6.3) se muestra tabla de contenidos del Informe de Valorización de los Activos de Metorex (Pty) Ltd. donde se aprecia concordancia con el *checklist* propuesto por SAMVAL Code.

8 VALUATION REPORT – METHODOLOGY	305	10 VALUATION REPORT – CHAPTER 18 VALUE	318
8.1 Introduction	305	10.1 Introduction	318
8.2 Valuation Approach and Valuation Methods	305	10.2 DCF (Cash Flow) Values	318
8.2.1 Materiality	307	10.3 Market Values	318
8.2.2 Transparency	307	10.3.1 Comparable Transactions	318
8.3 Selection of Valuation Methods	307	10.3.2 Copper Trading Comparables	321
9 VALUATION REPORT – RISKS AND OPPORTUNITIES	309	10.3.3 Acquisition Data	322
9.1 Introduction	309	10.3.4 In-Situ / Yardstick Approach	323
9.2 Specific Risks	309	10.3.5 Derivation of Market Values	323
9.2.1 Commodity Price Risk	309	10.4 Cost Approach	325
9.2.2 Foreign Exchange and CPI Risk	309	10.5 Selected Values for the Mineral Assets	325
9.2.3 Tenure	309	10.5.1 Ruashi Mine	325
9.2.4 Mineral Resource Estimation Risk	310	10.5.2 Chibuluma Mine (and Chifupu)	326
9.2.5 Mineral Reserve Estimation Risk	310	10.5.3 Kinsenda Mine	326
9.2.6 Mining Risk	310	10.5.4 Musonoi Project	326
9.2.7 Water Management Risk	311	10.5.5 Lubembe Project	326
9.2.8 Metallurgical Processing Risk	311	10.5.6 Ruashi Sulphides Project	327
9.2.9 Tailings Risk	312	10.6 Metorex Head Office Costs	327
9.2.10 Engineering Risk	312	10.7 Terminal Value of Plant & Equipment	327
9.2.11 Logistics Risk	313	10.8 Summary Value for the Mineral Assets	328
9.2.12 Capital Risk	313	10.9 Previous Valuations	328
9.2.13 Human Resources	313	11 CONCLUDING REMARKS	329
9.2.14 Occupational Health and Safety Risks	313	11.1 Introduction	329
9.2.15 Environmental and Social Risks	313	11.2 Mineral Resources and Mineral Reserves	329
9.2.16 Cost of Production Risk	314	11.3 Principal Issues	329
9.2.17 Economic Performance Risk	314	11.4 Chapter 18 Value	330
9.3 Risk Assessment Methodology	315	12 LIST OF REFERENCES, DOCUMENTS REVIEWED	331
9.4 Specific Risk Assessment	315	13 GLOSSARY OF TERMS, ABBREVIATIONS, UNITS.....	333
9.5 Opportunities	317		
9.6 Summary Comments	317		

Figura 6.3: Tabla de contenidos Informe de Valorización los Activos de Metorex

Capítulo 7

Discusiones

7.1. Mercado del Cobre

7.1.1. Situación Bolsa de Valores de Santiago

En Chile, si bien la minería tiene una importante presencia en la actividad económica del país, representando el 11 % de PIB¹, tiene una presencia menor en la Bolsa de Valores de Santiago, con solo cuatro empresas listadas y que representan menos del 5 % de la capitalización bursátil de la entidad. Chile es uno de los principales focos de inversión a nivel mundial en Exploración, ocupando el quinto lugar a nivel mundial, esta inversión proviene en su mayoría de empresas de gran minería (*Majors*) alcanzando tres cuarto de la inversión, mientras que las empresas *Junior* solo representan el 14 % de este presupuesto. El principal financiamiento de estas empresas proviene de las bolsas de valores en las que cotizan, particularmente la Bolsa de Canadá y la Bolsa Australiana.

El presupuesto en inversión en Chile si bien ha aumentado en la década 2000 - 2010, en los últimos años se han mantenido y sus proyecciones son a la baja, esto influenciado por el aumento en los costos, la baja del precio del cobre, cambios en la situación económica mundial, reducción del crecimiento de China, entre otros factores . Dado además que la principal fuente de financiamiento de las empresas mineras viene de la capitalización de sus activos en las bolsas de valores, una de las formas de incentivar el repunte en la inversión es promover la inclusión de las empresas mineras al mercado bursátil, situación que actualmente es exigua en la economía local. La Bolsa de Santiago está dando pasos en pro de esta misión, al crear un mercado *Venture*, el cual tiene por objetivo financiar y listar empresas mineras de exploración bajo condiciones y características especiales de modo tal que dichas empresas busquen su financiamiento en el mercado de capitales. Este mercado *Venture* establece un acuerdo entre la Bolsa de Valores de Toronto (TSXV) y la Bolsa de Santiago (BCS), el cual permite realizar un doble listado de una compañía, esto es, estar listado en la BCS y en TSXV para lo cual establece los una serie de requisitos los cuales se nombran a continuación: a) tener derecho sobre la propiedad para efectuar un programa de exploración, b) programas de trabajo entre ciertos límites monetarios (USD 200.000 y USD 500.000), c) poseer capital de trabajo suficiente que permita su desarrollo entre doce

¹Fuente: Cifra 2013, Banco Central de Chile y Bolsa de Comercio, a junio 2014

y dieciocho meses posteriores a la inscripción, d) Presentar una propuesta de diversificación de los accionistas por ejemplo, que el 20 % de las acciones emitidas y en circulación se encuentren en manos de accionistas no controladores, e) Estados Financieros (IFRS) y Prospectos de la compañía y f) Aquellos relacionados al factor geológico en el proyecto, es por ello, que se exige que el Reporte Técnico cumpla con la norma NI43-101, el cual en sus cláusulas permite la utilización de códigos extranjeros equivalentes y aceptados (RO-PO), el cuyo caso, se puede emplear el código chileno, “Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales”, el cual es preparado por una persona competente calificada inscrita en el registro público de Personas Competentes en Recursos y Reservas Mineras según establece la Ley 20.235.

Es importante destacar que el NI43-101 establece estándares mínimos de calidad en el reportes de resultados de exploración, recursos y reservas mineras, sin embargo, este código se realizó para la realidad canadiense y por lo tanto, su aplicabilidad a la realidad de Chile podría estar sesgada en algunos aspectos, es por ello, que se recomienda la utilización de código chileno, emitido por la Comisión Minera, la cual si bien, fue inspirada por el código canadiense y el código australiano, realiza ajustes aplicados a la realidad local, además de poseer una exigibilidad legal.

Por otro lado, tanto los códigos Australiano (JORC Code), código Canadiense (NI43-101) y código Sudafricano (SAMREC) se complementan con una nueva generación de códigos, los cuales sirven en la valorización de activos minerales, estableciendo requisitos particulares y presentando recomendaciones para los interesados (ver Sección 3.5), sin embargo, el Código Chileno, no posee este tipo de complemento, por lo cual la valorización queda en manos de la compañía interesada en comprar y/o vender, no estableciéndose un metodología estándar para ello y sin la presencia de una entidad responsable del informe de valorización. Es por ello, que se plantea la realización de un código de valorización de activos minerales, el cual sea concordante a los códigos ya mencionados y que se adapte y complemente con los esfuerzos mundiales para un código internacional de valorización de activos, como lo son IVSC y MAVC².

7.1.2. Información Pública de Proyectos Mineros

Si bien, el Código Minero Chileno promulgado en 1983, en su artículo 21 menciona que:

Artículo 21.- [...] El Estado responderá de todo perjuicio que el Servicio cause con ocasión del ejercicio de esta facultad. Sólo su dueño podrá autorizar al Servicio para realizar los trabajos a que se refiere el inciso precedente dentro de los límites de una concesión minera. A solicitud del Servicio, toda persona que realice trabajos de exploración geológica básica deberá proporcionarle la información de carácter general que al respecto obtenga.

Esta entrega de información en la práctica era inexistente, ya que al carecer de multas para exigir su cumplimiento, las empresas mineras pasaban por alto este artículo. Y por lo tanto, toda información geocientífica que generaban quedaba guardadas en los archivos

²IVSC: *International Valuation Standards Council*; MAVC: *Mineral Assets Valuation Code*

de cada empresa, sin tener acceso libre a ella.

Esto genera un ambiente poco eficiente en la exploración minera, ya que, si una empresa quiere realizar estudios en una concesión ya explorada, si los datos anteriormente obtenidos no fueron entregados al Sernageomin (Servicio Nacional de Geología y Minería), esta nueva empresa deberá obtenerlos nuevamente, lo cual supone un esfuerzo económico y de tiempo extraordinario.

De esta manera y en pro del conocimiento público del patrimonio minero, geotérmico e hidrogeológico de Chile, el de 14 de marzo de 2015 entró en vigencia la Ley 20.819 que entrega al Sernageomin la facultad de multar hasta en 100 Unidades Tributarias Anuales a las empresas que no entreguen la “información de geología básica de exploración”³ que generen en las concesiones mineras que posean, otorgándole obligatoriedad al artículo 21 del Código Minero Chileno.

De esta forma se busca incentivar y generara ahorros en la inversión en exploración, generar nuevos negocios, mejorar la gestión de organismos del Estado, tener disponible mayor información territorial y la posibilidad de crear estudios más complejos a partir de los datos ya disponibles.

Actualmente, Sernageomin ya ha capturado los datos de geología básica de 153 proyectos de exploración, registrados en el Sistema de Información Geológica de Exploración (SIGEX) y se espera que en un futuro cercano esta base de datos sea más robusta y permita incentivar a nuevos inversores en el negocio de las exploraciones mineras. Esto además, incentivará el ingreso de más empresas mineras al mercado bursátil, debido a que ya era requisitos para aquellas empresas listadas ingresar la información de su actividad de exploración al registro bursátil, donde es considerada como requisito de información económica asociada además a obligaciones de seguridad laboral. Este era una de las razones por la cual muchas empresas no estaban interesadas en ingresar a la Bolsa de Comercio, ya que no querían entregar la información científica que generaban, pudiendo estar en desventajas con empresas no listadas, sin embargo, como ahora es obligatorio entregar dicha información, se elimina esa barrera al ingreso.

Por otro lado, se estimula a la pequeña y mediana minería, ya que las empresas cuya capacidad de extracción sea inferior a cinco mil toneladas brutas mensuales y que estén empadronadas por la Empresa Nacional de Minería, podrán acceder libremente al Archivo Nacional Geológico y Minero que mantiene el Sernageomin, de acuerdo con la Ley de Transparencia y Acceso a Información Pública.

³Comprende aquella información que no tiene directamente un carácter estratégico para las actividades de la empresa, y que incluye estudios geológicos de diferentes escalas, como dataciones de rocas, análisis mineralógico y químico, estudios paleontológicos, geoquímicos, geofísica de detalle, mapeos geológicos de sondaje, y cualquier otro estudio o documento de carácter general que contribuya al conocimiento geológico del territorio.

7.2. Valorización - Estándares para Informes de Valorización

7.2.1. VALMIN Code: Fortalezas, Deficiencias y Exigibilidad

VALMIN Code fue el primero de los códigos de valorización de activos minerales que vio la luz, es por ello que en un principio presentaba bastantes vacíos y el lenguaje utilizado era muy agresivo y poco amable con los requerimientos de la industria. Una de las ventajas que tiene haber sido el primero, es que ha sido sometido a varias instancias de revisión, con lo cual se tiene que la actual edición (tercera edición, año 2005) presenta gran madurez y aceptación por parte de la industria. Ya que ha considerado la opinión de todos los participantes en su perfeccionamiento. Algunos de los puntos a destacar en este estándar son: su amplio enfoque, ya que se puede utilizar tanto en la valorización de activos minerales “duros”, así como también en petróleo y agua, ser una misma fuente tanto para la evaluación técnica como la valorización, establecer un balance entre la Entidad Comisionadora y el Experto Independiente en derechos y obligaciones, establecer un *checklist* que tiene por finalidad hacer de guía para los usuarios del código en qué aspectos deben ser prioritarios a la hora de presentar un informe de valorización, así como velar por el cumplimiento de sus Principios Fundamentales y finalmente proveer de definiciones claras de los Valores que considera, como lo son el *Technical Value* y *Fair Market Value*, evitando ambigüedades entre ellos.

Su principal debilidad es que no ha sido incorporada en la legislación bursátil australiana y solo es exigible a los miembros de AusIMM en la preparación de Informes de Expertos Independientes cuando dichos informes son requeridos bajo “*Corporation Act 2001*”⁴. Dejando en manos de los participantes de un informe de valorización, determinar sus obligaciones legales y la búsqueda de consejos legales cuando sea necesario.

Otras de las debilidades que presenta es que no propone una tabla de contenidos recomendada, con lo cual los informes son realizados de acuerdo al juicio del *Competent Valuator* y con ello, los informes realizados de acuerdo a VALMIN Code no presentaría, al menos en su forma, un estándar.

7.2.2. CIMVal: Fortalezas, Deficiencias y Exigibilidad

CIMVal está escrito de una manera simple y sencilla, con lo cual su entendimiento no es dificultoso. Esto debido a que surgió cuando ya estaban en marcha iniciativas para un código común internacional y, por lo tanto, es dócil y/o fácil de adaptar a tal estándar.

Otra de las ventajas que presenta es que al final del código, en el capítulo G5.0, establece una Tabla de Contenidos Recomendada, la cual aborda los veinte puntos señalados en

⁴*The (Australian) Corporations Act 2001, (previously known as “Corporations Law” and now commonly referred to as “the Act”) as may be amended from time to time, is the legislation that has the principal legal influence on the preparation of Expert Reports and hence on the themes of the VALMIN Code. The Corporations Act takes precedence over any other pronouncements, including those of ASIC, ASX or the VALMIN Code.*

las Directrices, proponiendo un título para cada sección además de enumerar los puntos que deben ser considerados para cada caso. En la práctica se ha visto que ésta es la tabla de contenido que la mayoría de los Informes de Valorización a nivel mundial ocupa, aun cuando establezcan que fueron realizado en concordancia con otros códigos por ejemplo VALMIN Code, SAMVAL u otro, esto porque su estructura está hecha de tal forma que se le entrega toda la información necesaria para que el lector se haga una muy buena idea del proyecto, su geología, recursos, estados financieros y finalmente cuál es el valor justo para este activo.

Algunas de sus deficiencias es que carece de disposiciones para obligar al *Qualified Valuator* en la realización de una revisión secundaria de los datos técnicos obtenidos de otros reportes, aun cuando ellos hayan estado sujetos al NI43-101. Y que al intentar sonar menor obligatorio, recurre mucho al uso de las palabras “*shall*” y “*must*” con lo cual se podrían presentar ambigüedades en el seguimiento de los parámetros que establece.

7.2.3. SAMVAL: Fortalezas, Deficiencias y Exigibilidad

Como SAMVAL es uno de los últimos códigos nacionales formulados, su terminología es altamente compatibles con aquellos utilizados en los otros códigos nacionales, así como también lo son con los empleados en los esfuerzos internacionales de un código estándar, como por ejemplo, IVS (*International valuation Standards*) o IASB (*International Accounting Standards Board*).

Uno de sus grandes beneficios es su incorporación a **JSE Listing Rules** (*Johannesburg Stock Exchange*) lo cual le otorga exigibilidad legal. Además provee un proceso formal de revisión de todos los informes de valorización presentados a JSE.

Finalmente, es notable destacar que SAMREC y SAMVAL fueron combinados en un solo código, “SAMCODE” lo cual es ventajoso pues se integran los aspectos técnicos con los relacionados a la valorización, teniendo una visión más global de todo el proceso de informe y caracterización de una propiedad.

En cuanto a sus deficiencias, las más notorias son las ambigüedades en las definiciones entregadas, ello se da pues intenta entregar demasiada flexibilidad al valuador. Un ejemplo, de definiciones deficitarias es en el caso de “activo mineral” el cual incluye valores o títulos de compañías que poseen activos minerales. En dicho caso el código no es adecuado para la valorización de esa compañía y el código actúa como un apoyo a la valorización de esa entidad y no debe ser considerado como la referencia principal.

Otro ejemplo, es en la definición de “valor”, en la cual se prohíbe la utilización de metodologías de valorización que no sean del Enfoque de Ingresos, aun cuando el código exige la utilización de más de un enfoque. Una discusión más detallada al respecto puede ser encontrada en la Sección 3.8.2 de Abergel 2014.

Otra de las deficiencias que presenta es la no inclusión de la Independencia del Valuador como requisito, esto va en contra no solo de los demás códigos de estándar de valorización

de activos presentados, sino que además es contrario a los principios fundamentales que estable IVS Committe respecto a la realización de un Informe de Valorización y más que pretender estar en concordancia y en la búsqueda de un estándar común y mundial se aleja de este anhelo.

Al final de esta Sección se presenta un cuadro comparativo resumiendo las principales características de cada uno de los códigos de valorización mencionados, modificado de Abergel 2014.

7.2.4. Propuesta de Metodologías de Valorización de Activos Mineros

- Heredar los principios básicos que rigen CH20235, es decir, Materialidad, Competencia y Transparencia. La Independencia no es un principio fundamental adoptado en el código chileno, sin embargo, se propone incluir este principio como uno de los regentes, debido a que es un requerimiento de importancia en la transparencia del proceso, además de estar incorporado en los Principios Básicos que rigen los estándares internacionales como propone CRIRSCO.
- En la definición de la Persona Competente encargada de la realización del informe, se propone que sea denominada Valuador Competente Calificado (*Qualified Competent Valuator*), esto para que exista concordancia con los estándares internacionales. A su vez, que los requisitos de esta persona sean los mismos que establece la Ley 20.235 en su artículo 3º, esto es:

Artículo 3º.- Requisitos de inscripción. Las personas que deseen inscribirse en el Registro deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Poseer un título profesional de alguna de las carreras relacionadas con las ciencias vinculadas a la industria minera.*
- b) Tener una experiencia de a lo menos 5 años.*

Para más detalles de los requisitos ver Artículo 3º de la Ley 20.235 (Anexos). Por otro lado, se propone generar un Registro Público de Personas Competentes en la Valorización de Activos Mineros que esté relacionada al ya existente Registro Público de Personas Competentes en Recursos y Reservas Mineras.

- Definir los tres Enfoques de Valorización Clásicos aceptados por la industria y que fueron descritos en la Sección 3.4.
- Exigir la utilización de al menos dos Enfoques de Valorización y entregar el Valor (*Fair Market Value*) como un rango, esto para disminuir los sesgos que cada uno de los enfoques posee.
- Para las compañías que realicen Informes de Valorización y que coticen en la Bolsa de Santiago, se propone que posean exigibilidad legal y que la persona encargada del informe se encuentre registrada en “Registro Público de Personas Competentes en la Valorización de Activos Mineros”

Esta propuesta de Código de Valorización de Activos Mineros no será igualmente efectiva si no se cambian algunos parámetros que tienen atada a la minería chilena y la han vuelto un negocio poco dinámico.

Por un lado, el Código de Minería, promulgado en 1983, se presenta en varios aspectos anticuado y necesita una revisión, particularmente en la concesión de propiedad minera (Artículo 2) y la información geocientífica levantada en la concesión (Artículo 21). En la cual, actualmente solo se debe solicitar una concesión de exploración sin explicar en qué consiste el proyecto o los trabajos que se quieran realizar en ella. En ese sentido a los solicitantes de concesiones mineras se les debería exigir la presentación de un programa de trabajos a realizar en el período de tiempo establecido por ley o el proyecto que quieran llevar a cabo en los terrenos solicitados. Además al finalizar el tiempo de concesión, se debe exigir la entrega de información de “geología básica” al Servicio Nacional de Geología y Minería con multas considerables (actualmente 100 UTA) si no se cumple con esta normativa.

Por otro lado, se propone cambiar la forma en que se obtiene una concesión minera, actualmente y por historia, ese rol lo tiene los tribunales en las cuales la tramitación es más lenta y dificultosa. Se propone que el trámite sea de carácter administrativo lo que lo haría más rápido y sencillo, como lo es en el caso de Australia, Canadá y Perú, países donde el sistema de concesiones es más avanzado, dinámico y ha demostrado tener éxito.

Además de presentar trabajos en las concesiones mineras y entregar resultados al SER-NAGEOMIN, se debe evitar la captura, acumulación excesiva y mal uso de concesiones por parte de ciertas personas o compañías, por lo tanto, se podría limitar el número que concesiones mineras de una persona o empresa en virtud de su volumen de inversión y presencia regional, de modo que exista una democratización en la entrega de concesiones, y asegurar que en las concesiones mineras se hagan trabajos relacionados a minería y no como método de protección o beneficio económico de otros negocios, cosa que actualmente ocurre debido a los vacíos que presenta el Código de Minería actual.

Finalmente, y como el Código de Minería está ligado a la actual Constitución Chilena se propone hacer los ajustes necesarios a la Constitución Política de la República de Chile de 1980 en los temas mineros pertinentes de modo de tener un Código Minero moderno, justo, democrático, ajustado a la realidad actual y previendo las condiciones del futuro.

7.3. El Factor Geológico en la Cadena de Valor del Negocio Minero

El Factor Geológico es el punto de partida desde el cual surge y se crea valor en un negocio minero, es por ello, que la calidad del mismo es de suma importancia. Para que esta calidad sea efectiva se requiere que los datos que la sustentan sean confiables, es por ello que el profesional geólogo surge como el primer factor preponderante a la hora de generar valor, puesto a que es él quien, por un lado descubre el activo y por otro proyecta su potencial en el tiempo.

Otro de los factores geológicos de gran importancia es la determinación del modelo geológico que estará estrechamente relacionado al tipo de depósito en estudio. La importancia de esto último radica en que por ejemplo, no es lo mismo explorar y explotar un depósito tipo pórfido cuprífero que uno tipo SSC, ya que las alteraciones, asociaciones minerales, disposición y forma de la mineralización se disponen distintas en cada caso, al igual que los minerales de mena encontrados, los cuales influirán en la metalurgia aplicada a ellos. Por lo tanto, la geología y el modelo geológico deben presentar altos niveles de confianza para que los otros actores en la cadena de valor, como ingenieros de minas, ingenieros comerciales, ingenieros industriales, entre otros, integren los datos técnicos y se logre generar un plan de acción en pro del aumento de valor del activo (caso deseado y favorable). De esta manera se tiene que los datos que sustentan el modelo geológico deben ser puestos a prueba de acuerdo a Procedimientos de Aseguramiento de la Calidad y Control de Calidad, QA/QC, definidos por la compañía o establecido por alguno de los códigos de estándares para el reporte técnico de reservas y recursos minerales.

Todo lo anterior repercute en la toma de decisiones respecto a un activo por parte de los diferentes actores del mercado, por ejemplo desde el punto de vista de la empresa *Junior* o el Departamento de Exploraciones de una *Major*, que evalúan el futuro de un proyecto de exploración, se pueden tomar diferentes decisiones respecto a los datos geológicos que se dispongan, es así como se podría invertir más dinero para aumentar el valor del activo (suponiendo un caso favorable) y llevarlo a una etapa de mayor desarrollo, venderlo a un precio justo definido por las Personas Competentes respectivas o abandonar el proyecto, puesto a que las condiciones del mercado y/o técnicas en ese momento, no son favorables para llevar un proyecto a una etapa con un nivel de información mayor.

El proceso de Modelamiento Geológico, desde la captura de datos a su integración e interpretación queda reflejada en la siguiente esquema (ver Figura 7.1).

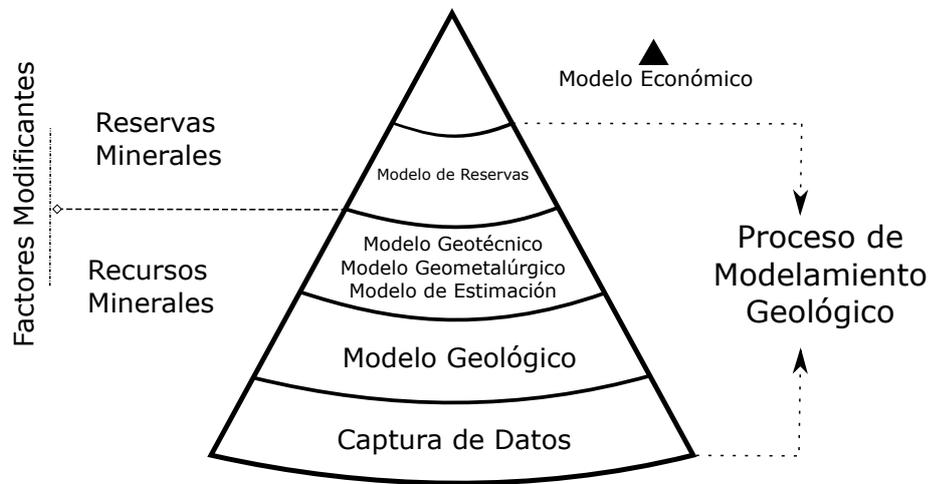


Figura 7.1: Proceso de Modelamiento Geológico con resultado de Modelo Geo-Minero-Metalúrgico

A continuación (Figura 7.2) se muestra cómo el valor de un proyecto va aumentando a medida que se aumenta su conocimiento geológico. Por otro lado, se aprecia que el caso favorable es el menos probable y que la posibilidad de abandonar un proyecto por ser económicamente inviable es en lo que ocurre en la mayoría de los casos.

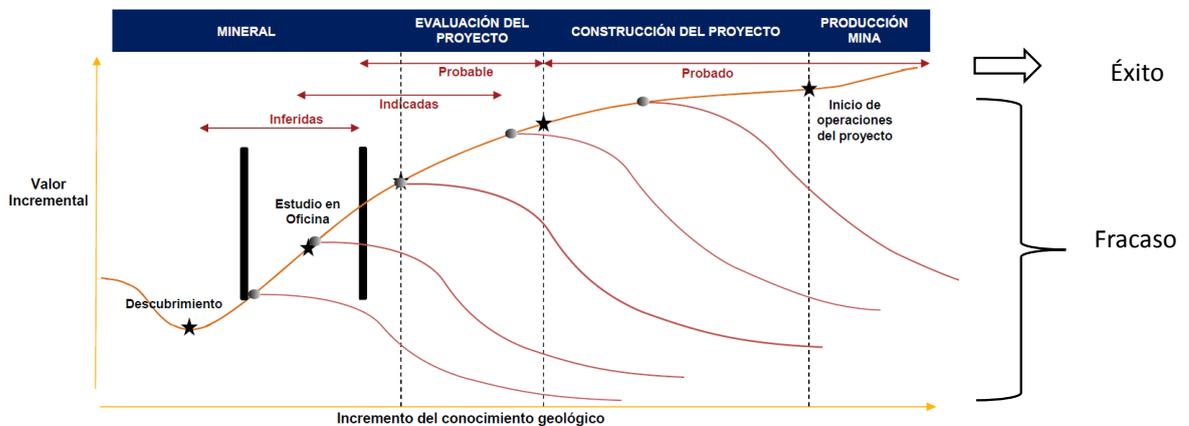


Figura 7.2: Posibles escenarios en la vida de un proyecto Minero

7.4. Cuadro Comparativo Códigos de Valorización de Activos Minerales y Petróleo

A continuación se muestra una tabla resumen y comparativa de los códigos de valorización, destacando sus principales características:

	VALMIN	CIMVal	SAMVAL
Alcances - Tipos de Activos	Propiedades minerales incluyendo crudo y gas	Propiedades minerales excluyendo crudo y gas	Activos Minerales excluyendo crudo y gas (incluye la valoración de títulos o entidades las cuales sostienen o tienen interés en propiedades minerales)
Alcances – Tipos de Informes	1.- Informes Técnicos 2.- Informes de Valorización 3.- Informes de Imparcialidad y Razonabilidad	Informes de Valorización	Informes de Valorización ("Public Reports")
Principios Fundamentales	Materialidad Transparencia Independencia Competencia Razonabilidad (no explícito)	Materialidad Transparencia Independencia Competencia Razonabilidad	Materialidad Transparencia Competencia
Calificaciones del Valuador	Individual Expert (IE): a) Ser Competente y tener 10+ años de relevante y reciente experiencia en minería y petróleo b) Tener 5+ años de relevante y reciente experiencia en evaluación y/o valoración de activos/valores mineros/petróleo c) Poseer licencias adecuadas d) Ser miembro acreditado de una asociación profesional Specialist:	Qualified Valuator: a) Tiene extensa experiencia en valoración de propiedades minerales b) tiene relevante experiencia en propiedades minerales o se apoya en reportes técnicos de un QP c) Es regulado por o es miembro acreditado de una asociación profesional Qualified Person: a) Ingeniero o Geocientífico con	Competent Valuator: a) persona que está registrada en una listado específico de organizaciones profesionales b) Posee calificaciones, habilidades y suficiente experiencia relevante en temas de valoración.

	Contratado por el IE para preparar secciones del Reporte en que el IE carezca de competencia a) Debe ser Competente e Incompetente b) Poseer 5+ relevante y reciente experiencia en el campo que reporta	5+ años de experiencia en Industria Minera b) Tiene experiencia relevante en proyectos y el reportes técnicos c) es miembro acreditado de una asociación profesional	
Proceso Comisionante	Detallado en un contrato escrito Cláusula de confidencialidad	Detallado en una carta de compromiso o en un contrato escrito Cláusula de confidencialidad	Sin guía/directriz
Esquema del Informe	No presenta	Esquema detallado propuesto	Esquema general propuesto
Recursos/Reservas Estimadas	Reservas y recursos minerales definidos en JORC Reservas y recursos de petróleo debe ser consecuente con SPE/WPC/AAPG	Reservas y recursos minerales definidos de acuerdo a NI 43-101	Reservas y recursos minerales definidos SAMREC
Estándar de Valor	<i>Fair Market Value</i> <i>Technical Value</i>	<i>Fair Market Value</i>	Valor (valor presente)
Proceso de Valoración	El 'valor' <u>debería</u> expresarse como un rango. <u>Debería</u> explicar el/los método/s escogido/s y es <u>deseable</u> que discuta porqué cierto/s método/s no fue/fueron utilizados.	Se <u>debe</u> usar más de un enfoque (2+) o justificar el uso de solo uno. <u>Debe</u> explicar cada método escogido y explicar la exclusión de los métodos no escogidos. <u>Debe</u> entregar el 'valor' como un rango, o explicar 'un solo valor'.	<u>Debe</u> usar al menos dos enfoques de valoración. <u>Debe</u> reconciliar las diferencias entre cada enfoque escogido
Ranking de enfoques y metodologías	Ninguna	Cuadro comparativo entre enfoque vs aplicabilidad a fase de	Cuadro comparativo entre enfoque vs aplicabilidad a

		desarrollo minero. Ranking de métodos clasificados como 'primario' o 'secundario' con comentarios de aceptación en la industria.	fase de desarrollo minero.
Fases de Desarrollo Minero	Ninguna	Propiedades en Exploración Propiedades en Recurso Mineral Propiedades en Desarrollo Propiedades en Producción	Propiedades en Exploración Propiedades en Desarrollo Propiedades en Producción Propiedades Inactivas Propiedades Difuntas
Métodos Prohibidos	Ninguno	' <i>gross in-situ value</i> '	' <i>gross in-situ value</i> '
Exigibilidad	AusIMM, AIG	<i>TSX Venture listing</i> Requisitos: Anexo 3G de <i>TSX Venture listing</i>	<i>JSE Listing Regulations Section 12</i> <i>SAIMM internal disciplinary process</i>
Ejemplos de Proyectos Valorizados de acuerdo a estos códigos	<i>Kharmagtai Project, Mongolia</i> <i>Las Bambas Copper Project, Perú</i>	<i>Wheeler River Project, Canada</i>	<i>Ruashi, República Democrática del Congo</i> <i>Chibuluma, Zambia</i>

Tabla Comparativa principales aspectos en códigos internacionales de valorización de activos minerales

Capítulo 8

Conclusiones

- a) En Chile la industria minera tiene baja presencia en el mercado bursátil, representado por la Bolsa de Comercio de Santiago, con solo cuatro empresas mineras listadas.
- b) A nivel mundial las empresas *Junior*, dedicadas principalmente a explorar y descubrir nuevos depósitos, obtiene su financiamiento a través del mercado bursátil, esto es representado en gran medida en las Bolsas de Valores de Canadá y Australia, donde empresas mineras tiene gran participación y con ello se estimula y dinamiza la industria minera a escala de exploraciones.
- c) La Bolsa de Valores de Santiago realiza actualmente un esfuerzo en pro de la inclusión de más empresas mineras en la Bolsa, firmando un acuerdo *Venture* con la Bolsa de Toronto, permitiendo un doble listado, tanto en Chile como en Canadá, propiciando mayores posibilidades de financiamiento de empresas *Junior* o *Intermediate*.
- d) A nivel mundial, y principalmente en tres países pioneros tales como: Australia, Canadá y Sudáfrica, existen Estándares para el Reporte de Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Mineras (Códigos de Reporte de Información Técnica). Estos códigos son: JORC Code, NI43-101 y SAMCODE (ex – SAMREC) respectivamente. Y surgen como método de protección para los posibles inversionistas en proyectos mineros.
- e) En Chile existe un símil, amparado por la Ley N°20.253 que regula la figura de las Personas Competentes y crea la Comisión Calificadora de Competencias de Recursos y Reservas Mineras, la cual emite el código CH20235 - Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales. Donde se establecen definiciones del mercado minero, se define a un profesional competente y se establecen los mínimos estándares para la realización de Informes Técnicos.
- f) Junto con los Códigos mencionados, nace una segunda generación de códigos, VALMIN Code (código australiano); CIMVal (código canadiense); y SAMVAL Code (código sudafricano), los cuales tienen por objetivo establecer estándares a la hora de realizar un Informe de Valorización, esto es, señalar cuál es el precio justo de mercado para activos minerales. Están basados en los tres enfoques de valorización clásicos: Enfoque de Ingresos, Mercado y Costos, cada uno aplicado a diferentes etapas del desarrollo mineros preferentemente. Estos nuevos códigos establecen un Estándar, tanto en los

requerimientos del informe, consideraciones técnico-económicas, así como en la forma de presentar los resultados del estudio. En Chile aún no existe un código de valorización para activos minerales, sin embargo, la Comisión Minera, está trabajando en alcanzar ese objetivo, basándose en los códigos mencionados anteriormente. Este código es llamado actualmente VALMIN Chileno – “VALMICH” (Valoración Activos Mineros Chileno).

- g) El Factor Geológico corresponde a la base de la cadena de valor del negocio minero, representado por el activo mineral, es decir, el depósito encontrado, desde ahí, mediante diversas etapas secuenciales se busca aumentar el valor del mismo, con diferentes estudio técnicos y económicos (Estudios de Prefactibilidad y Factibilidad), los cuales tiene por finalidad aumentar el conocimiento geológico de la zona de estudio, establecer parámetros geo-minero-metalúrgicos y económicos, y consecuentemente disminuir el riesgo del activo. Es por ello que los datos en los que se basa lo anterior deben poseer estándares de calidad asegurados mediante protocolos (QAQC) que se ajusten a los Estándares mínimos establecidos por los códigos de Reporte de Información Técnica. Es importante destacar que este aumento de la información geológica que busca aumentar el valor de un activo minero puede liquidar un negocio ya que hasta cierta cantidad de información un proyecto vale un determinado monto, sin embargo, si con el aumento de información se demuestra que sus condiciones no son favorables, este valor es destruido y el proyecto disminuye en un gran porcentaje su valor, es por ello, que es de real importancia considerar el factor del Riesgo en este aumento secuencial de la información geocientífica de una concesión.
- h) Se requiere hacer cambios en el Código Minero Chileno, para que las compañías se les obligue a entregar la información de geología básica que generen al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), tal cual lo establece el artículo 21 del Código.
- i) Se requiere fortalecer las actuales plataformas que posee el SERNAGEOMIN para la publicación de la información de geología básica obtenidas las compañías que realicen trabajos en las concesiones mineras que posean, de acuerdo al artículo 21 del Código Minero Chileno, así como también, de la información generada por el mismo Servicio mediante el Departamento de Geología Regional de la Subdirección Nacional de Geología.
- j) Se requiere revisar la forma en que se asignan las concesiones mineras, exigiendo que se presente el proyecto que se quiere llevar a cabo en ellas, para de esta manera evitar el mal uso de las mismas como medio de protección de otros negocios, por ejemplo, proyectos inmobiliarios, políticas públicas, entre otros. Y finalmente pasar de un sistema de “concesiones judiciales” a uno de “concesiones administrativas”, lo que haría que su entrega sea más rápida, expedita y transparente de modo de dinamizar el negocio minero chileno. Este tipo de concesiones ha demostrado tener gran éxito en países como Perú, Australia y Canadá.

Bibliografía

- (2007). *Valorización de Empresas por Flujos de Caja Descontados*. ALTAIR.
- Abergel, K. (2014). Mineral asset valuation codes: Towards an international standard.
- Becker, C. (2011). Valorización de concesiones mineras de potenciales yacimientos.
- Committee, S. A. M. A. V. et al. (2008). The south african code for the reporting of mineral asset valuation.[online] available from <http://www.samcode.co.za/downloads.SAMREC-Code-Final> [Downloaded 2010-06-20].
- Fernández, P. (2001). Valoración de empresas: Cómo medir y gestionar la creación de valor, gestión 2000, barcelona.
- Group, I. C. S. et al. (2007). The world copper factbook. *Retrieved March, 9:2008*.
- Kilburn, L. C. (1990). Valuation of mineral properties which do not contain exploitable reserves. *Cim Bulletin*, 83(940):90–93.
- McCallun, T. (2011). "valuation of a business chartered general accountants.
- McFarlane, A. (2002). A code for the valuation of mineral properties and projects in south africa. *JOURNAL-SOUTH AFRICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY*, 102(1):37–48.
- Miller, M. H. and Modigliani, F. (1961). Dividend policy, growth, and the valuation of shares. *the Journal of Business*, 34(4):411–433.
- MINERAL, V. O. (2003). Standards and guidelines for valuation of mineral properties.
- on Reserve Definitions, C. S. C. (2009). Cim definition standards-for mineral resources and mineral reserves. Technical report, ●.
- Peres, N. (2010). Colloquium: The transport properties of graphene: An introduction. *Reviews of Modern Physics*, 82(3):2673.
- Roscoe, W. E. (2002). Valuation of mineral exploration properties using the cost approach. *CIM bulletin*, pages 105–109.
- Spence, K. and Roscoe, W. (2001). Cim special committee on valuation of mineral properties (cimval). *CIM BULLETIN*, 94(1047):37–37.
- VALMIN-Committee (1995). Foreword to valmin '94 proceedings. *Mineral Valuation Methodologies 1994 Proceedings, Australia*.

Anexos

En la versión impresa no se incluyen los anexos por petición del Profesor Brian Townley, solo en la versión digital se incluirán en esta sección lo siguiente:

1. VALMIN Code
2. CIMVAL
3. SAMVAL
4. CH20235
5. Informe de Valorización de Proyecto Las Bambas