

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA



**“EVALUACION DE RIESGOS ASOCIADOS A
PROYECTOS DE INVERSION MINERA: CASO MINA
CUPROSA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

ELABORADO POR:

ALÍ IVAN MERES VARGAS

ASESOR

ING. HENRY DIOMEDES BRAÑES GALLARDO

LIMA – PERU

2014

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre Esperanza Vargas y a mi tío Freddy Vargas por su incondicional apoyo y su sabio consejo que me motiva día a día a superarme como persona y como profesional. Además lo dedico a mi abuelo Alfonso Vargas que, de donde esté, se sienta tranquilo de saber que nosotros los Vargas, no nacimos para darnos por vencidos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco al Ing. Henry Brañes por su consejo y apoyo incondicional en la elaboración del presente trabajo. Además a cada una de las personas que durante el transcurso de la presente estuvieron allí brindándome su experiencia y su conocimiento para continuar puliendo esta investigación, que ahora la presento ante la comunidad como mi tesis de grado.

Un reconocimiento especial a Sergio y Daniel Serkovic, ya que me motivaron en momentos claves a continuar con el desarrollo de éste trabajo y permitiéndome además, mejorar mi perspectiva en el desarrollo de este tema en particular, que estoy seguro me será de mucha ayuda durante el transcurso de mi vida profesional.

Muchas gracias a Hyung Min Park, autor del modelamiento presentado, quien gustosamente accedió a responderme las preguntas que le he estado remitiendo para poder aclarar algunos aspectos relacionados al enfoque que propone.

Mi más sincero agradecimiento a Soveyda Ávila Espichán, tu apoyo y motivación constante a lo largo del desarrollo de la presente es aquello que estaré siempre agradecido.

RESUMEN

Debido a que la mayoría de inversiones mineras se realizaron mediante estudios basados en el enfoque tradicional de evaluación de proyectos, es que se muestra como antecedente la frecuencia de proyectos de inversión fallidos, alguno de ellos por estar subdimensionados, con un capital de infraestructura mal especificado; inclusive paralizados debido a razones muy distantes a los fundamentos técnico – económicos en los que se sustenta la actividad minera en sí, lo cual ha sido ampliamente inaceptable por varias décadas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar de manera general los riesgos asociados a los proyectos de inversión en la industria minera. Para lo cual, se aplica el modelo planteado por H. M. Park y M. G. Nelson (SME, Octubre 2013) que consta de una matriz que mostrará los riesgos de mayor presencia, sujetos a variables tanto internas como externas, al momento de la toma de decisión para invertir en un proyecto minero. Los riesgos serán clasificados por categorías “mayores” y dentro de ellas, están las de categoría “menor” que permitirán ampliar la visión de la realidad que está sujeta el proyecto.

Mediante el uso del modelo, las Empresas estarán dispuestas a revisar los aspectos asociados a un proyecto de manera más rápida y efectiva, haciendo posible examinar una mayor cantidad de estos riesgos, para asegurar así el desarrollo de su cartera de proyectos y con ello su crecimiento en el largo plazo.

Un aporte a esta materia de estudio es la importancia de considerar la incertidumbre dentro este tipo de evaluación, ya que es un proceso dinámico y se deberá tener presente el efecto de las incertidumbres no sólo durante la fase de toma de decisión de invertir en el proyecto; sino también, a lo largo su desarrollo y operación.

El mencionado enfoque tradicional de evaluación, hará que una empresa adopte una estrategia rígida dejando de lado las dos grandes incertidumbres a las que está sujeta la industria minera (la geológica y la relacionada al mercado). Es por ello, que se debe tener en cuenta que el ambiente en donde se desarrolla ésta actividad requiere de exactamente lo contrario: una(s) estrategia(s) que nos permitan darle flexibilidad a la empresa para hacerle frente a estas incertidumbres y los riesgos asociados que derivan de éstas.

ABSTRACT

Due to many mining investments was doing through studies based in the traditional approach used in the mining project assessment, these show us like a background the frequency of investment projects failed, which some are undersized, with an infrastructure capital misspecification and even stopped due to very distant reasons to the technical – economic fundamentals in which is sustained the mining activity itself, there have been widely unacceptable for many decade.

This thesis have as a goal the overall evaluation of the associated risks in the mining investment project. So, I will use the model planned by H. M. Park. y M. G. Nelson (SME, October 2013) this is a matrix that show us the major risk, linked to internal and external variables, at the moment to the decision making to invest in a mining project. These risk, will be classified by “major” categories and inside them, there are the “minor” category, which allow me then an overall vision of the reality had been linked this project.

Through this model, many companies are willing to review the associated aspects to whatever project as faster y more effective way, making possible the review a lot of these, thereby making sure the development of his project’s portfolio and with this your long time growth.

A contribution for this study field, is the importance of consider the uncertainty in this kind of evaluation. Because, this is a dynamic process and it will be have to be present the effect

of this uncertainties not just in the decision making stage. Furthermore, it will be along to the development and operation.

The traditional approach of evaluation that I have mentioned before, will make that a company assume a no-flexible strategy leaving out the two biggest uncertainties as be linked the mining industry (geologic uncertainties and market uncertainties). Thus, it will be must consider which the environment in this activity develops, require exactly the opposite: a set(s) of strategy(ies), that will allow me give more flexibility to the company, and then can fight with this uncertainties and the associate risks which derived from them.

INDICE

INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Objetivos generales	17
1.2. Objetivos específicos.....	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Características de los proyectos mineros.....	19
2.2. Estudios que sustentan un proyecto minero	23
2.2.1. Estudio Inicial	23
2.2.2. Estudio de Pre-factibilidad	23
2.2.3. Estudio de Factibilidad.....	24
2.3. Evaluación económica de proyectos mineros	25
2.3.1. Modelamiento, valorización y evaluación	25
2.3.2. El valor adicional de la incertidumbre en la evaluación de proyectos	26
2.4. Definiciones de variabilidad, incertidumbre y riesgo	32
2.4.1. Variabilidad	32
2.4.2. Incertidumbre	32
2.4.3. Riesgo	33
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	35
3.1. Hipótesis generales	35
3.2. Hipótesis específica.....	35
CAPITULO IV: MODELAMIENTO DE LOS RIESGOS ASOCIADOS	36
4.1. Riesgos de asociación.....	38
4.2. Riesgos técnicos.....	40
4.3. Riesgo de la comercialización	44
4.4. Clima de inversión	45
4.5. Valores económicos	47

CAPITULO V: CASO PRÁCTICO: MINA CUPROSA DE LA COMPAÑÍA MINERA	
VARGUITAS S.A.....	52
5.1. Descripción general del proyecto	52
CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
6.1. Análisis @Risk.....	52
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS.....	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	Clasificación general de los riesgos asociados a un proyecto minero	37
Tabla 4.2	Composición del riesgo de asociación	39
Tabla 4.3	Composición del riesgo técnico	41
Tabla 4.4	Composición del riesgo derivado de la comercialización	44
Tabla 4.5	Composición del riesgo derivado del clima de inversión	46
Tabla 4.6	Composición del riesgo derivado de los valores económicos	48
Tabla 4.7	Composición completa de los riesgos asociados a un proyecto minero	51
Tabla 5.1	Otros datos de utilidad para la evaluación de la mina Cuprosa	58
Tabla 5.2	Cuadro resumen de los datos a utilizar en la evaluación de la mina Cuprosa.....	58
Tabla 6.1	Cuadro resumen de la evaluación realizada a la mina Cuprosa mediante el modelo.....	61
Tabla 6.2	Valor más probable como calificación del proyecto como oportunidad de inversión	59
Tabla 6.3	Cuadro resumen del rango de valores que presentan los riesgos asociados.....	61
Tabla 6.4	Representación del Valor @Risk vs el valor más probable obtenido por la evaluación.	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Etapas de un proyecto minero.....	22
Figura 2.2 Representación gráfica del proceso de toma de decisión de inversión	28
Figura 2.3 Explicación gráfica de como la incertidumbre agrega valor, primer escenario ...	29
Figura 2.4 Explicación gráfica de como la incertidumbre agrega valor, segundo escenario	30
Figura 2.5 Explicación gráfica de como la incertidumbre agrega valor, tercer escenario ...	31
Figura 2.6 Incremento del valor del proyecto a través del progreso del mismo	31
Figura 2.7 Representación gráfica del proceso de la gestión de riesgos.....	34
Figura 4.1 Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo de asociación	40
Figura 4.2 Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo técnico..	43
Figura 4.3 Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo que deriva del clima de inversión.....	47
Figura 4.4 Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo derivado de los valores económicos.....	49
Figura 4.5 Representación gráfica del rango de valores de riesgos asociados a proyectos mineros.....	50
Figura 5.1 Plano de Ubicación de la Mina Cuprosa	53
Figura 5.2 Representación gráfica del tonelaje presente en la mina Cuprosa.....	54
Figura 5.3 Representación gráfica de los contenidos metálicos presentes en la mina Cuprosa.....	54
Figura 5.4 Fotografía que muestra la limitada accesibilidad de la mina Cuprosa.....	56
Figura 5.5 Fotografía del cuarto de testigos provenientes de la mina Cuprosa.....	57
Figura 6.1 Valores promedio de los riesgos asociados al proyecto	60
Figura 6.2 Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo de asociación	62
Figura 6.3 Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo técnico.....	62

Figura 6.4 Gráfico de la función de entrada al @Risk del riesgo derivado de la comercialización.....	63
Figura 6.5 Gráfico de la función de entrada al @Risk del riesgo derivado del clima de inversión.....	63
Figura 6.6 Gráfico de la función de entrada al @Risk del riesgo derivado de los valores económicos.....	64
Figura 6.7 Histograma de los valores obtenidos en la simulación.....	65
Figura 6.8 Diagrama de las frecuencias acumuladas de los valores obtenidos en la simulación.....	65
Figura 6.9 Gráfico tornado de los valores obtenidos en la simulación.....	66
Figura A.1 Gráfico global de los proyectos de exploración.....	76
Figura A.2 Análisis de la cartera de proyectos de inversión minera.....	77
Figura A.3 Análisis de proyectos de inversión minera por metal.....	80
Figura A.4 Análisis de proyectos de inversión minera por región.....	82
Figura A.5 Análisis de proyectos de inversión minera por país.....	82
Figura A.6 Análisis de inversiones totales en el sector minero.....	83
Figura A.7 Análisis de inversiones totales en el sector minero realizadas durante el 2013.....	84
Figura A.8 Actividad minera a nivel nacional.....	85
Figura A.9 Participación regional en la cartera estimada de proyectos mineros.....	85
Figura A.10 Distribución de la cartera de proyectos según la etapa actual.....	86
Figura A.11 Distribución de los proyectos por el mineral predominante.....	86
Figura B.1 Principales proyecto mineros del Perú.....	87
Figura C.1 Principales proyectos mineros alrededor del mundo (1/3).....	88
Figura C.2 Principales proyectos mineros alrededor del mundo (2/3).....	89
Figura C.3 Principales proyectos mineros alrededor del mundo (3/3).....	90

INTRODUCCIÓN

La frecuencia de proyectos fallidos, que están sub-dimensionados y con un capital de infraestructura mal especificado en la industria minera ha sido ampliamente inaceptable por varias décadas señala Mackey et al, (2003). Algunos casos de sub-dimensionamiento, posiblemente son producidos por una evaluación deficiente del proyecto basada en estimaciones singulares y suavizadas del yacimiento. Bye (2011) indico que ello se debe al menospreciar o ignorar la variabilidad espacial y la incertidumbre de la mineralización y del impacto crítico que tiene en el minado, el blending y el procesamiento. Adicionalmente, varias etapas en la evaluación de proyectos involucra ampliamente el uso de valores promedios en el tiempo, por ejemplo en las etapas del planeamiento de minado o el procesamiento en periodos anuales.

Además de lo mencionado, con sólo revisar el panorama de inversiones que se da en el plano local, en donde varios mega (grandes y pequeños) proyectos mineros resultan muchas veces inviables, no por un tema de viabilidad técnico-económica producto de estudios tanto conceptuales, de pre factibilidad y factibilidad; sino, por la coyuntura social ligado a él, que con el tiempo han dejado en claro que se deberá abordar este asunto en particular conjuntamente en los estudios ya mencionados. Basta revisar las cifras registradas por el boletín anual del Ministerio de Energía y Minas del Perú (MEM) para darse cuenta del avance en inversiones realizadas durante el año 2013 respecto a ésta temática (Ver Anexo A).

Adicionalmente dentro del marco general de la evaluación de un proyecto minero, Van et al. (2012) hace referencia que tratamos aquí con dos grandes incertidumbres que acompañarán durante la elaboración de la mencionada evaluación y a lo largo del desarrollo de la operación: la primera de ellas es el yacimiento, ya que éste estará sujeto a la variabilidad de leyes, dimensiones, características geomecánicas, etc. La segunda gran incertidumbre son las externalidades ligadas al proyecto, en donde se encuentra ubicados el mercado, el precio, etc.

En la cadena de valor del negocio minero, el desarrollo exitoso de cada una de las etapas que lo conforman está en “nuestras manos”; por lo tanto, la consideramos como una incertidumbre relativamente menor.

Lo que se ha venido señalando sirve de argumento para cambiar el paradigma en la evaluación de proyectos; es así que, será requerido, en primer lugar, identificar las incertidumbres y riesgos relevantes que afectan al proyecto; asimismo, incluir un análisis del clima de inversión del país en donde se realizará el proyecto – en nuestro caso: en el Perú, específicamente en el departamento de Ayacucho– y los valores económicos ligados al mismo. Además de ello, se deberá mantener éstos aspectos en agenda no solo a través del proceso de evaluación del proyecto; sino inclusive durante el desarrollo de la cadena de valor del negocio minero, mediante una adecuada gestión de los riesgos más representativos; que en consecuencia, permitirá garantizar la mayor rentabilidad del proyecto en el plazo determinado para su ejecución.

Por lo tanto, los enfoques en la evaluación cambiarán para llegar a ser ampliamente informados respecto a los aspectos ya mencionados, para así lograr que el equipo de proyectistas cambie su forma de pensar en términos de análisis de sensibilidad (mediante parámetros flexibles) a un pensamiento en términos de evaluación de múltiples configuraciones de proyectos ingenieriles adjuntando la incertidumbre y la variabilidad a través una cadena de valor propuesta.

Lo que se ha venido consignando, según el análisis presentado en esta tesis de grado, refleja la gran diferencia que posee la evaluación de proyectos mineros respecto a otras ramas de la industria, en vista que la industria minera, por las características que posee, requiere de un tipo específico de evaluación en la que estará presente el efecto las incertidumbres y riesgos identificados antes de iniciar la operación un proyecto.

Los aspectos presentados se irán desarrollando en el transcurso del presente trabajo; en efecto, se deja en claro, bajo el enfoque planteado, que la “pregunta correcta” para definir la decisión de inversión de un proyecto no es: “¿en cuánto tiempo se recupera la inversión?” o “¿cuál es el margen de ganancia que se obtendrá?”. Ésta deberá ser; en cambio, una serie de preguntas que me permitirán considerar a un proyecto minero como oportunidad de inversión: “debido a la incertidumbre y la variabilidad existente en la mineralización, ¿cómo impactará ello en la cadena de valor del negocio minero y que oportunidades existen para mejorar la rentabilidad del proyecto?, ¿cuál(es) riesgo(s) tiene un mayor impacto en el proyecto?, ¿somos capaces de poder gestionar de manera adecuada los riesgos que están asociados al proyecto?, ¿cómo variarán los resultados y con qué intervalo de confianza tendrán éstos a un periodo de tiempo específico y relevante?.

En otras palabras: “de acuerdo a la estrategia de inversión, ¿cuál(es) proyecto(s) podemos reconocer como la mejor alternativa de inversión ante los riesgos asociados a éste?.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la ejecución de grandes proyectos de inversión minera en el mundo genera como consecuencia la exploración de nuevos depósitos o la evaluación de la expansión de proyectos ya existentes, con la posibilidad de encontrar recursos y reservas minerales adicionales, y junto con un incremento de los precios, cambios en el método de minado o la introducción de nuevas tecnologías, todo ello será motivo suficiente para requerir de una inversión de capital. Los estudios de evaluación económica serán requeridos como base para la toma de decisiones de inversión con el único fin de generar valor para la compañía.

El objetivo de la presente tesis es brindar la descripción de los elementos a considerar en un proceso de toma de decisión de inversión por parte de los interesados de un proyecto. El cambio de enfoque que se puede producir en la industria minera mediante la identificación de los riesgos asociados a un proyecto; y posteriormente, incluirlos en la evaluación que se realiza para poder clasificarlo como oportunidad de inversión, permitirá lograr:

- En primer lugar, poner en práctica lo mencionado por Deutsch (2011) con respecto al tradicional proceso de toma de decisión

Hay algo muy malo con [el] modelo convencional de toma de decisión.. ello concibe a la toma de decisión como un proceso de selección a partir de opciones existentes según una fórmula fija.. Pero de hecho, esto solo ocurre al final de la toma de decisión – la fase en la que no se requiere de pensamiento creativo.. El corazón del proceso de toma de decisión es la creación de nuevas opciones y de abandonar o modificar las ya existentes. *(There is something very wrong with [the] conventional model of decision – making... its conceives of decision – making as a process of selecting from existing options according to a fixed formula... But in fact is what happens only at the end of decision making – the phase that does not require creative thought... At the heart of decision – making is the creation of new options and the abandonment or modification of existing one)* (p 341).

- En segundo lugar, al dejar de lado la incertidumbre durante la evaluación de un proyecto minero llevará a la empresa a optar por una estrategia de operación rígida en una industria en donde se requiere lo contrario: una estrategia flexible – o conjunto de ellas – junto a decisiones tácticas que permitan aprovechar las oportunidades, y a su vez, afrontar las amenazas que están vinculadas al proyecto.

1.1. Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo es mostrar de manera general los riesgos asociados a un proyecto minero, que permitirán, en primera instancia, una mejor toma de decisión al momento de invertir considerando el valor que genera la incertidumbre; asimismo, diseñar una estrategia flexible con la capacidad de anticipar y tomar ventaja a las posibles eventualidades. Para el mencionado fin, haremos uso de lo que denominaremos Matriz de Riesgos Asociados al Proyecto.

1.2. Objetivos específicos

Se define tres objetivos específicos que servirán de apoyo al proceso de desarrollo del presente trabajo de tesis, que además determinarán los alcances de la investigación. Éstos son:

- Mostrar el rol de la incertidumbre en el proceso de toma de decisión, como una importante fuente de información adicional en la evaluación de proyectos.
- Mostrar que el proceso de evaluación es intrínsecamente dinámico y comparativo. A diferencia de la valorización, que es un concepto estático.
- Dar una visión general, de acuerdo al panorama local, respecto a los riesgos asociados a un proceso de toma de decisión de inversión, en donde se podrán determinar los puntos fuertes y los aspectos que debemos mejorar en ésta materia de estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se hará detalle del marco teórico en el que se desarrolla la presente tesis. En primer lugar, se hace referencia a las principales características que presentan los proyectos mineros, siendo éstas las que lo diferencian de otras ramas de la industria; seguidamente, se hace referencia a los estudios requeridos para sustentar a un proyecto, asimismo se analizará, según la investigación realizada, la capacidad de la incertidumbre para añadir valor en la evaluación de proyectos. Finalmente, se mencionará las definiciones de variabilidad, incertidumbre y riesgo, que nos ayudará a esclarecer las diferencias entre cada uno de éstos conceptos.

2.1. Características de los proyectos mineros

Antes de analizar los estudios necesarios que definen a un proyecto minero, se debe hacer mención a aquellas características propias de éste, Millán (1998) indica que las principales son:

a) **Poseen un largo periodo de gestación:**

Principalmente por dos aspectos, el primero está enfocado al hecho de que el periodo de tiempo entre el descubrimiento (o redescubrimiento en muchos otros casos) del yacimiento y el inicio de la construcción, es de cinco a diez años aproximadamente. El segundo aspecto que contribuye a prolongar

éste periodo es el análisis de las alternativas de diseño que se deben considerar en el estudio conceptual y el comportamiento cíclico de los precios de los metales, ya que a veces conviene postergar un proyecto simplemente por estrategia comercial. Además cabe la posibilidad de un tercer aspecto que vendría a ser la búsqueda del financiamiento necesario para la construcción, que en minería suele ser más largo que en otras ramas de la industria.

b) **Para su ejecución se requerirá de estudios multidisciplinarios:**

Además de un reporte geológico, luego de la exploración y un diseño de minado proveniente de los estudios posteriores a esta etapa; para la ejecución de un proyecto minero será necesario una gama de estudios basados en diversas ramas del conocimiento, desde los aspectos ambientales exigidos en la presentación del EIA, las evaluaciones económicas conocidas durante los estudios de factibilidad, etc.

c) **El yacimiento no es un recurso renovable:**

Dado que el yacimiento es finito, y toda empresa desea seguir existiendo después del agotamiento de sus reservas, se deberá de explorar, esporádica o constantemente, pero siempre explorar. Sin embargo, es conocido que la exploración minera es cada vez más costosa a pesar de los avances tecnológicos, debido a que los yacimientos “de importancia” son cada vez más escasos, asimismo éstos son finitos en tamaño, inicialmente desconocidos, variables en calidad y fijos en espacio.

d) **Los proyectos mineros son de capital intensivo:**

Los proyectos mineros requieren de mayor cantidad de capital que un proyecto de cualquier otra industria que tenga el mismo monto anual de ventas. Asimismo, las leyes de los minerales principalmente de cobre, oro o hierro son más bajas en el presente que en el pasado, es probable entonces que en un futuro la minería se acentúe la tendencia del agotamiento de las zonas de

enriquecimiento supérgeno y que los yacimientos sean cada vez más profundos e inaccesibles. Por esa razón, se obliga a producir a costos más bajos por tonelada de mineral extraída y, por ende, a aumentar el tamaño de las exploraciones introduciendo costosos equipos y a la vez aumentar la inversión en construcciones de infraestructura necesaria.

e) **El riesgo:**

La minería presenta dos grandes incertidumbre inherentes, de las cuales derivan los riesgos a los que está sujeto un proyecto minero; es así que, inclusive dentro de los estudios realizados mediante estimaciones de inversión, costos operaciones, etc. puedan jugar en contra del proyecto mismo. Hay además, categorías de riesgo de naturaleza política y macroeconómica, así como legislaciones sobre protección ambiental en un determinado país; asimismo, el tema de la fluctuación de los precios es una de las principales fuentes de riesgo asociado a un proyecto.

f) **Los estudios se realizan por etapas:**

El desarrollo de un proyecto minero requiere hacer una serie de estudios, los que a veces son simultáneos; a veces, sucesivos. Cada uno de ellos agrega información a la base de datos y permite tomar decisiones: reunir más información, estudiar una cierta área con más detalle, ensayar un nuevo concepto, proseguir a la etapa siguiente, invertir en la construcción o abandonar el proyecto. Aun cuando este trabajo es continuo, se debe tener presente que la duración de cada etapa estará siempre en relación entre su costo y el aporte de información que ella hará para la toma de decisión, además depende de cada proyecto y de la estrategia y metas de la empresa.

Las etapas de un proyecto minero son resumidas en la figura 2.1, en ella se muestra de manera secuencial cada una de estas etapas; asimismo, el nivel de riesgo asociado a cada una de ellas.

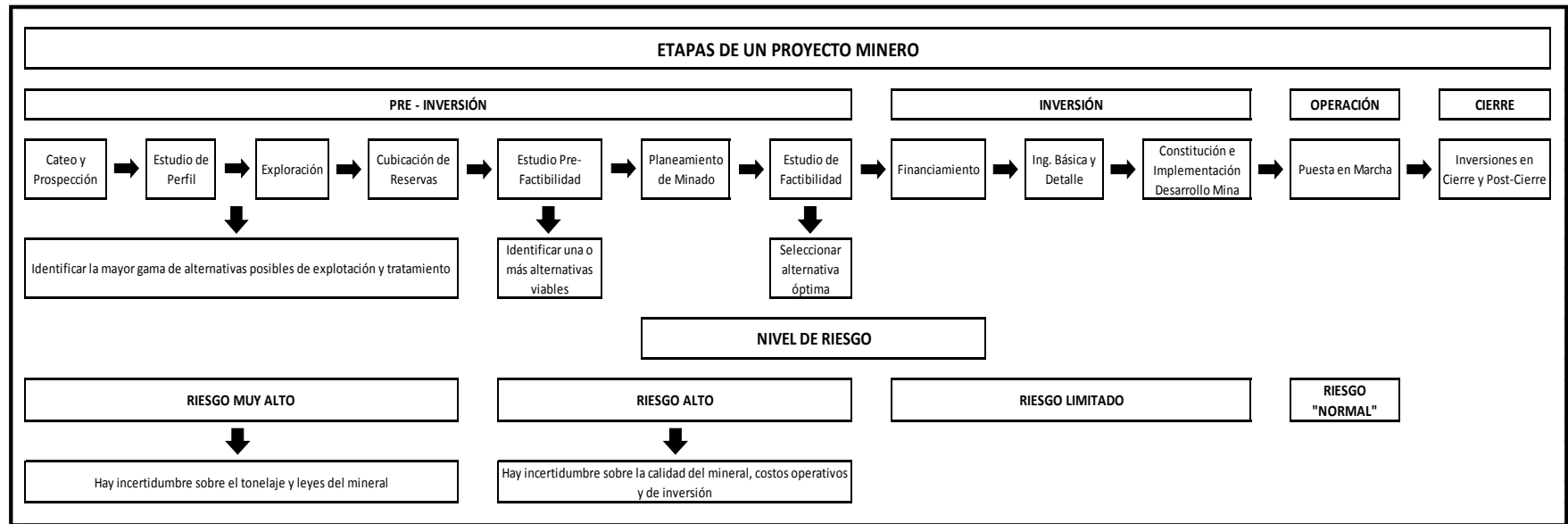


Figura 2.1: Etapas de un proyecto minero. Adaptado de: "Evaluación y Factibilidad de Proyectos Mineros" por Millán A. 1998.

Una vez hecho mención las características de un proyecto minero; a continuación, se realizará una descripción general de los estudios que se llevan a cabo para determinar su viabilidad. Se debe presente que es importante establecer la relación entre el objetivo de cada estudio y la exactitud o error probable que tenga, asimismo, la relación cualitativa y cuantitativa entre los datos que existen antes y los que se tienen después de hacer el estudio.

2.2. Estudios que sustentan un proyecto minero

2.2.1. Estudio Inicial

Nivel inicial de estudio, brinda una evaluación preliminar de un proyecto minero. El nivel de error para ésta etapa es generalmente de \pm (30-50)%. Es fundamental para decidir si se requiere continuar con los siguientes estudios; sin embargo, no se fundamenta una decisión de inversión en esta etapa ya que no se cuenta aún con el nivel de información requerido para la misma, señalan Park & Nelson (2013). Además, se puede reconocer las siguientes actividades:

- Elaboración del Planeamiento Estratégico.
- Se diseñan criterios de exploración y se hace el reconocimiento geológico.
- No se llegan a estimar recursos.
- Se identifican la mayor cantidad de alternativas.
- Se producen estimados preliminares de inversión y costos (método comparativo).
- Se realiza una evaluación económica inicial

2.2.2. Estudio de Pre-factibilidad

Este nivel representa el paso intermedio en el proceso ingenieril de la evaluación de proyectos mineros. Se estima que el nivel de error para ésta etapa es generalmente de \pm (15-30)%. El análisis económico realizado en ésta etapa es de suficiente nivel de precisión para evaluar varias opciones de desarrollo y dar una visión general de la viabilidad del proyecto. Sin embargo, los costos

estimados y los parámetros ingenieriles son valores promedios, los cuales no tienen la suficiente precisión para desarrollar un proceso de toma de decisión final o negociación de financiamiento alguno, señalan Park & Nelson (2013). En ésta etapa se pueden reconocer las siguientes actividades:

- Se ejecuta el delineamiento del yacimiento.
- Brinda una estimación de Recursos medidos e indicados
- Identifica y evalúa preliminarmente una o más alternativas factibles.
- Utiliza fuentes secundarias para el estimado de costos y gastos de capital.
- Se realiza la ingeniería conceptual y estudios de mercado.
- Se realiza una evaluación económica conceptual.

2.2.3. Estudio de Factibilidad

Éste es el último y más detallado nivel del proceso ingenieril para la evaluación de proyectos mineros, usualmente enfocado en decidir si se ejecuta o no el proyecto y el plan de financiamiento. El nivel de error para esta etapa es usualmente de \pm (5-15)%. Generalmente, el término “bankeable” es usado en referencia al estudio de factibilidad. Este término indica implícitamente que el nivel de detalle de los estudios es suficiente para justificar una decisión de inversión proveniente de los resultados positivos dados en éste estudio (Park & Nelson, 2013). En esta etapa se pueden reconocer las siguientes actividades:

- Se utiliza fuentes primarias para determinar los costos.
- Se realiza la Ingeniería Básica, Plan de minado, Planeamiento de la Ingeniería de detalle, tramitación de permisos, concesiones, servidumbre, negociación de financiamiento.
- Se realiza una Evaluación Económica Básica.

2.3. Evaluación económica de proyectos mineros

La mayoría de los análisis señalados en el acápite 2.2 tiene como fin, en materia financiera, maximizar el valor de un yacimiento para generar ganancias a los inversionistas. Se debe mencionar, además, que los encargados de tomar la decisión de invertir en un proyecto deberán conocer que para lograr este objetivo dependerá principalmente de la calidad del yacimiento en términos de tamaño, ley, y de características geomecánicas y mineralógicas. Es entonces necesario contar con un plan de minado bueno y detallado que nos permita lograr éste objetivo; sin embargo, éste podrá ser realizado si los profesionales encargados de su ejecución son competentes, además de contar con un laboreo adecuado, una planta, el equipamiento y materiales apropiados; y, fundamentalmente, debe haber un capital de trabajo y una inversión adecuada. Aun así, la evaluación económica de un proyecto es sólo una parte de todo el estudio; y a pesar de ser una muy importante, está sujeta a varias actividades no financieras para que se pueda llevar a cabo.

2.3.1. Modelamiento, valorización y evaluación

Pietro Guj (2012) señala que la evaluación es el nivel superior de un proceso de tres niveles de actividad intelectual, que incluye además al modelamiento como base y generalmente la más visible; y la valorización como nivel intermedio del proceso.

El modelamiento es la creación de una herramienta de trabajo robusta y fácil de entender. El VAN, el TIR, y el periodo de retorno son los resultados más conocidos, pero aspectos como el costo de capital, el costo operativo, impuestos y regalías, mercado, márgenes y flujos de caja son igualmente importantes. El modelamiento se caracteriza por ser un trabajo arduo y constante.

La valorización es la actividad intelectual media del entendimiento de cada opción del negocio, donde no se incluye el procedimiento. El modelo se trabaja a lo largo de una amplia gama de escenarios para encontrar como el proyecto o

negocio reacciona ante las condiciones difíciles y desfavorables. Es aquí en que las vulnerabilidades y el potencial del proyecto son descubiertas. Es entonces que este proceso involucra el cálculo del valor dado un objeto u opción y es, relativamente un concepto estático.

La evaluación en cambio es el mayor nivel del proceso de entendimiento, a diferencia de la valorización, tal como señalan Maxwell & Guj (2012), éste compara el valor o mérito relativo de múltiples estrategias posibles las cuales encapsulan las diferentes decisiones y procesos. Es así que éste es un proceso dinámico y comparativo. Además deberá incluir un mejor y más fundamentos para el entendimiento de una estrategia en particular, tanto aisladas y bajo un contexto de todos los sets de estrategias consideradas. Los temas no financieros, tales como la seguridad política o la estabilidad tributaria, podrían tener una gran influencia e impacto en la evaluación.

Es así, que si se piensa que la evaluación económica se trata solamente de números producidos por una fórmula tal como es el caso del VAN o del TIR, podemos asegurar que se ha quedado en el pasado. En la actualidad, éste trabajo se basa en el conocimiento de todo el proyecto, desde el mineral en el subsuelo hasta la venta del producto en un mercado. Ello ayuda a probar nuevas ideas y crear mejores proyectos, asimismo, a decidir cómo el proyecto calzará dentro de un negocio existente, mejorando así su competitividad con el entorno que le rodea.

2.3.2. El valor adicional de la incertidumbre en la evaluación de proyectos

Una evaluación económica completa requerirá de un entendimiento del impacto del riesgo y de la incertidumbre en el resultado final. La decisión de inversión de un proyecto deberá ser tomada considerando que tan robusta será la performance esperada. Martinez & Watson (2012) señalan que una de las razones potenciales por las que se deja de lado la incertidumbre es que las

personas encargadas no les gusta estar bajo supuestos y son propensos a querer tener todo claramente definido. Otra razón es, que las probabilidades son notoriamente difíciles de comunicar eficientemente dentro de un reporte o a una audiencia; es por esta razón que la incertidumbre es tratada de la siguiente manera:

- Si la data histórica no está disponible (Ej: al realizar el diseño de infraestructura), el encargado estará dispuesto a ejecutar decisiones influenciadas por experiencias pasadas, reglas prácticas o estimaciones poco precisas.
- Si la data histórica está disponible, por lo general se preferirá el uso del valor promedio de los datos sujetos a una función de distribución disponible, que luego será el input a la evaluación y dará luego un resultado para la toma de decisión. Es erróneo pensar que el output resultante es además el valor esperado, del cual no tendrá validez alguna si estamos lidiando con un proceso no lineal como es la evaluación de proyectos mineros. Para graficar lo señalado, haremos uso de la figura 2.2, donde $E(x)$ representa una distribución de probabilidad.

Ahora bien, vale mencionar que la toma de decisión para la inversión de un proyecto minero es un proceso irreversible; es decir, que una vez realizada la inversión de capital, los dueños y accionistas del proyecto no podrán revertir la decisión tomada.

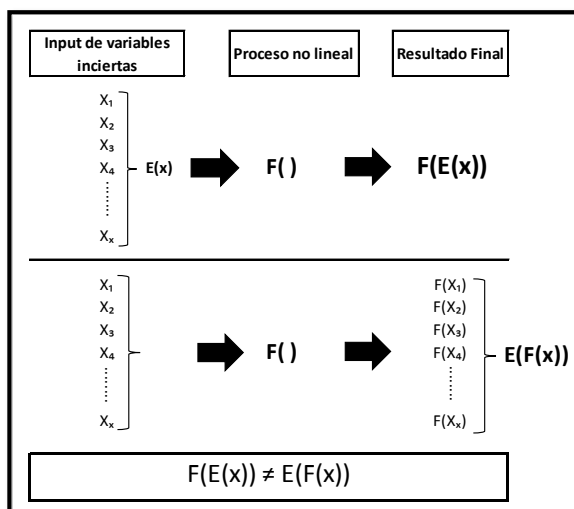


Figura 2.2: Representación gráfica del proceso de toma de decisión de inversión. Adaptado de: "Uncertainty – An important Source of (Additional) Value for Mining Projects", por Martinez & Watson (2012)

Hasta ahora, hemos definido que el aporte tanto de la incertidumbre como el riesgo dentro de la evaluación del proyecto, generan flexibilidad en la estrategia que debería seguir éste para poder afrontar el efecto de las externalidades a las que estará sujeto. Pero ¿qué tanta flexibilidad podrá ser añadida en el proyecto?; es así, que se hará uso de una aplicación dentro del marco del riesgo asociado a la comercialización, para con ello dar a entender mejor lo señalado al comienzo del acápite:

Presentamos tres escenarios para la evaluación hipotética de un proyecto de las siguientes características: La CIA Minera ABC ha decidido invertir en un proyecto \$100, éste espera producir 10Tn de mineral con un costos operativo de \$110/Tn, del cual se desea vender al final del año 1 a un precio esperado de \$200/Tn. La tasa de descuento es de 10% y es usado en el análisis del flujo de caja.

Luego, en la figura 2.3, que muestra el primer escenario, se grafica el enfoque tradicional de las técnicas de evaluación para el valor actual del proyecto, antes de impuestos las ventas en el año 1 serán de \$900 y una vez descontando el 10% y sustrayendo el CAPEX inicial de \$100, obtenemos el valor

de \$798, el cual significa buenas noticias para la gerencia ya que se justifica la inversión realizada.

Flujo de Caja Descontado - Enfoque Tradicional		
$S = 200$	$E(S_1) = 200$
Inversión:		$I = \$100$
Tasa de Descuento:		$r = 10\%$
Producción:		$P = 10t$
Costo de Producción:		$C = \$110$
$V_0 = 718$	$E(V_1) = 2000 - 1100 = 900$
$V_0 = \frac{(2000 - 1100)}{(1 + 10\%)} - 100 = 718$		

Figura 2.3: Explicación gráfica de como la incertidumbre agrega valor, primer escenario. Adaptado de: "Uncertainty – An important Source of (Additional) Value for Mining Projects", por Martinez & Watson (2012)

En el segundo escenario, como se muestra en la figura 2.4, el gerente decide realizar un análisis de riesgo a la estimación del precio del mineral, dando como resultado que durante el primer año el precio podría tener un valor de \$300, con 50% de probabilidad, o \$100 sujeto a los otros 50% de probabilidad. Nótese, que en promedio el precio del mineral en el año 1 sigue siendo \$200/Tn. En éste caso, el proyecto tiene 50% de generar \$1900 como -\$100 de ingreso por ventas durante el primer año. Sin embargo, usando la metodología tradicional del análisis de flujo de caja, el proyecto aún continua teniendo un valor de \$718. La pregunta es, como un gerente aceptaría tal proyecto, si a pesar de tener un valor positivo, en promedio, en el año 1 se tiene un 50% de probabilidad de generar -\$100.

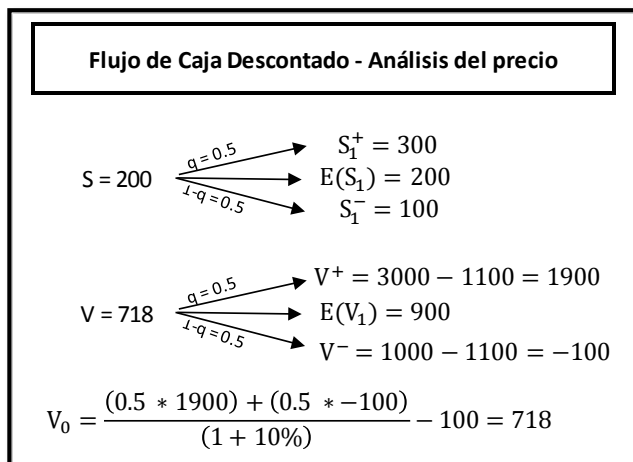


Figura 2.4: Explicación gráfica de como la incertidumbre agrega valor, segundo escenario. Adaptado de: "Uncertainty – An important Source of (Additional) Value for Mining Projects", por Martinez & Watson (2012)

En el tercer escenario el gerente decide incluir una opción o estrategia flexible de no vender si el precio del mineral está por debajo de \$100 como se muestra en la figura 2.5. Nótese que en este caso asumimos un costo de almacenaje cero, además, se posee la flexibilidad de no vender en condiciones económicas adversas, en el año 1 el proyecto tiene la probabilidad de generar \$1900 (si el precio está por encima de los \$300/Tn) o cero (si el precio está debajo de las \$100/Tn), el cual descontando la tasa de 10% del proyecto (además del CAPEX) resulta un valor de \$764, el cual es mayor al valor original de \$718. En éste caso, la diferencia entre los proyectos es de \$46, ese es el valor de una estrategia flexible en donde se da la opción de no vender en caso de presentarse condiciones económicas adversas. Cabe señalar que si incluso el costo de almacenaje fuera diferente de cero pero menor que \$100 el valor actual del proyecto seguirá siendo mayor a los \$718 iniciales.

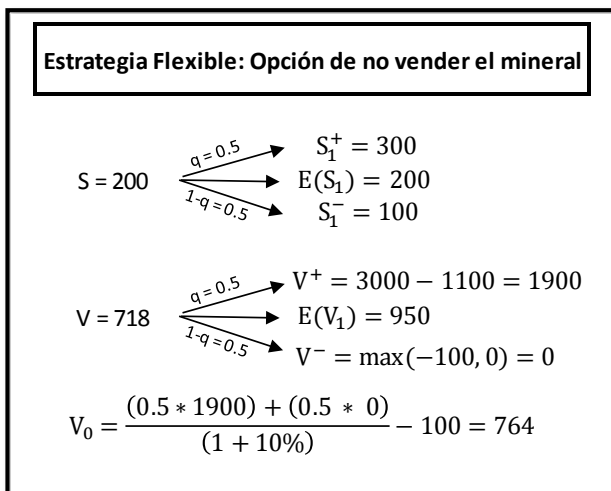


Figura 2.5: Explicación gráfica de como la incertidumbre agrega valor, tercer escenario. Adaptado de: "Uncertainty – An important Source of (Additional) Value for Mining Projects", por Martinez & Watson. (2012)

El principal objetivo de los estudios mencionados, así como todos aquellos requeridos para la evaluación de un proyecto minero será la de incrementar su valor en el tiempo. La figura 2.6. nos ayuda a representar al valor de proyecto vs el progreso del mismo; en donde la chances de éxito se incrementan a medida que va trabajando con las fuentes claves de riesgo.

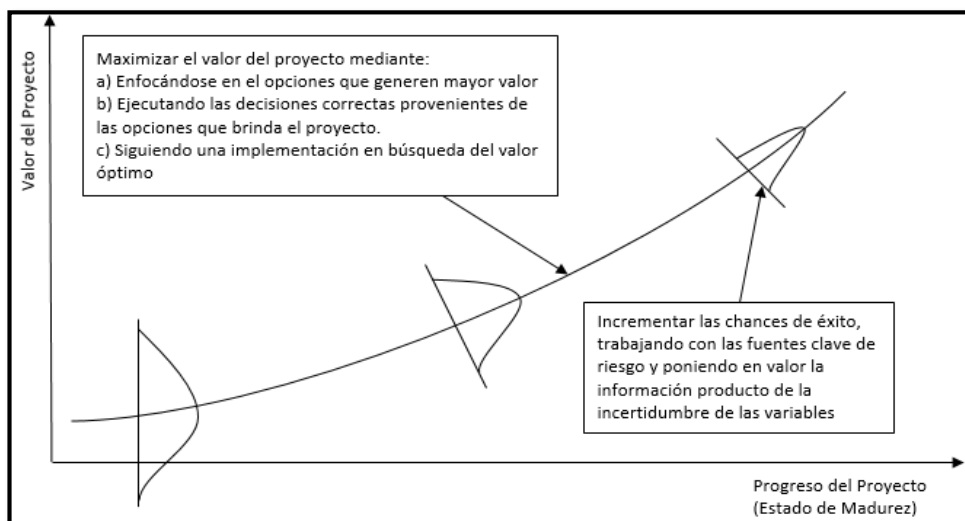


Figura 2.6: Incremento del valor del proyecto a través del progreso de éste. Adaptado de: "Application of Value Engineering Principles to Mining Studies", por Schrimpf & Bryan (2012)

2.4. Definición de variabilidad, incertidumbre y riesgo

La necesidad de presentar este punto en el cual se hará diferencia entre los conceptos de variabilidad, incertidumbre y riesgo; se da, debido a que nos permitirá tener una mejor visión de estos aspectos. La finalidad es dejar en claro que, si bien estos conceptos están entrelazados, cada uno posee una característica que la hace única respecto a las demás; asimismo, se evita las diversas interpretaciones de estos conceptos. Definimos entonces:

2.4.1. Variabilidad

Van et al (2012) señalan que es aquella en donde se denota la fluctuación en valores sucesivos tanto en espacio (variabilidad espacial) o tiempo (variabilidad temporal), éstos deberán ser contrastados con los conceptos de incertidumbre, los cuales denotan cualquier situación o valor por el cual haya un conocimiento incompleto y requiramos de distribuciones en lugar que valores individuales. Es así que el prestigioso estadista Sir David Cox (2008) señala el contraste entre la variabilidad y la incertidumbre: “La variabilidad es un fenómeno en el mundo de la física que puede ser medido, analizado y puede ser apropiadamente explicado. En cambio, la incertidumbre es un aspecto del conocimiento”.

2.4.2. Incertidumbre

Es la definición subjetiva de un evento desconocido o con muy poca información (Martinez & Watson, 2012). De hecho, hay algunas referencias que conocemos que son verdad y otras falsas; mas la gran mayoría de éstas no sabemos si son verdaderas o falsas, es entonces que podremos decir que aquellas referencias son inciertas. Es entonces, que se podría resumir este concepto como la falta de un conocimiento seguro y claro de alguna cosa que puede ser tanto un daño o un beneficio.

La incertidumbre puede ser clasificada como dinámica o estática. La incertidumbre dinámica es aquella que varía con el tiempo. Ej: el precio de los metales o el valor de las acciones de la compañía minera ya que cambiarán al siguiente día, semana, mes o año. Contrario a ello, la incertidumbre estática es aquella que no varía con el tiempo. Ej: La ley del yacimiento en una ubicación específica ya que no cambiará al siguiente día, semana o mes; sin embargo, es considerado incierto debido a que no tenemos información al respecto, es decir, no hay información disponible de los sondeos.

La predicción de la ocurrencia de un evento incierto no puede ser representado o cuantificado por un único número. Es entonces, que un razonamiento a través de la incertidumbre puede resultar sutil, ya que es posible obtener la medición de alguna de ellas en términos de probabilidades. Dependiendo de la naturaleza de la incertidumbre, estas pueden ser definidas mediante diferentes tipos de distribuciones de probabilidades, por ejemplo: triangular, gaussiana, uniforme, lognormal, etc.

2.4.3. Riesgo

Dado un modelo de distribución que cuantifica una incertidumbre existente, el riesgo, según la ISO 31000 – 2009, “es la probabilidad que algo ocurra y que tenga un impacto en los objetivos. Es la posibilidad que generar una ganancia o una pérdida. Y está medido en términos de probabilidad y consecuencia” (Jones, 2012).

Es así que la gestión de riesgos se centra en identificar y cuantificar el impacto según la variabilidad de la incertidumbre. Esto estará sujeto a varios parámetros dentro de un modelo que plantea como prioridad establecer el contexto y los objetivos; posteriormente, se identifican los riesgos mediante análisis basados en los mencionados términos de probabilidad y consecuencia, estimando así el nivel de riesgo. Por último se deberá realizar una evaluación y

el tratamiento o manejo del riesgo, que estará sujeto además a una revisión y monitoreo constante. La figura 2.7 nos muestra gráficamente el proceso descrito.

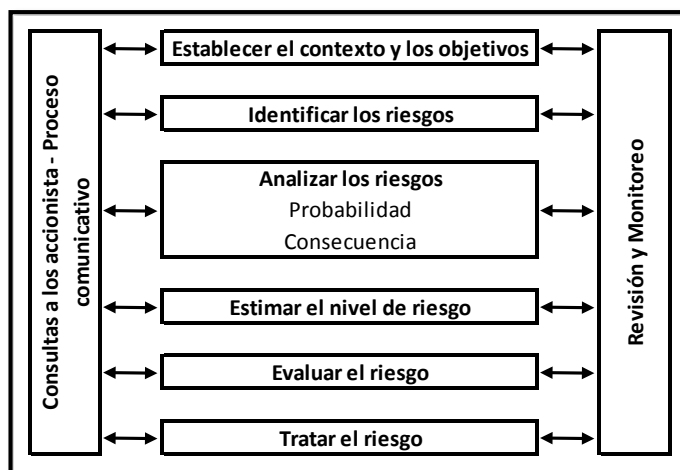


Figura 2.7: Representación gráfica del proceso de la gestión de riesgos. Adaptado de: "Mine Manager's Handbook" por Guj (2012).

Esencialmente todas las estrategias de mitigación de riesgo están diseñadas para la mitigación o la minimización tanto de la probabilidad como de las consecuencias. Sin embargo, al final siempre habrán riesgos intrínsecos los cuales se deberán de aceptar.

Para concluir, las herramientas típicas para el análisis de riesgos son el árbol de decisión, el análisis de sensibilidad y la simulación de Montecarlo, las cuales se tiene mucha literatura disponible.

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La identificación de los riesgos asociados a un proyecto minero, producidas por las incertidumbres que están presentes en las inversiones de esta rama de la industria, permiten una mejor calificación del proyecto como oportunidad de inversión para consolidar el crecimiento de la empresa en el largo plazo.

3.2. Hipótesis derivadas

La metodología para la evaluación de proyectos mineros no deberá ser una fórmula fija; por el contrario, ésta debe adecuarse según la política de inversión de las empresas, incorporando el aporte de la incertidumbre para obtener la flexibilidad necesaria en la elaboración de una estrategia - o conjunto de ellas - que nos ayudará a afrontar los diversos escenarios que se puedan presentar en el proyecto.

CAPITULO IV

MODELAMIENTO DE RIESGOS ASOCIADOS

Teniendo presente que el riesgo es inherente a las inversiones mineras debido a las incertidumbres a las cuales se encuentra sujetas, se detalla el modelo planteado por H. M. Park y M. G. Nelson (SME, 2013) que consta de una matriz que muestra los riesgos asociados de mayor presencia al momento de la toma de decisión para invertir en un proyecto minero. Éstos riesgos asociados al proyecto estarán clasificados por cinco categorías “mayores” y dentro de ellas, se encuentran las de categorías “menor(es)”, tal como se grafica en la tabla 4.1.

Los riesgos asociados a un proyecto pueden ser analizados y cuantificados de varias maneras pero su control es una responsabilidad fundamental de los altos directivos de la empresa. Ellos a menudo consideran todos los datos e información facilitados por expertos de dentro y fuera de la empresa, incluyendo geólogos, ingenieros, analistas financieros, abogados y otros, para así tomar una decisión después de la discusión de los riesgos en base a una combinación de su experiencia e intuición. El enfoque señalado se basa en la experiencia y el criterio de personas con vasta experiencia; sin embargo, puede ser difícil de cuantificar, pudiendo ser o no repetible para un análisis posterior.

Tabla 4.1 *Clasificación general de los riesgos asociados a un proyecto minero*

<i>Categoría Mayor</i>	<i>Categorías Menor</i>
<i>Riesgos de Asociación</i>	Compañeros Domésticos Compañeros Foráneos
<i>Riesgos Técnicos</i>	Etapa del Proyecto Riesgos Geológicos Riesgos Operativos Escala de Producción Confiabilidad de la Información
<i>Comercialización</i>	Estándares del Producto
<i>Clima de Inversión</i>	Riesgos del País Permisos Infraestructura
<i>Valores Económicos</i>	Tasa Interna de Retorno (TIR) Valor Presente Neto (VPN) Periodo de Retorno (PRI)

Fuente: "Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part one", por Park & Nelson (2013)

El enfoque sugerido es más sistemático, ya que un grupo de directivos nuevamente analiza y discute la data proveniente de expertos; seguidamente, cada uno realiza una evaluación numérica de los riesgos asociados al proyecto en cada una de las diversas áreas; por lo tanto, el proyecto en evaluación será definido en la lista de áreas riesgosas. La evaluación numérica de cada individuo es compilada para proveer una cuantificación general de los riesgos asociados al proyecto, los cuales serán usados como base para una decisión de inversión. Éste enfoque permite los aportes (inputs) basados en la experiencia e intuición, pero del mismo modo captura la evaluación individual de los riesgos de manera numérica; y poder así, repetirlo en análisis posteriores.

La metodología que se aplica para poder lograr la cuantificación de los riesgos mostrados en la tabla 4.1, se basa en la estadística generada a través de una entrevista tomada a 31 expertos en la materia. Esta encuesta está dirigida a determinar cuáles de los riesgos señalados tendría una mayor influencia en el análisis general de un proyecto minero, lo que además permitió determinar cuáles son las prácticas actuales que están siendo usadas para la evaluación de inversiones mineras.

Estos especialistas que se hacen mención son tanto empleados actuales de compañías mineras pertenecientes al top 50 como los ya retirados de éstas compañías, además de consultores mineros, compañías trading de commodities, adicionalmente se incluye a los usuarios finales de los minerales explotados ya que también son partícipes en los proyectos mineros. Éstos especialistas provienen de distintas partes del orbe, en total son 11 representantes de Asia, 1 de Europa, 11 de América, 2 de África y 6 de Oceanía. Los encuestados, presentan títulos de vicepresidente, ex vicepresidente, directores generales, director de operaciones, jefes de proyecto, gerentes y ex gerentes de mina, jefes de mina, profesores y consultores.

En la encuesta, los expertos fueron consultados para evaluar la matriz de riesgos asociados descrita en la tabla 4.1; asimismo, asignar porcentajes de influencia de cada riesgo en la evaluación de proyectos mineros basándose en sus opiniones y experiencia. Es así que se obtienen los valores que, mediante el uso de la estadística, cuantifica el valor máximo, promedio y mínimo de la influencia de cada riesgo de categoría “mayor” y “menor”.

4.1. Riesgos de asociación

Una compañía - en la mayoría de los casos - puede estar fundada bajo el soporte de “compañeros domésticos” cuando se tiene la oportunidad de invertir en un nuevo proyecto; es por ello que se suele organizar un consorcio y se invita a otras empresas a unirse ante una gran oportunidad de inversión. El escenario descrito define al riesgo de asociación, además es listado primero debido a que este es un criterio casi inevitable que se debe considerar.

Además, los “compañeros foráneos” también son partícipes en la ejecución de la mencionada oportunidad de inversión, siendo el caso de las contratistas de operación y servicios, en donde se debe analizar la reputación y la experiencia de trabajo en la industria minera que pueda poseer. Generalmente se prefieren compañías mineras senior ante las junior, ya que la experiencia operativa es uno de las más importantes

consideraciones en la industria minera; sin embargo, las inversiones se realizan cada vez con más empresas junior cuando las oportunidades de negocio son buenas.

El riesgo de asociación posee un porcentaje promedio del 8% como proporción en la evaluación de inversión para un determinado proyecto. La ponderación asignada al riesgo sujeto a compañeros domésticos es de 34.5 (Max. 60 – Min. 10), mientras que para los compañeros foráneos es de 65.5 (Max. 90 – Min. 40) representado gráficamente en la Figura 4.1

Tabla 4.2 *Composición del riesgo de asociación*

<i>Categorías de Evaluación Mayor</i>	<i>Proporción de la Evaluación de Inversión</i>	<i>Categoría Menor</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Descripción</i>	
Riesgos de Asociación	8% Max. 30% Min. 5%	Compañeros Domésticos	34.5 Max. 60 Min. 10	A	Financieramente Fuerte
				B	Financieramente Débil
		Compañeros Foráneos	65.5 Max. 90 Min. 40	A	Compañía Señor o con cash flow operativo
				B	Compañía Privada, Junior's o con finanzas débiles
				C	No es una entidad financiera

Fuente: "Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two", por Park & Nelson (2013)

Para el primer aspecto implicado en esta categoría de riesgo, el mayor y por lo tanto el único criterio que influenciará es la condición financiera del "compañero", tal como se señala en la tabla 4.2. Para el segundo aspecto, la condición financiera deberá ser considerada en conjunto con el nivel corporativo y legal de la organización; esencialmente, priorizando las capacidades del equipo de gerencia, la condición financiera del "compañero", así como la capacidad de demostrar fondos para su participación en el proyecto. Éstas consideraciones hacen que cada vez es menos frecuente que grandes compañías busquen operar proyectos por ellos mismos, mientras que las pequeñas (y generalmente las menos calificadas) estén interesadas en trabajar con otras empresas para así disminuir los riesgos en la inversión.



Figura 4.1: Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo de asociación. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

4.2. Riesgos técnicos

El riesgo técnico incluye a cinco categorías menores, los cuales son los riesgos asociados con la ejecución misma del proyecto. Este involucra de manera trascendental la variabilidad de la mineralización, ya que viene a ser determinante en la elaboración del planeamiento de minado, el desarrollo del proyecto, la construcción y operación.

Este riesgo mayor está conformado por: el riesgo derivado de la etapa de ejecución del proyecto, el riesgo geológico, los riesgos operativos, riesgo de escala de producción y la confiabilidad de la información.

Estos riesgos provienen de los factores más críticos en el análisis de inversión para los inversionistas. Adicionalmente, la política de inversión de cada empresa al momento de decidir invertir en un proyecto es también un aspecto fundamental, ya que cada uno de los proyectos incluidos en su cartera deben tener como objetivo garantizar su crecimiento en el largo plazo. La tabla 4.3 resume de alguna manera ello mostrando una proporción de la evaluación, asignada por los expertos, de 43.2%; por ende, el riesgo técnico es el más importante de los riesgos mayores presentados en ésta matriz.

Tabla 4.3 Composición del riesgo técnico

Categorías de Evaluación Mayor	Proporción de la Evaluación de Inversión	Categoría Menor	Ponderación	Descripción	
Riesgos Técnicos	43.2% Max. 50% Min. 25%	Riesgo de Ejecución del Proyecto	17.3 Max. 20 Min. 5	A	Desarrollo o en Operación
				B	Estudios de Ingeniería (Pre F/S, F/S)
				C	Exploración
		Riesgo Geológico	38.6 Max. 50 Min. 20	A	Recursos medidos e indicados, o Reservas probables y probadas
				B	Recursos Inferidos
				C	No hay fuente establecida
		Riesgos Operativos	20.7 Max. 40 Min. 10	A	Extracción Estándar
				C	Aplicación de nuevas tecnologías
		Riesgo de Escala de Producción	13 Max. 30 Min. 5	A	Cobre >100Kt/A
				B	Cobre <50-100> Kt/A
				C	Cobre < 50 Kt/A
		Confiability de la Información	10.5 Max.20 Min. 0	A	Aplicación de Estándares Internacionales (JORC, NI 43-101)
				B	Estándares Domésticos
				C	No hay Estándar

Fuente: "Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two", por Park & Nelson (2013)

En primer lugar, se muestra a la ponderación relacionada a los riesgos producto de la etapa de ejecución del proyecto con un valor promedio de 17.3 (Max. 20 – Min. 5); ello se debe, a que en los proyectos de inversión en minería, su fase inicial es siempre la más riesgosa pero acarrea menores costos comparados a las demás etapas. Es así, que hay un rango para los factores comprometidos como es el caso del costo, de riesgo aceptable, riesgos de construcción y la incertidumbre geológica.

Para el caso del riesgo geológico, éste posee un valor promedio de 38.6 (Max. 50 – Min. 20). Mostrando así, que los expertos consideran que este riesgo es el factor más importante proveniente de los riesgos técnicos. Otros mencionan la importancia del uso

de las definiciones de recursos y reservas provenientes de estándares internacionales los cuales se citan en la tabla.

Algunos de los expertos, provenientes de pequeñas y medianas compañías mineras, indican que sus compañías requieren de una ley mínima para determinar la inversión y desarrollo de los proyectos de cobre. Por ejemplo, en depósitos sulfurados, la ley de cobre deberá ser mayor a 0.5% para minería a cielo abierto y mayor a 1% para minas subterráneas. En depósitos del tipo óxido, la ley de cobre deberá ser mayor a 0.3% para minería a cielo abierto. El mínimo tamaño en promedio para las reservas de cobre para justificar la inversión será de 9.1M t de contenido de cobre; por el contrario, las grandes compañías están dispuestas a invertir en prospectos con leyes menores, porque ellos pueden financiar grandes operaciones y lograr, mediante la economía a escala, los resultados con menores costos unitarios. Así estas empresas pueden mostrar más recursos y reservas, siempre y cuando varios de sus proyectos tengan leyes bajas.

El riesgo operativo es el 2do más importante perteneciente a los riesgos técnicos, ya que éste posee un valor promedio de 20.7 (Max. 40 – Min. 10) , tal como señala la Figura 4.2. La calidad de los estudios de factibilidad y la ejecución de lo planeado un proyecto tiene un gran impacto en ultimar detalles para la operación. Estos estudios requieren de un buen entendimiento de la geología, considerando los efectos de su variabilidad, la calidad del mineral y los productos de mercado, adicionalmente, de una apropiada selección de equipos, un buen planeamiento de minado, una gestión de la operación y un adecuado proceso de recuperación, que conlleva al diseño de una apropiada planta de procesamiento.

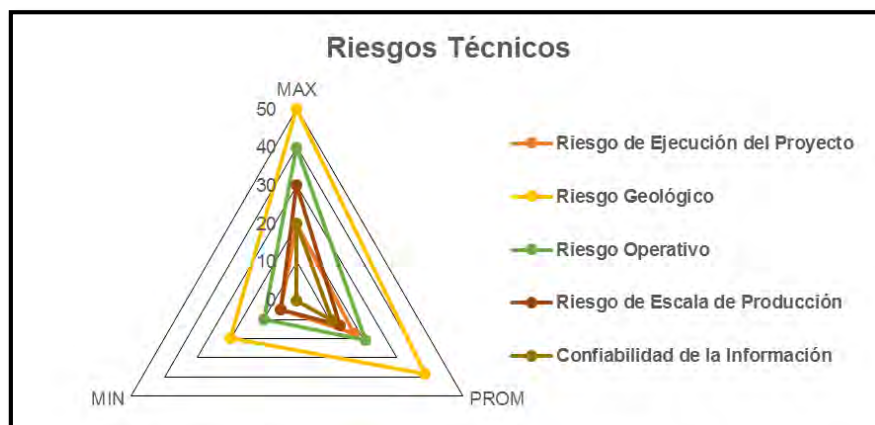


Figura 4.2: Representación del rango de valores que componen el riesgo técnico. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

El tamaño de la producción requerida por un inversionista dependerá del tamaño de las especificaciones del proyecto y del tamaño de la compañía. Es así que el riesgo asociado a la escala de producción obtuvo un valor promedio de 13 (Max. 30 – Min. 5). Los expertos provenientes de algunas compañías de carbón, por ejemplo, indican que un buen proyecto será aquel que produzca de 4.5M t/año a más de 45M t/año de éste material. Por otro lado, los representantes de las compañías de cobre señalan que esta denominación se dará en proyectos con una producción anual de 91K t a 1.6M t de cobre. La determinación de un tamaño apropiado de producción deberá estar soportado por un robusto análisis financiero, a través de un estudio de mercado y una excelente ingeniería y evaluación técnica.

Es sumamente importante mencionar, que todos los factores de riesgo incluidos en ésta categoría denominada “riesgos técnicos”, dependerán de la confiabilidad de la información. La precisión de la data afecta a los otros factores en esta categoría. El valor asignado por los expertos respecto a éste tema es de 10.5 (Max. 20 – Min. 0). En las grandes compañías tal vez sea menos representativo este asunto, ya que generalmente ellos poseen sus concesiones que están listas a ser estudiadas por sus expertos, tales como geólogos e ingenieros de la misma compañía, a diferencia de las junior que por lo general terciarizan éste servicio.

4.3. Riesgo de comercialización

La tercera categoría de mayor riesgo es la comercialización, esto está específicamente relacionado con respecto a que si los productos se ajustan o no a las exigencias del mercado. Recordar el ejemplo mostrado de cómo la incertidumbre agregaba valor en éste punto en particular, ya que es claro que el fin de una compañía es garantizar el interés de los productos provenientes de sus fuentes para luego ser destinados a la industria y así obtener las divisas de acuerdo a lo diseñado. En el caso del carbón, si el producto final de un determinado proyecto no pueden ajustarse a las normas internacionales que garanticen su calidad frente a los competidores, este no podrá ser considerado como una adecuada oportunidad de inversión.

La Tabla 4.4 muestra la ponderación según los expertos del riesgo de la comercialización, éste posee una proporción de evaluación de 8.6%. Es importante mencionar, que muchas compañías dedicadas a la venta ponen un gran valor a la comercialización, debido a que el beneficio conseguido en ellas es su principal fuente de ingreso. Adicionalmente, se debe considerar que los mercados para proyectos nuevos o en desarrollo son usualmente más difíciles de desarrollar que en proyectos ya operando. Por último, la comercialización también se verá afectada por la localización del proyecto, o si el producto es de baja calidad comparada con la competencia.

Tabla 4.4 *Composición del riesgo derivado de la comercialización*

<i>Categorías de Evaluación Mayor</i>	<i>Proporción de la Evaluación de Inversión</i>	<i>Categoría Menor</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Descripción</i>	
<i>Riesgo de la Comercialización</i>	8.6% Max. 25% Min. 5%	Estándares del Producto	100	A	Adecuado para el mercado de inversión
				B	Adecuado para mercados foráneos
				C	Mercado incierto

Fuente: "Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two", por Park & Nelson (2013)

4.4. Clima de inversión

El clima de inversión es el cuarto riesgo perteneciente a la categoría “mayor”. Éste incluye los riesgos asociados con las condiciones económicas y sociales del país en donde el proyecto se dará a lugar, además con los riesgos relacionados a los permisos requeridos y a la infraestructura necesaria para el proyecto en cuestión.

La Tabla 4.5 muestra que la influencia del clima de inversión sobre la evaluación de una inversión es de un valor aproximado de un 18.2%. Éste análisis señala al clima de inversión como el tercer factor más importante en la evaluación del riesgo de una inversión. Es por ello, que los riesgos políticos ligados al clima de inversión poseen un valor promedio de 35.2 (Max. 50 – Min. 10).

La matriz incluye ciertas sugerencias con respecto a la condición de carácter político, basados en la clasificación proveniente de compañías de servicios financieros como Fraser Institute, Standard & Poor's y Fitch Ratings. Algunas compañías desconfían de invertir en países que son considerados extremadamente riesgosos, como lo son los países del continente africano. Las empresas mineras deberán además, considerar cuidadosamente las condiciones relativas a la estabilidad política, la corrupción gubernamental, el estado de la infraestructura local, los servicios de apoyo locales, y la disponibilidad de personal local calificado en el país donde quieren invertir. Más las recientes inversiones realizadas por algunas de las grandes compañías señalan que ellos están, al menos en algunos casos, dispuestos a correr con ese riesgo.

Tabla 4.5 Composición de los riesgos derivado del clima de inversión

<i>Categorías de Evaluación Mayor</i>	<i>Proporción de la Evaluación de Inversión</i>	<i>Categoría Menor</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Descripción</i>	
Clima de Inversión	18.2% Max. 30% Min. 10%	Riesgos del País	35.2 Max. 50 Min. 10	A	Standard and Poor's A, Fitch A, Fraser top 15
				B	Standard and Poor's B, Fitch B, Fraser top 30
				C	Menos de ello
		Permisos	31.1 Max. 50 Min. 20	A	EIA y permisos mineros aprobados, estado "cleared land"
				B	Aprobación del EIA en proceso
				C	Nada
		Infraestructura	33.6 Max. 60 Min. 20	A	Transporte Asegurado, Energía, Agua y MMOO
				B	Transporte Disponible, Energía, Agua y MMOO
				C	Dos elementos disponibles

Fuente: "Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two", por Park & Nelson (2013)

Además los expertos fueron solicitados a considerar los estatus de los permisos basándose en el grado de influencia de impactos ambientales que se puedan dar a lugar por la presencia de éstos proyectos. Es entonces que para el caso de los permisos, posee un valor promedio de 31.1 (Max. 50 – Min. 20) tal como se muestra en la Figura 4.3; ya que, cuando se propone un nuevo proyecto minero, una serie de requisitos legales y reglamentarios se deben cumplir, incluyendo un estudio de impacto ambiental (EIA), la licencia social, además de uno o más permisos para la exploración y explotación minera; cabe señalar también, que los continuos cambios en las regulaciones, leyes mineras, y regímenes fiscales crean incertidumbre. Adicionalmente, los retrasos en los permisos son ahora un problema mundial; en este sentido, es importante tener en cuenta los posibles retrasos en la recepción de éstos debido a demoras burocráticas y otros.

Se debe tener presente además que, con una amplia disponibilidad de la Internet, los problemas que se producen en una operación en un país cualquiera pueden llegar a

ser las preocupantes y servir como ejemplo para ser usados en contra de un proyecto minero totalmente sin relación en cualquier otra parte.

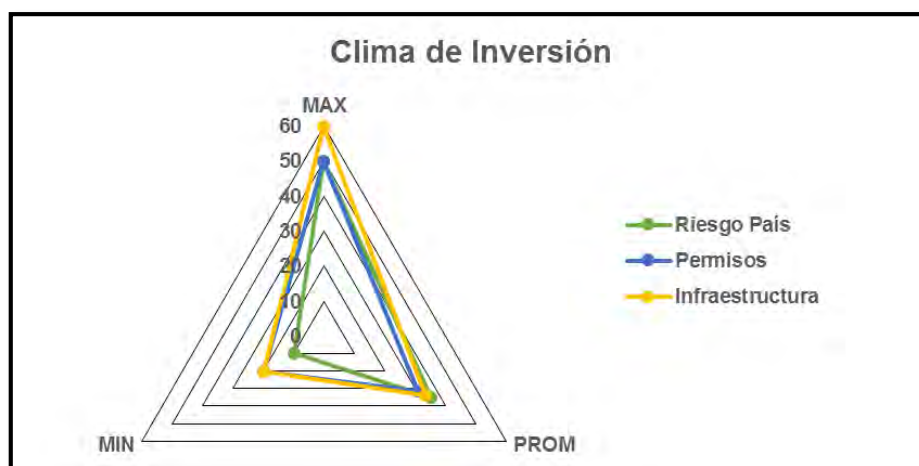


Figura 4.3: Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo que deriva del clima de inversión. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Por otro lado, los especialistas consultados consideran como elemento importante a la infraestructura necesaria para la ejecución del proyecto, asignando un valor promedio de 33.6 (Max. 60 – Min. 20) según su análisis. Ya que son muchos los depósitos minerales sin explotar que se encuentran en zonas muy remotas del país, y el establecimiento de la infraestructura será la clave para el desarrollo de estos proyectos. En concreto, tanto las carreteras, así como la infraestructura portuaria son muy importantes en la oferta de productos mineros a los mercados, y éstas instalaciones, que son muy caras, toman mucho tiempo para construir. Es entonces que por lo general, las empresas mineras negocian con los gobiernos de los requisitos de infraestructura.

4.5. Valores económicos

El último riesgo de la lista está ligado con la evaluación económica del proyecto basado en los valores obtenidos de VAN, TIR y el periodo de retorno de la inversión (PRI). Generalmente, los proyectos de exploración son mucho más riesgosos que aquellos que se encuentran en desarrollo o ya en operación. Es así que los inversionistas deciden formar parte de un proyecto de exploración, usualmente esperando invertir

pequeños montos de dinero a un alto riesgo. De otro modo, necesitarán mucho más dinero para asegurar una posición dentro de un proyecto ya en desarrollo o en operación, el cual se espera que haya podido sobrellevar varios riesgos, dentro de los cuales se encuentra el riesgo geológico, siendo el más significativo. Todo ello, llevará a esperar que el valor presente neto (VAN) del proyecto sea positivo.

Es entonces, que el análisis financiero detallado debe ser soportado por el uso de sofisticadas herramientas en la evaluación de éste riesgo “mayor”. La ponderación de los valores económicos en la evaluación es de 22%, tal como se muestra en la Tabla 4.6, siendo el segundo factor más importante a considerar. Adicionalmente, cada compañía tiene su propio requerimiento de tasa interna de retorno (TIR); esto se debe a que, en la mayoría de los casos, las compañías prefieren proyectos con TIR de 10-20% dependiendo del estatus del proyecto y de la localización; por ende, posee un valor promedio asignado de 23 (Max. 40 – Min. 15).

Tabla 4.6 *Composición de los riesgos derivado de los valores económicos*

<i>Categorías de Evaluación Mayor</i>	<i>Proporción de la Evaluación de Inversión</i>	<i>Categoría Menor</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Descripción</i>	
Valores Económicos	22% Max. 40% Min. 10%	TIR	23 Max. 40 Min. 15	A	Mayor a 19%
				B	Mayor a 15%
				C	Menor a 10%
		VAN	57.7 Max. 70 Min. 40	A	VAN Positivo
				C	VAN Negativo
		PRI	19.3 Max. 20 Min. 10	A	Menor a 6 años
				B	Menor a 12 años
				C	Mayor a 12 años

Fuente: “Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two”, por Park & Nelson (2013)

En el caso del valor presente neto (VAN), es el factor más importante perteneciente a los factores económicos. Según los expertos, el VAN generalmente juega el mayor rol en la toma de decisión de las grandes firmas. Por lo tanto, posee un valor promedio de 57.7 (Max. 70 – Min. 40). Con respecto al periodo de retorno de inversión, indican que

es relativamente menos importante que otros factores, pero todas las compañías, esencialmente las pequeñas, prefieren un periodo de retorno corto. La mayoría de compañías esperan ver de 6 a 12 años el retorno de su inversión. Es así que producto de lo mencionado, posee un valor promedio de 19.3 (Max. 20 – Min. 10) dentro del modelo, tal como se muestra en la Figura 4.4.

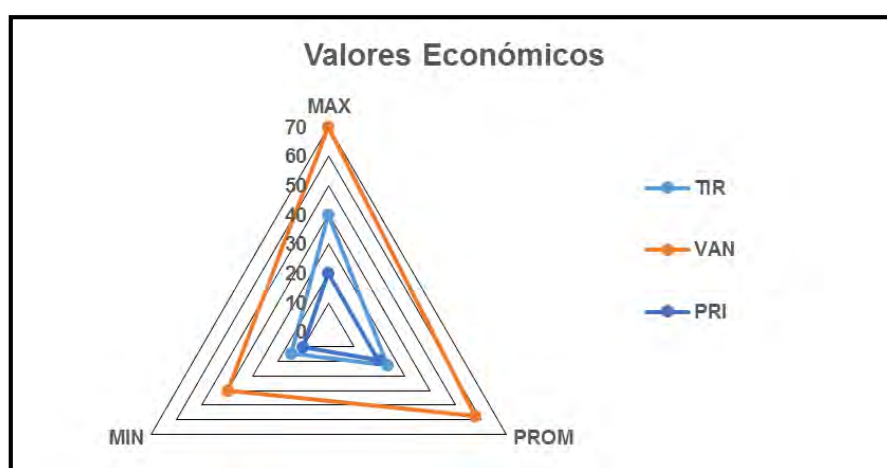


Figura 4.4: Representación gráfica del rango de valores que componen el riesgo derivado de los valores económicos. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Es así que queda definida la matriz de evaluación de riesgos asociados a un proyecto de inversión minera, la misma muestra todos los valores que se han venido consignando tal como se indica en la Tabla 4.7. El valor ponderado por cada riesgo “menor” se determina a partir del porcentaje de aplicación de cada factor; asimismo, éstos porcentajes están basados en las prácticas ejecutadas con el modelo planteado por los autores, junto con algunas ligeras modificaciones sugeridas por la experiencia de los expertos consultados para su realización.

En el caso práctico que se presenta, la aplicación de esta metodología tendrá como resultado final a un indicador que nos permitirá señalar, de una escala de 0 a 100%, que tan “bueno” es un determinado proyecto minero para ser considerado como oportunidad de inversión.

Se debe hacer mención que los criterios de evaluación del riesgo, pueden ser aplicados de manera distinta para cada compañía; es decir, depende del tamaño de la organización, la

magnitud del proyecto minero en el cual la empresa se encuentra involucrada, y la política de inversión propia de cada compañía. Lo consignado puede ser representado en el Figura 4.5; debido a que el modelo posee tanto valores mínimos, promedios y máximos, ello nos permitirá la posibilidad de adaptarlo hacia una política de inversión en particular.

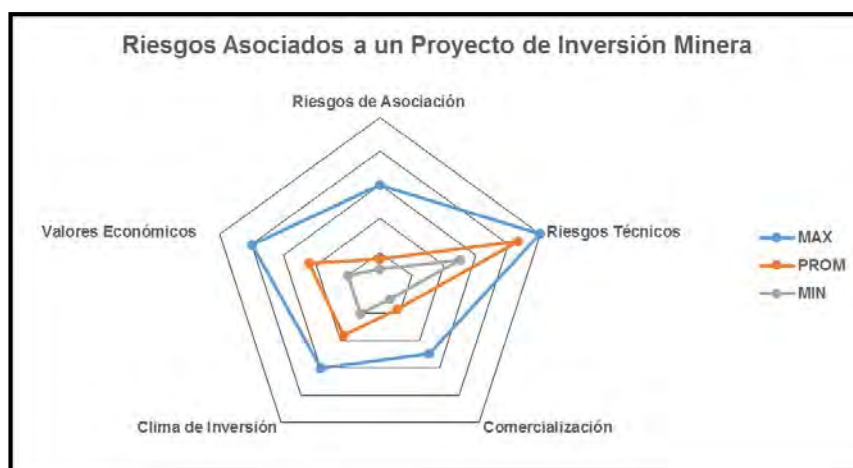


Figura 4.5: Representación gráfica del rango de valores de los riesgos asociados a proyectos mineros. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Las pequeñas compañías suelen tomar mayores riesgos debido a la poca cantidad de proyectos que tienen disponibles, a comparación de las grandes empresas internacionales. Algunas de las grandes firmas pueden tener mayores recursos; por ende, están más dispuestas que otras compañías a afrontar riesgos. Además, pueden pasar por alto algunos de los riesgos señalados redistribuyendo los valores que indica el modelo, asimismo, algunas de las ponderaciones planteadas originalmente a comparación de aquellos pequeños competidores; haciendo, por ejemplo, su propia evaluación del país en donde irá a invertir, así como de otros factores.

Es por lo consignado, que aún no se puede mencionar que valores producidos por la metodología califiquen como “mala” oportunidad a un proyecto frente a otro; ya que, dependerá mucho de cómo las compañías definan su estrategia de toma de decisión de inversión para; seguidamente, se asignen las ponderaciones adecuadas en el modelo planteado y de acuerdo a una estadística propia, hablemos de “buenos” y “malos” proyectos como oportunidad de inversión.

Tabla 4.7 Composición completa de los riesgos asociados a un proyecto minero.

Categorías de Evaluación Mayor	Proporción de la Evaluación de Inversión	Categoría Menor	Ponderación	Descripción		Aplicación (%)
Riesgos de Asociación	8% Max. 30% Min. 5%	Compañeros Domésticos	34.5 Max. 60 Min. 10	A	Financieramente Fuerte	100%
				B	Financieramente Débil	50%
		Compañeros Foráneos	65.5 Max. 90 Min. 40	A	Compañía Señor o con cash flow operativo	100%
				B	Compañía Privada, Junior's o con finanzas débiles	50%
				C	No es una entidad financiera	0%
Riesgos Técnicos	43.2% Max. 50% Min. 25%	Riesgo de Ejecución del Proyecto	17.3 Max. 20 Min. 5	A	Desarrollo o en Operación	100%
				B	Estudios de Ingeniería (Pre F/S, F/S)	50%
				C	Exploración	25%
		Riesgo Geológico	38.6 Max. 50 Min. 20	A	Recursos medidos e indicados, o Reservas probables y probadas	100%
				B	Recursos Inferidos	50%
				C	No hay fuente establecida	0%
		Riesgos Operativos	20.7 Max. 40 Min. 10	A	Extracción Estándar	100%
				C	Aplicación de nuevas tecnologías	25%
		Riesgo de Escala de Producción	13 Max. 30 Min. 5	A	Cobre >100Kt/A	100%
				B	Cobre <50-100> Kt/A	50%
				C	Cobre < 50 Kt/A	0%
		Confiabilidad de la Información	10.5 Max.20 Min. 0	A	Aplicación de Estándares Internacionales (JORC, NI 43-101)	100%
				B	Estándares Domésticos	40%
				C	No hay Estándar	0%
		Riesgo de la Comercialización	8.6% Max. 25% Min. 5%	Estándares del Producto	100	A
B	Adecuado para mercados foráneos					50%
C	Mercado incierto					0%
Clima de Inversión	18.2% Max. 30% Min. 10%	Riesgos del País	35.2 Max. 50 Min. 10	A	Standard and Poor's A, Fitch A, Fraser top 15	100%
				B	Standard and Poor's B, Fitch B, Fraser top 30	50%
				C	Menos de ello	0%
		Permisos	31.1 Max. 50 Min. 20	A	EIA y permisos mineros aprobados, estado "cleared land"	100%
				B	Aprobación del EIA en proceso	50%
				C	Nada	0%
		Infraestructura	33.6 Max. 60 Min. 20	A	Transporte Asegurado, Energía, Agua y MMOO	100%
				B	Transporte Disponible, Energía, Agua y MMOO	50%
				C	Dos elementos disponibles	20%
Valores Económicos	22% Max. 40% Min. 10%	TIR	23 Max. 40 Min. 15	A	Mayor a 19%	100%
				B	Mayor a 15%	75%
				C	Menor a 10%	25%
		VAN	57.7 Max. 70 Min. 40	A	VAN Positivo	100%
				C	VAN Negativo	0%
		PRI	19.3 Max. 20 Min. 10	A	Menor a 6 años	100%
				B	Menor a 12 años	50%
				C	Mayor a 12 años	0%

Fuente: "Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two", por Park & Nelson (2013)

Nota: Aquí se describen los riesgos de manera más detallada, indicando los valores máximos, mínimos y promedio de cada riesgo mayor y menor. A su vez, se presenta el porcentaje de aplicación de los riesgos menores según sea el caso; asimismo, cabe señalar, que cada porcentaje es netamente excluyente uno de otro.

CAPITULO V

CASO PRÁCTICO: MINA CUPROSA DE LA COMPAÑÍA MINERA VARGUITAS S.A

Antes de comenzar con la descripción del caso práctico, debo aclarar que éste es meramente hipotético. La información que se muestra a continuación, es obtenida de la fuente mostrada en la bibliografía – el Proyecto Antilla de la Cía. Minera Panoro ubicado en Ayacucho (ver Anexo C) – más algunas partes han sido modificadas con finalidad de no atentar contra la propiedad intelectual de la fuente consultada. La aplicación es sólo y únicamente con fines académicos, ya que sólo se busca obtener los indicadores producidos por la metodología planteada; permitiéndose así, cumplir con los objetivos establecidos en la presente tesis. Lo que queda constancia es que ésta “Mina Cuprosa” puede ser un proyecto cualquiera en donde se cumplan con los requisitos que se necesitan para plantear los porcentajes de aplicación de los riesgos menores.

5.1. Descripción general del proyecto

La Mina Cuprosa es un proyecto de cobre y molibdeno localizado a 140km al suroeste de la ciudad del Cuzco, en la región de Apurímac al sudeste del Perú. El centro del área del proyecto está ubicado en las coordenadas 8,414,000N y 718,500E tal como muestra la Figura 5.1. A este proyecto se accede a través de la principal carretera de Cusco a Nazca y la principal vía de acceso sin pavimentar hasta el pequeño pueblo de Cupritos. El proyecto en cuestión fue adquirido por la Cia. Minera ABC, de capital

canadiense, en el año 1997 y es 100% propiedad de ésta; mas decide ponerla en venta siendo uno de los mejores postores, y con mayor interés en adquirir este proyecto, la Compañía Minera Varguitas S.A, de capital peruano.

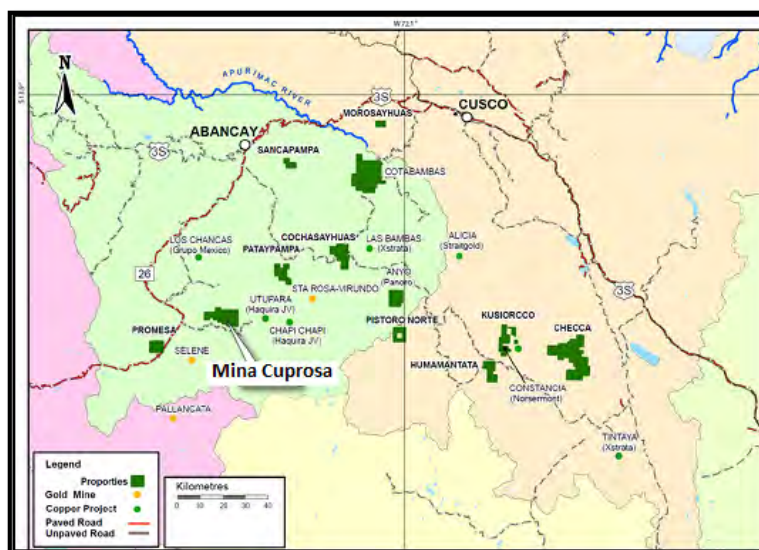


Figura 5.1: Plano de Ubicación de la mina Cuprosa. Adaptado de: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

En la actualidad, el proyecto se estima que cuenta con 199.2 millones de toneladas con una ley promedio de 0.5% de cobre y 0.008% de molibdeno como recursos indicados, de acuerdo a la norma NI 43-101, y 165.9 millones de toneladas con 0.38% de Cu y 0.009% de Mo como recursos inferidos a un cut-off de 0.25% Cu-eq, estos resultados serán representado en las figuras 6.2 y 6.3. Además, la nueva evaluación de recursos, fue realizada por Tetra Tech Canadá (Diciembre 2013) y los resultados muestran un aumento de 38% en el contenido de Cu y un aumento de 53% para el caso del Mo. El stripping ratio, para el pit conceptual fue rediseñado de 1:1 a 2.5:1 en el año 2013 por AMEC Perú.

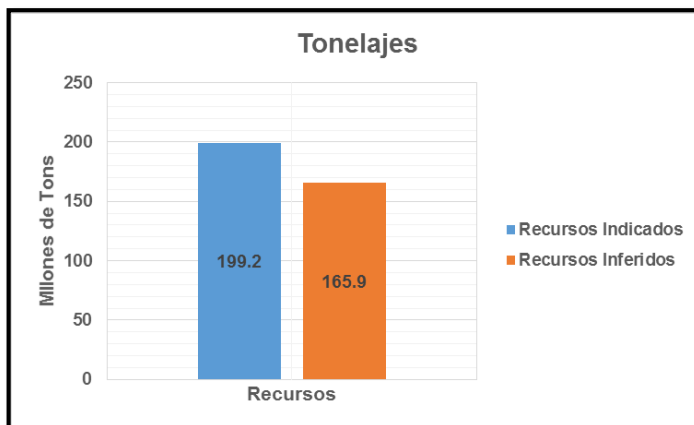


Figura 5.2: Representación gráfica del tonelaje presente en la mina Cuprosa. Adaptado de: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

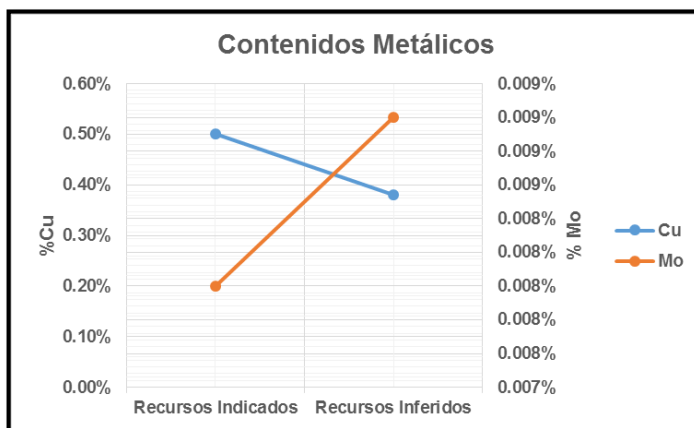


Figura 5.3: Representación gráfica de los contenidos metálicos presentes en la mina Cuprosa. Adaptado de: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

La nueva estimación de recursos fue completada utilizando toda información obtenida a través de los taladros diamantinos y ensayos ejecutados disponibles hasta Junio de 2013, siendo en total 9200 metros perforados por la compañía (49 taladros) y 5180 de metros perforados por otros (39 taladros ejecutados por propietarios anteriores del proyecto). El alto grado de mineralización fue definido en primer lugar por AMEC y ha sido actualizado posteriormente gracias a los estudios realizados por Tetra Tech. Siendo éstos últimos, los más indicados para realizar el diseño potencial del pit dentro de una life-of-mine conceptual. Sin embargo, la optimización del proceso de diseño será incluido en la Evaluación Económica Preliminar a ser completada a finales del 2014.

A pesar de lo señalado, los estudios preliminares realizados por la Compañía Minera Varguitas S.A, para poder pretender adquirir éste proyecto, muestran un VAN ampliamente positivo, sujeto a un valor de TIR mayor al 15% - valor mínimo aceptable para cualquier proyecto que posea la compañía -, junto a un periodo de retorno de inversión igual a 8 años. Además ésta compañía se encuentra en alianza con una empresa china que le asegura el mercado para su producto. Ahora bien, una de las razones que también son consideradas para la adquisición de este proyecto es su gran potencial para incrementar sus recursos.

Éste potencial señalado del proyecto Mina Cuprosa, incluye una serie de características. En primer lugar, el potencial de la extensión de la mineralización sulfúrica supérgena en el Block Este, al norte y al noroeste fue identificado por cinco taladros realizados donde la mineralización continúa abierta a futura exploración. En segundo lugar, en el Block Oeste, localizado a 2.5km del Block Este, existe potencia para una mineralización sulfúrica supérgena adicional similar al Block Este basados en la presencia de calcocita en los taladros anteriormente realizados en el área con algunos intervalos de leyes por taladros por encima de 0.3% de cobre particularmente en el Drillhole ANT-13, 15, 16S and 6B. En tercer lugar, la nueva evaluación geoquímica en las rocas muestra una extensa anomalía de molibdeno (>100ppm Mo) y cobre que sugiere que la mineralización continua y es posible la conexión del Block Este y Block Oeste. En cuarto lugar, las anomalías geoquímicas están extendidas también al este del área de recursos actual, hacia la zona Chabucos, ampliando el potencial de un espacio global de 2,5 kilómetros de 5 kilómetros en dirección este-oeste. En quinto lugar, en el extremo occidental de la propiedad, un nuevo objetivo de exploración llamado Piste fue descubierto recientemente, que consta del afloramiento de un pórfido y de mineralización de tipo Skarn junto con sedimentos.

5.1.1. Infraestructura

La propiedad se encuentra relativamente aislada de la infraestructura pública y se limita a una pequeña red de caminos de acceso, tal como se muestra en la Figura 5.4. No hay cobertura de telefonía celular en la localidad de Cupritos o en alguna parte de la propiedad. No hay ninguna fuente de electricidad, excepto una línea de baja tensión que da servicio a la localidad de Cupritos. Hay una subestación de 220 kV (Cotaruse SE), ubicado aproximadamente 42 km al oeste de la Propiedad.



Figura 5.4: Fotografía que muestra la limitada accesibilidad de la mina Cuprosa. Adaptado de: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

El aeropuerto principal más cercano es el de Cusco y la estación ferroviaria más cercana está en Izcuchaca, una ciudad a unos 20 km al oeste de Cusco. Las fuentes de agua se encuentran en los arroyos y ríos en los valles de los alrededores de la propiedad.

5.1.2. Recursos Locales

Abancay, con una población de 51.462 habitantes (2007), es el pueblo más cercano a la propiedad y puede proporcionar la mayor cantidad de suministros al campamento. Suministros básicos como comida y combustible pueden ser

encontrados en los pueblos aledaños. Equipos relacionados con la minería, así como servicios profesionales calificados deben ser obtenidos en otros lugares.

La mano de obra no calificada se puede encontrar en los pueblos cercanos. La compañía ABC ha establecido allí si campamento base semi-permanente con un edificio fijo para una cocina, oficinas y registros de testigos de taladros diamantinos como se muestra en la Figura 5.5, así como almacenes en general.



Figura 5.5: Fotografía del cuarto de testigos provenientes de la mina Cuprosa. Adaptado de: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

5.1.3. Información Relevante

En la tabla 5.1, se muestra información que nos será de utilidad en la evaluación que planteamos; asimismo, observamos una producción diaria estimada de 30000 Tn/día, dando así una producción anual estimada de 10.5M Tn. Además de un costo de minado estimado de 1.90 US\$/ Tn para un ángulo de talud de 45°; por último queda claro, que el precio de los metales que muestra ésta tabla, es el precio de cada metal a la fecha en que se determinan los parámetros señalados.

Tabla 5.1 *Otros datos de utilidad para la evaluación de la mina Cuprosa.*

PARÁMETROS	Cantidad	Unidades
Precio del Metal		
Cobre	3.25	US\$/lb
Molibdeno	9.00	US\$/lb
Recuperación del mineral		
Cobre	90	%
Molibdeno	80	%
Precio de Venta	5	%*
Parámetros de minado		
Ratio de Recuperación de minado	97	%
Ratio de Dilución de minado	3	%
Ángulo de Talud	45	grados
Costos de Minado	1.90	US\$/t
Producc. Diaria Estimada	30000	t/d
Producc. Anual Estimada	10.5	Mt/A

Fuente: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

Nota: El precio de venta (*) es incluyendo transporte del concentrado, cargos por fundición y refiniería

5.1.4. Otros datos

Si bien la conflictividad social está señalado como el problema más acuciante para la inversión minera en la región, la “tramitología” ha empezado a desplazarla. Ésta información, se basa en un consenso mayoritario de los empresarios y profesionales que han pretendido realizar inversiones en la región. Obteniendo así que, a nivel de país, existen normas vinculadas al sector minero - existen más de 180 - que se entrecruzan y crean una inevitable confusión entre los inversionistas. Por último, el proyecto queda resumido mediante la tabla 5.2:

Tabla 5.2 *Cuadro resumen de los datos a utilizar en la evaluación de la mina Cuprosa.*

LOCALIZACIÓN	Ayacucho, Perú
PROPIEDAD	Compañía minera ABC, de capital canadiense tiene el 100% de las acciones
MINERAL A EXPLOTAR	Concentrado de Cobre
METODO DE MINADO	Minado a tajo abierto - Metodología Open Pit
ESTADO DEL PROYECTO	Exploración concluida. Evaluación económica en progreso
RECURSOS	199.2 millones de toneladas, basada en el NI 43-101
PRODUCCION ANUAL ESTIMADA	10.5 millones de toneladas
INFRAESTRUCTURA	Transporte disponible, energía, agua y MMOO no calificada
PERMISOS	Listo para la elaboración del EIA, apenas concluya la evaluación económica
VALORES ECONÓMICOS	VAN positivo, TIR mayor a 15% y un PRI de 8 años

Fuente: [Http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf](http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf), Revisado en Mayo 2014

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Siendo los parámetros que presenta el proyecto Mina Cuprosa resumidos en la tabla 5.2. A continuación, se realiza la aplicación de la metodología descrita en el capítulo 4 de la presente tesis; al introducir los parámetros del proyecto en la matriz de evaluación de riesgos asociados se obtiene como resultado lo que se muestra en la tabla 6.1. Luego, se procede a realizar al cálculo del valor final de la evaluación del proyecto, obteniendo como resultado lo graficado en la tabla 6.2:

Tabla 6.2: Valor más probable como calificación del proyecto como oportunidad de inversión.

Riesgo	Valorización	Valor
Riesgos de Asociación	+ 8% x (34.5+65.5)	8.0
Riesgos Técnicos	+ 43.2% x (17.3*(25%)+38.6+20.7+13+10.5)	37.6
Comercialización	+ 8.6%	8.6
Clima de Inversión	+ 18.2% x (35.2*(50%)+0+33.6(50%))	6.3
Valores Económicos	+ 22% x (23(75%)+57.7+19.3(50%))	18.6
Valor mas probable		79

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Éste es un valor, de una escala de 0 - 100, que nos dice que tan “bueno” será el proyecto como oportunidad de inversión. Pero, se debe tener presente a este valor de 79 como el valor “más probable”; ya que, está basado en los valores promedios de los parámetros descritos

en la metodología - léase riesgo de asociación, riesgo técnico, etc. – tal como se hace referencia en la Figura 6.1.:

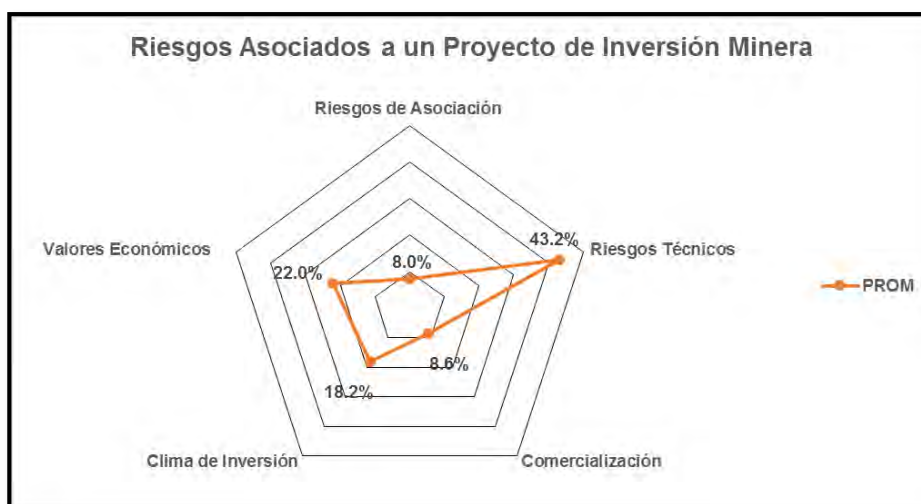


Figura 6.1: Valores promedio de los riesgos asociados al proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Sin embargo, la pregunta que podría surgir es: ¿Si bien es cierto, los valores ponderados para cada parámetro del modelo están sujetos a la política que adopte la empresa, cómo analizar este proyecto mediante otros enfoques que se puedan dar a lugar?. En otras palabras, ¿qué tan flexible es este valor “más probable”, según sea evaluado por una empresa con una política distinta a la planteada?.

Para responder ello, se hará uso de la información presentada al describir el modelo, la misma se muestra en la tabla 6.3. Con estos datos se realizará una nueva evaluación; sin embargo, esta vez se hará uso del software @Risk 6.0 lo que permitirá dar respuesta a la pregunta.

Tabla 6.1 Cuadro resumen de la evaluación realizada a la mina Cuprosa mediante el modelo.

<i>Categorías de Evaluación Mayor</i>	<i>Categoría Menor</i>	<i>Descripción</i>		<i>Aplicación (%)</i>
<i>Riesgos de Asociación (8%)</i>	Compañeros Domésticos (34.5%)	A	Está en alianza con una empresa China que le facilitará el mercado para su producto	100%
	Compañeros Foráneos (65.5%)	A	Compañía ABC, es una sólida compañía de capital canadiense	100%
<i>Riesgos Técnicos (43.2%)</i>	Riesgo de Ejecución del Proyecto (17.3%)	C	Exploración Concluida	25%
	Riesgo Geológico (38.6%)	A	Recursos medidos e indicados	100%
	Riesgos Operativos (20.7%)	A	Extracción Estándar, mediante Open Pit	100%
	Riesgo de Escala de Producción (13%)	A	El proyecto estima producir 105 Mt/a	100%
	Confiabilidad de la Información (10.5%)	A	Aplicación de Estándares Internacionales: NI 43-101	100%
<i>Comercialización (8.6%)</i>	Estándares del Producto (100%)	A	Adecuado para mercados extranjeros	100%
<i>Clima de Inversión (18.2%)</i>	Riesgos del País (35.2%)	B	Clasificación BBB+ según Standard and Poor's (2013)	50%
	Permisos (31.1%)	C	Listo para elaboración del EIA, apenas concluya la evaluación económica preliminar	0%
	Infraestructura (33.6%)	B	Transporte Disponible, Energía, Agua y MMOO no calificada	50%
<i>Valores Económicos (22%)</i>	TIR (23%)	B	Mayor a 15%, requerimiento mínimo según la empresa	75%
	VAN (57.7%)	A	VAN Positivo	100%
	PRI (19.3%)	B	10 años	50%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Tabla 6.3 Cuadro resumen del rango de valores que presentan los riesgos asociados.

	MAX	PROM	MIN
Riesgos de Asociación	30.0%	8.0%	5.0%
Riesgos Técnicos	50.0%	43.2%	25.0%
Comercialización	25.0%	8.6%	5.0%
Clima de Inversión	30.0%	18.2%	10.0%
Valores Económicos	40.0%	22.0%	10.0%
		100%	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

6.1. Análisis @Risk:

En primer lugar, se definen las distribuciones para cada variable a considerar. A éstas se le asignará la distribución triangular, ya que permite graficar el valor mínimo, más probable y el valor máximo que poseen los riesgos que se analizan en el modelo. Las gráficas de las funciones de entrada son:

a. Riesgo de Asociación

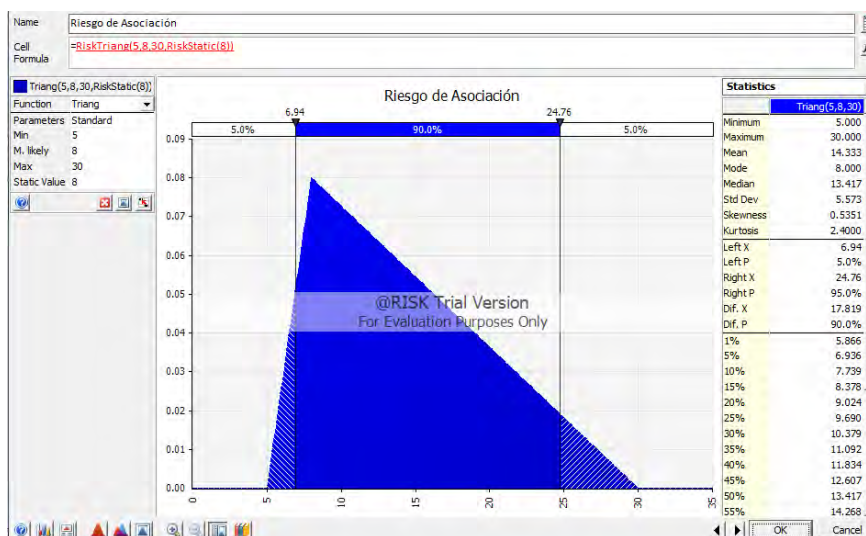


Figura 6.2: Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo de asociación. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

b. Riesgo Técnico

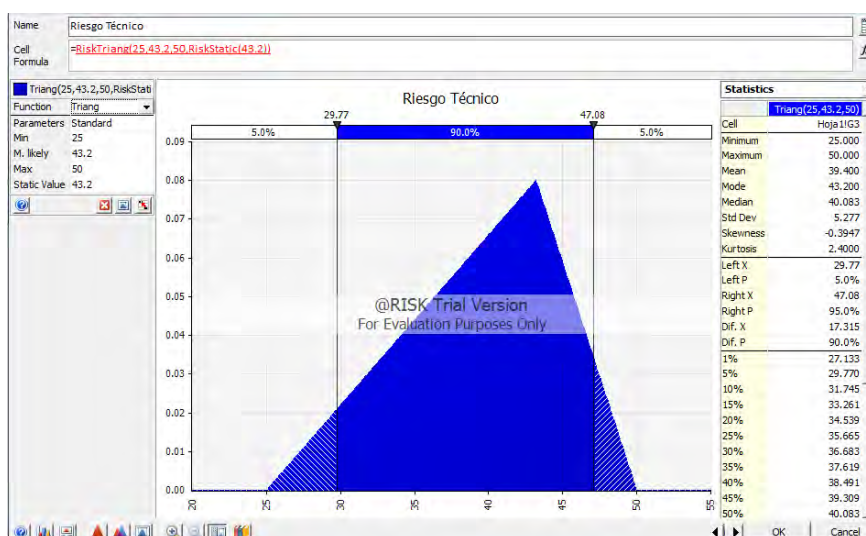


Figura 6.3: Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo técnico. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

c. Comercialización

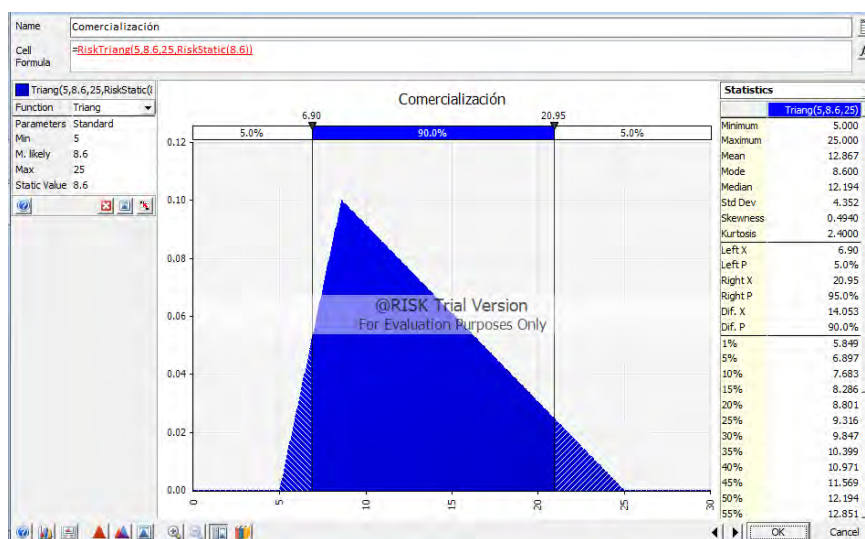


Figura 6.4: Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo derivado de la comercialización. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

d. Clima de Inversión

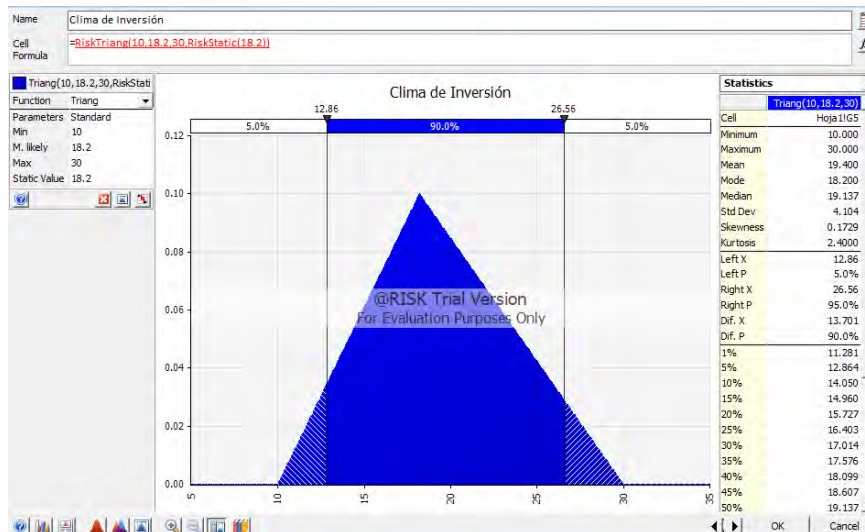


Figura 6.5: Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo derivado del clima de inversión. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

e. Valores Económicos

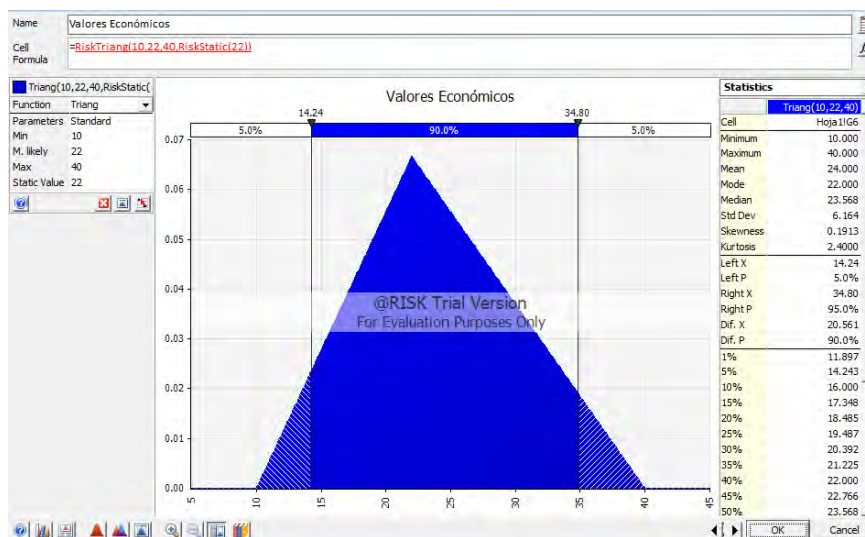


Figura 6.6: Gráfico de función de entrada al @Risk del riesgo derivado de los valores económicos. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

Paso siguiente, se define la celda de salida para la simulación, en éste caso, denominada Valor @Risk. Una vez ello se define un total de 1000 iteraciones a realizar, para poder dar así mayor representatividad a los resultados. Obteniéndose lo que se muestra en la tabla 6.4.

Tabla 6.4: Representación del Valor @Risk vs el valor más probable obtenido por la evaluación.

Riesgo	Valorización	Valor
Riesgos de Asociación	+ 8% x (34.5+65.5)	8.0
Riesgos Técnicos	+ 43.2% x (17.3*(25%)+38.6+20.7+13+10.5)	37.6
Comercialización	+ 8.6%	8.6
Clima de Inversión	+ 18.2% x (35.2*(50%)+0+33.6(50%))	6.3
Valores Económicos	+ 22% x (23(75%)+57.7+19.3(50%))	18.6
Valor mas probable		79
Valor @Risk		86

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos presentados.

Es así que mediante la simulación realizada en el @Risk 6.0, en su versión de prueba, se obtiene un valor medio de evaluación del proyecto, como oportunidad de un inversión, igual a 86 con una desviación estándar de 8, tal como se indica en la Figura 6.2.

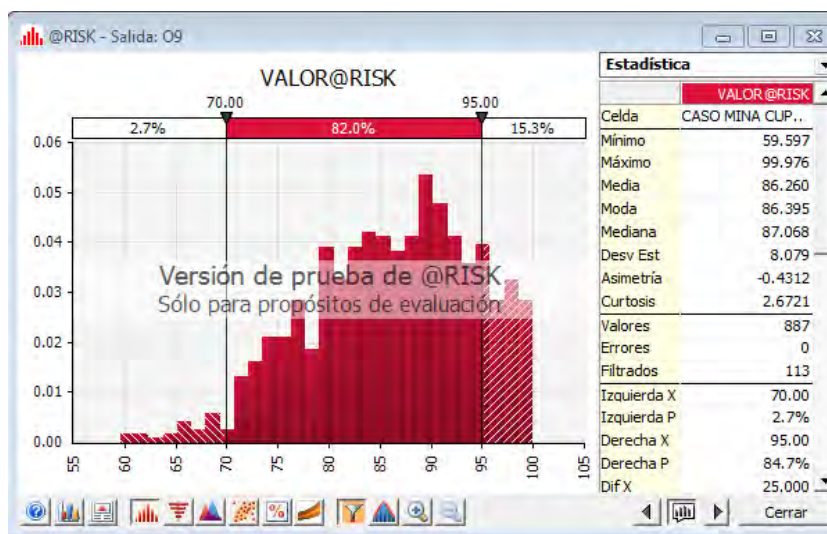


Figura 6.7: Histograma de los valores obtenidos en la simulación. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

En el diagrama de frecuencias acumuladas, tal como muestra la Figura 6.3, señala que el 74.6% de los resultados obtenidos se encuentran entre los valores de 75 y 95, lo cual da a entender que la evaluación realizada al proyecto brinda un indicador que en su mayoría es mayor a 75, lo cual es un valor aceptable considerando la fase en que se encuentra.

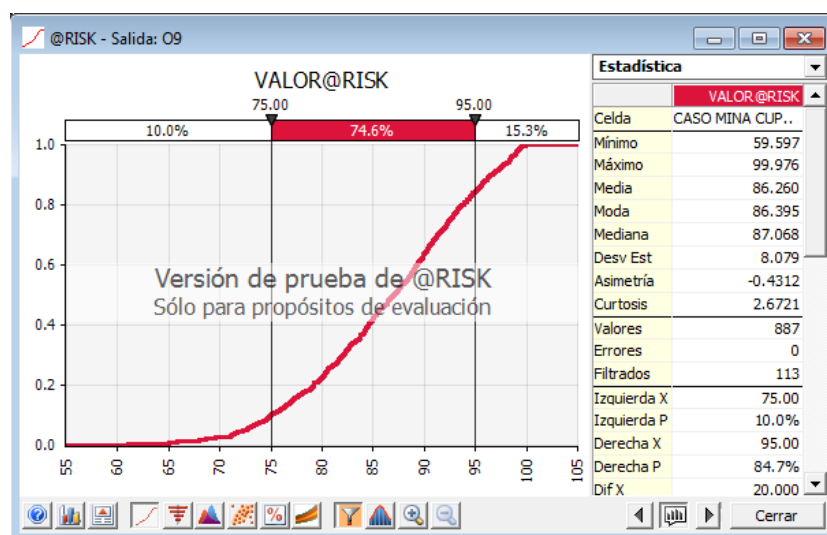


Figura 6.8: Diagrama de las frecuencias acumuladas de los valores obtenidos en la simulación. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

La Figura 6.4 grafica lo consignado respecto al valor de la incertidumbre y la implicancia de la política de la empresa al momento de realizar éste análisis; ya que, aquí

se muestran los diversos resultados que se obtendrán al momento que se aplique una política de evaluación distinta a la que hemos planteado al comienzo.

Por ejemplo, el riesgo de técnico, descrito como el más influyente en el modelo original, puede dar como resultado un valor final mínimo de evaluación igual a 78 para el proyecto al asignarle un valor de ponderación cerca al 25%, según la estadística de los valores asignados por los expertos consultados. Asimismo, el riesgo de asociación, al tener valores cercanos al 30%, da un valor máximo igual a 93 como resultado final de la evaluación del proyecto. Sin embargo, lo consignado se logra mediante la redistribución de las ponderaciones de cada riesgo para mantener siempre una suma de total de ponderaciones igual al 100%

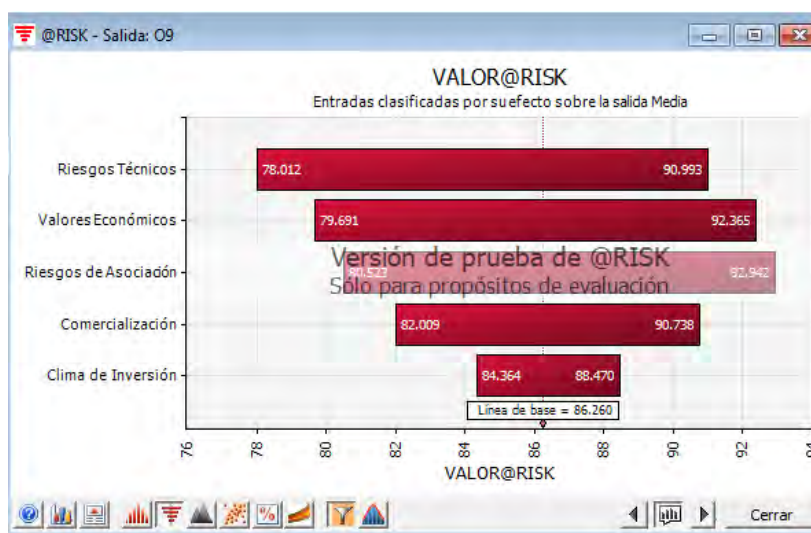


Figura 6.9: Gráfico tornado de los valores obtenidos en la simulación. Fuente: Elaboración propia mediante el software @Risk 6.0 a partir de los datos presentados.

Se verifica entonces que éste modelo permite una re-evaluación al proyecto Mina Cuprosa por parte de la Compañía Minera Varguitas S.A o cualquier otra que desee adquirirla, si es requerida por ejemplo: en caso la evaluación preliminar a entregar a finales de 2014 arroje resultados distintos a los considerados en la evaluación hecha a base de la información obtenida en la actualidad.

Se debe recalcar que la evaluación es un concepto dinámico, y esto conlleva a que los aspectos aquí mostrados estarán sujetos a una constante evaluación por parte de los involucrados para poder así lograr:

- a) La reducción del sesgo entre el resultado final del proyecto y el objetivo que se plantea la empresa, siendo esto último lo que le permitirá consolidar su crecimiento mientras que esta Mina Cuprosa se encuentre en operación y genere los fondos que le permitan expandir sus cartera para asegurar y mantener este crecimiento en el largo plazo.
- b) Las dos grandes incertidumbres en la cual está sujeta la industria minera están son parte de las evaluaciones realizadas, lo que nos permitirá tener así un set de estrategia(s) flexible(s) que será de mucha ayuda en momentos en los que una estrategia rígida, otorgada por la metodología tradicional, no nos permita aprovechar las oportunidades que se puedan presentar el transcurso de la operación.

CONCLUSIONES

1. La razón principal por la cual la frecuencia de proyectos de inversión fallidos, que están sub-dimensionados, con un capital de infraestructura mal especificado, e incluso paralizados debido a razones muy distantes a los fundamentos técnico – económicos, se debe a que la gran mayoría de estas inversiones se realizaron mediante estudios basados estrictamente en el enfoque tradicional de evaluación de proyectos mineros.
2. Mediante la evaluación presentada en la presente tesis, se concluye que la incertidumbre no es un “enemigo” para los encargados de tomar la decisión de invertir en un proyecto minero, ya que ello es una fuente adicional de información que podría ser decisiva a la hora tomar dicha decisión.
3. El enfoque aquí descrito, junto a su metodología, permiten una evaluación inicial del proyecto mostrando así sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a las cuales está sujeto. Dando así, indicios de que tan robusto será el proyecto frente a otros que pretender ser parte de la cartera que manejará la empresa.
4. El definición presentada del riesgo nos da razón del porque la evaluación de los aspectos que plantea ésta metodología (los factores técnicos de la Mina Cuprosa, los valores económicos ligados a éste, la comercialización, los riesgos derivados del clima de inversión del país y los riesgos de asociación) deben de ser constantes, ya que la gestión

de estos riesgos estarán bajo la única premisa de alcanzar las metas y objetivos planteados por la empresa.

5. El proceso de toma de decisión para la inversión de un proyecto minero, es mucho más idiosincrásico que científico. Esto explicaría de porque no podríamos tener una manera absoluta o estándar universal que se adecúe a la industria minera, ya que la existencia de éste, dependerá siempre y cuando pueda satisfacer las necesidades de un grupo de inversionistas en particular.
6. El uso de la matriz de riesgos asociados a un proyecto minero, permite una revisión más rápida y más eficiente de los factores, aquí considerados como más trascendentes, ligados a ellos. Haciendo posible una revisión de muchos más proyectos a los cuales se podrían realizar una inversión, así como también la revisión de algunos pero ya en mayor detalle. Llevando entonces a cualquier compañía realizar mejores decisiones de inversión.
7. Se debe tener presente que la evaluación es un concepto dinámico, los resultados obtenidos deben de ser manejados y guardados por la compañía como base para futuras adquisiciones, mas no garantiza la correcta ejecución del proyecto. Una adecuada gestión de los riesgos asociados al proyecto, es lo que garantizará que se disminuya el sesgo entre los resultados obtenidos y los objetivos establecidos en los estudios.
8. Una de las falencias que presenta el modelo, es la capacidad de análisis que tiene en caso de investigar la oportunidad de inversión para otras commodities que no sean el cobre o el carbón. Se debe realizar un análisis en éste aspecto para poder ampliar el alcance de ésta metodología.

RECOMENDACIONES

1. Una definición clara del objetivo de la empresa con cualquier proyecto que desee adquirir, permitirá una mejor gestión de los riesgos asociados a éste. En algunos casos, podría ser un retorno rápido de la inversión, o quizá el aseguramiento de la materia prima a un largo plazo para una determinada industria. Sea cualquiera la meta, el riesgo y la incertidumbre deben de ser considerados en la inversión a realizar.
2. Los criterios de evaluación del riesgo aquí presentados deben de ser aplicados de manera distinta para cada compañía, dependiendo del tamaño de la organización que realiza la evaluación, la magnitud del proyecto minero en el cual la empresa se encuentra involucrada, y la política de inversión propia de cada empresa.
3. Se debe tener aún más cuidado en tiempos de buenos precios, ya que las empresas suelen perder su enfoque principal en la evaluación de proyectos de inversión. Ya que incluso si la razón fundamental de la inversión es económicamente viable, la aprobación acelerada de ésta, sin métodos de análisis robustos, puede dar lugar a importantes retrasos y sobre costos debido a los problemas en cuanto a la planificación y las adquisiciones.
4. Si bien es cierto que es más “segura” la adquisición de proyectos ya en fase de construcción u operación, Mackenzie & Cusworth (2007) señalan que ésta requerirá de un estudio sumamente detallado, ya que las oportunidades de mejora que se puedan dar

a un diseño ya ejecutado serán sumamente costosas y no se obtendrían los mismos resultados que en aquellos proyectos en donde los detalles que me permitirían una mejor configuración, se gestionan desde la fase de estudios previos a su desarrollo y construcción.

5. En esta metodología, si bien nos da como indicador una oportunidad de inversión, no podemos hablar por el momento con respecto a qué valor es más aceptable, debido a que no se tienen los suficientes indicadores para definir mediante una estadística que proyecto será “mejor” que otro.
6. La revisión del Anexo B nos da una amplia visión de cómo se ha venido desarrollando el panorama de inversiones a nivel mundial desde el año 2012. Es un análisis muy interesante que brinda mayor información de las tendencias actuales en esta rama de la industria. Además, el Anexo D permite conocer, mediante un listado por cada metal, a los grandes proyectos mineros alrededor del mundo.

REFERENCIAS

1. Bye A. 2011. Case Studies demonstrating value from geometallurgical initiatives, in *Proceedings First AusIMM International Geometallurgical Conference (GeoMet) – AusIMM Melbourne. Pags(9-30)*
2. Card P. 2012. What Project Managers must Demand from an Economic Evaluation! , in *Project Evaluation Conference 2012 – AusIMM Melbourne. Pags (173-176).*
3. Guj P., 2012. Mineral Project Evaluation – Dealing with Uncertainty and Risk – Australian and Global Perspective, *Second Edition – Monograph 29. AusIMM Pags (145-176).*
4. Guj P. et al, 2012. Mine Manager's Handbook, *Second Edition AusIMM Pags (474-477).*
5. <http://www.panoro.com/s/Antilla.asp?ReportID=383709> - Consultado en Mayo, 2014.
6. <http://www.panoro.com/i/pdf/Technical-Resource-and-Resource-Estimate-1397600100-REP-R0001-05-FINAL.pdf> - Consultado en Mayo, 2014.
7. Jones J, 2012. Mine Project Risk Management, in *Project Evaluation Conference 2012 – AusIMM Melbourne. Pags (117-122).*
8. Mackenzie W. and Cusworth N. – The Use and Abuse of Feasibility Studies, in *Project Evaluation Conference 2007 – AusIMM Melbourne. Pags (1-12)*

9. Mackey P. *et al*, 2003. The impact of commissioning and start-up performance on a mining/metallurgical project, in *Proceedings 35th Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors – Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Montreal*. Pags (331-347).
10. Martinez L. *et al*, 2012. Uncertainty – An important Source of (Additional) Value for Mining Projects, in *Project Evaluation Conference 2012 – AusIMM Melbourne*. Pags (131-139).
11. Maxwell P. and Guj P., 2012 . Mineral Economics – Australian and Global Perspective, *Second Edition – Monograph 29. AusIMM Pags (1-8)*.
12. Millán A., 1998. Evaluación y Factibilidad de Proyectos Mineros, Editorial Universitaria 2da Edición.
13. Park H.M. and Nelson M.G, 2013. Mining project evaluation process for investment decisions: Risk Variables in mining projects – part one, in *Mining Engineering Magazine Oct. 2013 – SME*. Pags (1-10)
14. Park H.M. and Nelson M.G, 2013. Mining project evaluation process for investment decisions: Modeling and assessment of project risk – part two, in *Mining Engineering Magazine Oct. 2013 – SME*. Pags (1-7)
15. Park H.M. and Nelson M.G, 2013. Mining project evaluation process for investment decisions: Demonstration of the risk assessment model – part three, in *Mining Engineering Magazine Oct. 2013 – SME*. Pags (1-3)
16. Schrimpf T. and Bryan I, 2012. Application of Value Engineering Principles to Mining Studies, in *Project Evaluation Conference 2012 – AusIMM Melbourne*. Pags (163-170).
17. Vann J. *et al*, 2012. Scenario Thinking – A Powerful Tool for Strategic Planning and Evaluation of Mining Projects and Operations, in *Project Evaluation Conference 2012 – AusIMM Melbourne*. Pags (5-14)

ANEXOS

ANEXO A

PANORAMA DE INVERSIONES MINERAS A NIVEL MUNDIAL. REVISIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS MINEROS EN EL PERÚ.

El final del boom en inversión minera fue firmado por la crisis financiera mundial empezada a finales del 2007, pero el actual descenso en el anuncio de nuevos proyectos aparece mucho después, a finales del 2011 (como fue registrado por el Raw Materials Database). La situación empeoró en el 2012 y los anuncios de proyectos alcanzaron mínimos históricos con respecto al año pasado.

Sólo 95 nuevos proyectos, con un costo total proyectado de \$3 800 millones de dólares, fueron registrados en la base de datos de proyectos y minas del Raw Materials Group en el 2013. Esto comparado con los 113 proyectos (valorizados en \$4 700 millones) en 2012 y con el año pico 2010, en donde 167 proyectos con una inversión de \$115 000 millones fueron reportados. Históricamente, estas cifras han demostrado ser indicadores fiables de los principales desembolsos futuros de la industria minera.

La tasa de disminución de nuevos anuncios proyectos menguó en el año 2013. Estos sugieren que la desaceleración de la inversión minera comenzará a tocar fondo este año o el próximo. (No ha sido, históricamente, un retraso de uno o dos años).

En 2010 y 2011, el incremento del número total de proyectos fue alrededor de 20% anual, mientras que el año 2012 y 2013 figuró entre el 9% y el 8% respectivamente. Dado al continuo crecimiento de la demanda de metales, pero a paso ligero comparado hace unos años, la necesidad de continuar con altos montos de capex minero es obvia.

La complejidad de nuevos proyectos y la necesidad de una fuerte inversión en infraestructura, tales como caminos, puertos o utilitarios, como electricidad y agua, mantendrá en altos niveles los costos promedios de un proyecto.

La mayoría de recortes de los capex corporativos han caído en proyectos de oro y níquel. Esto incluye proyectos paralizados, como el proyecto chileno Pascua – Lama perteneciente a Barrick Gold (capex total de \$8 000 millones) y el proyecto El Morro, también en Chile, perteneciente a Goldcorp y New Gold (capex al menos de \$4 000 millones). Proyectos abandonados incluido un venture entre Reko Diq y Barrick en Pakistán (un capex de \$3 000 millones), el proyecto de níquel Wingellina de Metal X en Australia (capex alrededor de \$2 300 millones) y, también en Australia, el proyecto de hierro Jack Hills de Mitsubishi (donde las operaciones fueron suspendidas, y el proyecto de expansión poseía un costo estimado de \$4 000 millones).

Sin embargo, la minería es un negocio cíclico, y RMG tiene provisto que las inversiones incrementarán en el 2015. El crecimiento de la población, urbanización y el desarrollo económico general en economías emergentes son menores que las recientes experiencias pero siguen siendo positivas, y además conllevará a una fuerte base para el continuo crecimiento de la demanda de metales. Adicionalmente, la abrupta caída en el desembolso respecto exploraciones en el 2013 indica que muy pocos nuevos depósitos estarán listos a desarrollar nuevas minas en 5 a 10 años.

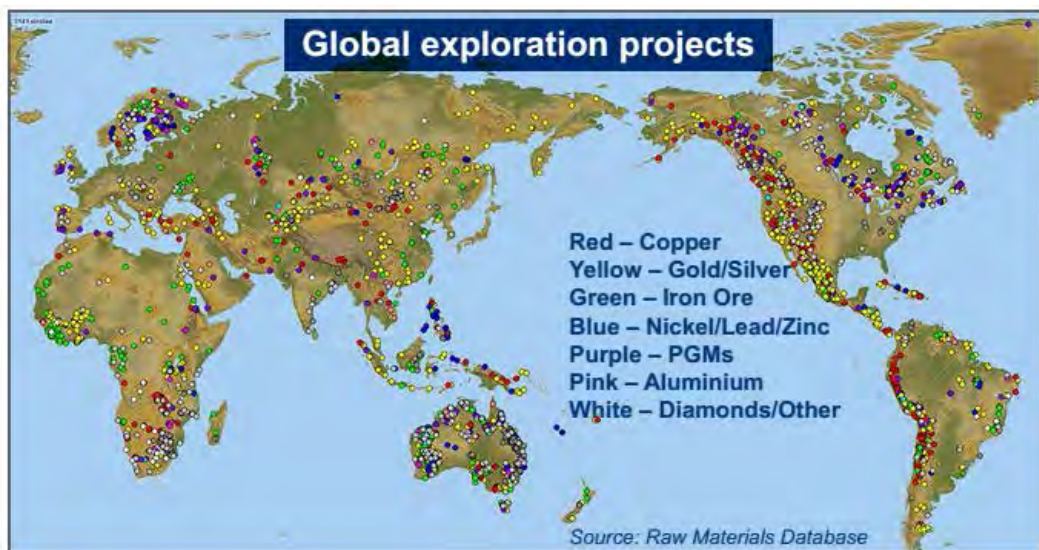


Figura A.1: Gráfico global de los proyectos de exploración. Adaptado de Raw Materials Data. Enero, 2014.

- **Análisis de nuevos proyectos:**

La caída de los precios de los metales (especialmente de cobre y oro), y la reciente disminución del consumo chino, claramente influenciaron la inversión minera el año pasado. El único metal que mostro un continuo crecimiento de su precio el año que pasó fue el Plomo (que presenta un déficit de abastecimiento) y RMG tiene expectativas que esta tendencia continuara por unos pocos años más.

Otro factor a considerar es que los costos de los proyectos se vienen incrementando. Esta tendencia continuó en el 2013 y cada vez avanza con más fuerza. Muchos de las grandes proyectos de oro y cobre reportaron un expendio de capital más alto de lo esperado. RMG notó previamente que los costos de los proyectos incrementan cuando pasan de la etapa de factibilidad a la etapa de construcción, y ésta tendencia continua en aumento. En 2013, 13 de los principales proyectos de cobre incrementaron su capex (por un total de \$19 000 millones, 54% encima del nivel en 2012). Los proyectos de oro vieron un incremento del 60% (\$7 000 millones correspondientes a 11 proyectos).

Análisis de la Cartera de Proyectos de Inversión Minera - 2013			
	Inversión (x \$ 000 millones)	Porcentaje (%)	Tendencia (2012-2013)
Proyectos Greenfield			
Concetual & Pre-Factibilidad	288	36	↓
Factibilidad	241	30	↑
Construcción	68	9	↓
Proyectos Brownfield			
Todas las etapas	194	25	↑
Total	791	100	

Figura A.2: Análisis de la cartera de proyectos de inversión minera. Adaptado de: Raw Materials Data, presentado en la edición 215 del E&Mj – Enero 2014

El porcentaje de proyectos en etapa de factibilidad incrementó fuertemente en el 2013, y logró un 30% de total del monto invertido. Éste crecimiento ha sido el esperado dado a la gran cantidad de nuevos proyectos anunciados en el 2010 y 2011 (éstos proyectos han madurado y pasan a la siguiente etapa dentro de la cadena de valor). El número de proyectos en la etapa conceptual y en pre-factibilidad ha decrecido debido a la falta de entradas generadas en las etapas tempranas de los

proyectos. Esto refleja un declive en el apetito de inversión e incremento los problemas financieros corporativos. Ello probablemente podría ser la causa de algunos problemas en el futuro, ya que no habría suficientes proyectos en estas etapas para satisfacer la demanda.

Con respecto a los proyectos en construcción, éste cayó en 9% con respecto al 2013. La inversión en ésta etapa cayó a \$68 000 millones respecto a los \$82 000 millones en el 2012. El costo promedio de los proyectos en construcción en el 2013 sumó un total de \$787 000 millones, lo cual es 15% menor comparado al costo promedio en el 2012 (y cercano a los \$645 000 millones durante el 2011). Esto conlleva a que varios proyectos con altos costos estén paralizados (o han entrado ya en operación).

Ahora bien, muchos de los proyectos en etapa temprana, incluidos dentro de los \$791 000 millones posiblemente no pasarán de la fase del estudio conceptual a la etapa de construcción. Por ejemplo, según estadísticas del RMG, sólo cerca del 60% de todos los proyectos de hierro en la cartera (que tienen planeado comenzar en los próximos tres años) se materializarán (en ese periodo de tiempo). Esta estadística para los proyectos que realmente completaron a tiempo posee un declive aproximado de 75 a 80% de hace 10 años.

- **Los cuatro grandes se mantienen en lo alto:**

El hierro, cobre, oro y níquel, en ese orden, se mantienen como los más importantes objetivos de inversión de las empresas mineras.

Éstos cuatro minerales acumulan el 87% del total de proyectos en la cartera (su participación en el 2012 fue del 86%) y ello además dominan en términos del total del valor de las inversiones, juntos logran un valor de \$682 000 millones. El hierro fue subestimado en la cartera de proyectos antes del 2004 pero, desde ese entonces, la demanda de éste metal ha venido en aumento (junto a un incremento en el precio)

haciéndolo acreedor del número 1 en el ranking de metales en términos de proyectos de inversión.

El hierro, ha acumulado más de un tercio del monto total de inversiones cada año desde el 2011, y esto es relacionado a un capex de \$261 000 millones en el 2013 (33% de la cartera, comparados con el 34% en el 2012). En segundo lugar, los proyectos de cobre acumulan el 29% del total de la cartera, con una inversión valorizada en \$228 000 millones (un incremento de \$30 000 millones respecto al 2012). El monto total de capital invertido en proyectos de cobre han aumentado al menos en 50% desde el 2009.

El oro los sigue con una inversión en proyectos equivalente a \$131 000 millones (dando a éste metal el 17% del monto total, éste nivel se ha mantenido año a año durante los últimos 5 años). Si bien es cierto, el oro no está ubicado en una posición más favorable del ranking de los metales en términos de proyectos de inversión; éste metal está en una posición muy favorable en el ranking respecto al número de nuevos proyectos reportados cada año (representando el 33% del total en el 2013).

El valor de inversión en proyectos de níquel no ha reportado mayor crecimiento desde el 2009, y éste metal vio una caída de su porcentaje de participación en la cartera de proyectos el año pasado (reportando solo el 8% del total), con un valor de \$62 000 millones. He aquí una diferencia aproximada entre \$16 000 - \$24 000 millones respecto a proyectos de inversión – en éste orden – en uranio, plomo/zinc y el grupo de metales pertenecientes al grupo del platino (PGM por sus siglas en inglés)

Análisis de Proyectos de Inversión Minera por Metal - 2013			
	Inversión (x \$ 000 millones)	Porcentaje (%)	Tendencia (2012-2013)
Hierro	261	33	↓
Cobre	228	29	↑
Oro	131	17	↔
Níquel	62	8	↔
Uranio	24	3	↔
Plomo/Zinc	17	2	↔
PGMs	16	2	↔
Diamantes	8	1	↔
Plata	9	1	↔
Otros	35	4	↔
Total	791	100	

Figura A.3: Análisis de proyectos de inversión minera por metal. Adaptado de: Raw Materials Data, presentado en la edición 215 del E&Mj – Enero 2014

El costo promedio en proyectos de hierro es cerca de \$1,240 millones, cuatro veces más que el promedio de aquellos que son de oro (\$303 millones). Los costos promedios para proyectos de cobre y níquel son de \$993 millones y de \$792 millones respectivamente. Éstos números fueron ligeramente menores en el 2012, indicando así que los proyectos se han encarecido.

En 2013, la tasa de crecimiento para el hierro y el oro han decrecido considerablemente, descendiendo de un 13%-14% en el 2012 a 4% y 7% respectivamente (el crecimiento del hierro y el oro fue alrededor del 33% en el 2011). La tasa de crecimiento en la cartera de proyectos de oro empezó a recobrar terreno a partir del 2011, luego de un débil año en el 2010, con un crecimiento sólo de 10%. Los nuevos proyectos en el 2013 generan encima de los \$8 000 millones comparados a los \$14 000 millones de años pasados, lo cual refleja la caída del precio de éste metal.

El hierro continuó con su reciente tasa de crecimiento pero a paso mucho más lento. Sólo \$11 000 millones comparados con los \$13 000 millones durante el 2012. La inversión en cobre creció mucho menos en el 2013 (\$8 000 millones comparados con los \$10 000 millones de 2012 y \$24 000 de 2011).

Muchos proyectos de oro son relativamente pequeños en términos de inversión, y el número físico de proyectos ha caído considerablemente y aun así representa un alto porcentaje del total. Solo 43 nuevos proyectos fueron anunciados en el 2013, comparados con los 64 proyectos del 2012. Esto no debe sorprendernos considerando la abrupta caída del precio del metal durante el año que pasó.

Trece nuevos proyectos de hierro fueron anunciados durante el 2013, además de 6 nuevos proyectos de cobre (comparados con 16 y 21 respectivamente, en 2012). A pesar de todo, el oro mantiene siendo el metal más popular en términos de la cantidad nuevos proyectos durante el 2013, más aún el número de proyectos de níquel incrementó también en ese año (luego de un pobre 2012), con cinco nuevos proyectos y un total de \$2 300 millones en inversión. Sorpresivamente, el interés en la plata también resurgió durante ese mismo año, con ocho nuevos proyectos (con un total de inversión planeada de \$735 millones). El uranio cuenta con seis proyectos y además de tres nuevos proyectos de plomo/zinc completan la cartera.

- **Posición por regiones:**

Latino América se mantuvo en el top durante el 2013, con una presencia en la cartera total de proyectos de 29%. Éste porcentaje es menor, sin embargo, que el 32% mostrado durante el 2010. Norte América mostró un gran crecimiento con el 20% muy por encima del 15% durante el 2010, más aún se mantuvo igual respecto al año pasado. En términos generales, el continente registró un monto de \$161 000 millones en el 2013, comparados con los \$86 000 millones durante el 2010. Cabe resaltar que el Perú incrementó su inversión en 13% lo que equivale a un monto total de \$49 000 millones.

Análisis de Proyectos de Inversión Minera por Región - 2013			
	Inversión (x \$ 000 millones)	Porcentaje (%)	Tendencia (2012-2013)
África	110	14	↔
Asia	72	9	↓
Europa	103	13	↑
Latino-América	229	29	↔
Norte-América	161	20	↑
Oceanía	116	15	↓
Total	791	100	

Figura A.4: Análisis de proyectos de inversión minera por región. Adaptado de: Raw Materials Data, presentado en la edición 215 del E&Mj – Enero 2014

Europa, incluida Rusia, registraron un porcentaje de 13% en el 2013, comparado con el 10% durante el 2012 (ganando un adicional de \$26 000 millones). Asia registro picos de inversión de 14% en el 2009, desde entonces ha venido cayendo hasta el 9% actual que obtuvo durante el 2013. La participación de África en monto total de inversión minera a nivel mundial fue de 14% el año pasado, con un monto registrado de \$110 000 millones. Y por último, Oceanía cayó en su participación obteniendo un porcentaje del 15% del total.

Análisis de Proyectos de Inversión Minera por País - 2013			
	Inversión (x \$ 000 millones)	Porcentaje (%)	Ranking 2012
Canadá	117	15	2
Australia	100	13	1
Rusia	74	9	5
Chile	69	9	3
Brazil	57	7	4
Perú	49	6	6
EEUU	45	6	7
Sudáfrica	25	3	8
México	18	2	11
Filipinas	17	2	10
Total	571	72	

Figura A.5: Análisis de proyectos de inversión minera por país. Adaptado de: Raw Materials Data, presentado en la edición 215 del E&Mj – Enero 2014

REVISIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS MINEROS EN EL PERU

Con respecto a la realidad de nuestro país concerniente al panorama general de proyectos mineros, quiero empezar mostrando la imagen a continuación tomada del Boletín Estadístico de Minería, ya que ello señala el desglose de las inversiones totales en el sector

durante los últimos 10 años, permitiéndonos así dar a conocer el comportamiento de cada uno de los componentes que contribuyen al monto total anual.

INVERSIONES TOTALES EN EL SECTOR MINERO (US\$)



TIPO DE INVERSIÓN	ANUAL										2003/2012
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	VAR%
EQUIPAMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO	64.309,155	30.458,306	63.530,746	63.768,994	141.038,944	319.825,374	416.011,993	1.124.690,664	1.139.598,256	1.404.301,909	23.23%
EQUIPAMIENTO MINERO	56.722,253	161.216,851	124.092,578	125.551,262	176.688,012	499.659,327	516.078,947	776.137,869	525.252,803	776.849,649	48.26%
EXPLORACIÓN	47.032,189	83.709,674	102.387,499	136.592,095	167.839,351	393.534,656	615.815,227	865.423,284	805.481,645	774.008,005	-14.51%
EXPLOTACIÓN	74.735,421	250.495,928	340.970,408	338.016,660	440.246,645	531.388,349	737.880,193	869.891,352	1.005.399,266	1.071.915,417	6.02%
INFRAESTRUCTURA	46.008,521	252.861,181	640.626,630	336.788,377	321.482,441	376.380,329	827.591,960	1.406.853,178	1.797.081,533	1.709.625,770	-4.97%
OTROS	94.914,087	277.352,585	273.461,734	197.918,361	328.783,686	504.747,514	443.780,328	1.412.347,788	2.491.858,829	3.634.057,968	45.34%
PREPARACIÓN	12.574,359	29.544,632	64.837,125	50.179,973	131.980,228	196.060,821	510.276,007	788.223,911	638.740,607	351.088,998	-45.03%
TOTAL US\$	396.295,985	1.085.733.158	1.609.914.721	1.246.815.722	1.708.059.306	2.821.596.371	4.069.444.664	7.243.368.046	8.503.332.940	9.723.847.716	14.35%

Figura A.6: Análisis de inversiones totales en el sector minero. Adaptado de: Boletín Estadístico Minero, presentado en la website del MEM – Febrero 2014.

En el presente cuadro, es la contundente variación negativa tanto para la exploración como para la preparación (-14.51% y -45.03% respectivamente), además de la inversión en infraestructura (con -4.97%). Con respecto a la inversión en exploraciones podría tener como consecuencias en el largo plazo las ya descritas. Además, su porcentaje de participación en el monto total invertido es igual a 7.96% (aproximadamente \$775 millones) mucho menor que los 10.65% del año 2012 (alrededor de \$905 millones).

Los causales de ésta variación son diversos, incluyendo un tema de permisos (tales como EIA, permisos sociales, etc.) en caso sean exploraciones Greenfield, en cambio para las Brownfield sería debido a la iniciativa de las empresas por actualizar sus reservas de mineral, mediante proyectos de exploración in-house.

La composición del monto total, así como de la variabilidad que muestra año a año, muestran cómo estamos afrontando el panorama global en el sector, ya que a pesar de todo lo señalado en el acápite anterior, las inversiones han seguido con tendencia positiva

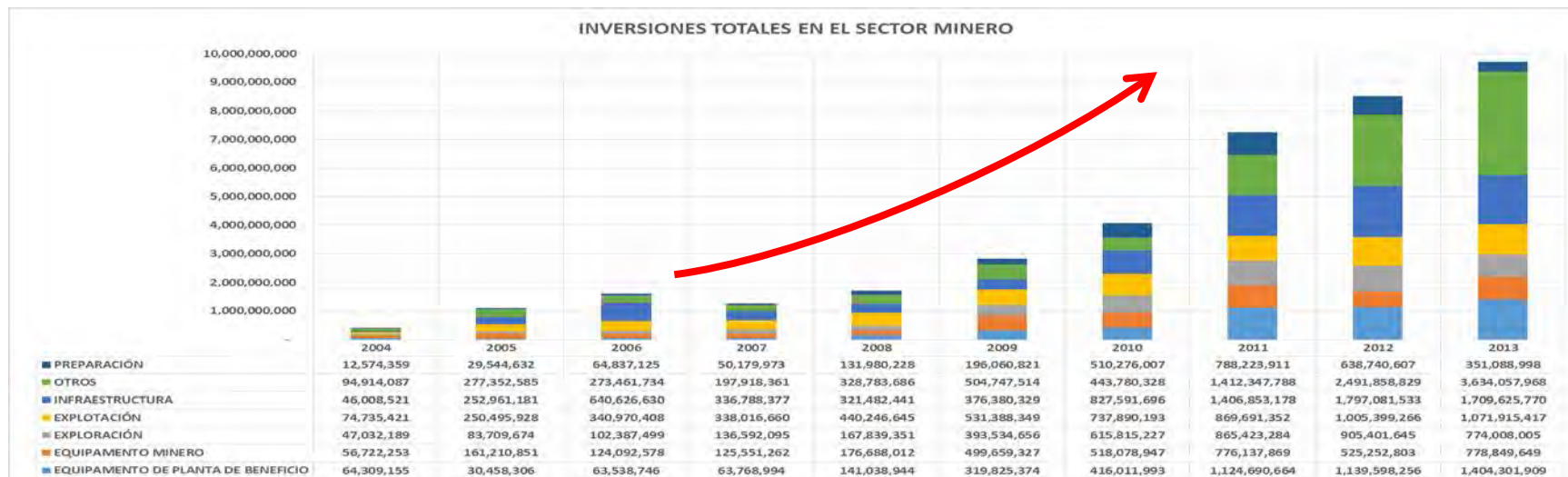


Figura A.7: Análisis de inversiones totales en el sector minero realizadas durante el 2013. Adaptado de: Boletín Estadístico Minero, presentado en la website del MEM – Febrero 2014.

De aquí podemos mostrar que las inversiones realizada en equipos mineros ha mejorado respecto al año 2012, estando casi a la par con lo invertido durante el año 2011. Junto a él, el rubro “otros” (donde se incluyen permisos así como inversiones de materia social) continúa en aumento con respecto a los años anteriores. Además posee una participación del 37.37% del monto total invertido durante el 2013. (alrededor de \$3 600 millones)

Con respecto a la participación de los demás componentes, el porcentaje respecto al Equipamiento de Planta es del 14.44% frente a 8.01% en Equipamiento Minero. Además del 11.02% (alrededor de \$1 071 millones) en explotación, 17.58% en Infraestructura (equivalente a aproximadamente \$1 709 millones) y por último un 3.61% está ligado a la Preparación (aproximadamente \$351 millones).

Ahora bien, otro dato resaltante hallado en el Boletín Estadístico de Minería son los dos cuadros que se muestran a continuación; en donde señala un total de 575 unidades mineras en producción, así como también de 464 en exploración. Ambos también son datos importantes a considerar para lo que queremos mostrar en el desarrollo de ésta tesis.

	2011			2012			2013-DICIEMBRE		
	HAS.	%	UNID.	HAS.	%	UNID.	HAS.	%	UNID.
TERRITORIO EN EL PERÚ	128,000,000	100%		128,000,000	100%		128,000,000	100%	
TERRITORIO EN PRODUCCIÓN	1,045,898.60	0.817%	448	1,138,193.00	0.889%	537	1,151,395.33	0.900%	575
TERRITORIO EN EXPLORACIÓN	354,097.54	0.277%	410	379,271.00	0.296%	378	418,234.68	0.327%	464

Fuente: MEM / DPM

ACTIVIDAD MINERA A NIVEL NACIONAL RESPECTO A LA EXTENSIÓN DEL TERRITORIO NACIONAL

UNIDADES MINERAS	ÁREA	%
575 EXPLOTACIÓN	1,151,395 HA	0.900%
464 EXPLORACIÓN	418,235 HA	0.327%
254 CATEO Y PROSPECCIÓN	101,435 HA	0.079%
88 CONSTRUCCIÓN	61,658 HA	0.048%
13 CIERRE POST-CIERRE(DEFINITIVO)	7,775 HA	0.006%
1 CIERRE FINAL	5,194 HA	0.004%
21 BENEFICIO	4,757 HA	0.004%

Fuente: MEM / DPM - Declaraciones Juradas de los Titulares Mineros - ESTAMIN DIC. 2013

Figura A.8: Actividad minera a nivel nacional. Adaptado de: Boletín Estadístico Minero, presentado en la website del MEM – Febrero 2014.

Además de la participación regional en la cartera estimada de proyectos mineros, en donde detalla a Apurímac liderando con una inversión de \$11 990 millones (equivalentes al 20.12% del total).

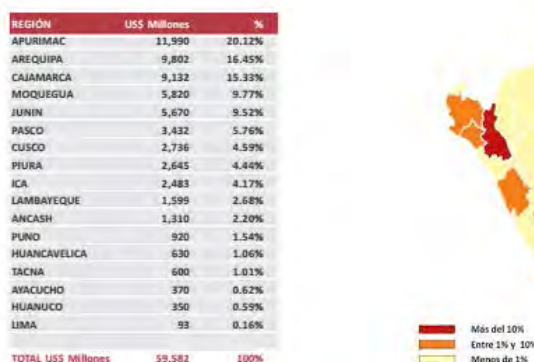


Figura A.9: Participación regional en la cartera estimada de proyectos mineros. Adaptado de: Cartera Estimada de Proyectos, presentado en la website del MEM – Febrero 2014

La distribución de la cartera de proyectos según la etapa actual en la que se encuentran, se detalla a continuación. Mostrando así que el 44.72% de éstos se encuentran en exploración y el 34.48% con el EIA Aprobado.

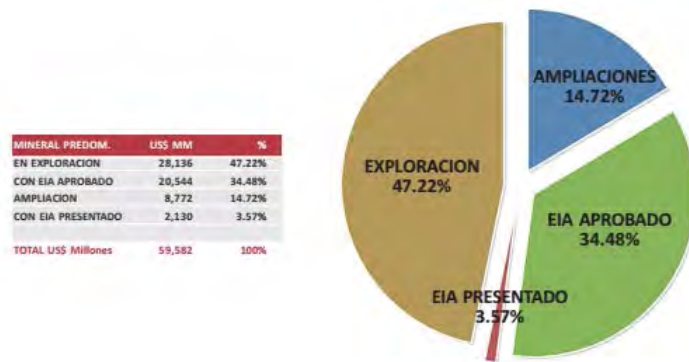


Figura A.10: Distribución de la cartera de proyectos según la etapa actual. Adaptado de: Cartera Estimada de Proyectos, presentado en la website del MEM – Febrero 2014

A continuación, la figura B.11 muestra la distribución de los proyectos por el mineral predominante, la misma no difiere a grandes rasgos al cuadro mostrado líneas arriba. Lo que da una buena señal a los inversionistas de nuestra presencia, en materias de inversión minera.

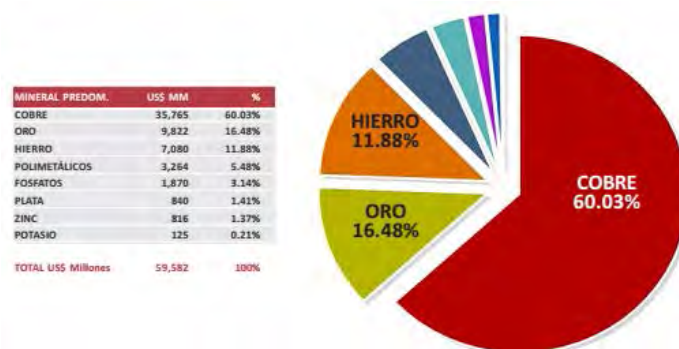


Figura A.11: Distribución de los proyectos por el mineral predominante. Adaptado de: Cartera Estimada de Proyectos, presentado en la website del MEM – Febrero 2014

Con ello, finalizo esta sección mostrando la procedencia de esta inversión, para con ello dar a conocer el mercado que tenemos en cuanto ésta materia se refiere. Señalando además que la presencia de la inversión China en el país significa un 23.23% del monto total y también la inversión nuestra representa el 9.46%, lo cual es un avance significativo respecto al año pasado

ANEXO B

MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROYECTOS MINEROS DEL PERÚ



Figura B.1: Principales proyecto mineros del Perú. Adaptado de: Cartera Estimada de Proyectos, presentado en la website del MEM – Febrero 2014

ANEXO C

CUADRO DE LOS MAYORES PROYECTOS DE INVERSIÓN MINERA A NIVEL MUNDIAL, HASTA FINALES DE 2013

Project Name	Location	Status	Type	Products	Controlled by	Project Cost (US\$ M)
Gold						
Cerro Casale	Chile	Prefeasibility	OP	Au, Ag	Barrick, Kinross Gold	6,000
Donlin Creek	USA	Feasibility	OP	Au	Barrick, NovaGold Res	5,845
KSM	Canada	Feasibility	OP	Au, Cu	Seabridge	5,312
Galore Creek	Canada	Prefeasibility	OP	Au, Ag	NovaGold Res, Teck	5,208
Metates	Mexico	Feasibility	UG	Au, Ag	Chesapeake	4,360
Dome Mountain	Canada	Suspended, restart/feasibility	UG	Au	Metal Mountain	4,187
Caspiche	Chile	Prefeasibility	OP	Au, Ag	Exeter Resource	2,800
Livengood	USA	Feasibility	OP	Au, Ag	Int'l Tower Hill	2,790
Tasiast	Mauritania	Operating, exp/constr	OP	Au	Kinross Gold	2,700
Olimpiada	Russia	Operating, exp/plans	OP	Au	Polyus Gold	2,500
Sukhoi Log	Russia	Feasibility	OP	Au, Pt	State of Russia	2,500
Cerro Negro	Argentina	Construction	UG	Au	Goldcorp	1,800
Davidson-Blackwater	Canada	Conceptual	OP	Au, Ag	New Gold	1,800
Natalka	Russia	Suspended, restart/constr	OP	Au	Polyus Gold	1,800
Eleonore	Canada	Construction	UG	Au	Goldcorp	1,751
Courageous Lake	Canada	Prefeasibility	OP	Au	Seabridge	1,520
Lihir	Papua New Guinea	Operating, exp/plans	OP	Au	Newcrest	1,400
Rosia Montana	Romania	Feasibility	OP	Au, Ag	Gabriel Res	1,400
Konevinskoye	Russia	Operating, exp/plans	OP	Au	Vertex, Rusfinansgrup	1,400
Bakyrchik	Kazakhstan	Suspended, restart/feasibility	OP, UG	Au	Sumeru	1,124
Bystrinskoye	Russia	Feasibility	OP	Au, Cu	Norilsk Nickel	1,100
Mount Todd	Australia	Suspended, restart/constr	OP	Au, Ag	Vista Gold	1,046
South Deep	South Africa	Operating, exp/plans	OP, UG	Au	Gold Fields	1,023
Bloemhoek	South Africa	Feasibility	UG	Au	Wits Gold	1,000
Hycroft (Crofoot/Lewis)	USA	Operating, exp/feasibility	OP	Au, Ag	Allied Nevada	985
Plavica	Macedonia	Conceptual	OP	Au, Ag	Genesis Res	902
Golden Meadows	USA	Closed, reopen/plans	OP	Au	Vista Gold	879
Prosperity (Fish Lake)	Canada	Feasibility	OP	Au, Cu	Taseko	807
Meliadine	Canada	Prefeasibility	OP, UG	Au	Agnico-Eagle	786
Spanish Mountain	Canada	Prefeasibility	OP	Au, Ag	Spanish Mountain	756
Volta Grande	Brazil	Feasibility	OP	Au	Belo Sun	749
Brisas	Venezuela	Feasibility	OP	Au, Cu	Gold Reserve	731
Rainy River	Canada	Feasibility	OP, UG	Au, Ag	New Gold	717
Jiama	China	Operating, exp/feasibility	OP, UG	Au, Cu	CNGC	705
Lobo/Marte	Chile	Prefeasibility	OP	Au	Kinross Gold	700
Panimba	Russia	Prefeasibility	OP	Au, Au	Polyus Gold	699
Morelos	Mexico	Construction	OP	Au	Torex Gold	675
Kibali	Congo (Dem Rep)	Operating, exp/constr	OP, UG	Au	Anglogold, Randgold Res, State of Congo (Dem Rep)	670
Angostura	Colombia	Prefeasibility	UG	Au, Ag	Eco Oro	649
Kiaka	Burkina Faso	Feasibility	OP	Au	Volta	610
Back River	Canada	Prefeasibility	OP, UG	Au	Sabina Gold	608
Golden Highway	Canada	Conceptual	OP	Au	Moneta	608
Tarkwa	Ghana	Operating, exp/feasibility	OP	Au	Gold Fields	600
Copper						
Udokan	Russia	Prefeasibility	OP	Cu, Ag	Metalinvest	10,500
Andina	Chile	Operating, exp/constr	OP, UG	Cu, Mo	Codelco	6,400
Cobre Panamá	Panama	Feasibility	OP	Cu, Au	First Quantum	6,181
Frieda River	Papua New Guinea	Feasibility	OP	Cu, Au	Glencore Xstrata	5,600
Quebrada Blanca (SX-EW)	Chile	Operating, exp/constr	OP	Cu	Teck	5,600
Quebrada Blanca (primary)	Chile	Feasibility	OP	Cu	Teck	5,600
Las Bambas	Peru	Construction	OP	Cu	Glencore Xstrata	5,200
Tampakan	Philippines	Feasibility	OP	Cu, Au	Glencore Xstrata, Indophil Res	5,200

Figura C.1: Principales proyectos mineros alrededor del mundo (1/3). Adaptado de: *Raw Materials Data*, presentado en la edición 215 del *E&Mj* – Enero 2014

Project Name	Location	Status	Type	Products	Controlled by	Project Cost (US\$ M)
Oroyok	Russia	Conceptual	OP	Cu, Ag	State of Russia	5,000
Golpu	Papua New Guinea	Feasibility	OP	Cu, Au	Harmony, Newcrest	4,845
Pebble	USA	Prefeasibility	OP, UG	Cu, Au	Northern Dynasty	4,500
Caserones	Chile	Construction	OP	Cu	JX Nippon Mining, Mitsui Mining	4,200
Chuquibambata	Chile	Operating, exp/constr	OP	Cu, Mo	Codelco	4,156
Cerro Verde	Peru	Operating, exp/plans	OP	Cu	FCX, SMM, Buenaventura	4,000
Los Azules	Argentina	Prefeasibility	OP	Cu, Au	McEwen Mining	3,920
Sierra Gorda	Chile	Construction	OP	Cu, Mo	KGHM, SMM, NSSMC	3,900
Escondida	Chile	Operating, exp/constr	OP	Cu, Au	BHP Billiton, Rio Tinto Group, Mitsubishi, JX Nippon Mining, Mitsui Materials	3,800
Kamoa	Congo (Dem Rep)	Conceptual	OP	Cu	Ivanhoe Capital	3,529
Toromocho	Peru	Feasibility	OP	Cu, Mo	Chinalco	3,500
Ministro Hales	Chile	Construction	OP	Cu	Codelco	3,500
Schaft Creek	Canada	Prefeasibility	OP	Cu, Au	Copper Fox, Teck	3,258
Grasberg/Ertsberg	Indonesia	Operating, exp/plans	OP, UG	Cu, Au	FCX	3,175
El Teniente	Chile	Operating, exp/constr	UG	Cu, Mo	Codelco	3,039
Escondida	Chile	Operating, exp/constr	OP	Cu, Au	BHP Billiton, Rio Tinto Group, Mitsubishi, JX Nippon Mining, Mitsui Materials	3,002
Taca Taca	Argentina	Conceptual	OP	Cu, Au	Lumina Cu	3,000
Resolution	USA	Prefeasibility	UG	Cu, Mo	Rio Tinto Group, BHP Billiton	3,000
Aynak	Afghanistan	Closed, reopen/feasibility	OP	Cu	MCC, Jiangxi Copper	2,890
Haquira	Peru	Conceptual	OP, UG	Cu	First Quantum	2,824
CuMo	USA	Prefeasibility	OP	Cu, Mo	American CuMo	2,800
La Granja	Peru	Prefeasibility	OP	Cu	Rio Tinto Group	2,500
Galeno	Peru	Prefeasibility	OP	Cu, Au	Minmetals, Jiangxi Copper	2,500
Casino	Canada	Feasibility	OP	Cu, Au	Western Copper	2,469
Collahuasi	Chile	Operating, exp/feasibility	OP	Cu, Mo	Anglo American, Glencore Xstrata, Mitsui, JX Nippon Mining	2,400
Quellaveco	Peru	Feasibility	OP	Cu, Mo	Anglo American	2,200
Agua Rica	Argentina	Feasibility	OP	Cu, Au	Yamana	2,055
King-king	Philippines	Feasibility	OP	Cu, Au	B2Gold	2,040
Trident	Zambia	Conceptual	OP	Cu, Ni	First Quantum	2,000
Aktogay	Kazakhstan	Feasibility	OP	Cu, Au	Kazakhmys	2,000
Iron Ore						
Lac Olenok	Canada	Prefeasibility	OP	Fe	Wugang, Adriana	12,967
Simandou	Guinea	Prefeasibility	OP	Fe	Rio Tinto Group, Chinalco	10,000
Timir	Russia	Conceptual	OP	Fe	Evrast Group, Alrosa Group	10,000
Minas Rio (MMX)	Brazil	Construction	OP	Fe	Anglo American	8,800
Serra Sul	Brazil	Construction	OP	Fe	Vale	8,089
Zanaga	Congo (Brazzav)	Feasibility	OP	Fe	Glencore Xstrata, ZIOC	7,545
Sino/Balmoral Central	Australia	Operating, exp/constr	OP	Fe	Citic Pacific	6,319
Yeria	Brazil	Operating, exp/constr	OP	Fe	ALL, Vetorial, Triunfo	5,540
Tonkolili	Sierra Leone	Operating, exp/plans	OP	Fe	African Minerals, Shandong I&S	5,000
Mbalam	Cameroon	Feasibility	OP	Fe	Sundance Res	4,686
Chineskoye	Russia	Feasibility	OP	Fe	EN+ Group	4,506
Balmoral South	Australia	Feasibility	OP	Fe	Clive Palmer	4,040
Duncan Lake	Canada	Conceptual	OP	Fe	Wugang, G-Y Gagnon fam	3,833
Cape Lambert	Australia	Feasibility	OP	Fe	MCC	3,833
KeMag	Canada	Feasibility	OP	Fe	Tata Steel	3,800
Cerro Coopeane	Peru	Conceptual	OP	Fe	Cuervo Res	3,500
Vale Northern System (Carajas)	Brazil	Operating, exp/constr	OP	Fe	Vale	3,475
Jimblebar	Australia	Operating, exp/constr	OP	Fe	BHP Billiton	3,400
Pampa de Pongo	Peru	Conceptual	UG	Fe	Nanjinzhao	3,280
Solomon	Australia	Operating, exp/constr	OP	Fe	FMG	3,200
Extension Hill	Australia	Feasibility	OP	Fe	Shougang	3,108
Valentines	Uruguay	Feasibility	OP	Fe	Zamin	3,000
Nkout	Cameroon	Conceptual	OP	Fe	Afferro Mining	3,000
Tonkolili	Sierra Leone	Operating, exp/plans	OP	Fe	African Minerals, Shandong I&S	3,000
Southdown	Australia	Feasibility	OP	Fe	Grange Res, Sojitz Corp, Kobe Steel	2,988
Hawson	Australia	Prefeasibility	OP	Fe	Carpentaria, Pure Metals	2,887
West Pilbara - Mt Stuart	Australia	Feasibility	OP	Fe	AMCI, Aquila Res, Cullen	2,864
Hopes Advance	Canada	Prefeasibility	OP	Fe	Oceanic	2,850
LabMag	Canada	Feasibility	OP	Fe	Tata Steel	2,750
Bong	Liberia	Closed, reopen/feasibility	OP	Fe	Wugang, China Union	2,600
Nickel						
Voisey's Bay	Canada	Operating, exp/constr	OP	Ni, Cu	Vale	4,250
Weda Bay	Indonesia	Feasibility	OP	Ni, Co	State of France, Mitsubishi	4,000
Kalgoorlie (Heron)	Australia	Feasibility	OP	Ni, Co	Heron Res	3,595
Marlborough (Gladstone)	Australia	Feasibility	OP	Ni, Co	QLD Nickel	3,400
Elanskoye	Russia	Conceptual	OP	Ni	Norilsk Nickel	3,276
Mindoro	Philippines	Feasibility	OP	Ni, Co	Intex	2,455
Kingashsky	Russia	Feasibility	OP	Ni, Cu	Intergeo	2,297
Mount Margaret	Australia	Feasibility	OP	Ni, Co	Glencore Xstrata	2,072
Honeymoon Well	Australia	Feasibility	OP	Ni, Co	Norilsk Nickel	1,533
Goongarrie	Australia	Prefeasibility	OP	Ni, Co	Heron Res	1,443
Decar	Canada	Prefeasibility	n/a	Ni, Fe	Cliffs Nat Res, First Point	1,391
Araguaia (Lara)	Brazil	Conceptual	OP	Ni	Teck	1,383
Ramu	Papua New Guinea	Construction	OP	Ni, Co	MCC	1,370
Turnagain	Canada	Conceptual	OP	Ni, Co	Hard Creek Ni	1,319

Figura C.2: Principales proyectos mineros alrededor del mundo (2/3). Adaptado de: *Raw Materials Data*, presentado en la edición 215 del *E&Mj* – Enero 2014

Rönnebacken	Sweden	Prefeasibility	OP	Ni, Co	Amarant	1,260
Yerilla	Australia	Prefeasibility	OP	Ni, Co	Heron Res	1,200
Dumont	Canada	Feasibility	OP	Ni, Co	Royal Nickel	1,191
Gag Island	Indonesia	Feasibility	OP	Ni, Co	Antam	1,160
Talnakhskoye	Russia	Operating, exp/plans	OP, UG	Ni, Cu	Norilsk Nickel	1,000
Fenix	Guatemala	Feasibility	OP	Ni	Solway Group	984
Nunavik	Canada	Conceptual	OP	Ni, Cu	Jilin Haorong, Nearctic Nickel	970
Mindoro	Philippines	Feasibility	OP	Ni, Co	Intex	960
Nonoc	Philippines	Suspended, restart/feasibility	OP	Ni, Co	Philnico	950
Mayaniquel	Guatemala	Prefeasibility	OP	Ni, Co	Anfield	946
Agata North	Philippines	Feasibility	OP	Ni, Co	Mindoro Res	906
PGMs						
Ferguson Lake	Canada	Prefeasibility	OP, UG	Pd, Cu	Starfield	1,500
Bafokeng Styldrift	South Africa	Construction	UG	Pt, Pd	Royal Bafokeng Nation, Anglo American	1,437
Twickenham	South Africa	Operating, exp/plans	UG	Pt, Pd	Anglo American	1,248
Bakubung	South Africa	Construction	UG	Pt, Pd	JNMC	1,087
Sheba's Ridge	South Africa	Feasibility	OP	Pt, Pd	Aquarius, Anglo American, State of South Africa	972
Afplats	South Africa	Feasibility	UG	Pt, Pd	Implats	731
Sedibelo West	South Africa	Feasibility	OP	Pt, Pd	Pallinghurst Res, Bakgata, State of South Africa, Lonmin	700
Akanani	South Africa	Prefeasibility	UG	Pt, Pd	Lonmin, Shanduka Group	650
Garatau	South Africa	Feasibility	UG	Pt, Pd	Nkwe	650
Fedorova Tundra	Russia	Feasibility	UG	Pd, Pt	Barrick	640
Impala	South Africa	Operating, exp/constr	UG	Pt, Pd	Implats	616
Impala	South Africa	Operating, exp/constr	UG	Pt, Pd	Implats	511
Western Bushveld Project I	South Africa	Construction	UG	Pt, Pd	PGM Ltd, JNMC	506
Silver						
Konimansuri Kalon	Tadjikistan	Prefeasibility	UG	Ag, Pb	State of Tadjikistan	2,000
Pitarilla	Mexico	Feasibility	OP, UG	Ag	Silver Standard	741
Brucejack	Canada	Feasibility	OP	Ag, Au	Silver Standard	664
Cordero	Mexico	Conceptual	OP	Ag, Pb	Levon Resources	647
Corani	Peru	Feasibility	OP	Ag, Pb	Bear Creek Mg	574
San Julián	Mexico	Construction	UG	Ag, Au	Fresnillo Plc	550
Diamonds						
Venetia	South Africa	Operating, exp/constr	OP	Diamonds	Anglo American, Pona halo	2,100
Star	Canada	Feasibility	OP	Diamonds	Shore Gold	1,939
Verkhotina/Grib	Russia	Feasibility	OP	Diamonds	Lukoil-Northwest	850
Renard	Canada	Feasibility	OP, UG	Diamonds	Stornoway Diamonds	756
Cullinan	South Africa	Operating, exp/plans	UG	Diamonds	Petra Diamonds	632
Gachoo Kue	Canada	Feasibility	OP	Diamonds	Anglo American, Mountain Prov	553
Jwaneng	Botswana	Operating, exp/feasibility	OP	Diamonds	Anglo American, State of Botswana	500
Botuobinsk	Russia	Feasibility	OP	Diamonds	Alrosa Group	350
Ekati	Canada	Operating, exp/plans	OP, UG	Diamonds	Dominion Diamonds	319
Liqhobong (Main)	Lesotho	Feasibility	OP	Diamonds	Firestone Diamond, State of Lesotho	185
Uranium						
Viken	Sweden	Prefeasibility	OP	U, V	Cont Precious	3,734
Elkenskoye	Russia	Conceptual	ISL	U	Atomenergoprom OJSC	3,600
Imouraren	Niger	Construction	ISL	U	Areva, State of Niger, KEPCO	1,541
Rossing South (Husab)	Namibia	Prefeasibility	OP	U	CGNPC, CADFund	1,480
Khiagdinskoye	Russia	Operating, exp/plans	ISL	U	Atomenergoprom OJSC	1,156
Cigar Lake	Canada	Construction	UG	U	Cameco, Areva, Idemitsu, Tepco	1,106
Michelin	Canada	Prefeasibility	OP, UG	U	Paladin	994
Etango	Namibia	Feasibility	OP	U	Bannerman Res	870
Kvanefield	Greenland	Feasibility	OP	U, REO	GGG	810
Roughrider	Canada	Conceptual	OP	U	Rio Tinto Group	567
Eco Ridge	Canada	Closed, reopen/plans	UG	U, REO	Pele Mtn Res	563
Zinc						
Dugald River	Australia	Feasibility	UG	Zn, Pb	Minmetals	1,543
Mehdiabad	Iran	Feasibility	OP	Zn, Pb	State of Iran, MB Holding	1,300
Ozernoye	Russia	Construction	OP	Zn, Pb	CNMC, IFC Metropol	975
Admiral Bay	Australia	Prefeasibility	UG	Zn, Pb	Kagara Ltd	837
Selwyn	Canada	Conceptual	OP	Zn, Pb	Yunnan Chihong	685
Bahuerachi	Mexico	Conceptual	OP	Zn, Ag	JNMC	619
Garpenberg	Sweden	Operating, exp/plans	UG	Zn, Ag	Boliden	576
Izok Lake	Canada	Feasibility	OP	Zn, Pb	Minmetals	539
Terrazas	Mexico	Prefeasibility	OP	Zn, Cu	War Eagle	500
Hilarion	Peru	Prefeasibility	UG	Zn, Pb	Votorantim	470
Tulsequah Chief	Canada	Feasibility	UG	Zn, Ag	Chieftain Metals	440
Citronen	Greenland	Feasibility	UG	Zn, Pb	Nyrstar	429
Oued Amizour	Algeria	Feasibility	UG	Zn, Pb	Terramin Aust, State of Algeria	413
Hackett River	Canada	Feasibility	OP, UG	Zn, Ag	Glencore Xstrata	409
Asmara	Eritrea	Feasibility	OP	Zn, Cu	Sunridge Gold	403
McArthur River	Australia	Operating, exp/constr	OP	Zn, Pb	Glencore Xstrata	373
Accha	Peru	Prefeasibility	OP, UG	Zn, Pb	Zincore	346
Khnaiguiyah	Saudi Arabia	Feasibility	OP	Zn, Cu	Alara Resources, Manajem	257
Aripuna	Brazil	Prefeasibility	UG	Zn, Pb	Votorantim, Karmin,	250
Zhaimem Dalnezapadny	Kazakhstan	Suspended, restart/plans	UG	Zn, Pb	ENRC plc	250
Altyn-Topkan	Tadjikistan	Suspended, restart/plans	UG	Pb, Zn	Xinjiang Tacheng, State of Tadjikistan	250

Figura C.3: Principales proyectos mineros alrededor del mundo (3/3). Adaptado de: *Raw Materials Data*, presentado en la edición 215 del *E&Mj* – Enero 2014