



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

# **“ESTRATEGIAS DE EXPLORACIÓN MINERA EN CHILE Y ESTIMACIÓN DE COSTOS”**

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

MARCELO OMAR RAMÍREZ MELLADO

PROFESOR GUÍA:  
IVÁN BRAGA CALDERÓN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

MANUEL ROJAS VALENZUELA  
GERARDO DÍAZ RODENAS

SANTIAGO CHILE  
2018

## **ESTRATEGIAS DE EXPLORACIÓN MINERA EN CHILE Y ESTIMACIÓN DE COSTOS**

La empresa patrocinante se encuentra en la búsqueda de depósitos con mineralización de cobre; constituyendo la exploración minera su estrategia principal para la sustentabilidad del negocio en el tiempo.

Chile presenta las mayores reservas de cobre del mundo, lo cual asociado a su estabilidad social, política y económica; lo hacen un país atractivo para la exploración minera. La mineralización de cobre en Chile se presenta principalmente en sistemas tipo pórfido, en franjas Norte-Sur; siendo los periodos Eoceno-Oligoceno y Mioceno-Plioceno los que concentran las mayores reservas de este metal. La exploración en los últimos años no ha sido productiva. Debido a la dificultad de encontrar yacimientos superficiales, requiriéndose cada vez más el desarrollo de técnicas indirectas y la preparación de modelos conceptuales. Adicionalmente cambios en la normativa en temas comunitarios y medio ambientales, y la falta de cambios en la normativa en propiedad minera. Han aumentado las dificultades de la exploración.

Considerando los antecedentes expuestos, este trabajo presenta a la empresa patrocinante, estrategias para la exploración en Chile. Partiendo con un análisis de la industria; a través del uso de las cinco fuerzas de Porter. Cuyos resultados más relevantes muestran que las barreras de entrada, relacionadas a la concentración de la propiedad minera por parte de las empresas Majors y la sensibilidad comunitaria como los mayores desafíos para explorar este país. En este escenario se propone como estrategia corporativa, un modelo de negocios para la exploración, a través de la metodología Canvas y el uso de estrategias a nivel organizacional, social, geológico y presupuestario.

Los resultados de este trabajo muestran que la exploración por depósitos de cobre con 75 Mt @1,0% o 150 Mt @0,5% Cu. Propuesta de valor para la compañía; tiene mayor probabilidad de hallazgo en la Franja Mioceno-Plioceno; a través de una nueva metodología de valorización de propiedades mineras, que considera variables geológicas, comunitarias y medio ambientales. Proponiéndose como líneas de acción principales para la exploración; las asociaciones con empresas Majors y la exploración propia desde la Séptima Región al sur. Necesitando para ello un presupuesto anual entre \$ 1-2 M USD junto con estrategias organizacionales; basada en la motivación y fidelización del personal y estrategias sociales que reconozca en forma temprana las sensibilidades y grado de empoderamiento de los stakeholders principales.

Se recomienda para trabajos futuros; la realización de este tipo de estudios, en otros países de la región y la optimización de la metodología propuesta para la valorización de propiedades mineras; identificando, clasificando y cuantificando las diferentes variables comunitarias y medio ambientales. Incluyendo variables de recursos para el proyecto; permitiendo así un mejor análisis de riesgos.

## **DEDICATORIA**

“A Syndy Barraza por su gran amor, el cual me inspira día a día a ser alguien mejor”

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la vida, por permitirme ser útil a la sociedad y entregar este aporte.  
Agradezco a mis colegas y amigos; entre ellos a Norio Tsushima, Roberto Romero, Matías Barrios, Valentina Osorio, Allan Daille, Guillermo Collao y Víctor Aguirre por sus comentarios y su constante apoyo para la realización de este trabajo.

# TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Metodología.....	2
1.3 Marco Conceptual.....	2
1.4 Alcances.....	3
1.5 Resultados Esperados.....	4
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	4
2.1. El Negocio Minero.....	4
2.2 La Exploración en la Cadena de Valor del Negocio Minero.....	4
2.3 Tipos de Yacimientos de Cobre en Chile.....	7
2.4 Franjas Metalogenéticas.....	8
2.5 Tecnologías de Exploración Minera.....	9
2.6 Empresas, Tipos y Etapas en la Exploración Minera.....	12
2.7 Historia de la Exploración Minera en los Últimos Años.....	13
2.8 Catastro de Empresas Exploradoras en Chile 2016.....	17
2.9 Presupuesto de Exploración Minera en Chile.....	18
2.10 Marco Político-Económico y Social.....	20
2.11 Propiedad Minera.....	20
2.11.1 Valorización de Propiedades Mineras.....	21
2.12 Comunidades.....	22
2.13 Medio Ambiente.....	24
<b>3. ESTRATEGIA DE EXPLORACIONES</b> .....	27
3.1 Introducción.....	27
3.2 Estrategia Corporativa.....	28
3.2.1 Análisis del Negocio de Exploraciones en Chile.....	28
3.2.2 Modelo de Negocio de Exploraciones.....	39
3.3 Estrategia Organizacional.....	41
3.4 Estrategia Social.....	43
3.5 Estrategia Geológica.....	44
3.6 Estrategia Presupuestaria.....	54
3.6.1 Inversión Inicial.....	54
3.6.2 Flujos de caja.....	54
3.6.3 Costos Fijos.....	55
3.6.4 Costos Variables.....	56
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	58
Bibliografía.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>		<b>Página</b>
1	Características de los descubrimientos en Chile entre 1969-2007 (Sillitoe, 2010).....	14
2	Compañías exploradoras catastradas según su país de origen y tipo de empresa (COCHILCO, 2016).....	17
3	Número de compañías listadas según fuente de financiamiento (COCHILCO, 2016).....	18
4	Características principales de la Propiedad Minera en Chile.....	23
5	Total de concesiones de exploración y explotación de empresas Majors.....	34
6	Empresas Junior con más de 4 proyectos en Chile (COCHILCO, 2016).....	36
7	Empresas Medianas y Estatales con proyectos en Chile (COCHILCO, 2016).....	37
8	Cuantificación de las cinco fuerzas de Porter para el negocio de exploraciones en Chile.....	38
9	Modelo de Negocio en método CANVAS.....	40
10	Personal Sugerido para una Empresa de Exploraciones.....	41
11	Stakeholders Principales de las Regiones III y IV y su actitud hacia la Minería.....	44
12	Costos Fijos de una empresa de exploraciones.....	56
13	Costos Variables de una empresa exploraciones.....	57

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura N°</b>		<b>Página</b>
1	Cadena de Valor del Negocio Minero (Jofre, 2011).....	5
2	Cadena de Valor en Exploración Minera (Fréaut,2016).....	6
3	Modelo de sistemas porfídicos (Lowell y Guilbert, 1970).....	8
4	Depósitos de cobre-Oro-Plata en los diferentes Franjas Metalogénicas. (Modificado de Camus, 2005; Maksaev, 2007 en COCHILCO, 2016).....	10
5	Etapas de la Exploración (Ossandon,2015).....	13
6	Distribución de los Yacimientos de cobre descubiertos en el periodo 2000-2015 según su franja metalogénica (COCHILCO, 2016).....	16
7	Contenido de los yacimientos en recursos y reservas de los 36 yacimientos de cobre (COCHILCO, 2016).....	16
8	Proyectos de cobre en Chile por franja metalogénica (COCHILCO, 2016).....	18
9	Presupuesto histórico en exploración en Chile v/s su participación porcentual a nivel mundial (COCHILCO, 2016).	19
10	Distribución porcentual del presupuesto en exploración 2016 en Chile, según compañía (COCHILCO, 2016).....	19
11	A) Mapa de distribución de Propiedad Minera, B) Mapa de distribución de Comunidades Indígenas.....	25
12	A) Mapa de distribución de sectores con protección ambiental y B) Mapa integrado con Propiedad minera-Comunidades Indígenas y sectores con protección ambiental.....	26
13	Ciclos del precio del Cobre (Infomine, 2017).....	29
14	Las Cinco Fuerzas de Porter (Hernandez,2011).....	30
15	Mapa de distribución de Propiedad Minera de empresas Major-Junior-Medianas y Estatales.....	35
16	Diagrama Poder-Interés para Stakeholder de Exploración.....	44
17	Minas y proyectos franja metalogénica Mioceno-Plioceno de Chile Central (Cortes,2011).....	46
18	Secuencia típica de niveles de erosión y exhumación de un sistema porfídico en Chile.....	47
19	Metodología propuesta de valorización de propiedades mineras.....	50
20	Imagen ASTER y propiedad Minera Franja Mioceno tardío-Plioceno regiones V y Metropolitana.....	53
21	Métrica de Exploraciones de CODELCO (Ossandon,2015).....	55

# 1. INTRODUCCIÓN

La minería explota recursos no renovables, limitados, de naturaleza variable, decreciente en calidad en el tiempo y crecientes en las dificultades de extracción. Por lo tanto, las empresas mineras para asegurar la supervivencia y el crecimiento del negocio. Han ido por el mundo buscando y extrayendo minerales en aquellos países, no solo ricos en el recurso buscado, sino estables y confiables política, económica y socialmente. Para ello han recurrido a diferentes estrategias de negocios, para minimizar el riesgo y maximizar las utilidades. La exploración minera constituye la estrategia principal, utilizada por las compañías para su sustentabilidad en el tiempo; siendo también, pero menos frecuentes la adquisición de proyectos avanzados; minas en explotación o la compra de compañías mineras. La exploración minera en Chile se ha caracterizado a fines del siglo XX y comienzos del presente siglo en la búsqueda de cobre y principalmente en sistema tipo pórfido; presentando este país los mayores recursos y reservas de cobre del planeta; constituyéndose así en uno de los lugares más atractivo del mundo para la exploración y explotación de este recurso.

Las estrategias de exploración en Chile por cobre; estos últimos 5 años no han permitido el hallazgo de nuevos yacimientos importantes de mediana a gran minería; aun cuando la inversión en exploración ha aumentado, siendo difícil encontrar yacimientos aflorantes o en los primeros metros de prospección. Lo cual dificulta la exploración, requiriéndose cada vez más información vía métodos indirectos para la preparación de modelos conceptuales predictivos. Dificultades que se acrecientan aún más con la actual legislación minera, que impide el dinamismo en la exploración. Provocando que las zonas con mayor potencial por cobre presenten pocos actores; constituyéndose en una importante barrera de entrada a este mercado. Si sumamos a esto el creciente aumento de las permisologías y las trabas de tipo comunitario y medioambiental que aun en fases tempranas de exploración, afectan la viabilidad de los proyectos.

En este escenario es necesario replantear las estrategias de exploración en Chile y que recursos requerirá la empresa patrocinante de esta investigación; para realizar este tipo de actividades en este país. Para ello este trabajo presenta en primer lugar los antecedentes básicos que la empresa deben conocer de este mercado, en segundo lugar, se presentan un estudio de las características de esta industria; el análisis de la estructura de este mercado, la propuesta de un modelo de negocios y las diferentes estrategias: corporativas, organizacionales, sociales, técnicas y tácticas que permitan tener alguna ventaja competitiva y con ello oportunidades de éxito en la exploración. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones derivadas de este estudio.



## **1.1 Objetivos**

- **Objetivo General**

Este trabajo tiene como objetivo general, presentar a la empresa auspiciadora; cuales son las estrategias en exploración minera; que debe considerar, para obtener alguna ventaja competitiva en la búsqueda de yacimientos de cobre de tipo pórfido en Chile.

- **Objetivos Específicos**

1. Identificación de los actores del mercado de exploraciones en Chile
2. Generación de un modelo de negocios
3. Evaluación de las estrategias de exploración en sistemas tipo pórfido en Chile.

## **1.2 Metodología**

Para el desarrollo de esta tesis en primer lugar, se recopilaron antecedentes geológicos e históricos de la exploración de cobre porfídico en Chile, en los últimos años; publicados en revistas reconocidas e instituciones, tales como: Economy Geology, Society of Resource Geology, COCHILCO, presentaciones del CESCO, libros varios de exploración minera e información interna de la empresa patrocinante. Luego se revisó los cambios normativos en temas de propiedad minera, comunidades y medio ambiente. Estos antecedentes se analizaron y resumieron, permitiendo tener un contexto de la situación actual de la exploración minera en Chile. Finalmente, para el estudio del mercado se utilizó páginas web y literatura relacionada a la formación de impresas y estrategias empresariales, complementada con información interna de la compañía.

## **1.3 Marco Conceptual**

Chile se encuentran en un margen convergente entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Desde la separación de África de Sudamérica en tiempos Jurásico, este margen ha estado activo; generándose sobre la zona de contacto de las placas; (zona de subducción) actividad magmática que ha permitido, la generación de diferentes tipos de depósitos minerales, dispuestos en franjas aproximadamente Norte-Sur. Encontrándose las franjas más antiguas hacia el oeste y las más nuevas hacia el este. Estas franjas Metalogenéticas, según las exploraciones y explotaciones efectuadas contienen diferentes cantidades de cobre contenido. Detectándose que las franjas de edades desde el Eoceno (< 56M.a.) al Plioceno (5M.a.) presentan las mayores concentraciones de cobre del planeta (Camus, 2003).

Dentro de los tipos de yacimientos de cobre, Chile se caracteriza por poseer yacimiento de gran

tonelaje y baja ley, denominados como yacimiento tipo pórfido. Estos yacimientos se relacionan a aureolas de alteración, siendo posible detectar algunos de estos tipos de alteración con diferentes sensores remotos, entre ellos, el sensor espectroscópico ASTER. Esta técnica ha sido utilizada con éxito en los últimos 15 años; revelando zonas con potencial mineralización de cobre, viéndose favorecida por la escasa vegetación encontrada tanto en los valles y cordilleras de las regiones XV a la III; y en la cordillera andina entre las regiones IV y VI.

Las concesiones mineras, de las zonas con mayor potencial mineralización de cobre; en estas franjas se encuentran solicitadas principalmente por las empresas Majors; constituyéndose una barrera de entrada para nuevos actores que quisieran realizar exploración minera. La actual normativa para la adquisición de propiedades mineras data de 1982; la idea fue fomentar la exploración dando algunas ventajas competitivas con respecto a los países de la región. Debido a vacíos en la ley fue posible adquirir propiedades sin desarrollar trabajo exploratorio alguno, manteniendo los derechos de propiedad tan solo con el pago de patentes. Esta situación ha permitido que importantes sectores con potencial de exploración no sean explorados. Quedando solo espacios libres de propiedad minera sectores con escaso potencial o derechamente sin potencial alguno. Este tema ha sido abordado en los últimos años por algunos entes gubernamentales y diferentes empresas de exploración; esperándose en el corto a mediano plazo, que existan cambios en la legislación minera, similar a los ocurridos en otros países de la región. Se suma a esto; la cada vez más fuerte presión comunitaria y medio ambiental, reguladas por diferentes leyes; generándose zonas donde prácticamente no se puede explorar como son algunos sectores de la III y IV región, donde las empresas exploradoras, prácticamente deben pagar un peaje para poder revisar el potencial minero de una propiedad. Este escenario complejo enfrenta las compañías mineras y los inversionistas al intentar realizar en estos tiempos exploraciones en Chile.

## **1.4 Alcances**

El estudio está orientado a las estrategias de exploración en el mediano y largo plazo; en la búsqueda de depósitos de cobre para mediana a gran minería, objetivo de la empresa patrocinante. Utilizando para ello los antecedentes de exploración recolectados estos últimos años, la experiencia y las tecnologías, para la búsqueda de yacimientos del tipo pórfido. Debido a la gran importancia de este tipo de depósitos en la producción mundial de este elemento. Siendo Chile un país referente a nivel mundial.

Este estudio se define sobre el supuesto de la estabilidad de las actuales políticas y legislación que tiene Chile para la minería. Realizándose evaluaciones económicas sencillas y solo de tipo orientativa para la toma de decisiones de inversión en exploración, entendiéndose que las políticas corporativas y estrategias de exploración varían de compañía en compañía.

## **1.5 Resultados Esperados**

El desarrollo de este trabajo, espera entregar una visión clara de cómo enfocar el negocio minero de exploraciones a la empresa patrocinante; tanto en el mediano como en el largo plazo. Mostrando las estrategias del dónde y el cómo explorar cobre tipo pórfido en Chile y las oportunidades que aún existen en este país.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 El Negocio Minero**

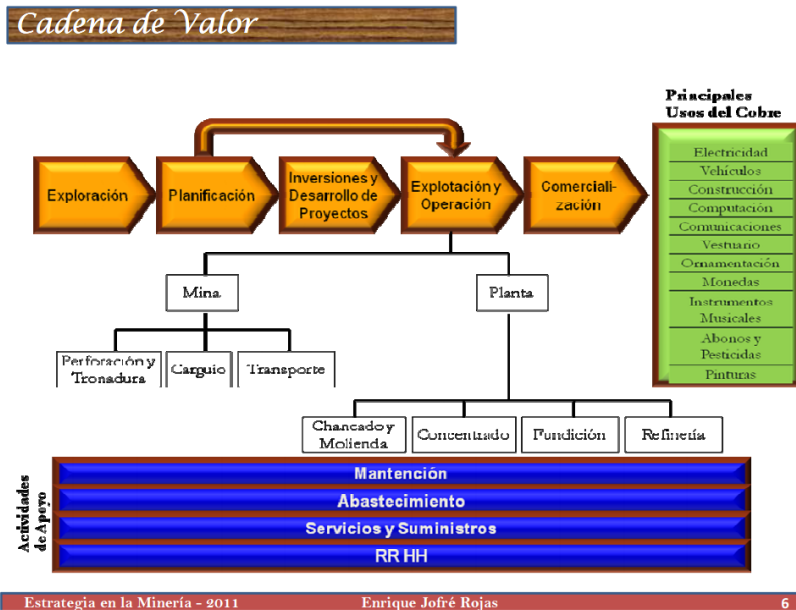
El negocio minero es una actividad comercial, dedicada a la venta de productos primarios de elementos metálicos y no metálicos. Se caracteriza por sus largo periodos de gestación e intensas inversiones de capitales, previo a la puesta en marcha del aparato productivo; además de una ubicación no flexible, relacionada a un lugar físico restringido dentro del planeta; donde se concentran estos productos, muchas veces inestable en términos económico-sociales. Es un negocio complejo y de carácter cíclico, donde las barreras de entrada y de salida son en general de alto costo; donde las economías de escalas son la norma; donde la variabilidad, calidad y cantidad del recurso minero; disminuye en el tiempo, generando importantes desafíos en la optimización de los procesos extractivos para mantener su rentabilidad.

El conjunto de actividades primarias generales de la cadena de valor (Porter, 1985) de este tipo de negocios; corresponde a la adquisición del recurso minero ya sea vía exploración o compra de proyectos mineros. Para luego continuar con estudios perfil y de Factibilidad, con la construcción del aparato productivo, extracción del mineral y finalmente con la comercialización del commodity. Siendo las actividades de soporte la adquisición de insumos para la extracción del mineral, las tecnologías y la infraestructura corporativa (Fig.1). Donde el objetivo principal corresponde a la maximización de la capacidad de producción a través de estrategias de crecimiento y estrategias de optimización (Jofre, 2011). En la primera se gestiona la cantidad producida a través de la exploración de nuevos yacimientos o la expansión de la actual mina; en la segunda se gestionan los costos unitarios y los volúmenes de consumo (Fig.1).

### **2.2 La Exploración Minera en la Cadena de Valor del Negocio Minero**

La búsqueda de la continuidad y sustentabilidad del negocio en el tiempo; se relaciona a la estrategia de crecimiento, siendo la exploración la forma más frecuentemente utilizada por las compañías mineras (White, 1997), constituyéndose en el primer eslabón de la cadena de valor del negocio minero. El marco estratégico del donde explorar lo generan las empresas mineras, restringiéndose a los países donde se encuentran las mayores concentraciones del mineral de interés y a su situación política y económica.

Las empresas mineras dedicadas a la minería metálica negocian en las principales bolsas de metales (Bolsa de Metales de Londres, Nueva York y Shanghai) principalmente los cuatro grandes commodities; cobre, oro, hierro y aluminio, siendo el cobre el elemento de interés de este trabajo y Chile el país con mayores reservas a nivel mundial (USGS, 2017).



Maximizar:

$$\Pi_{Cu} = P_{Cu} * Q_{Cu} - (\omega * L + P_{Mp} * X_{Mp} + P_{Sum} * X_{Sum} + P_{Serv} * X_{Serv} + P_{Soc} * X_{Soc} + r * K)$$

**Estrategia de Crecimiento**

- Gestionar  $Q_{Cu}$ 
  - Exploración: Encontrar nuevos yacimientos (greenfield)
  - Expandir lo actual: Para aumentar o mantener el volumen
  - Adquirir: Nuevo (junior) o en operación (brownfield)

**Estrategia de Optimización**

- Gestionar costos unitarios
- Gestionar volúmenes de consumo

Donde:

- $P_{Cu}$  : Precio del Cobre
- $Q_{Cu}$  : Cantidad de Cobre Producido
- $\omega$  : Costo Unitario Mano de Obra
- $L$  : Cantidad Mano de Obra
- $P_{Mp}$  : Precio Materias Primas
- $X_{Mp}$  : Cantidad de Materias Primas
- $P_{Sum}$  : Precio Suministros
- $X_{Sum}$  : Cantidad Suministros
- $P_{Serv}$  : Precio Servicios
- $X_{Serv}$  : Cantidad de Servicios
- $P_{Soc}$  : Precio (Costo) Unitario de las Actividades Sociales
- $X_{Soc}$  : Cantidad de Actividades Sociales
- $R$  : Costo del Capital
- $K$  : Capital Invertido

**Fig.1.** Cadena de Valor del Negocio Minero (Jofre, 2011).

Las actividades que conforma la cadena de valor de la exploración; corresponden en líneas generales a la búsqueda y análisis de información geológica regional; selección de áreas anómalas, denominadas como blancos de exploración; generación y análisis de la información geológica-medioambiental y comunitaria de esos blancos; caracterización geológica y geoquímica de terreno; generación de modelos predictivos; caracterización y categorización de recursos y reservas; modelos geotécnicos, modelo de bloques, generación de planes mineros (Fig.2). Estas actividades son de largo aliento, siendo bajas las probabilidades de encontrar un proyecto minero viable económicamente; situación que se hace más compleja si los presupuestos ocupados para la exploración, reciben importantes recortes por parte de las empresas mineras en momentos de crisis; donde las soluciones a corto plazo para disminuir los costos, con el objetivo de mejorar los números en los flujos de cajas, hacen perder las perspectivas de las pérdidas; generadas a mediano y largo plazo, al no explorar con los recursos económicos adecuados. Teniendo como consecuencia la no incorporación de nuevo recursos mineros, perdiendo las compañías la capacidad de hacer negocios y a la larga disminuyendo el precio de las acciones de estas (Awad, 2013).

La búsqueda de ventajas competitivas por las empresas, en la etapa de exploraciones es fundamental, pues el éxito o fracaso de una empresa minera, se relaciona directamente con su capacidad de supervivencia en un mundo dinámico y globalizado y cada vez más sensible a temas de sustentabilidad. Donde las estrategias, definiciones, forma y organización de las empresas de exploraciones deben ser únicas, buscando una posición difícil de imitar a través de trade-off claros y calces bien engranados entre las diferentes actividades (Porter, 1996) de la cadena de valor de la exploración; generen adaptabilidad y competitividad en la búsqueda de nuevos recursos de cobre.



**Fig.2.** Cadena de Valor en Exploración Minera (Fréaut,2016).

## 2.3 Tipos de Yacimientos de Cobre en Chile

Chile se ha caracterizado durante su historia moderna en la producción de tres metales; Oro, Plata y Cobre, siendo los dos primeros el objeto de la colonización española y el tercero comienza su protagonismo en el siglo XIX; post revolución industrial, donde aumento sosteniblemente sus aplicaciones en electricidad y construcción.

Los yacimientos de cobre más relevantes presentes en Chile, se pueden clasificar en los siguientes tipos:

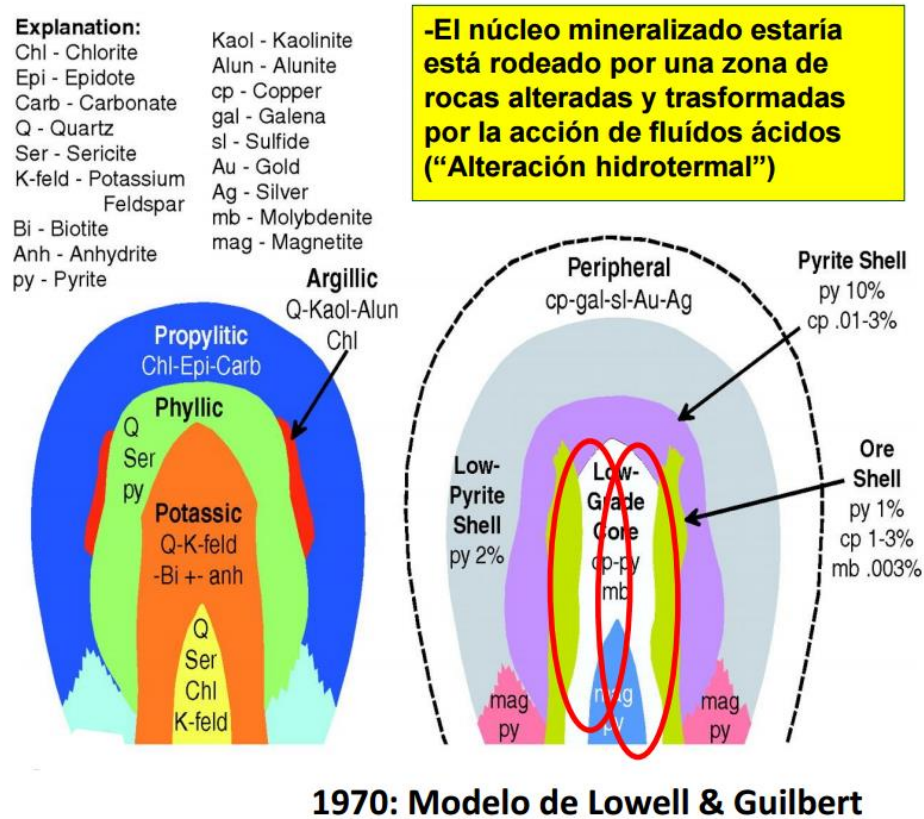
**Vetas:** corresponde a depósitos tabulares, aflorantes de potencia métrica y continuidad de decenas a cientos de metros. En general de alta ley 3-15% de cobre. Las cuales fueron explotados intensivamente durante el siglo XIX, previo al descubrimiento de técnicas de explotación de los sistemas porfídicos. Estando algunas de estas ligadas a sistemas porfídicos como son las Vetas la Grande y la Poderosa en la mina Collahuasi en la I región de Tarapacá (Millán, 1998). Actualmente se reconocen muchos yacimientos tipo vetiforme; en todas las franjas Metalogénicas y muchas de estas vetas son explotadas por la pequeña minería.

**Estratoligados:** corresponde a cuerpos mineralizados de formas irregulares, tipo manto, lentes, tabulares y bolsonadas, que se emplazan generalmente en rocas volcánicas y volcánico-sedimentarias. Presentando mineralización sulfuradas y oxidada de cobre con minerales principales como calcosina, bornita y menor calcopirita. Los depósitos más importantes corresponden a Mantos Blancos y El Soldado (Maksaev et al, 2007), corresponde a depósitos de mediana minería; encontrados cercanos a la Cordillera de la Costa, el primer en la II región de Antofagasta y el segundo en la V° Región de Valparaíso.

**IOCG:** yacimiento vetiforme, tabular, tipo manto, brechiforme y tipo stockwork. Caracterizado por importantes contenidos de óxidos de hierro y menores contenidos de cobre y oro. De origen magmático-hidrotermal; se presentan en la cordillera de la Costa, relacionados a la Falla de Atacama entre la II Región de Antofagasta y la IV Región de Coquimbo. Los mayores exponentes corresponden a las minas de Candelaria y Manto Verde emplazadas en la III Región de Atacama. Este tipo de yacimiento se encuentra relacionado espacialmente y muy probablemente en forma genética a los yacimientos de hierro-apatito (IOA).

**Pórfidos:** yacimiento mineral de sulfuros y óxidos con mineralización de Cu-Mo-Au-Sn, de gran tonelaje, baja ley, relacionado a procesos ígneos-intrusivos. En general de textura porfídica; concentrando la mineralización en disseminaciones y vetillas, a través de controles estructurales, de alteración y litológicos; tanto en los intrusivos como en las rocas a las cuales afectan. Se reconocen en este tipo de sistemas, un núcleo con alteración potásica el que gradúa hacia el exterior a alteraciones cuarzo-sericita-clorita; arcillas y en los bordes a alteración clorita-epidota-calcita, donde la mineralización de cobre tiende a concentrarse en el núcleo potásico y la zona cuarzo-sericítica (Fig.3). Corresponde a los yacimientos que en Chile y el mundo presentan las mayores concentraciones de cobre y molibdeno; siendo explotados a gran escala. Reconociéndose en Chile

dos tipos principales Los Pórfidos de Cu-Mo- (Au) y Au-(Cu). Se destacan en el primer tipo los depósitos Escondida, Rio Blanco-Los Bronces, El Teniente y Chuquicamata y en el segundo la Mina Maricunga y el Proyecto Casale.



**Fig.3.** Modelo de sistemas porfíricos (Lowell y Guilbert, 1970).

## 2.4 Franjas Metalogenéticas

La actividad tectónica convergente de las placas Sudamericana y de Nazca; ha generado la geografía y actual disposición Norte-Sur que presenta el centro y norte de Chile. Esta actividad en tiempos Jurásico se manifestó con un arco volcánico y magmático ubicado en la actual Cordillera de la Costa, la cual se ha ido desplazando hacia el este desde el Cretácico hasta al reciente (Camus, 2003). Asociado a la actividad de este arco, se han ido generando en franjas paralelas Norte-Sur (Fig.4); diversos tipos de yacimientos metalíferos de Cobre-oro y plata (Camus, 2003), siendo las más importantes en términos económicos las siguientes:

**Jurásico (145-201M.a.):** Franja caracterizada por yacimientos de pequeño tamaño con mineralización de Cu, Au-Ag (Millán, 1998) principalmente del tipo Estratoligados, los cuales se emplazan en la zona más occidental de la Cordillera de la Costa (COCHILCO, 2016).

**Cretácico Temprano (100-145 M.a.):** Se extiende entre los 22°-34° de latitud sur, presentan una variada cantidad de yacimientos de tipo Estratoligados, IOCG y sistemas porfídicos. Destacándose los depósitos tipo estratoligados, Mantos Blancos; IOCG con Candelaria y Mantoverde, y tipo pórfido la mina Carmen de Andacollo. Camus (2003) estimó en esta franja un contenido de cobre fino de 4,6 Mt.

**Paleoceno-Eoceno Temprano (66-56M.a.):** Presenta yacimientos con mayores contenidos de cobre que las franjas anteriores (Camus, 2003). Se extiende desde los 29°30' hasta el sur de Perú. Se caracteriza por la presencia de sistemas tipo pórfido de Cu-Mo; destacándose los depósitos del distrito Centinela, Spence, Lomas Bayas y Sierra Gorda (COCHILCO, 2016). Según Camus (2003) se estima en esta Franja un contenido de cobre fino de 57 Mt.

**Eoceno Tardío-Oligoceno Temprano (41-28 M.a.):** Corresponde a la Franja de mayor importancia económica de Chile y el mundo con respecto a mineralización por cobre. Se estima un total de 220 Mt de cobre fino (Camus, 2003). Ubicándose una gran cantidad de depósitos y prospectos importantes del tipo pórfido Cu-Mo- (Au); entre ellos Chuquicamata, Escondida y Collahuasi. Esta franja se extiende desde el extremo norte del país, hasta la 31 ° latitud sur.

**Mioceno temprano a medio (23-14 M.a.):** Franja caracterizada por yacimientos de tipo epitermal y pórfidos de Au-(Cu), relacionada a volcanismo Oligoceno-Mioceno. Se reconocen entre los 27°-30° de latitud sur y se ubican en la cordillera Andina. Se han definido dos sub-franjas la Franja Maricunga por el norte y la Franja del Indio por el sur. Los yacimientos típicos de esta franja son el sistema epitermal del indio, La coipa, Pascua Lama y Los pórfidos Au-(Cu) de Cerro Cásale y Maricunga. En esta franja el cobre es secundario; no se tiene una estimación de toneladas de cobre fino contenido, pero sí de oro, las cuales corresponden según Camus (2003) a 1298 Toneladas.

**Mioceno tardío-Plioceno temprano (14-5M.a.):** Corresponde a la segunda franja más importante de Chile y el mundo estimándose un contenido sobre los 300 Mt de cobre fino (Cortés, 2011). Esta franja se extiende entre los 32°-34° de latitud Sur. En esta Franja se encuentran los yacimientos gigantes tipo pórfido Cu-Mo el Teniente, Rio Blanco-Los Bronces.

## **2.5 Tecnologías de Exploración Minera**

Las herramientas utilizadas para la exploración inicial y básica de yacimientos tipo pórfido cuprífero, que actualmente se ocupan no han variado mucho en los últimos 30 años. Pudiéndose separar en herramientas directas como lo son las Fotografías aéreas, los sensores remotos, la caracterización geológica, la caracterización geoquímica y los sondeos e indirectas como es el uso de la geofísica.

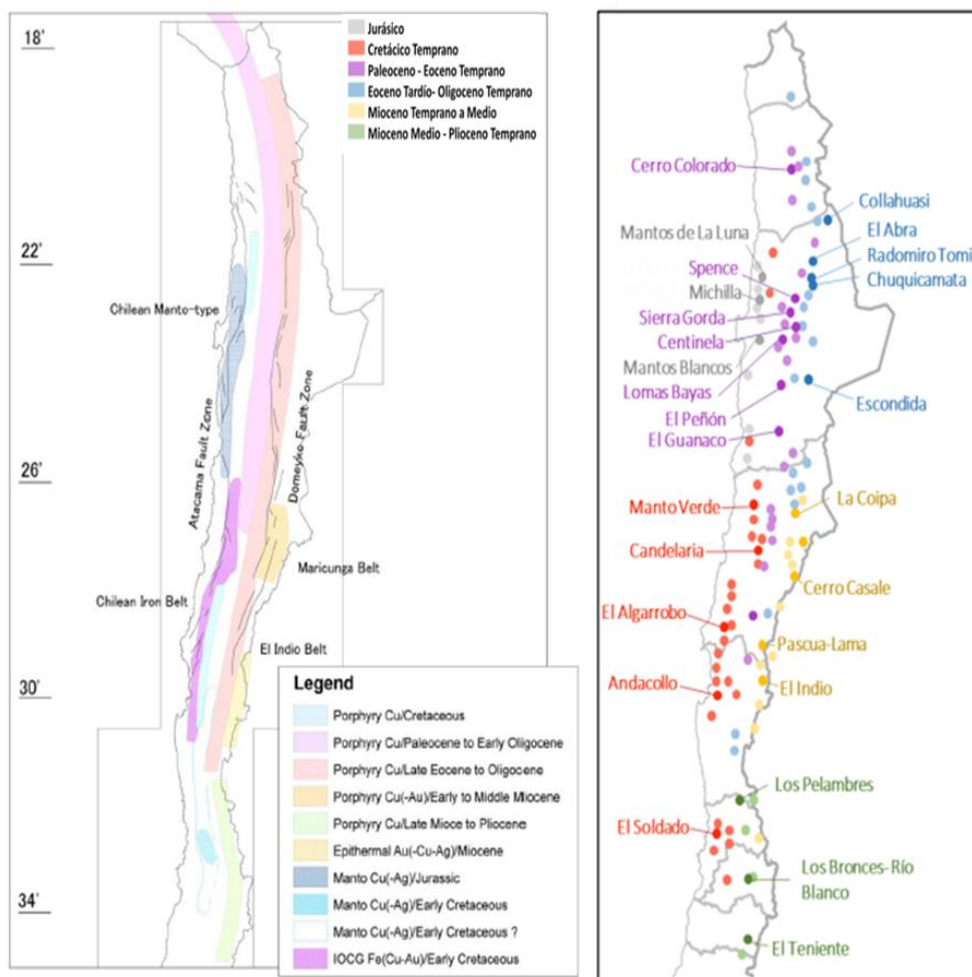


**Fotografías Aéreas:** Corresponde a fotografías de alta resolución tomadas desde aviones y satélites; las cuales han permitido detectar zonas con anomalías de color y revelar con detalles los accidentes geográficos de las zonas a explorar.

**Sensores remotos:** Corresponde a una serie de técnicas instrumentales espectroscópicas que utilizan satélites para medir; mediante diferentes longitudes de onda atributos de la superficie terrestre. Los más conocidos son los Landsat, Spot y ASTER.

**Mapeos superficiales:** Corresponde a la caracterización de diferentes escalas por parte de los geólogos de una porción de la superficie terrestres; donde se capturan datos como la litología, alteración, mineralización y estructuras con finalidad de buscar indicios de mineralización.

**Geoquímica:** Caracterización de la concentración de elementos químicos contenidos en muestras de rocas, suelos y agua. Existen varias técnicas dentro de las más usadas se encuentran el tipo ICP multi-elemento, la cual entrega concentración de hasta 52 elementos.



**Fig.4.** Depósitos de cobre-Oro-Plata en los diferentes Franjas Metalogénicas. (Modificado de Camus, 2003; Maksaeav, 2007 en COCHILCO, 2016).

**Espectrografía:** Corresponde a la caracterización espectrografía de rocas a través de instrumentos como el PIMA y actualmente el Terraspec. Se utiliza para determinar secuencias de alteración especialmente de alteración argílica (arcillas).

**Dataciones:** Técnicas desarrolladas para la datación de rocas a través del decaimiento radiactivo de ciertos elementos; entre ellos U-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Ar-Ar. Esta técnica es muy importante pues permite obtener la edad de rocas y alteraciones hidrotermales. Lográndose identificar las relaciones genéticas que han permitido la mineralización.

**Petrografías y calcografías:** técnica en la cual, secciones de roca son preparadas para el estudio con microscópico óptico, con el objeto de identificar tipos litológicos, minerales de mena y sus asociaciones.

**Quemscan:** técnica que permite en secciones de roca delgadas el estudio cuantitativo de la mineralogía de las rocas a través de un microscopio electrónico de barrido.

**Inclusiones Fluidas:** Corresponde a la caracterización de líquidos y gases contenidos en las rocas, principalmente en cristales de cuarzo, permitiendo a través de cambios de temperatura determinar la composición de los fluidos hidrotermales, temperatura y en ocasiones presión de estos.

**Sondajes:** Técnica mecánica en la cual se perfora la superficie de la tierra para la exploración se utiliza generalmente dos tipos de sondajes las de aire reverso y los de diamantina, en el primero el material extraído corresponde a detritos rocosos pequeños y en el segundo caso a un cilindro de roca. Los sondajes de aire reverso son más rápidos, pero a su vez las profundidades máximas de exploración escasas veces superan los 600mt. En cambio, los sondajes diamantinos, son más lentos y más caros, pero pueden superar los 1500m.

**Geofísica:** Corresponde a métodos indirectos en la búsqueda de sistemas tipo pórfido; utilizando técnicas eléctricas, magnéticas y gravimétricas como son la magnetometría, IP/resistividad Vector 3D, Técnicas magneto-telúricas y otras. Las cuales permiten reconocer intrusivos y zonas de alteración y mineralización. El uso de estas técnicas en los últimos años ha aumentado en su contribución al descubrimiento de yacimientos.

**Machine Learning:** Corresponde a una disciplina de la inteligencia artificial, la cual, a través de algoritmos, identifica patrones; utilizando información del Big Data geológico. Permitiendo identificar no solo tendencias de zonas con mayor probabilidad de potencial de exploración; sino aprendiendo de estas tendencias para mejorar la búsqueda futura de potenciales.

## 2.6 Empresas, Tipos y Etapas en la Exploración Minera

Las empresas de exploraciones se clasifican en:

**Majors:** corresponden a aquellas empresas de gran poder de capital, generalmente presentan operaciones y exploraciones mineras a nivel internacional, en distintos elementos como Cu-Ni-Co-Au etc. Siendo sus acciones transadas en la bolsa por ejemplo BHP, Anglo-American, Rio Tinto etc.

**Junior:** Son empresas que no tienen faenas mineras y cuyo objetivo principal es la exploración de recursos mineros hasta exploración avanzada y en pocos casos a etapas de perfil y factibilidad. Momento en el cual ellos venden sus proyectos a empresas Majors. Ejemplo de este tipo de empresas son Revello Resources y Minera Activa.

**Mediana:** empresas menores que tienen la capacidad de explora el recurso descubierto y en ocasiones poseen algunas minas. Por ejemplo, minera Minera Can-Can y Pucobre.

**Estatal:** Corresponde a aquellas empresas donde el estado es dueño y las financia entre ellas se tiene a CODELCO, ENAMI, Jogmec, y China Minmetal.

En cuanto al lugar donde se explore se tienen los tipos:

**Greenfield:** Corresponde a un proyecto iniciado desde cero, generalmente en lugares sin antecedentes exploratorios previos.

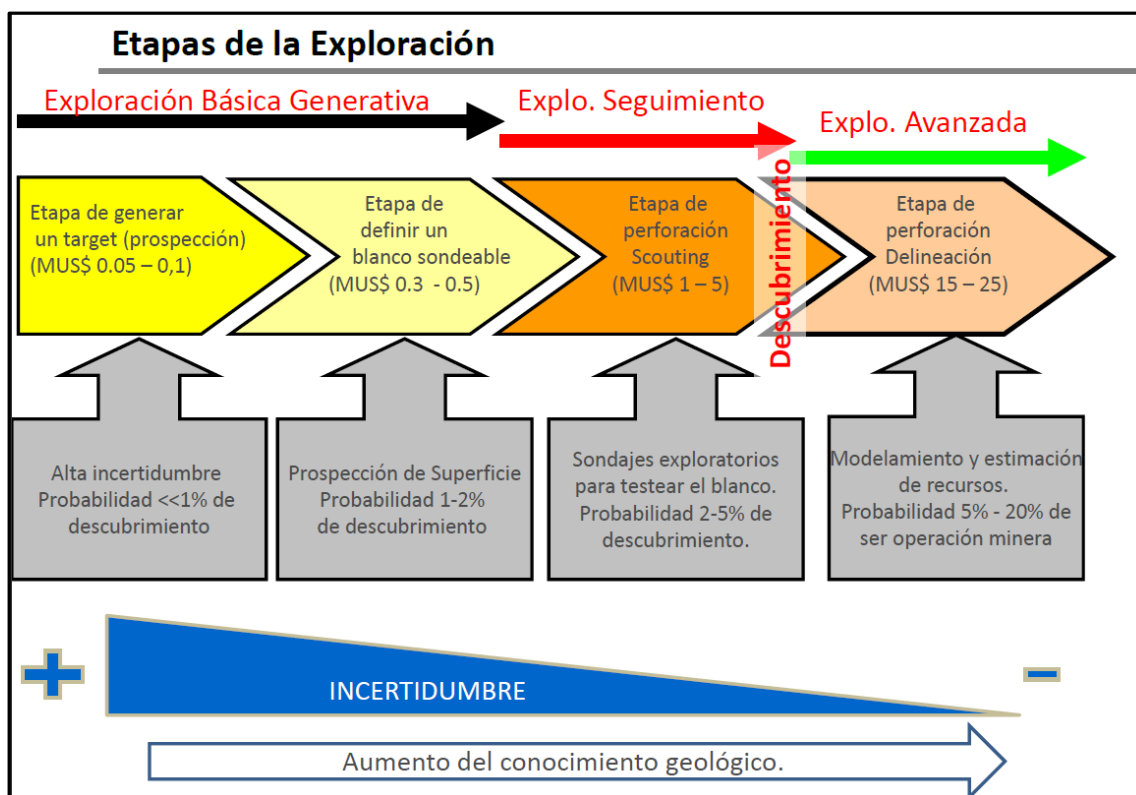
**Brownfield (Mine site):** comprende a aquellas iniciativas de exploración que se realizan en el mismo distrito de una mina en explotación. Aprovechando la infraestructura ya existente.

En cuanto a la etapa de avance en la exploración se dividen en:

**Generativa:** que comprende a la recolección de información, estudios fotogeológicos y de imágenes satelitales; elección de la región a explorar, reconocimiento terrestre con mapeos en general a escala: 1:10000, geofísica orientativa y geoquímica. Detectándose zonas anómalas de las cuales se selección los blancos de exploración (Fig.5).

**Seguimiento:** Fase en la cual los blancos de exploración son testeados, en la búsqueda de un hallazgo de mineralización; a través de mapeos de detalle, geofísicas y sondajes orientativos.

**Exploración Avanzada:** Etapa enfocada en el delineamiento del yacimiento y la estimación de los recursos (Fig.5). Para lo cual es necesario aumentar la densidad de sondajes, mapeos, geoquímica y categorización de los recursos; corresponde a la etapa de perfil de un proyecto minero. En esta etapa los costos en la exploración se relacionan directamente a la cantidad de sondajes propuesta para llegar a una categorización adecuada de recursos.



**Fig.5.** Etapas de la Exploración (Ossandon,2015)

## 2.7 Historia de la Exploración Minera en los Últimos Años

Los avances en la exploración en Chile en los últimos 40 años; están supeditados a los cambios político-económicos acaecidos a partir de la década de los 70, con la apertura económica al mundo que se dio Chile en la dictadura militar. Donde se fomentó la inversión extranjera y facilitó los negocios mineros. Llegando nuevamente capitales de inversión a proyectos mineros de exploración y explotación. Entre ellos empresas ligadas al petróleo, como lo son Exxon Mobil al comprar a ENAMI en 1978, Disputada de las Condes; actual Los Bronces; Superior Oil y Mobil Oil al invertir en el Proyecto Quebrada Blanca (1977-1981) de CODELCO; ARCO al invertir en 1979 en el Proyecto Los Pelambres de ENAMI y finalmente Utah International en joint venture con Getty Oil en 1978, para llevar a cabo el programa de exploraciones que descubrió Escondida (Millán, 1998). También en esta década se descubrió Collahuasi por parte de Super Oil-Falconbridge (1979) y el yacimiento de oro y plata, El Indio (1973), el cual dio un gran impulso a la exploración por oro en la década de los 80, donde grandes extensiones de la cordillera andina de la 3° y 4° región fueron

exploradas por entre ellas Bernstein y Thompson (BTX), Anglo-American, Saint Joe, Cominco, Goldfields (Millan,1998), descubriéndose los yacimientos epitermales de Au-Ag, La Coipa y La Pepa y depósitos pórfidos de Au-Cu como lo son Marte-Lobo, Refugio y Cerro Casale y Pascua-Lama. En la década de los 90 con el retorno de la democracia se descubrieron los yacimientos tipo Pórfido cupríferos de Spence, Esperanza, El Tesoro, Gaby, Ministro Hales y el cluster Toki, Damiana; estos últimos cuatro por CODELCO. En la década de los 2000 los descubrimientos más importantes fueron los sistemas pórfidos de Los Sulfatos, Pampa Escondida, Caracoles y Caspiche (Sillitoe, 2010). Desde 1969 al 2007 Chile es el país donde más descubrimientos se han realizado con 23 de un total mundial de 101 descubrimientos siendo los sistemas tipo pórfido cuprífero la mayoría. Descubriéndose 6 de estos 23 en el periodo 2000-2007 (Sillitoe, 2010).

**Tabla N°1.** Características de los descubrimientos en Chile entre 1969-2007 (Sillitoe, 2010).

Deposito mineral	Año de descubrimiento	Franja Metalogenética	Tipo de deposito	Region de Chile	Tipo de Compañía	Programas regionales o distrital	Re-examinacion de distrito antiguo	Inspeccion geologica, trabajo y prospeccion	Geologia Conceptual	Tipo de Geoquimica	Geofisica	N° de años previo de exploracion pre-descubrimiento	N° de compañías involucradas previo al descubrimiento
Los Pelambres	1969	Mioceno Superior-Plioceno		4°	M	X	X	X		Roca-Talus Fine		-55	5
Quebrada Blanca	1977	Eoceno Superior-Oligoceno		1°	M	X		X		Roca		20	4
El Indio	1977	Mioceno Superior-Plioceno		4°	M		X	X		Roca-Talus Fine		3	2
Collahuasi	1979	Eoceno Superior-Oligoceno	Porfido Cu-Mo	1°	M	X		X				-20	2
Escondida	1981	Eoceno Superior-Oligoceno		2°	M	X		X		Roca-Talus Fine		-30	5
Zaldivar	1981	Eoceno Superior-Oligoceno		2°	M	X		X		Roca-Talus Fine		2	1
Marte-Lobo	1982	Mioceno Superior-Plioceno		3°	M	X		X		Roca-Talus Fine		2	1
La Coipa	1983	Mioceno Superior-Plioceno		3°	M	X	X	X		Roca-Talus Fine		2	3
Refugio	1986	Mioceno Superior-Plioceno		3°	M	X		X		Roca-Talus Fine		-5	2
Candelaria	1986			3°	M	X	X					1	1
Pascua-Lama	1989	Oligoceno Superior-Mioceno Medio		3°	M	X		X		Roca-Talus Fine		11	2
Ministro Hales	1990	Eoceno Superior-Oligoceno		2°	M					Drenaje		0	2
El Tesoro	1990	Eoceno Superior-Oligoceno		2°	J		X	X				-11	2
Damiana	1992	Eoceno Superior-Oligoceno		3°	M			X	X			-2	2
El Peñon	1994	Eoceno Superior-Oligoceno		2°	M	X				Drenaje-Roca-Talus Fine		1,5	1
Spence	1996	Paleoceno		2°	M	X				Drenaje		1	1
Gaby Sur	1996	Eoceno Superior-Oligoceno		2°	M	X				Drenaje-Roca		<1	1
Cluster Toki	1999	Eoceno Superior-Oligoceno	Porfido Cu-Mo	2°	M	X	X	X	X	Drenaje		-8	2
Esperanza	1999	Eoceno Superior-Oligoceno	Porfido Cu-Au-(Mo)	2°	M	X	X	X	X		X	16	5
Los Sulfatos	2006	Mioceno Superior-Plioceno	Porfido Cu-Mo	Metropolitana	M	X		X	X	Roca		44	3
Pampa Escondida	2006	Eoceno Superior-Oligoceno	Porfido Cu-Au-Mo	2°	M	X		X	X			-23	2
Caracoles	2007	Eoceno Superior-Oligoceno	Porfido Cu-Au-(Mo)	2°	M	X		X	X		X	24	7
Caspiche	2007	Oligoceno Superior-Mioceno Medio	Porfido Au-Cu	3°	J	X		X		Roca		21	3

Del trabajo de síntesis hecho de los descubrimientos en Chile en el periodo 1996-2008 por Richard Sillitoe (2010) se destaca lo siguiente (Tabla N°1):

- La mayoría de los descubrimientos fueron depósitos tipo pórfido de cobre; los cuales fueron realizados por empresas Majors y en la II región del país.
- Casi el total de descubrimientos se hizo a través de un programa geológico regional o distrital con trabajos de inspección geológica y geoquímica.

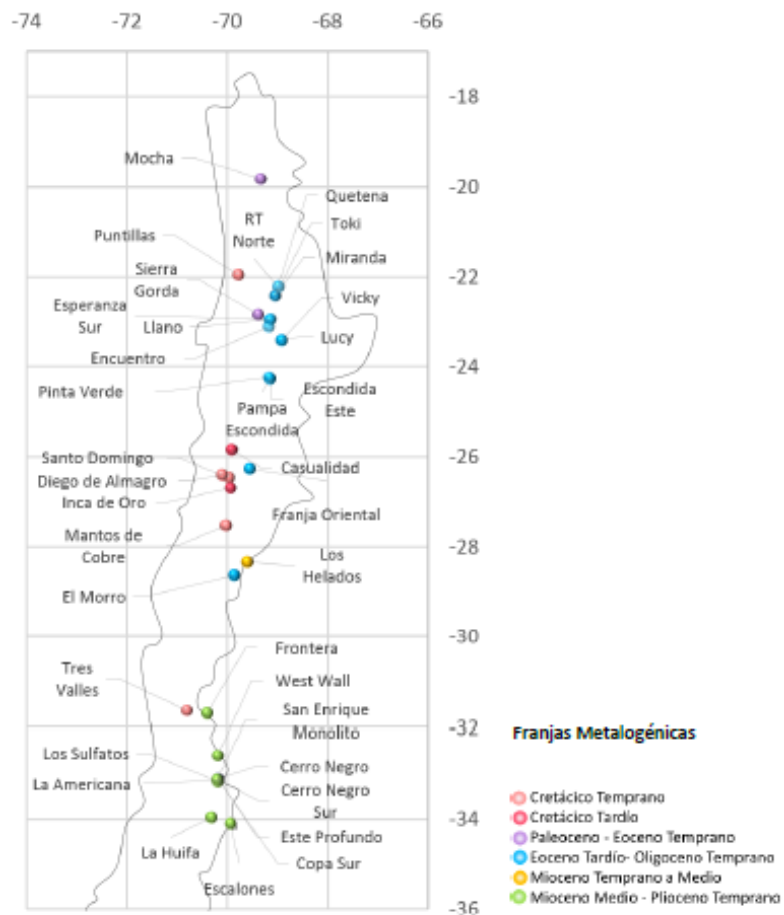
- Los yacimientos estudiados en el periodo 1999-2007 como factor de descubrimiento se tiene en todos a la geología conceptual.
- En promedio previo al descubrimiento, al menos dos empresas exploraron el lugar.

El siguiente periodo de descubrimiento fue estudiado por COCHILCO (2016) y abarca el periodo 2000-2015 (Fig.6); traslapándose en algunos años con el trabajo de Sillitoe (2010).

De este trabajo se destaca lo siguiente:

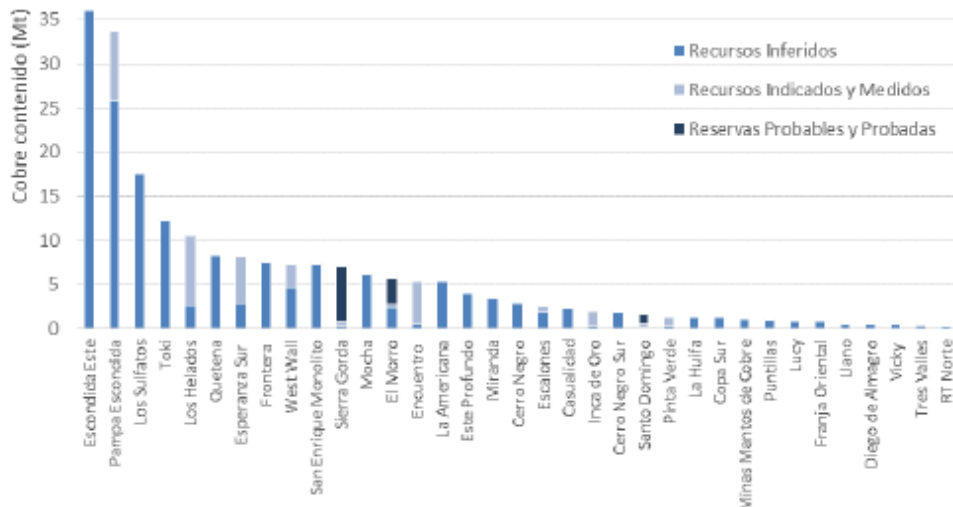
- Se descubrieron 35 yacimientos con cobre como mineral primario. Siendo en su mayoría sistemas tipo pórfido de cobre.
- Se destacan por su tamaño Escondida Este, Pampa Escondida Los Sulfatos y el distrito el Toki (Fig.7).
- Del total de descubrimientos con cobre, 15 se encontraron en la II Región y 7 en la III Región.
- La mayor cantidad descubrimientos pertenecen a la Franja Eoceno Tardío-Oligoceno temprano.
- El estudio destaca que desde el descubrimiento del depósito mineral pasan 13,27 años como promedio para la puesta en marcha.
- Se destaca que la cantidad de descubrimientos Greenfield es igual a la cantidad de descubrimientos Brownfield.
- CODELCO descubrió 17 yacimientos en este periodo, le siguen Antofagasta Minerals con 4 y Anglo-American con tres.
- La mayoría de los descubrimientos lo hicieron empresas Majors.
- En 18 de los descubrimientos fueron mediante Joint Venture.
- Chile presenta el 30,2% de los descubrimientos a nivel global, siendo el país con más descubrimientos.
- Chile también presenta el mayor volumen contenido con 208,6 Ton de cobre lo cual corresponde a un 39,8% a nivel global.
- Hay una tendencia a la profundización de los yacimientos, un 49,9% de los descubrimientos se encuentra a más de 100m de profundidad.

Los antecedentes expuestos muestran que la exploración en Chile en los últimos 40 años ha estado enfocada en el mineral cobre y básicamente en sistemas tipo pórfidos, presentando Chile la mayor cantidad de descubrimientos a nivel global, así como la mayor cantidad de recursos y reservas de este mineral.



Fuente: Cochilco basado en publicaciones científicas e información solicitada a compañías mineras.

**Fig.6.** Distribución de los Yacimientos de cobre descubiertos en el periodo 2000-2015 según su Franja Metalogénica (COCHILCO, 2016).



Fuente: Cochilco basado en datos de SNL Metals & Mining y documentos públicos de compañías mineras.

**Fig.7.** Contenido de los yacimientos en recursos y reservas de los 36 yacimientos de cobre (COCHILCO, 2016).

## 2.8 Catastro de Empresas Exploradoras en Chile 2016

Al año 2016 según información de COCHILCO, en Chile exploran 110 compañías sin contar a las empresas Majors; donde se destaca un total de 75 empresas juniors y 17 de mediana minería. Del total de 110 empresas, estas tienen 266 proyectos de exploración donde el 58,3% se encuentra a la búsqueda de cobre y un 27,4% a la búsqueda de oro. Siendo la III Región de Atacama la que concentra el mayor número de proyecto totalizando 102 (38,3%), seguidas de la IV Región de Coquimbo con 58 proyectos (21,8%) y luego la de Antofagasta con 44 (16,5%). La mayoría de los proyectos se encuentran en la Cordillera de la Costa y la Depresión Intermedia relacionados a la Franja Cretácico inferior (Fig.6 y 8).

En cuanto a la procedencia de las empresas de exploración (Tabla N°2), un 31,8% provienen de Canadá; un 23,6% de Australia; un 17,3% son de Chile, un 9,1% son de Estados Unidos y un 5% del Japón. Siendo un 70,9% financiadas a través de las bolsas de valores, principalmente Toronto Stock Exchange (TSX) y TSX Venture Exchange (TVX) y la de Australia (Australian Stock Exchange, ASX). La primera con un 30,9% y la segunda con un 21,8% (Tabla N°3).

En cuanto al tipo de yacimiento se tiene según este estudio que un 33,5% corresponden a yacimientos tipo pórfido, 20,7% a yacimientos tipo IOCG y un 10,2% a yacimientos de tipo epitermal.

**Tabla N°2.** Compañías exploradoras catastradas según su país de origen y tipo de empresa (COCHILCO, 2016).

País de origen	Junior	Mediana	Estatal	Otros	Total	%
Canadá	30	4	0	1	35	31,8%
Australia	25	1	0	0	26	23,6%
Chile	7	7	1	4	19	17,3%
Japón	0	0	1	7	8	7,3%
EE.UU.	7	3	0	0	10	9,1%
Perú	1	1	0	0	2	1,8%
Reino Unido	2	1	0	0	3	2,7%
China	1	0	1	1	3	2,7%
Panamá	1	0	0	0	1	0,9%
BVI	1	0	0	0	1	0,9%
Corea del Sur	0	0	1	0	1	0,9%
Bélgica	0	0	0	1	1	0,9%
Total	75	17	4	14	110	100,0%

Nota:

(1) Constituye el grupo de otros tipos de empresas privadas, tales como fondos de inversión.

(2) BVI = British Virgin Islands

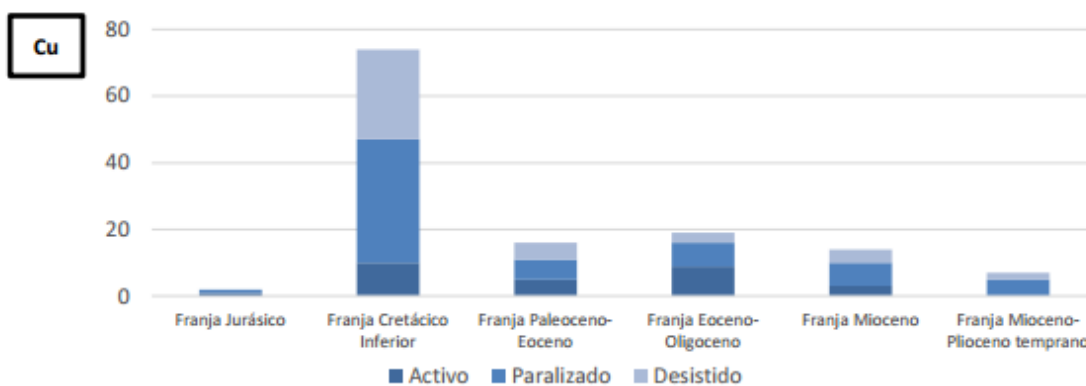
Fuente: Cochilco sobre la base de datos de SNL Metals & Mining y compañías exploradoras



**Tabla N°3.** Número de compañías listadas según fuente de financiamiento (COCHILCO, 2016).

Fuente de financiamiento	Símbolo	País	Total Empresas	Empresas con proyectos activos
<b>Bolsa</b>				
TMX Group	TSX/TVX	Canadá	34	17
Australian Stock Exchange	ASX	Australia	24	10
Tokyo Stock Exchange	TSE	Japón	5	4
Alternative Investment Market <sup>11</sup>	AIM	Reino Unido	4	1
Over the Counter	OTC	Estados Unidos	5	2
New York Stock Exchange	NYSE	Estados Unidos	3	-
National Association of Securities Dealers Automated Quotation	Nasdaq	Estados Unidos	1	1
Bolsa de Comercio de Santiago en Chile	BCS	Chile	1	1
Hong Kong Stock Exchange	HKEx	China	1	-
<b>Fondo de Inversión Privada</b>	<b>FIP</b>	<b>Chile</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>No cotizan</b>			<b>27</b>	<b>8</b>
<b>TOTAL</b>			<b>110</b>	<b>47</b>

Fuente: Cochilco sobre la base de datos de bolsas internacionales y compañías exploradoras



Fuente: Cochilco y compañías exploradoras

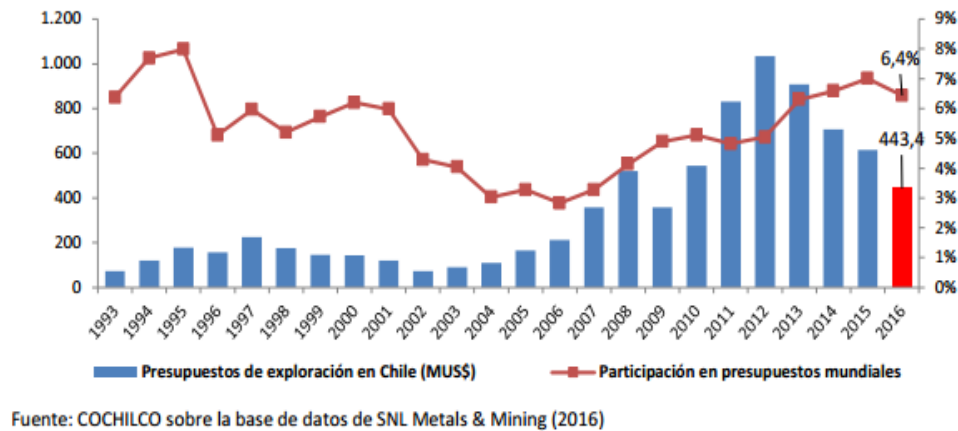
**Fig.8.** Proyectos de cobre en Chile por franja metalogenética (COCHILCO, 2016).

## 2.9 Presupuesto de Exploración Minera en Chile

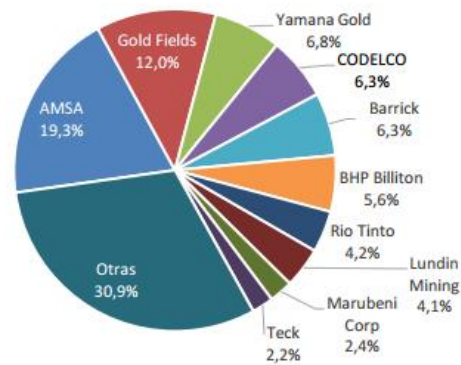
El presupuesto de exploración minera en Chile tuvo un crecimiento sostenido desde el año 2002 al 2012. Influenciado directamente por el gran crecimiento de la economía China y su fuerte necesidad de commodities, así como por las características geológicas, que han permitido a Chile disponer de los mayores recursos de cobre del mundo. Ayudado también por sus políticas macroeconómicas pro-inversión extranjera, así como por la estabilidad social y política imperante hasta estos días. Sin embargo, el menor crecimiento de China experimentado a partir del 2013 ha

generado a nivel mundial; una disminución notable de capitales de riesgos para uso en exploración; teniendo un descenso sostenido desde al año 2012. El año 2016 el presupuesto de exploración mundial, incluyendo empresas Majors, Juniors y otras; llegó a \$ 443,5 millones de USD, correspondiendo a un descenso de un 6,4% con respecto al año anterior (Fig.9). Del estudio de COCHILCO (2016) se tiene que el 80,9% del presupuesto corresponde a empresas Majors, el 7,8% a empresas junior y un 7,7% a estatales y otras. En cuanto al tipo de exploraciones un 45,9% se dedicó a la exploración avanzada; un 23,7% a la exploración Básica (etapas generativas y de seguimiento) y un 30,4% a la exploración Mine site.

El principal origen de presupuesto para el año 2016 correspondió a Chile con un 29,5%, seguido de Canadá con un 28,5%, luego por Sudáfrica con un 12%, Australia con un 10,2% y Japón con un 6,8%. La empresa que gasta más presupuesto en exploraciones fue Antofagasta Mineral con un 19.3% del presupuesto, Goldfields con un 12%, Yamana Gold con un 6,8% y CODELCO y Barrick con un 6,3% (Fig.10).



**Fig.9.** Presupuesto histórico en exploración en Chile v/s su participación porcentual a nivel mundial (COCHILCO, 2016).



**Fig.10.** Distribución porcentual del presupuesto en exploración 2016 en Chile, según compañía (COCHILCO, 2016).

## **2.10 Marco Político - Económico y Social**

Hasta el Gobierno de Salvador Allende, Chile era un país con un marcado proteccionismo e intervencionismo por parte del estado en términos económicos, dejando al país con un desequilibrio en la balanza de pagos y una superinflación de hasta tres dígitos (Webpage Memoria Chilena) lo que llevo a la incertidumbre y a la inestabilidad social. Posterior al gobierno de Allende, entre los años 1973-1990, el país cambia su sistema político; adoptando un sistema versado en la económica de mercado.

Las reformas entre el 1975-1990 se enfocaron en: redefinir el papel del estado; a través de un modelo neoliberal, el cual logro abrir el mercado de chile al mundo; a través de la creación de un mercado de capitales libre; aumento en los tratados comerciales con otros países; la flexibilización de los mercados laborales y el fomento de la inversión extranjera. Lográndose estabilizar al país en lo económico y social. Estas políticas económicas neoliberales tienen sus frutos al final de la dictadura de Pinochet y luego bajo los gobiernos de la concertación. Básicamente gobiernos socialistas y de centro, destacándose un crecimiento del PIB de una media de un 5% entre los años 1984-2015. Esta estabilidad económica se ve refleja en una estabilidad en la sociedad y en sus instituciones, dando chile garantías en temas sociales y de seguridad.

El estado de paz, estabilidad social-política y económica transparencia a dejado a Chile como uno de los países más estables de la región (índice Fraser Institute, 2016) lo cual se ve reflejado en las grandes inversiones en minería, principalmente del cobre que ha habido en este país, estos últimos años.

## **2.11 Propiedad Minera**

Como parte de los incentivos para el aumento de la inversión extranjera en Chile, la constitución política de la república (1982) reformo la legislación de propiedad minera a través del artículo 19 N°24; la ley orgánica constitucional N° 18.097 y la ley N°18.248; con la finalidad de dar garantías y estabilidad a los inversionistas mineros que las adquiriesen. Entre las características principales (Tabla N°4) el otorgamiento de concesiones de exploración y explotación se realiza por vía judicial, inscribiendo en el conservador de minas para obtener el título y publicando en el Diario Oficial para informar a la sociedad. Este procedimiento otorga seguridad y propiedad sobre las concesiones a los inversionistas. Pudiendo estas ser transferida, transmisible; y susceptible de hipotecas para la obtención de financiamiento y la generación de contratos. En el caso que hubiese expropiación por parte del estado este deberá pagar el valor comercial. Estos cambios en la legislación minera rindieron frutos, fomentando en un comienzo la actividad tanto de exploraciones como de explotaciones; generándose un aumento en la inversión extranjera y la puesta en marcha de varias minas, entre ellas Escondida. Sin embargo, esta reforma a la legislación a la larga ha ralentizado la exploración minera en Chile; por dos grandes problemas:

- 1) **Acaparamiento de la propiedad minera:** Producto del bajo valor del pago de patentes; la falta de obligación de un plan de exploraciones y/o explotaciones del área concesionada; la debilidad de la ley para impedir el otorgamiento de estas concesiones a los mismos dueños, cuando ya se vence el plazo para explorar. Ha generado que gran parte del centro y norte del país se encuentren propiedades mineras (Fig.11A), sin desarrollo alguno de actividades de exploración; en lugares donde podría existir algún potencial de cobre, este acaparamiento se encuentra en manos de unas pocas mineras, las cuales, al no existir exigencias legales para explorar, generan la imposibilidad de invertir para encontrar nuevos yacimientos, generando grandes pérdidas al país.
  
- 2) **Mal uso de la propiedad minera:** Relacionado a lo anterior y con la finalidad única de obtener un provecho económico, muchas propiedades mineras se han solicitado en lugares donde realmente no hay potencial minero; con la única finalidad de especular sobre la ampliación de la infraestructura de una potencial mina o solicitando en lugares que tienen otros desarrollos económicos como la energía, agrícolas, la industria forestal, hidroeléctrica y construcción. Esto ha provocado que muchas empresas de rubros no mineros estén protegiendo sus obras de infraestructura de estos especuladores.

Estos temas han sido de debate en el medio minero los últimos años, sin embargo, para lograr cambios es necesario modificar la ley orgánica constitucional de concesiones de 1982; para ello se requiere aprobación del congreso y actualmente los actores políticos no han tenido como prioridad este tema.

### **2.11.1 Valorización de Propiedades Mineras**

La valorización de Propiedades mineras se puede enfocar en tres tipos principales:

1. **Enfoque de Mercado:** El valor de la propiedad en valorización, se estima a través de comparaciones con valores de transacciones históricas de propiedades con similares características (Jorquera, 2016).
  
2. **Enfoque de Ingresos:** El valor de la propiedad se relaciona con el beneficio económico que se puede obtener de la propiedad a través de los ingresos de los potenciales flujos de caja (Jorquera, 2016). Estimándose un valor a través de la capitalización (VAN). Este enfoque solo se puede utilizar en proyecto desde perfil a factibilidad donde es posible determinar el tipo de explotación de la mina y con ellos los ingresos y egresos del negocio.
  
3. **Enfoque de Costos:** Este método se basa en el principio de contribución de valor y se relaciona con los costos pasados; que han permitido determinado nivel de conocimiento

geológico de la propiedad (Jorquera, 2016). Siendo adecuado su utilización desde la etapa de exploración generativa hasta la avanzada.

El enfoque de costos presenta tres variantes: la primera denominada como “Appraised Value”. La cual tiene como principio básico que una concesión en etapa explorativa “vale al menos los gastos de exploración pasados significativos más los costos futuros garantizados” (Jorquera, 2016). La segunda variante y de similares características a la primera, se denomina como Multiple of Exploration Expenditures (MEE). Donde el valor de la propiedad es determinado también por los gastos de exploración pasado, más los futuros gastos; pero en este caso se aplica un factor relacionado con la prospectividad del área denominado Prospectivity Enhancement Factor (PEM). La tercera variante llamada el método Kilburn o Geo-científico; es un método de ingeniería geológica; que utiliza los gastos de adquisición y mantención de la propiedad minera; denominado como costos básicos de adquisición (CBA) el cual, los multiplica por los puntajes derivados de los 4 factores relevantes correspondientes a: 1) El distrito o barrio de ubicación de la propiedad mineras, 2) El prospecto o “área de interés”, 3) El blanco o área a explorar y 4) las señas geológicas. Obteniéndose con ello el valor de la propiedad minera.

## **2.12 Comunidades**

La minería del cobre en Chile se concentra principalmente desde la VI región hacia el norte. Donde la Gran minería generalmente se encuentra en la Cordillera Andina o en zonas desérticas de la Depresión Intermedia y la pequeña y mediana minería se relaciona principalmente a la Cordillera de la Costa y la Depresión Intermedia; impactando a diversos tipos de comunidades. En las regiones XV y IV principalmente a comunidades indígenas y los recursos de agua y tierras que utilizan para su sustento. En las regiones III y VI a aquellas comunidades relacionadas con el agua, la agricultura, el turismo.

Las comunidades indígenas que se reconocen en el norte de Chile corresponden a Los Aymaras en la XV y I Región, Los Atacameños en la II región, Los collas en la III región y Los diaguitas en la III y IV región (Fig.11B). Estas comunidades se emplazan en importantes sectores de minería y han tenido un mayor protagonismo estos últimos años por dos factores; primero por los cambios políticos que han derivado en la protección de sus derechos a través de la ley indígena (Ley 19.253) en 1993, la ley ambiental (Ley 19.300) de 1994 y luego la aceptación del convenio 169 de la OIT, ratificado en Chile el año 2008. Trayendo como consecuencia a través de la Corporación nacional de desarrollo Indígena (CONADI); la devolución de territorios a las comunidades Aymaras y Atacameños, la entrega de áreas de desarrollo de las comunidades Collas, teniendo en definitiva más poder sobre el territorio. En segundo lugar, por la suerte de ambigüedad en la legislación que por un lado dice proteger los recursos como el agua, los minerales que están en territorio indígena y por otro privilegia otros cuerpos legales que facultan a las mineras a explorar y explotar los minerales a través de concesiones. En tercer lugar, el aumento de la exploración y explotación minera en sectores donde residen estos pueblos. Estas situaciones han generado grandes problemas a la industria minera; aletargando los proyectos y muchas veces deteniéndolos completamente como fue el caso del Proyecto Pascua-Lama y el conflicto con los Diaguitas (Huasco-Altinos) en

la III región. Por otro lado, las empresas mineras no han sabido llevar de buena forma su responsabilidad social con estas comunidades.

**Tabla N° 4.** Características principales de la Propiedad Minera en Chile.

Tipos de Concesiones	Requisitos del solicitante	Derechos del solicitante	Deberes del solicitante	Restricciones de solicitudes	Formato y unidades de medida
<b>Concesión de Exploración (pedimento)</b>	Persona Natural o Jurídica	Realizar estudios y exploraciones libremente para descubrir minerales	Realizar el pago anual de la patente, respetar forma, orientación y cabida para la solicitud de la concesión	Derecho preferente, Zonas concesibles, Condiciones de caducidad	Coordenadas UTM de vértices y Punto Medio o de Interés. Datum PSAD 56 Huso 19S o 18S
<b>Concesión de Explotación (manifestación)</b>	Persona Natural o Jurídica	Abrir y catar la tierra para encontrar minerales, construir las servidumbres necesarias	Realizar el pago anual de la patente, respetar forma, orientación y cabida para la solicitud de la concesión	Derecho preferente, Condiciones de Caducidad, Declarar cuando existan minerales estratégicos como el Torio, Uranio o Litio	Coordenadas UTM de vértices y Punto Medio o de Interés. Datum PSAD 56 Huso 19S o 18S

Tipos de Concesiones	Tamaño máximo y mínimo de solicitud	Tipo de resolución	Tipos de tramitación y organismo involucrados	Tiempo de tramitación	Duración	Tipo de pagos	Patente Anual por hectárea solicitada
<b>Concesión de Exploración (pedimento)</b>	Lado Mínimo :1.000 m Lado Máximo: 15.000 m Superficie Mínima: 100 ha Superficie Máxima : 5.000 ha	Judicial (valor como garantía de inversión)	Juzgado de Letras: Presentaciones de escritos legales Conservador de Minas : Inscripciones Boletín Oficial de Minería: Publicaciones SERNAGEOMIN: Revisión de aspectos técnicos Tesorería General de la República: Pagos de impuestos	6 meses a 1 año	2 años, pudiendo ser prorrogable por dos años más abandonando a lo menos la mitad de la propiedad	1) Tasa fiscal (30 primeros días ) 2) Patente Proporcional (90 primeros días) 3) Patente Anual (En marzo de cada año)	Unidad tributaria mensual /50
<b>Concesión de Explotación (manifestación)</b>	Lado Mínimo :100 m Lado Máximo: 1.000 m Superficie Mínima: 1 ha Superficie Máxima :100 ha Superficie máxima grupo de pertenencias : 1.000 ha	Judicial (valor como garantía de inversión)	Juzgado de Letras: Presentaciones de escritos legales Conservador de Minas : Inscripciones Boletín Oficial de Minería: Publicaciones SERNAGEOMIN: Revisión de aspectos técnicos (Involucra a un perito mensurador)	1 a 2 años	Indefinida mientras se pague la patente anual.	1) Tasa fiscal (30 primeros días ) 2) Patente Proporcional (200-220 primeros días) 3) Patente Anual (En marzo de cada año)	Unidad tributaria mensual /10

Otras comunidades que son afectadas por la minería son las relacionadas a la agricultura de las III y IV regiones, las cuales poseen derechos de aguas de los valles donde están se emplazan. Organizando a través de juntas de vigilancia. Las cuales, en parte, debido a la escasez de agua que presenta en norte de Chile y en parte a la baja calidad de los estudios hidrogeológicos de los valles, han visto mermar fuertemente el recurso hídrico; siendo un férreo obstáculo para el desarrollo minero, pues compiten por el agua. Esto se está solucionando con imposición a las mineras de traer para sus faenas agua de mar.

Finalmente, muchas comunidades principalmente del norte Chico de las III y IV región están privilegiando el turismo, el medio ambiente la astronomía, impidiendo que la minería se instale pues genera cambios en el ambiente que afectan a estas actividades.

## 2.13 Medio Ambiente

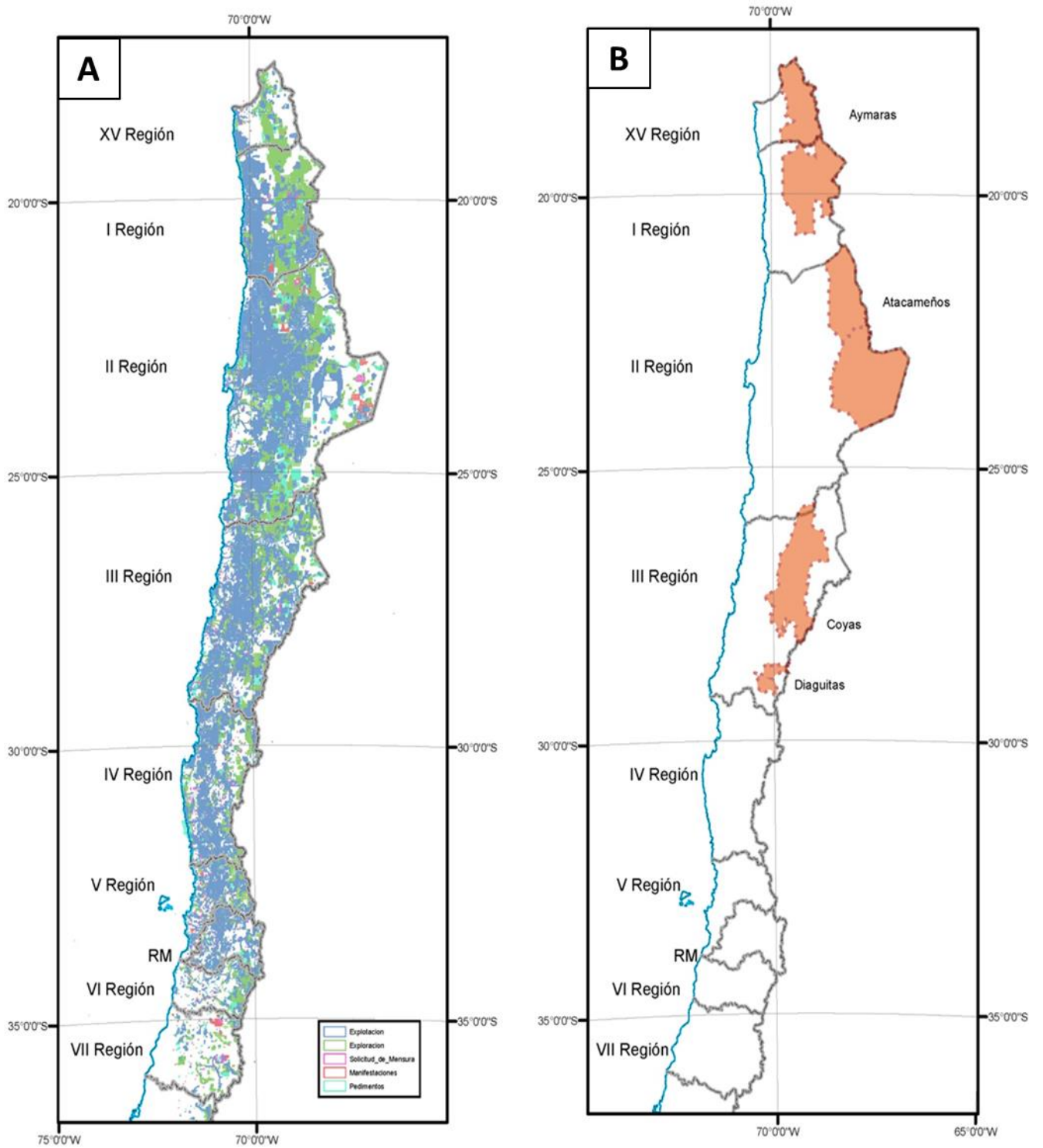
El tema Medio ambiente en Chile como un marco integral de políticas sustentables, tiene vigencia a partir de la aprobación de la ley 19.300 del año 1994. Previo a eso solo se disponía de normativas y leyes aisladas en diferentes cuerpos legales.

La ley 19.300 creada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), establece que cualquier proyecto que sea susceptible de causar impactos ambientales; deberá someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) a través de una Declaración de impacto ambiental (DIA), artículo 10 de la ley; o a través de un estudio de impacto ambiental (EIA) artículo 11 de la ley. Esta última se aplica en el caso que los proyectos enumerados en el artículo 10 generen entre otros riesgos a la población, efectos adversos a los recursos naturales renovables, reasentamiento de poblaciones humanas o cercanías a estas entre otros riesgos.

El año 2010 la ley 19.300 es modificada a través de la aprobación de la ley 20.147, dentro de estas modificaciones se encuentra la eliminación de la CONAMA por su falta de poder y competencia para la aplicación de la ley; creándose el Ministerio del Medio ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental, la Superintendencia del Medio Ambiente y los tribunales ambientales (COCHILCO, 2017).

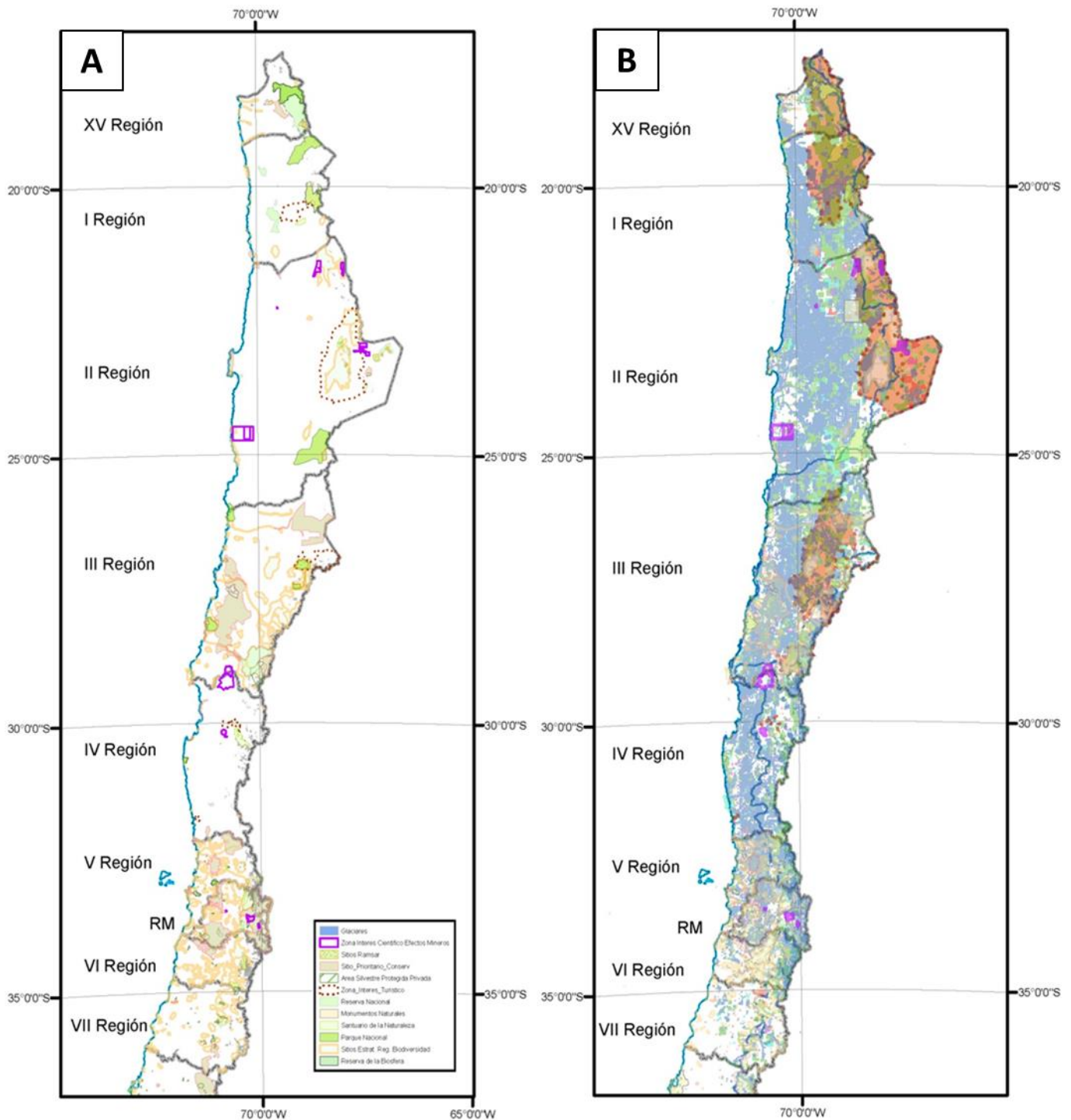
El año 2013 se actualiza el reglamento de la SEIA destacándose la ampliación de la participación ciudadana, permitiendo que todos los ciudadanos puedan participar y no solo los afectados. Además de impedir el fraccionamiento de proyectos sometidos a la SEIA y se reducen los plazos para la aprobación de la DIA y la EIA.

El proceso de evaluación pasa por la admisión, calificación de los servicios competentes entre ellos la dirección general de aguas (DGA), la corporación nacional Forestal (CONAF), Ministerio de Salud, Ministerio de obras públicas (MOP). Las observaciones al proyecto de estas entidades lo hacen a través de un informe consolidado de aclaraciones, rectificación o ampliaciones (ICSARA). Las respuestas de la empresa patrocinante del proyecto luego de responder a este informe y si no hay más observaciones; se continua con el proceso, finalizando con la emisión de un informe consolidado (ICE) y finalmente la resolución de calificación ambiental (RCA), aprueba o rechaza el proyecto. Según datos de COCHILCO (2017) desde el proceso de evaluación hasta la RCA se tardó entre 2011 y 2016 un tiempo de 289 días.



**Fig.11.** A) Mapa de distribución de Propiedad Minera, B) Mapa de distribución de Comunidades Indígenas.





**Fig.12.** A) Mapa de distribución de sectores con protección ambiental y B) Mapa integrado con Propiedad minera-Comunidades Indígenas y sectores con protección ambiental.

Por otro lado, Chile lleva más de 100 años creando y gestionando áreas de protección ambiental entre las que se tienen reservas nacionales, parques nacionales, monumentos naturales, santuarios de la naturaleza, zonas de glaciares entre otros (Fig.12A). Los cuales ocupan al 2011; 14 millones de hectáreas, un 18% de la superficie continental (Sierralta y otros, 2011) siendo administrados

actualmente por el Servicio Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), servicio dependiente de CONAF. De este mapa se destaca como las regiones con mayor cantidad de sitios protegidos la II región y entre la V y VI región.

En resumen, cualquier empresa de exploraciones que quiera hacer trabajos en Chile, debe si o si considerar la escasez de propiedad minera disponible y la ubicación de las comunidades y sitios de protección ambiental, que interrelacionados ocupan gran parte del área entre las regiones XV y VI (Fig.12B), lugares con los mayores potenciales de cobre en Chile.

### **3. ESTRATEGIA DE EXPLORACIONES**

#### **3.1 Introducción**

La estrategia de exploraciones tiene directa relación con la estrategia de crecimiento de la empresa (Fig.1); ya sea expandirse y aumentar su producción en una de sus faenas o buscar su continuidad en el tiempo explorando otras regiones. En ambos casos se requerirá tiempo y bastante; en el primer caso, como la finalidad es aumentar la producción de una mina con un recurso potencial emplazado en sus entornos, al menos se necesitarán un par de años en categorizar el recurso geológico, ya descubierto para llegar a niveles minables y en forma paralela construir la infraestructura para este aumento en la producción. En el segundo caso, ya no se requiere el recurso geológico, necesariamente cerca de las faenas, pudiendo encontrarse en cualquier lugar con potencial en el mundo, lo cual requerirá mayor tiempo de planificación y mayores estudios, apoyados con especialistas de cada país. Esto implica que la estrategia de exploraciones de la empresa minera siempre debe estar en la mente de los ejecutivos; pues cada decisión que no se tome a tiempo, generara mayor riesgo para la sustentabilidad del negocio en el tiempo. Más aun sabiendo que existe una férrea competencia nivel global por los recursos minerales.

Por tanto, el tener éxito no solo depende de cómo enfrentamos la exploración, sino de la estructura del mercado al cual se está enfrentando; en este caso el mercado chileno en el recurso cobre. Donde es necesario tener claro quiénes son nuestros competidores, que ventajas y desventajas presentan, cuáles son sus estrategias y cuál es el grado de competitividad por el recurso minero. También entender cuáles son las barreras de entradas, las barreras de salida, y quienes son los proveedores en este mercado, cual es el rol del gobierno y que poder tienen las comunidades y como se distribuye en el país.

Aun sabiendo que Chile presenta las mayores reservas de cobre del mundo, el acceso al potencial recurso sin descubrir es limitado y solo unos pocos logran el éxito. Cada hallazgo que la empresa de exploraciones tenga; generara mayor producción minera y con ello mayores ganancias, que nuestros competidores no tendrán; pues los recursos mineros son escasos en la corteza terrestre.

Para obtener éxito en la exploración por cobre, una vez observado el mercado; se requiere adaptar o estructurar la empresa para que consiga ventajas competitivas frente a sus competidores. Reconociendo las fortalezas y debilidades propias y de ellos, generando un modelo de negocios sustentable en el tiempo. Reconociendo con claridad el ambiente donde se desarrollará la exploración donde los temas corporativos, organizacionales, técnicos, sociales (internos y externos), políticos, normativos, ambientales y presupuestarios requerirán estrategias.

En los siguientes sub-capítulos se presentan un análisis externo de la estructura del mercado de exploraciones en Chile y de las estrategias que se sugieren para las empresas patrocinante; para el desarrollo de proyectos mineros por cobre en Chile.

## **3.2 Estrategia Corporativa**

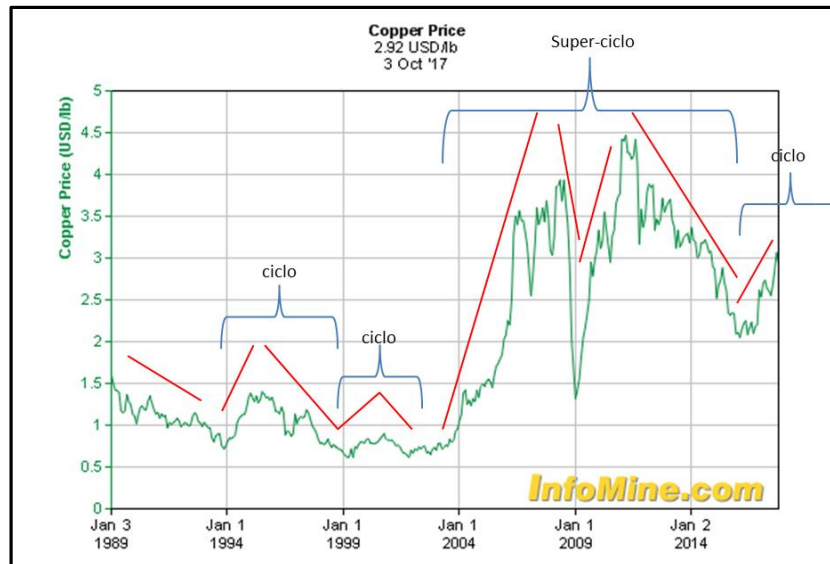
La mayoría de las empresas mineras de exploración cotizan en la bolsa de valores, siendo como se mencionó las más importantes las de Canadá y Australia. El capital invertido por los accionistas es capital de riesgo, siendo las etapas tempranas del negocio minero las de mayor riesgo, pero las que traen la mayor rentabilidad si se logra un descubrimiento. Sin embargo, estos capitales son frecuentemente, transferidos por los accionistas a inversiones de menor riesgo cuando hay una baja en el ciclo del precio del cobre. Generando presiones para que las empresas dejen de invertir en exploraciones. Esta situación trae como consecuencias la paralización de prospectos y proyectos; impidiendo que más zonas sean descartadas como target de seguimiento y que más recursos pasen a reservas en el corto plazo; provocándose con ello un desfase importante para la producción futura; pues cuando el ciclo de precios del cobre esta al alza, aumentando la demanda, no hay una oferta que la compense, pues las empresas no tienen más producción. Por tanto, las empresas mineras requieren que sus líderes tengan la suficiente claridad, que, para mantener la sustentabilidad en el mediano y largo plazo, se requiere mantener presupuestos continuos para su área de innovación y desarrollo; innovación para optimizar la producción y desarrollo relacionado a la exploración de nuevos recursos, reconociéndose que dentro de la empresa minera ambos ítemes corresponden generalmente a costos hundidos (Millán, 1998).

Las empresas mineras de cobre dentro de su estrategia corporativa; deciden qué países presentan las mejores condiciones para la exploración y explotación de este recurso. En el caso de este trabajo se presenta a Chile como un país adecuado para el desarrollo de minería por cobre; debido a corresponder como ya se mencionó, como el país con las mayores reservas de este metal a nivel mundial, además de constituirse como un país estable política, social y económicamente en los últimos 30 años (Fraser Institute, 2016).

### **3.2.1 Análisis del Negocio de Exploración en Chile**

La elasticidad precio de la demanda del cobre es alta, por tanto, a países como Chile; en el cual los costos de producción son rentables, le conviene siempre aumentar su producción. Más aun observando la fuerte tendencia al aumento de la electro-movilidad; la cual provocara un importante

aumento de la demanda de este metal en los próximos años. Esto significa simplemente que la minería seguirá en el futuro, siendo una de las principales industrias de este país, donde la exploración tiene un rol clave, sin embargo, es vital estudiar cual es el mejor modelo de negocios; reconociéndose que la industria del cobre es cíclica (Fig.13), teniendo periodos de altos precios y periodos de bajos precios. Para ello se analizará la actual estructura del mercado de exploraciones, mediante el modelo de competitividad de Porter (1980); el cual permite analizar la industria enfocada en su rentabilidad a través de las cinco fuerzas (Fig.14). Finalmente se analizará las fuerzas del macro ambiente con el rol del gobierno y de las comunidades en el negocio de la exploración.



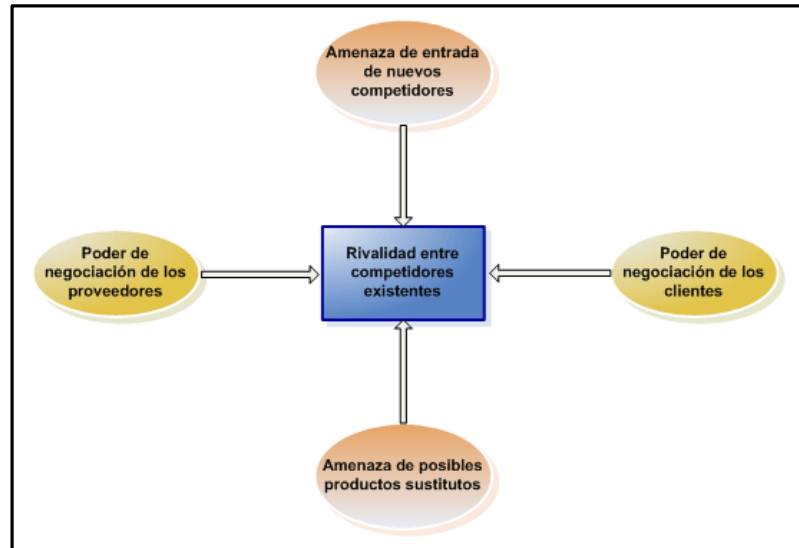
**Fig.13.** Ciclos del precio del Cobre (Infomine, 2017).

### **Amenaza de entrada de nuevos competidores**

Como se mencionó Chile presenta las mayores reservas de cobre del mundo, por lo tanto, es un país muy atractivo para la inversión en la industria minera del cobre, considerando además su estabilidad política- económica y social. Esto debería generar motivaciones para el ingreso potencial de nuevas empresas competidoras en exploraciones a este mercado. Sin embargo, las barreras de entrada son importante entre las cuales se tiene:

- Dificultad para adquirir propiedad minera en lugares con potencial por cobre.
- Dificultad para adquirir información geológica integrada, debido a la falta de regulación por parte de las autoridades mineras. Pues no ha habido sino hasta recién este año; obligación de la entrega de información de exploraciones (Mapas geológicos, base de datos de geoquímica, perfiles geofísicos etc.) por parte de las empresas que exploraron una determinada zona. Lo que con lleva a repetir trabajos y a ralentizar los avances en las exploraciones.
- Adquisición de know how de la geología del país y la forma de hacer exploraciones.

- Adquisición de experiencia en temas comunitarios y medio ambientales.
- Inversión en capitales de riesgo, Para ingresar a este mercado y tener alguna posibilidad de éxito se requiere tener un portafolio de proyectos, para lo cual se requiere una inversión mínima elevada de dinero y tiempo de investigaciones.



**Fig.14.** Las Cinco Fuerzas de Porter (Hernandez,2011).

En el mercado de exploraciones al tratarse de un commodity, no se tiene como barreras de entrada la lealtad al cliente, la ventaja en costos, la diferenciación en el producto, la identificación. Tampoco las economías de escala, por tratarse de exploración y en el caso particular de Chile no se observan como barrera de entrada; restricciones gubernamentales y represalias por parte de los actuales competidores del mercado.

Esta fuerza es cada vez más bajo en Chile, en gran parte debido a la dificultad del ingreso de nuevos competidores, por falta de propiedad minera disponible para exploraciones.

### **Amenaza de posibles productos sustitutos**

El cobre primario o cobre mina compite en diferentes mercados con diferentes productos, En el mercado de la electricidad y térmico el principal competidor es el aluminio y quizás en el futuro cercano sea el grafeno. En el mercado de infraestructura del hogar con los polímeros, en las telecomunicaciones con la fibra óptica. Sin embargo, el comportamiento de la elasticidad precio de la oferta es inelástico en el corto plazo y mediano plazo y tendería a ser elástico en el largo plazo, situación que motivaría al reemplazo de este elemento por otros materiales. Sin embargo, el mundo en la búsqueda de la sustentabilidad; va encaminado hacia la energía limpia, donde la electricidad cumple un rol fundamental y donde el cobre tendera a aumentar aún más su demanda en el mediano y largo plazo; como se dijo por la electro-movilidad y además por los nuevos usos que se están descubriendo de este elemento como es por ejemplo el uso antibacteriano. Por lo tanto,

la amenaza de productos sustitutos no es tan relevante. Pero podría ser en algún momento el cobre secundario derivado de chatarra que se recicla a nivel mundial, pero aún no existe una cantidad importante como para constituir una amenaza.

### **Poder de negociación de los proveedores**

Los proveedores en el mercado de exploraciones corresponden a todas aquellas empresas que generan productos y servicios que permitan obtener información geológica-geoquímica y geofísica de un potencial yacimiento de cobre, entre ellas se tienen a las siguientes:

- 1) Empresas de Servicios geológicos: En Chile existen varias empresas que ofrecen este servicio entre ellas se tiene a IMG, SAMSA, Geológica etc. Los servicios ofrecidos van desde las instalaciones de campamentos, alimentación, mapeos superficiales y de sondajes control de testigos y envío de muestras. El poder de negociación va en Chile en función de los precios de cobre y del oro, siendo más difícil y más caro disponer de estos servicios durante ciclos altos de los precios de estas commodities.
- 2) Empresas de Sondajes: Existen varias empresas entre ellas Perfo-Chile, Boart Longyear, Geotec entre otras. Algunas de ellas reconocidas a nivel mundial, al igual que los servicios el poder de negociación depende de los ciclos de los precios de Cu y Au, siendo más difícil y caro disponer de ellos en ciclos altos.
- 3) Laboratorios Químicos; existen unos cuantos como por ejemplo ALS Chemex, SGS, de muy buen nivel, se llega a acuerdo con ellos a contratos anuales reactivables, es posible negociar precios en todo tiempo, pero debe asegurarse disponibilidad, pues en ciclos altos del cobre su capacidad de respuesta cae.
- 4) Asesorías y estudios de geofísica, descripción de muestras, mediciones de sondajes, descripciones petrográficas, calcográficas, inclusiones fluidas, dataciones de roca. Las alternativas del mercado para estos productos y servicios no son tan variadas, siendo muchas de ellas realizadas por particulares; cuya capacidad de respuesta baja y en ocasiones no reconocida por este negocio.
- 5) Universidades, Se requiere su apoyo para temas de discusión, actualización de la información y conseguir sinergia para los avances en la exploración, es un potencial socio estratégico para la exploración a mediano y largo plazo
- 6) Servicios locales en comunidades para actividades relacionadas con la exploración con son la conducción, toma de muestras, cocina etc. necesario dependiendo de la sensibilidad social de las compañías mineras.

Si bien es cierto existen alternativas en estos productos y servicios; los de calidad reconocida por la industria no son tantos; aumentando los tiempos de respuesta y costos en ciclos altos del precio del cobre. Por lo tanto, el poder de negociación de los proveedores es significativo, siendo evidentemente mejor negociar con ellos en ciclos bajos del cobre.

## **Poder de negociación de los clientes**

En este tipo de negocios los clientes corresponden a los inversionistas de las empresas de exploraciones o a los dueños de estas empresas o las decisiones de sus directorios, siendo su poder de negociación alto y cíclico en función del precio del cobre. A bajos precios tenderán a disminuir los presupuestos de exploración, modificando sus estrategias de negocios, a altos precios tenderán a aumentar los presupuestos de exploraciones y con ello la dinámica y competitividad de la industria.

## **Rivalidad entre competidores existentes**

Esta industria la competencia está dominada por unas cuantas empresas Majors y en áreas dispersas por empresas junior, medianas, estatales y particulares. Entre ellas se tiene:

### **Empresas Majors**

Empresas que poseen alguna faena minera o participación de estas. En Chile se caracterizan por poseer un importante posicionamiento en términos de cantidad de propiedad minera, muchas de ellas en zonas con potencial de cobre. Además de los mayores presupuestos en exploración con un 80,9%. Presentando equipos de exploración tanto a nivel brownfield como greenfield. Principalmente concentradas en las Franjas Paleoceno al Plioceno entre la XV región hasta la VI región. Entre ellas las más importantes considerando sus cantidades de propiedad minera y descubrimientos en los últimos años son:

**CODELCO**, empresa estatal, se considera en este trabajo como Majors. Corresponde a la principal empresa productora de cobre del mundo y la más exitosa en exploración de Chile. Es dueño de grandes minas de tipo pórfido como son las Minas Chuquicamata, Andina y El Teniente, entre otras.

Sus características principales en el negocio de exploraciones son:

- 1) Prospectos y proyectos entre la II y VI región, principalmente relacionada a sus distritos mineros.
- 2) Amplia propiedad minera, principalmente en la segunda región (Tabla N°5) relacionada a la Franja Eoceno-Mioceno
- 3) Gran experiencia en Exploraciones tipo pórfido.
- 4) Exploración dividida en brownfield y greenfield como empresas independientes; denominándose EMSA la empresa de exploración greenfield.
- 5) Utilización de equipos multidisciplinario de apoyo directo como son geoquímicos y geofísicos.
- 6) Generación de modelos predictivos de exploraciones en la unidad de innovación denominada CodelcoTech.

- 7) Uso de nuevas tecnologías como es el Learning Machine
  - 8) Grandes descubrimientos Brownfield como son Toki, Quetena en el distrito de Chuquicamata; La Americana, Cerro Negro en el distrito Rio Blanco-Los Bronces, La Huifa en el distrito El Teniente, pero también Greenfield como por ejemplo Mina Gaby en la II región.
- **Anglo-American**, empresa multinacional que lleva al menos 30 años en la exploración de Chile y que actualmente posee la Mina Rio Blanco, El Soldado y participación en la mina Collahuasi entre sus características en el área de exploraciones se tiene:
    - 1) Prospectos y Proyectos a lo largo de Chile entre las regiones XV y VII. Principalmente en las franjas de pórfidos del Paleoceno hasta el Plioceno.
    - 2) Amplia Propiedad minera concentrada en la II y III regiones en las franjas Paleoceno al Mioceno.
    - 3) Muchos de sus prospectos y proyectos a través de Joint Venture.
    - 4) Su mayor éxito en la exploración es a nivel distrital en Rio Blanco con el descubrimiento de los pórfidos Paloma-Sulfato y San Enrique-Monolito.
    - 5) Equipos de exploración divididos uno dedicado a Greenfield y el otro a Proyectos Brownfield.
    - 6) Utilización de equipos multidisciplinario de apoyo directo como son geoquímicos y geofísicos.
  - **Antofagasta Minerals**, Empresa Nacional que posee las Minas Los Pelambres, El Tesoro y Esperanza entre otras; entre sus principales características de exploración tiene:
    - 1) Proyectos y prospectos en un área distrital definida, como es el caso del distrito Los Pelambres en la cuarta región y Centinela en la II región.
    - 2) Importante presupuesto para exploraciones
    - 3) Gran cantidad de propiedad minera concentrada principalmente en la II región (Tabla N°5) en las franjas Paleoceno al Mioceno.
    - 4) Importante equipo de Geólogos experimentados en sistemas tipo pórfido.
    - 5) Reconocimiento de sus líderes de la importancia estratégica de la exploración; de alguna forma su éxito nace de esta estrategia.
    - 6) Éxitos en la exploración brownfield en los últimos años por ejemplo el proyecto Frontera en el distrito de Pelambres y Esperanza Sur en el distrito Centinela.
    - 7) Ocupan dos empresas para explorar una para trabajos brownfield y otra para exploración greenfield.
    - 8) Utilizan en ocasiones el sistema de Joint Venture, pero en exploración greenfield.



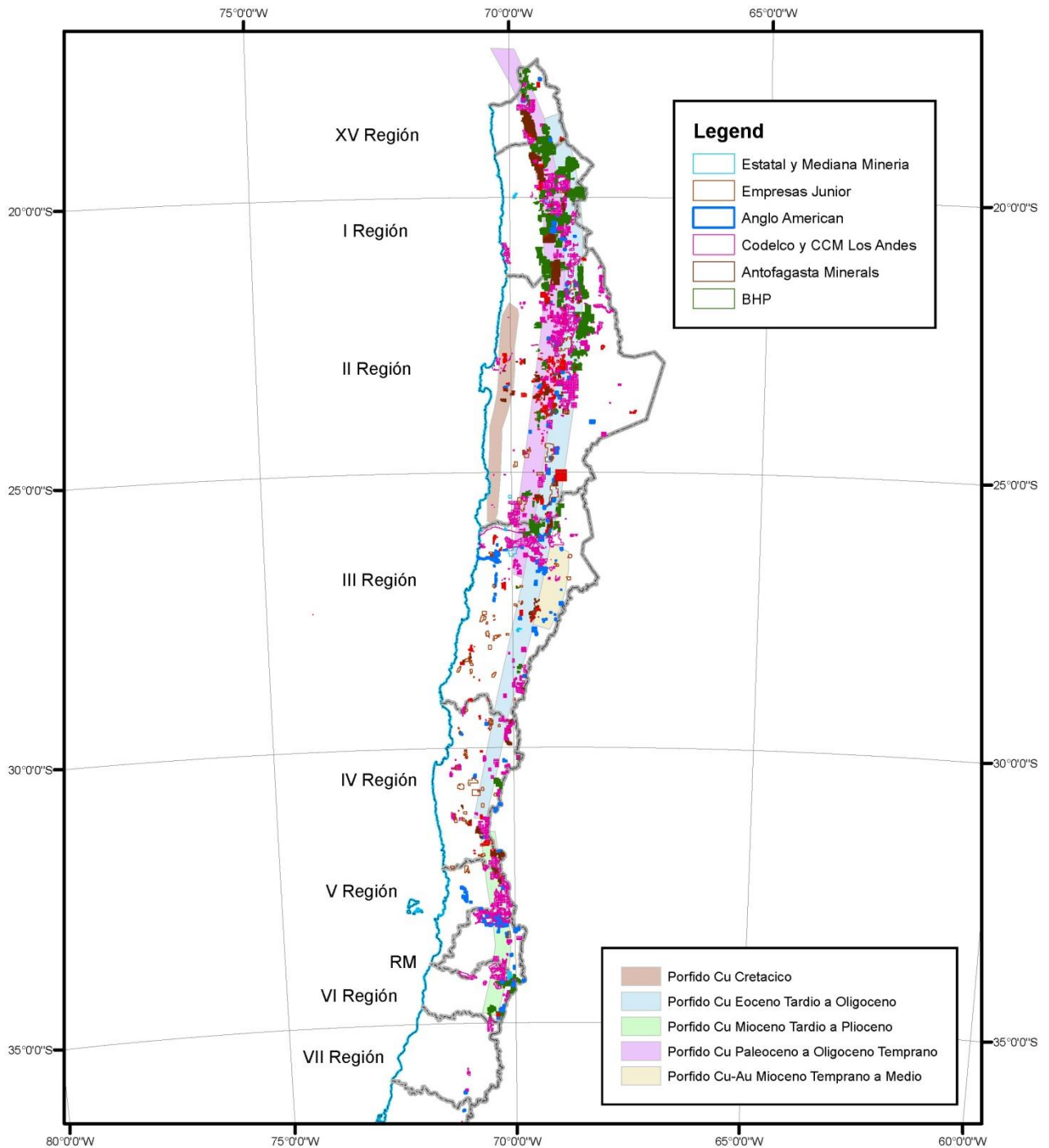
- **BHP** Empresa multinacional que posee en Chile La Mina Escondida y Spence en la segunda región y la mina Cerro Colorado en la primera región. En exploración se caracterizan por:
  - Prospectos y proyectos en muchos sectores de Chile
  - Mayores éxitos en exploración Brownfield en el distrito de la Mina Escondida con Pampa Escondida y Escondida Norte.
  - Propiedad minera amplia, concentrada preferentemente en la I y II regiones (Tabla N°5 en las franjas paleoceno al Mioceno).

**Tabla N°5.** Total de concesiones de exploración y explotación de empresas Majors

REGION	CODELCO (Has)	Angloamerican (Has)	Antofagasta Minerals	BHP	Total (has)
I	372931	25409	210669	888617	<b>1.497.626</b>
II	952803	83533	408934	651504	<b>2.096.774</b>
III	283061	71285	72983	155417	<b>582.746</b>
IV	246439	16300	107962	53700	<b>424.401</b>
V	196233	14160	29100	3800	<b>243.293</b>
VI	82165	10930	4300	89500	<b>186.895</b>
VII	23900	2200	0	0	<b>26.100</b>
VIII	13900	800	0	0	<b>14.700</b>
IX	0	0	0	0	<b>0</b>
X	0	0	0	0	<b>0</b>
XI	0	0	0	0	<b>0</b>
XII	0	0	0	0	<b>0</b>
XIII	86909	48364	0	12600	<b>147.873</b>
XIV	0	0	0	0	<b>0</b>
XV	75900	7482	111836	169300	<b>364.518</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.334.241</b>	<b>280.463</b>	<b>945.784</b>	<b>2.024.438</b>	<b>5.584.926</b>

### **Empresas Juniors:**

Este tipo de empresas se caracteriza principalmente por la exploración de cobre, en menor medida oro, hierro y plata. De las 110 empresas catastradas por COCHILCO (2016), al menos 75 corresponde a empresas Junior; las cuales gastaron a 2016 un 7,8% del presupuesto total de exploraciones utilizado en Chile.



**Fig.15.** Mapa de distribución de Propiedad Minera de empresas Majors-Junior-Mediana y Estatales. Las Majors en función de su propiedad minera; Los juniors en función de la cantidad de proyectos por Cu y las Medianas y Estatales que presentan Proyectos por Cobre.

La exploración de estas empresas está enfocada principalmente en yacimiento tipo pórfido y en menor medida IOCG en la III y IV regiones en la Franja del Cretácico Inferior; la mayoría corresponde a empresas australiana; destacándose Revelo Resources como la empresa que más proyectos de cobre tiene actualmente en Chile, con un total de 17 (Tabla N°6).

**Tabla N°6.** Empresas Junior con más de 4 proyectos en Chile (COCHILCO, 2016).

Nombre de la Empresa	Pais de Origen	Fuente de Financiamiento	N° Proyectos	Mineral Principal	Mineral Secundario	Tipo de yacimiento	Franja Metalogénica	Region	Etapas de exploración
Asset Chile ( FIP Exploraciones)	Chile	FIP	6	Cu	(Mo)	Pórfido_S/I	S/I, Cretácico Inferior	II-IV	Generativa-(seguimiento)
Castillo Copper	Australia	ASX	4	Cu	(Au)	Pórfido-(Estratoligado)	Cretácico Inferior-Plioceno	III-V	Generativa-(seguimiento)
Chilean Metals Exploration Ltd	Canada	TVX	7	Cu	Au-Fe-(Mo-Ag)	IOCG-Pórfido	Cretácico Inferior-(Paleoceno-Oligoceno)	III-(I)	Generativa-(seguimiento-Avanzada)
Condor Blanco Mines	Australia	ASX	5	Cu	Au-(Mo)	IOCG-Pórfido	Cretácico Inferior-(Mioceno)	III	Seguimiento
Helix Resources	Australia	ASX	5	Cu	Au-Mo	Pórfido-(Veta)	Cretácico Inferior-(Paleoceno-Eoceno)	IV	Generativa-(Seguimiento-Avanzada)
Hot Chili	Australia	ASX	4	Cu	(Au-Mo-U-Co-REE)	IOCG	Cretácico Inferior	III-(IV)	Generativa-Avanzada
Metminco	Australia	ASX	5	Cu	(Au-Ag-Mo)	Pórfido-(Estratoligado)	Eoceno-Oligoceno,S/I	IV-(XV-II)	Generativa-(Avanzada)
Minería Activa	Chile	FIP	5	Cu	Au-Fe-Mo	IOCG-Pórfido	Cretácico Inferior-Mioceno-Plioceno	II-IV-Metropolitana	Generativa-seguimiento-(Avanzada)
NGEx Resources	Canada	TVX	4	Cu	Au-Mo	Pórfido	Mioceno	III-IV	Seguimiento-(Generativa-Avanzada)
Oro Verde	Australia	ASX	4	Cu	(Au-Fe)	Pórfido-(IOCG-Brechas)	Cretácico Inferior-Eoceno	II-(III)	Generativa-seguimiento
Redhill Magallanes	Australia			Cu	(Au-Ag-Zn)	S/I-Vetiforme	S/I	XII	Generativa-(Seguimiento)
Revelo Resources	Australia	ASX	17	Cu	Au-Mo-Ag-Zn-(U-Fe)	Pórfido-(Vetas-Brecha-IOCG)	Eoceno-Oligoceno-(Cretácico Inferior-Paleoceno-Eoceno)	II-(I-III-IV-V)	Generativa-seguimiento
Southern Hemisphere	Australia	ASX	8	Cu	Au-Mo	Pórfido-(Skarn-S/I)	Crétacio Inferior-(Eoceno-Mioceno)	IV-(II-VIII)	Seguimiento-(Generativa-Avanzada)

## Empresas Medianas y Estatales

Según el catastro 2016 de COCHILCO se contabilizaron 17 empresas de tipo mediana, lo que constituye el 15,5% de las empresas catastradas y las empresas estatales correspondieron a 4, constituyendo un 3,6% del total (se excluye CODELCO). Entre las empresas Medianas dedicadas a la exploración de cobre se destacan Capstone Mining, Pucobre y Minera Talcuna (Tabla N°7), explorando yacimiento tipo IOCG la primera, IOCG y pórfidos la segunda y vetas la tercera. Todas en la Franja del Cretácico inferior.

Este análisis de los competidores muestra que las empresas Majors, han generado una gran barrera de entrada al negocio de la exploración en Chile; al adquirir y concentrar importantes propiedades mineras, en las Franjas Paleoceno al Plioceno, dejando poco espacio para emprendimiento de otras Majors y de las empresas Juniors, Medianas y Estatales; relegando a estas últimas tres; a explorar franjas Metalogenéticas como la Cretácico Inferior, de potencial de menor en cuanto a recursos de cobre.

Esta concentración de propiedad minera con potencial de sistemas porfídicos de cobre, en unas pocas empresas, de gran poder económico y con una estrategia organizacional similar en exploraciones, hacen que la rivalidad entre competidores sea media alta, independiente de la etapa del ciclo minero, más aún si consideramos que las barreras de salida, como son:

- los compromisos sociales y ambientales adquiridos durante la exploración, relacionado al cierre de proyectos.
- Dificultad para vender sus activos, tales como la propiedad minera y a la información obtenida en ellas a través de la exploración.

En la tabla N°8 se cuantifica el poder de cada una de las cinco fuerzas de Porter Para el negocio de exploraciones en Chile. Donde se puede observar que en ciclo de precios del cobre bajo tiende a ser un negocio más rentable que en ciclos de precios del cobre altos.

**Tabla N°7.** Empresas Medianas y Estatales con proyectos en Chile (COCHILCO, 2016).

Nombre de la Empresa	Pais de Origen	Fuente de Financiamiento	N° Proyectos	Mineral Principal	Mineral Secundario	Tipo de yacimiento	Franja Metalogénetica	Region	Etapa de exploración
Capstone Mining	Canadá	TVX	2	Cu	Fe-Au	IOCG	Crétacico Inferior	II-III	Avanzada-Seguimiento
Enami	Chile	Gobierno	8	Cu	Ag-Au-Fe-Mo	S/I-Skarn-IOCG-Estratoligado	Crétacico Inferior-(Eoceno-Plioceno-S/I)	III-(IV-Metropolitana-S/I)	Seguimiento-(S/I-Generativa)
Minera Talcuna	Chile	Privado	5	Cu	Ag-Mn-Au	Vetiforme	Crétacico Inferior	IV	Generativa-(Seguimiento-Avanzada)
Pucobre	Chile	Privado	2	Cu		IOCG-Pórfido	Crétacico Inferior	II-IV	Avanzada

## Macroambiente

### Gobierno

Es una fuerza que regula, impulsa el desarrollo del país; como se mencionó desde la década de los 80´se ha buscado fuertemente retomar las confianzas de los empresarios mineros; para la exploración y explotación de minas, dando garantías sobre la mantención de las propiedades mineras, esta situación trajo consigo innumerables empresas que han permitido el fuerte desarrollo actual de la minería en el país. Sin embargo, el rol que desarrollan los gobiernos de turnos han impactado en las confianzas de los inversionistas sobre todo los cambios a la legislación tributaria, judicialización de proyectos por temas comunitarios y medio ambientales y la carencia de cambios en temas de propiedad minera.

**Tabla N°8.** Cuantificación de las cinco fuerzas de Porter para el negocio de exploraciones en Chile.

Fuerza	Grado Ciclo precio del cobre Etapa descendente	Grado Ciclo precio del cobre Etapa Ascendente
	Amenaza de entrada de nuevos competidores	Bajo
<b>Medio-Bajo</b>		<b>Medio-Bajo</b>
Medio-Alto		Medio-Alto
Alto		Alto
Amenaza de posibles productos sustitutos	Bajo	Bajo
	<b>Medio-Bajo</b>	Medio-Bajo
	Medio-Alto	<b>Medio-Alto</b>
	Alto	Alto
Poder de negociación de los proveedores	Bajo	Bajo
	<b>Medio-Bajo</b>	Medio-Bajo
	Medio-Alto	<b>Medio-Alto</b>
	Alto	Alto
Poder de negociacion de los clientes	Bajo	Bajo
	<b>Medio-Bajo</b>	Medio-Bajo
	<b>Medio-Alto</b>	<b>Medio-Alto</b>
	Alto	Alto
Rivalidad entre competidores existentes	Bajo	Bajo
	<b>Medio-Bajo</b>	Medio-Bajo
	Medio-Alto	<b>Medio-Alto</b>
	Alto	Alto

## Comunidades

Un factor que quizás no se de en todas las industrias, al menos con tanta fuerza es el rol que tienen cada vez más fuerte las comunidades sobre este mercado. Al hablar de comunidades se refiere entre otras a los pueblos originarios, comunidades agrícolas, juntas de vigilancia de aguas y los actores políticos elegidos por las ciudades y pueblos cercanos a los lugares con potencial minero. En Chile se observa que hay sectores donde prácticamente es imposible realizar algún trabajo relacionado a la exploración; como son las comunidades Aymaras cercanas a Putre, Las comunidades Diaguitas, Huasco-altinas al interior del Valle del Tránsito en la III región; la junta de vigilancia del agua en el Valle del Rio Limarí en la IV región. La alcaldía de la comuna de San Clemente en la VII región etc. En otras hay que realizar largas negociaciones como es el caso de la comunidad Colla en la III región; o los dueños de las propiedades superficiales aledañas a los prospectos y proyectos los cuales impiden el paso a los exploradores.

Las comunidades son un factor determinante en la estrategia de exploración de Chile, requiere mucha sensibilización poder lograr un acercamiento, que muestre un verdadero interés de las empresas por las comunidades que están siendo impactadas. Pues la historia muestra como las mineras no han actuado bien. No solo, no dejando que estos actores tengan real parte de los beneficios de la actividad minera, sino con directo daño a las comunidades donde están emplazadas

estas minas; como ejemplo se tiene los grandes derrames de relaves que impactaron el valle de Chañaral aun hasta las playas de esta ciudad; por parte de CODELCO, División El Salvador. El uso del agua del altiplano de las III región al norte, donde las grandes mineras han afectado fuertemente la vida, no solo de las comunidades sino del medio ambiente. Por otro lado, las promesas sin cumplir o realizar actividades sin la consulta ciudadana respectiva. Es claro ver que las iniciativas de responsabilidad social externa (RSE) han sido forzada, pues al menos en Chile sin ley no hay cambios. Estas situaciones crean en muchas comunidades un natural rechazo a las compañías mineras; constituyéndose una fuerza dentro del mercado que debe si o si considerarse seriamente.

En resumen, el análisis de las 5 fuerzas de Porter y el macro-ambiente, muestran que Chile, no presenta condiciones restringidas para el desarrollo de nuevos actores en el mercado de la Exploración por cobre; a lo menos en las zonas con mayor potencial. Siendo el gran escollo como ya se mencionó la concentración de propiedad minera por las Majors y a su vez la falta de intenciones de los gobiernos de Chile, de modificar la legislación a este respecto. También se destaca de este análisis que la rentabilidad de este negocio es mejor en tiempo de precios bajos del cobre. Además, que es totalmente necesario para explorar chile, tener un conocimiento adecuado de la distribución de los tipos de comunidades, reconociendo que, sin el apoyo de ellos, es prácticamente inviable la minería en este país.

### **3.2.2 Modelo de Negocios de Exploraciones**

Considerando la revisión de los antecedentes y el análisis realizado de la exploración minera en Chile; se propone un modelo de negocios de exploraciones para Chile. Representado a través de la metodología CANVAS (Osterwalder y Pigneur,2011). Se aplicará esta metodología, pues presenta en forma clara, simple integral, sistémica y en un solo vistazo los elementos centrales de la estructura de cualquier modelo de negocios. Ha sido utilizada ampliamente en la generación de modelos de negocios en el mundo, entre otras empresas a sido utilizado por IBM, Ericsson, Delloite (Osterwalder y Pigneur,2011).

Los elementos centrales o módulos básicos que muestran la estructura de un modelo de negocio son:

- 1) Segmentos de Mercado
- 2) Propuesta de Valor
- 3) Canales de distribución
- 4) Relación con los clientes
- 5) Fuentes de ingresos
- 6) Recursos clave
- 7) Actividades clave
- 8) Asociaciones clave
- 9) Estructura de costos

Considerando estos elementos se propone como propuesta de valor para la empresa patrocinante; el descubrimiento o adquisición de un depósito de cobre con 75 Mt @1,0% o 150 Mt @0,5% Cu; en un plazo de 5 años (Tabla N°9). Donde la definición de zonas que cumplan con este objetivo;

consideran como actividades claves la definición de los sitios donde podría encontrarse este potencial en sistemas tipo pórfido, independiente de si la propiedad minera tenga dueño o no; la valorización de la propiedad minera en función de atributos geológicos y la etapa de exploración geológica que se encuentra; las negociaciones con los dueños de la propiedad minera; el involucramiento temprano con todos los stakeholders y la intensiva actividad de terreno; reportada a través de informes tipo ejecutivo para lograr un mayor avance en la exploración en función del escaso tiempo del objetivo. Para ello es clave lograr algún Joint Venture con empresas Majors, debido a su posicionamiento en propiedad minera en los lugares de interés, así como llegar a negociaciones solidas con las comunidades con un mínimo impacto ambiental; donde el apoyo de las universidades es clave para la búsqueda de nuevas ideas que permitan alcanzar la propuesta de valor. Comunicando en forma fluida al ente patrocinante de los avances experimentados con datos concretos y cuantificables y de esta forma disponer de los recursos presupuestarios y técnicos, necesarios para lograr el objetivo

Para la implementación de este modelo de negocios se debe tener un Gerente de exploraciones que tenga claro el objetivo corporativo, y que se caracteriza por su alto nivel técnico y sus dotes de liderazgo, conocedor de Chile, de su idioma, cultura y por sobre todo de sus características geológicas principales. Este líder será el encargado de generar las estrategias; organizacional y social; las técnicas y tácticas, y el presupuesto necesario para emprender con éxito esta empresa.

**Tabla N° 9.** Modelo de Negocio en método CANVAS

Relaciones Clave	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Relaciones con los clientes	Mercado Meta-Clientes
* Joint Venture con empresas experimentadas en la Exploracion en los sectores definidos	* Búsqueda de zonas dentro de Chile que tengan el potencial objetivo.	* Descubrimiento o adquisicion de Deposito de Cobre con recursos de*75 Mt@1,0% Cu o 150 Mt@0,5% Cu	* Asistencia Personal de los ejecutivos de la empresa a reuniones dos veces por año con el ente patrocinante	Empresa Mandante
* Estrecha relacion con las comunidades	Valorizacion de propiedad minera con atributos geologicos, comunitarios y medio ambientales			
* Relacion con universidades y centros de innovacion en Chile, Australia y Canada	*Negociaciones con dueños de los proyectos y adquisicion de propiedad minera.			
* Outsourcing con terceros para valorizacion de propiedades mineras claves	* Caracterizaciones geologicas y geoquimicas intensivas y generacion de Informes tipo ejecutivo.			
	* Involucramiento temprano y concreto con stakeholders en los sectores de real interes.			
	*Uso del Big-Data y el Machine Learning			
Recursos Claves		Canales de Distribución		
*personal geologico y legal experimentado en sistemas con cobre, con alta capacidad creativa y buen * Asesores geológicos, geoquímicos,geofísicos y geomorfológicos * Programas computacionales con codificacion, que permita una rapida generacion de bases de datos * Soporte economico suficiente		Reuniones presencial Reuniones via internet Correos electronicos semanales		
Estructura de Costos		Flujo de Ingresos		
Negocio basado en la creacion de valor  * Costos Fijos  : Sueldos staff permanente;arriendos;mantencion de propiedad Minera  * Costos Variables:  Dependiendo de la etapa de exploraciones: Analisis Quimicos, petrograficos, geofisica, sondajes;Transporte;construccion de obras para la exploración		No aplica		

### 3.3 Estrategia Organizacional

La empresa deberá presentar una estructura dinámica y flexible, pues mucho de su movimiento organizacional depende de su recurso clave; el personal. Si bien es cierto se debe contar con un presupuesto mínimo para tener alguna oportunidad de éxito, este no será tal, sino dispone de un equipo de trabajo comprometido y capacitado técnicamente en función del estilo de yacimiento que se esté explorando, donde la gran habilidad requerida es la creatividad; siendo solo posible desarrollarla en un personal conocedor de la geología con experiencias de campo comprobada, siendo fundamental conocer las minas y proyectos más representativas en este caso; del tipo pórfido cuprífero como lo son las minas El Teniente; Andina, Los Bronces, Los Pelambres, Escondida entre otros. Complementariamente es necesario tener personal en propiedad minera, con un buen manejo en la adquisición, control y supervisión de propiedades mineras propias como de terceros; que puedan ser del interés de la empresa. Además de esto también es necesario tener al menos una persona dedicada a temas comunitarios y medioambientales; que permita el acceso expedito de los geólogos a la caracterización de campo. También a modo de apoyo es necesaria la asesoría periódica de expertos con el objetivo de ayudar a la toma de las decisiones tanto geológicas, logísticas como las relacionadas con la sociedad que será impactada de alguna forma con la actividad explorativa.

La cantidad de personal en una empresa mediana de exploraciones no debería superar a las 9 personas incluyendo al gerente (Tabla N°10).

**Tabla N°10** Personal Sugerido para una Empresa de Exploraciones

Personal	Profesión	Años de experiencia	Actividad Clave
Gerente de Exploraciones	Geólogo	10	Dirección-administración-liderazgo-
Geólogo Senior	Geólogo	10	Estrategia operacional, asesor de exploraciones en terreno
Geólogo Junior	Geólogo	>2	Ejecución de estrategias en terreno, informes
Geólogo Junior	Geólogo	>2	Ejecución de estrategias en terreno, informes
Encargado de Propiedad Minera	Abogado	5	Cuidado y mantención de Propiedad Minera
Encargado de Temas comunitarios y medio ambientales	Abogado	10	Cuidado y Mantención de Temas comunitarios y medio-ambientales
Analista de Bases de datos y dibujante	Cartógrafo-Geógrafo	>2	Preparación de bases de datos y generación
Secretaría-administrativa	Secretaría Bilingüe	>2	Apoyo a Gerente y al contador, también al
Contabilidad	Contador-ingeniero comercial	>5	Administración-Contabilidad

Para el éxito de la estrategia organizacional es fundamental evitar la rotación del personal. Hay que mostrar al trabajador que puede hacer una carrera en la empresa y que es parte del equipo, que sienta que se encuentra arriba de la pirámide de Maslow (1943); donde la Responsabilidad Social Interna (RSI) es tan importante como la Responsabilidad Social Externa (RSE) reconociendo el rol de la empresa como un ciudadano corporativo (Majluf, 2011). Un trabajador motivado e involucrado, es totalmente necesario para el éxito organizacional, lográndose con esto mantener o aumentar la productividad del personal. También es importante tener una flexibilidad jerárquica;



buscándose un sistema más horizontal; que permita mayor intercomunicación entre los diferentes integrantes del equipo; buscando generar buenos calces entre el personal de campo y el de la oficina y obtener ventajas competitivas (Porter, 1996). Es común ver en la industria fuertes errores en el geólogo de terreno y el geólogo modelador entre el geólogo de campo y el geólogo geoquímico o geofísico, generándose vacíos de información y malas interpretaciones que escalan al negocio completo dejando muchas pérdidas para las compañías. Evitables si existe un buen calce en el traspaso de la información.

El liderazgo debe ser claro, por parte de la gerencia, donde el personal es capaz de ver en su líder a una persona entusiasta, rápida en sus decisiones, que genere confianza, conocedora de su trabajo, involucrante, proactivo con buena comunicación con el personal y con las otras gerencias u empresas asociadas en el caso de ser un holding; que sepa dar estímulos y reprensiones que muestre con claridad el objetivo de la empresa y como avanzamos hacia él. Sino conoce la geología debe ser asesorado en forma constante por un experto. Debe conocer la cultura del país y cómo funciona, siendo imprescindible la comunicación fluida en el idioma español. Aun cuando el inglés es el idioma de las exploraciones a nivel mundial, en Chile es preferible comunicarse en español; pues no muchos profesionales se manejan con soltura en inglés, considerándose que la mayoría de las empresas de exploraciones son extranjeras. En cuanto a temas culturales es necesario conocer que el chileno entiende de la jerarquía; sin embargo, es individualista, sin tendencias claras al trabajo en equipo (Majluf, 2011), siendo inflexible si la tarea a ejecutar escapa al marco contractual.

La empresa de exploraciones requiere flexibilidad y una estructura dinámica, pues el trabajo a realizar siempre demanda riesgos y desafíos distintos, muchas veces desconocidos en las primeras etapas de la exploración. En la cual el personal no tiene un turno claro, siendo muchos los días de terreno, pues aún hay lugares que solo se puede llegar a caballo o en helicóptero, pero esta última alternativa no siempre es viable económicamente. También requiere personal flexible cuando se inicia una campaña de sondajes, pues los geólogos deben estar atentos las 24 horas a la operación mientras dura su turno.

La estrategia organizacional tiene que ser capaz de ver el negocio como un todo, debe ser bien formulada e implementada; por tanto, todo el personal debe entender cuál es el objetivo de la empresa y cuál es la estrategia para lograrlo. Siendo capaz de entender que la exploración es la primera parte del negocio minero y cualquier actividad realizada en terreno debe hacerse siempre considerando, respetando e involucrando a las comunidades; intentando causar el mínimo impacto en el medio ambiente. Generando un campo fértil para el personal minero que ingrese en las diferentes etapas de exploración y explotación si hubiese un éxito; logrando un producto que a pesar de ser un commodities, se le dé un valor agregado, reconocible y relacionado al positivo impacto que tuvo su extracción, procesamiento y transporte en la gente y el medio ambiente.

Finalmente, dentro de la estrategia organizacional y el modelo de negocios es preciso siempre mostrar la empresa patrocinante como se están gastando los recursos y que avances concretos se obtienen año a año, el cómo avanzamos; pues aun una exploración no exitosa es un avance en la búsqueda de nuevos recursos, pues descarta zonas y aumenta el conocimiento de un determinado lugar. Estas comunicaciones deben hacerse más allá de un nivel técnico-geológico, deben ser entendidas con claridad y en lo posible en forma numérica, siendo frecuente ver interactuar a los

geólogos con la empresa patrocinante o los inversionistas con la frase “no hay potencial”, sin dar un significado claro de ello.

### **3.4 Estrategia Social**

Las empresas de exploraciones en los últimos años han tenido bastantes trabas para ingresar a los lugares con potencial. Básicamente por las malas prácticas de los exploradores del pasado y también por la concientización cada vez más intensa de la población de sus derechos sobre sus territorios; el cuidado del agua y la cultura local. Las empresas solo hasta hace unas pocas décadas atrás, dejaban poco y nada de valor a las sociedades en las cuales hacían minería y luego se iban, sin generar ninguna mitigación ambiental sobre sus pasivos mineros. Las grandes empresas han entendido esto y para cada lugar a explorar tienen un equipo para la búsqueda de la licencia social y de esta forma, pueda ingresar el grupo explorador a hacer su trabajo. A veces las negociaciones son rápidas y fáciles, en otras complejas; debido a que se debe buscar la venia de un grupo ya sea a través de un presidente de la comunidad; de junta de vigilancia o una sucesión de hermanos. Aletargando por mucho tiempo un avanza en la exploración.

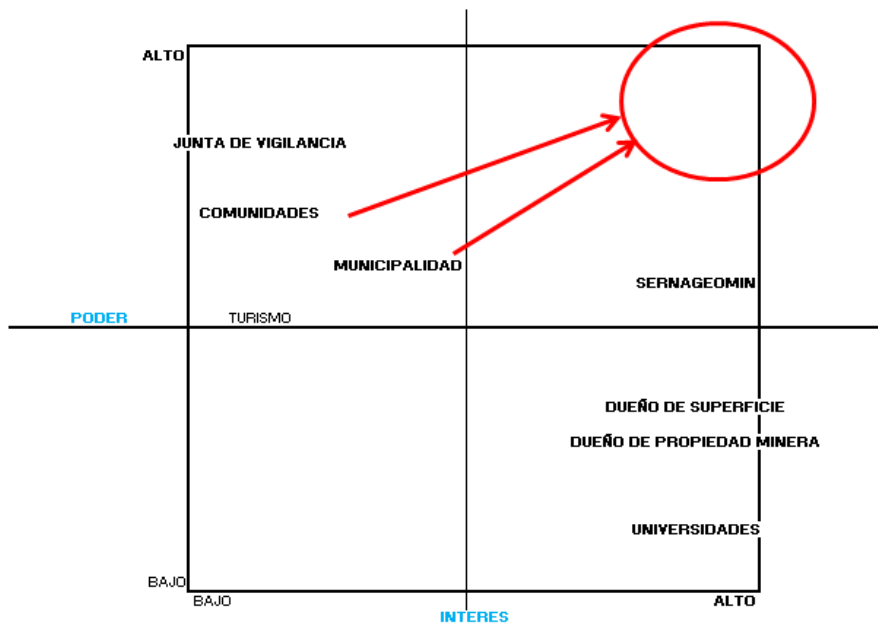
Por tanto, para una exploración exitosa se requiere tener claro y tempranamente cómo está configurada la demografía local, quienes son las personas influyentes dentro de las comunidades; donde están las más conflictivas, cuáles son sus necesidades; y de esta forma generar estrategias sociales efectivas, para el inicio de la exploración. Pues lo peor es desconocer a los dueños de un lugar y llegar y entrar; quizás la primera vez fue posible, pero con certeza tendrá un costo social en las futuras negociaciones de prosperar la exploración. Para lograr esto se propone la generación de mapas de sensibilidad comunitaria en función de su cercanía y/o lejanía con la actividad minera. Para así buscar proyectos donde sea viable obtener la aprobación de las comunidades y dejar aquellos donde claramente no se podrá hacer exploración minera.

Una vez generado estos mapas de sensibilidad, se identifica a los stakeholders principales de la zona. Sondeando su grado de interés por la minería y su grado de poder en la toma de decisiones. En la tabla N° 11 se presenta los stakeholders principales de muchos sectores de la III y IV región; A algunos no les interesa la minería, para otros puede ser si o puede ser no y a otros definitivamente si, generalmente estos últimos tiene alguna ganancia directa. Al realizar este ejercicio y al colocarlo en un diagrama de empoderamiento (Fig.16), se puede identificar que stakeholders son claves para el desarrollo de la exploración minera y cuál es su grado de poder. En el ejemplo se observa que si se empoderada o a las municipalidades o a las comunidades se logra un mayor equilibrio de fuerzas con respecto a las juntas de vigilancia. Este empoderamiento básicamente significa que más actores de poder se sientan beneficiados con la actividad y de esta forma obtener la licencia social para explorar.

En resumen, la exploración y la actividad minera en general; debe ser siempre inclusiva, involucrante, pues entre más stakeholders se vean beneficiados; mayor será el éxito del negocio minero y de mejor forma será vista esta actividad por una sociedad; que en estos tiempos está en la búsqueda de la sustentabilidad.

**Tabla N°11.** Stakeholders Principales de las Regiones III y IV y su actitud hacia la Minería.

ACTORES	NO	Tal vez	SI
DUEÑO DE PROPIEDAD SUPERFICIAL			1
DUEÑO DE PROPIEDAD MINERA			1
COMUNIDADES INDIGENAS	1		?
JUNTAS DE VIGILANCIA DE	1		?
TURISMO	1		1
MUNICIPALIDAD		1	
SERNAGEOMIN			1
UNIVERSIDADES		1	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>



**Fig.16.** Diagrama Poder-Interés para Stakeholders de Exploración.

### 3.5 Estrategia Geológica

La empresa aparte de tener personal preparado para el objetivo de descubrimiento debe aportar las técnicas y las tácticas que se utilizarán para ello. A través de una rigurosa planificación; considerando a partir de los antecedentes expuestos, que franjas Metalogénicas presentan yacimientos que cumplen con el objetivo y luego cuáles de ellas; representan menores riesgos de tipo social y ambiental; revisando los mapas previamente generados de sensibilidad comunitaria y la distribución de las zonas con protección ambiental.

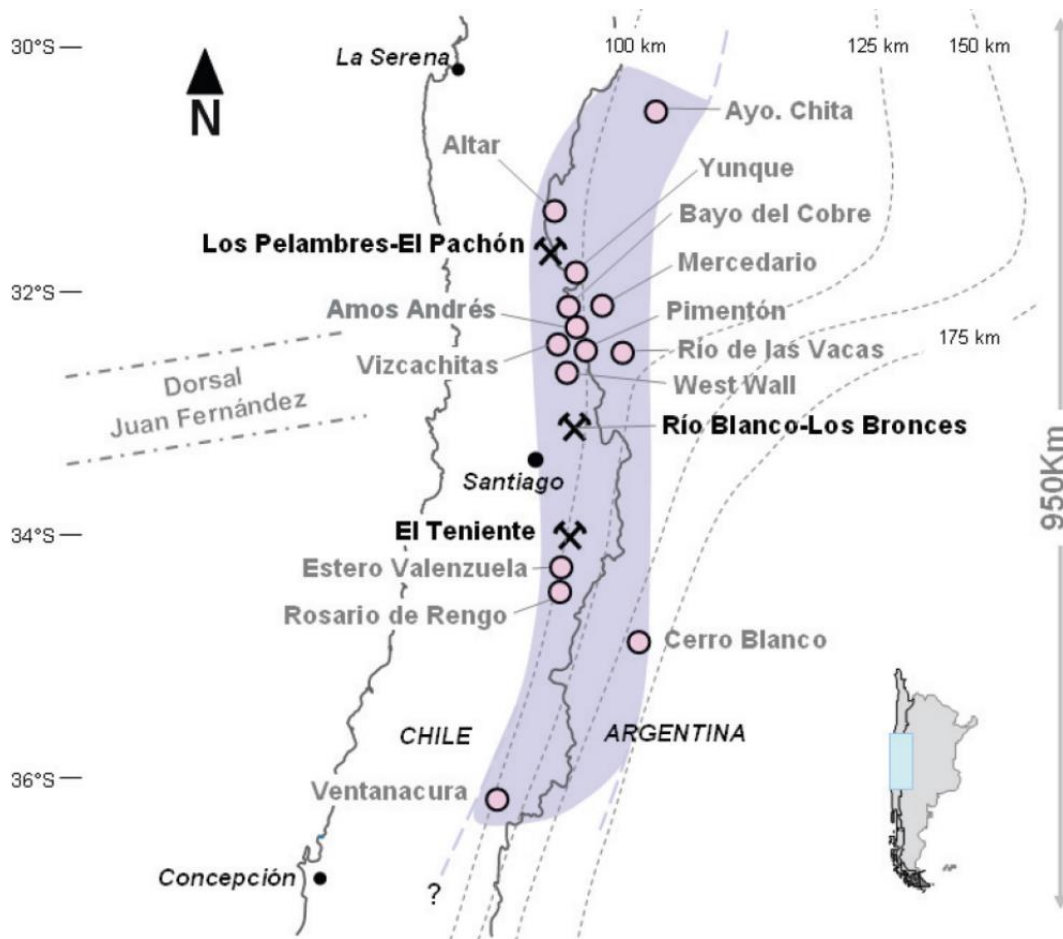
Los yacimientos que presentan las características del objetivo de exploración de la empresa patrocinante son dos esencialmente; los sistemas IOCG y los yacimientos tipo pórfido; siendo este último tipo, el foco de la estrategia de exploraciones en Chile para la empresa patrocinante.

Las franjas Metalogénicas, que han aportado mayores descubrimientos de depósitos tipo pórfido en Chile; han sido en los últimos años, los sistemas ubicados entre el periodo Eoceno-Plioceno; gracias principalmente a programas regionales de exploraciones; (Tabla N°1) apoyados con geoquímica y en forma cada vez más frecuente por geofísica, debido a la profundización de los yacimientos. Dentro de las franjas mencionadas; se sugiere a la empresa patrocinante explorar entre los 30°-36° Latitud Sur; la Franja del Mioceno Tardío-Plioceno de Chile Central por:

- 1) Esta Franja incluye tres distritos mineros de clase mundial e importantes descubrimientos en los últimos años:
  - El distrito Los Pelambres-El Pachón, ubicado al norte de la Franja donde el depósito porfídico más importante corresponde a la Mina Los pelambres de Antofagasta Minerals. Los resultados actuales de la exploración han permitido descubrir en este clúster un nuevo depósito denominado como Frontera. Estimándose los recursos entre 25-31 Mt de cobre fino (Perello et al., 2009). La exploración en las inmediaciones de este clúster, muestra al norte dos descubrimientos importantes correspondiente al Proyecto Altar y Los Azules en Argentina; Al sur de Los Pelambres se han descubiertos varios yacimientos tipo pórfido como son los proyectos Yunque, Bayo del Cobre y Mercedario, todos en Argentina.
  - El distrito Rio Blanco-Los Bronces, ubicado en el límite de la V región y la región Metropolitana con las Minas Andina de CODELCO y Los Bronces de Anglo-American; ambas minas corresponden al mismo deposito mineral. La exploración ha dejado importantes resultados en los últimos años, con los descubrimientos de San Enrique Monolito y Los Sulfatos por Parte de Anglo-American y la Americana y Cerro Negro por parte de CODELCO. Se estima en este distrito, considerando las minas y solo los descubrimientos de Anglo-American de recursos de 150 Mt de cobre fino (Maksaev et al., 2009). La exploración en los entornos se restringe hacia el norte con los proyectos Vizcachitas y West Wall y Amos-Andrés en Chile y en Argentina con Rio de Las Vacas. Hacia el sur no ha habido descubrimientos importantes, a parte de Los Sulfatos.
  - Distrito El Teniente, Se emplaza en la sexta región cordillera, cerca de la ciudad de Rancagua. Presenta recursos por (>12000 Mt @ 0,67% Cu & 0,019% Mo; Camus, 2003; Vry et al., 2009). El último descubrimiento corresponde al yacimiento la Huifa. En cuanto a la exploración hacía el norte no se reconocen descubrimientos importantes y hacia el sur tampoco; encontrándose solo los proyectos porfídicos Estero Valenzuela y Rosario de Rengo.

- 2) Los yacimientos tipo pórfido se encuentran en general más preservados. Esto debido a la edad de formación de los sistemas; lo cual permite encontrar sistemas hidrotermales completos y por tanto con mayor cantidad de recursos de cobre.
- 3) Espacio para nuevos descubrimientos al norte del distrito Pelambres por el lado chileno; entre el distrito Río Blanco-Los Bronces y al Sur del Teniente.
- 4) Propiedad minera no tan concentrada, encontrándose espacio entre las propiedades mineras Majors con particulares y áreas de propiedad minera libre en la séptima región.
- 5) Cercanía a sectores con infraestructura industrial (electricidad-insumos etc.) y el mar.

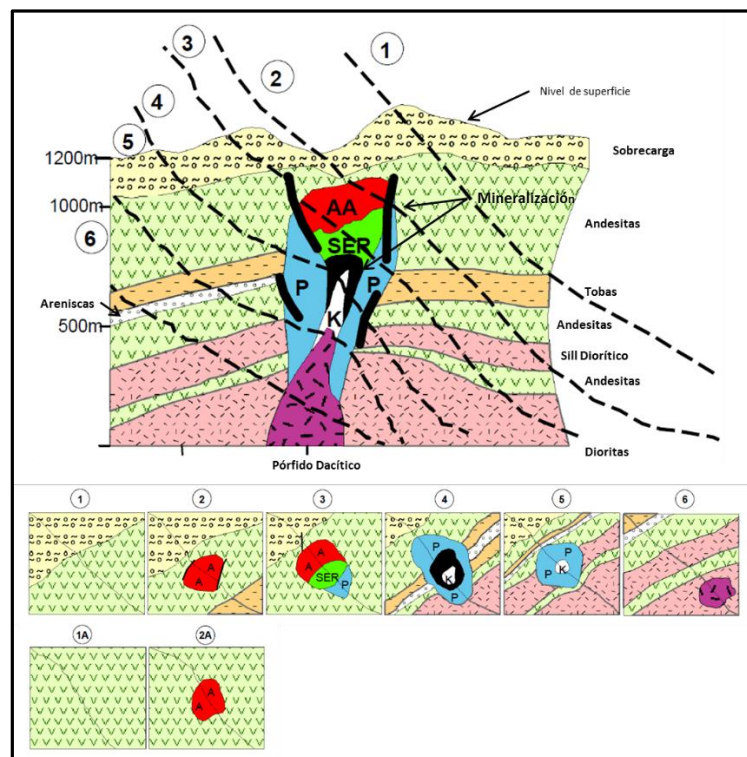
Si bien es cierto entre las regiones IV y VII se concentran un gran porcentaje de comunidades y zonas de protección ambiental, se debe tener claro que la minería del futuro. Deberá prescindir de la modalidad de extracción tipo rajo abierto y optar por minería subterránea. Debiendo aprender a convivir la minería con otras actividades industriales y la sociedad, como ocurre en algunos países europeos.



**Fig.17.** Minas y proyectos franja Metalogenéticas Mioceno-Plioceno de Chile Central (Cortes, 2011). La franja violeta; indica donde se distribuyen las minas y prospectos tipo pórfidos cupríferos de edades Mioceno Medio-Plioceno Inferior.

Los distritos mineros mencionados en esta Franja son conocidos algunos desde principios del siglo XX, debido a sus características coloraciones blancas, rojizas cafés y amarillas; debido a la lixiviación superficial de los minerales sulfurados, principalmente la pirita y en menor medida la calcopirita. Los cuales al oxidarse generan ácido sulfúrico y con ello la hidratación y transformación de los silicatos constituyentes de las rocas, generando alteración argílica, óxidos e hidróxidos de hierro y óxidos de cobre, estos últimos con sus características coloraciones verdes y azules.

El nivel de exposición de estas minas y descubrimientos ha sido variable; dependiendo principalmente de la tectónica regional y en menor medida de la competencia de los distintos tipos de rocas de caja. Según el grado de exposición del sistema porfídico, se presentan en superficie diferentes niveles de su estructura. Los cuales están representados en la figura 18 con numerales desde 1 al 6, donde 1 significa sin exposición superficial y 6 cuando el sistema está casi completamente erodado. Entre el nivel 2 y el nivel 3 se encuentran los halos concéntricos de alteración argílica, sericítica y clorita-epidota (Fig.3); identificables desde el sensor ASTER en colores rojos para la primera alteración, en colores verdes para la segunda y en colores azules para la tercera alteración; generándose facilidades para la ubicación de este tipo de alteraciones y como consecuencia la mayoría de las propiedades mineras entre las regiones XV a la VI que se encuentran entre los niveles 2 y 3 han sido adquiridas sus propiedades mineras por empresas Majors (Fig.19). Lo cual puede explicar en parte porque estas empresas han tenido éxito en la exploración en los últimos años.



**Fig.18.** Secuencia típica de niveles de erosión y exhumación de un sistema porfídico en Chile. Los niveles 1 -2 se observan en yacimiento con sobrecarga como ocurre en muchos sectores de la XV- I, II y III regiones de Chile; los niveles 1A-2A en zonas sin sobrecarga, generalmente desde la III al centro de Chile.

Previo a elaborar las estrategias para explorar esta franja; se tiene que tener una definición clara de cómo enfocar los esfuerzos de exploración y con qué presupuestos. Para ello primero se debe idear un modelo geológico conceptual utilizando:

- La geología regional y local donde la hubiese.
- Lectura de las publicaciones más importantes de las minas Los Pelambres, Andina, Los Bronces y El Teniente; con la finalidad de entender cuáles son las características geológicas principales y como es controlada la mineralización de cobre.
- Geólogos de la compañía que conozcan estas minas o asesores geológicos expertos en esta franja Metalogénica.
- Realización de análisis geomorfológico de las minas y proyectos porfídicos de la franja; con la finalidad de encontrar rasgos topográficos comunes que permitan visualizar en otras zonas características similares.
- Estudio de los lineamientos y las estructuras regionales; así como las zonas de alteración argílica a través del ASTER; así como también, entender la distribución de los intrusivos en la franja; utilizando todas las dataciones publicadas.

El modelo geológico conceptual permitirá generar un modelo con el cual; se puede encontrar áreas de interés dentro de esta Franja. Una vez obtenida una clara definición de como buscar, se propone valorizar las propiedades mineras de acuerdo con una variación del enfoque de costos con el método Appraised Value y el método Kilburn. Donde las propiedades mineras se valorizarán de acuerdo con los gastos de exploración a efectuar o que se han efectuado; para llegar a cierto nivel de conocimiento geológico (Fig.19); reconociendo que a mayores gastos; el riesgo del negocio disminuye, pues se tiene más conocimiento y con ello una mejor toma de decisiones.

La valorización se sugiere hacer de acuerdo con las siguientes proposiciones:

- Características geológicas superficiales: Corresponde a las unidades litológicas presentes en la propiedad minera; las cuales deben tener idealmente rocas volcánicas y volcanoclásticas del Oligoceno al reciente, entre ellas rocas de las Formaciones Farellones y Abanico; rocas típicas de yacimientos como las minas Los Pelambres, Rio Blanco Los Bronces y el Teniente. También rocas intrusivas como dioritas, granodioritas que intruyan a estas litologías y por tanto con edades menores a las Formaciones sedimentarias.
- Anomalías de color y ASTER: tonalidades de las rocas entre blanco-amarillo-café-rojo evidenciando la oxidación de sulfuros.
- Avances en las exploraciones; etapa en la cual se encuentra la exploración de la Propiedad Minera la cual puede corresponder a:
  1. Exploración generativa:
  2. Exploración de Seguimiento
  3. Exploración Avanzada

La exploración minera en cada etapa tiene un costo, como se menciona es incremental desde la etapa de Exploración generativa hasta la etapa de exploración avanzada.

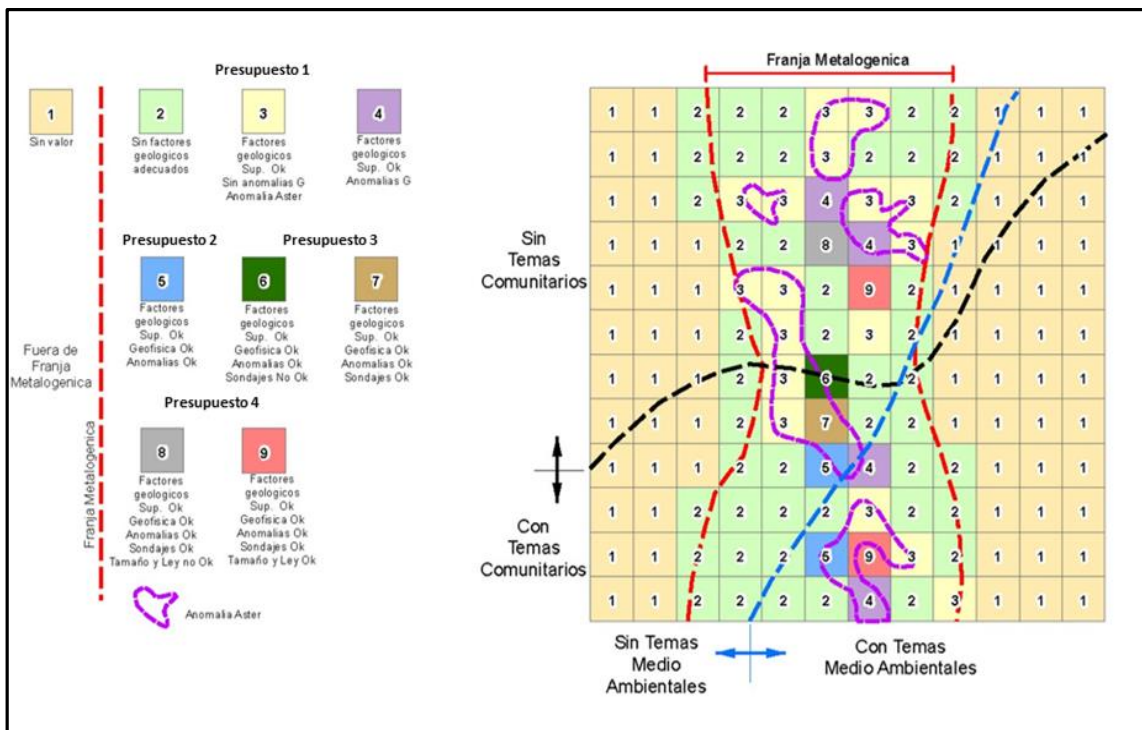
En forma transversal a la geología (Fig.19), las propiedades mineras de interés serán valorizadas de acuerdo con:

- Tópicos comunitarios y medio ambientales: Esto dependerán de los tipos de comunidades presentes en la zona de exploración y a que estén dedicadas (minería-turismo-astronomía-agricultura y energía). También se debe considerar la distribución de zonas de protección ambiental, algunas de ellas en zonas de claro potencial geológico como es en los entornos del distrito minero Rio Blanco-Los Bronces (Fig.20).

La valorización de propiedades se hará considerando parte de la franja a explorar y sus entornos; dividiendo las zonas de interés, según el modelo geológico conceptual en cuadrículas equidimensionales de 1km por 1km. A las cuales se le asignará una numeración entre 1 y 9, aumentando su valor en la medida que aumentan la información geológica de interés, (Fig.19) donde:

- 1:** equivale a un sector fuera de la franja, sin las características geológicas adecuadas para un potencial yacimiento de edad Mioceno-Plioceno. En este caso. Por tanto, una propiedad sin valor.
- 2:** Corresponde a una propiedad minera ubicada dentro de la franja de interés, pero que sin embargo no presenta factores geológicos adecuados para el hallazgo de mineralización de Cu-Mo.
- 3:** Corresponde a una propiedad minera con factores geológicos superficiales adecuados, en ocasiones con anomalías de color o ASTER, pero sin anomalías geoquímicas.
- 4:** Corresponde a una propiedad minera con factores geológicos superficiales adecuados; la cual presenta anomalías geoquímicas y puede presentar anomalía ASTER o de color.
- 5:** Propiedad minera con factores geológicos adecuados, anomalías geoquímicas y también anomalías geofísicas las cuales permiten definir un blanco de sondajes.
- 6:** Propiedad minera con factores geológicos adecuados; en los cuales se ha detectado un blanco de perforación y se han realizado sondajes orientativos, los cuales no encuentran un hallazgo interesante de mineralización.
- 7:** Propiedad minera con factores geológicos adecuados, en los cuales se ha detectado un blanco de perforación y se han realizado sondajes orientativos que confirman mineralización de interés.
- 8:** Propiedad minera con factores geológicos adecuados, hallazgo de mineralización, sondajes de delineamiento, pero con ley y/o tamaño pequeño para la empresa.
- 9:** Propiedad minera con deposito mineral con tamaño y ley de acorde a la estrategia de la empresa.





**Fig.19.** Metodología propuesta de valorización de propiedades mineras

Si la valorización de las propiedades mineras se hace en propiedades mineras de terceros se ira valorizando más en forma creciente entre los valores 2 y 9. Donde el valor 2 a pesar de no presentar evidencias geológicas alguna, se encuentra dentro de la franja y potencialmente podría constituirse en un área minera relacionada a la producción y por tanto tendría un valor potencial; dependiendo de si en los entornos se active un proyecto como mina. Si la exploración es en propiedades adquiridas por la empresa. Los costos de exploración dependerán de la etapa de la exploración geológica que se encuentra el prospecto; por lo tanto, entre los numerales 2-5 tendrá los costos de la etapa generativa; en los numerales 6-7, tendrá los costos de la etapa de seguimiento y en los numerales 8-9 tendrá los costos de la exploración avanzada. Finalmente se agregará a la valorización si tiene temas comunitarios (Fig.19) se agregará un 0 después del numeral geológico; si no tiene un 1; si tiene temas ambientales después del numeral comunitario se agregará un 0, sino tiene se agregará un 1, permitiendo mejorar la toma de decisiones a través de un posterior análisis de riesgos de las propiedades mineras de mayor interes.

La actividad de valorización de propiedades mineras es una actividad clave; la cual debe realizarse en forma rápida, sistemática y cuyas conclusiones deben ser en informes tipo ejecutivo; con fichas geológicas estandarizadas; para todas las propiedades a evaluar, en aquellos sectores dentro de la Franja que tengan mayor probabilidad de potencial de exploración por cobre, para ello se sugiere utilizar el apoyo de una empresa Outsourcing.

En cuanto a las técnicas de trabajo para la exploración, sin duda la geología de campo es una de las actividades claves y esencial de la empresa de exploración patrocinante; dejándose registrado en

un mapa de ruta lo realmente caracterizado. Pues es común encontrarse en el negocio de las exploraciones solo con mapas interpretados; siendo difícil entender que es lo realmente visto de lo que solo es interpretación, dificultándose la toma de decisiones y afectando el aseguramiento y control de calidad (QA/QC) y con ello la fiabilidad de los datos y la reputación de las empresas. El mapeo; en las primeras etapas es de tipo orientativo, teniendo la finalidad de extraer una idea general del potencial de la propiedad minera y con esto permitir orientar a la toma de una decisión ya sea de paralizar, continuar la exploración o descartar la propiedad. Es indispensable para apoyar el mapeo tener tecnología de punta, utilizando codificaciones geológicas estandarizadas en tabletas, el uso del Terraspec y de otros instrumentos tecnológicos que permitan caracterizar el máximo de variables geológicas en terreno. Para generar un Big Data; poderoso que permita a softwares como el Learning Machine detectar tendencias de zonas con mayor probabilidad para explorar.

Además, se sugiere considerar lo siguiente:

- Dentro de una misma Franja los procesos de magmatismos y deformación no son sincrónicos.
- Los Objetivos tienen un límite temporal y debe ser posible cuantificar dentro de los tiempos si nos estamos acercando o no.
- La propiedad minera no debe ser un límite para la exploración minera.
- La actitud hacia la minería de los dueños de las propiedades superficiales puede ser compleja, pues en esta zona o aguas abajo en los valles; existe agricultura, hidroeléctricas, zonas turísticas y empresas forestales. Los dueños de las propiedades mineras varían bastante. Por lo tanto, las negociaciones por servidumbre pueden tardarse mucho y aletargan la exploración.
- Al tomar propiedad minera idealmente visitar y descartar rápidamente y de esta forma asegurar que la tramitación esta sobre un potencial objetivo de la empresa.
- Recolectar información y experiencias de exploración minera, para el posterior análisis, interpretación y recomendaciones de aquellos lugares de interés prospectivo. Con la finalidad de optimizar el trabajo de terreno y minimizar los riesgos de la exploración.
- Las referencias geológicas, geoquímicas, geofísicas u otras que se ocupen deben ser estandarizadas a trabajos de exploración. Donde la información local, tiene una mayor jerarquía.
- Solo se debe tomar propiedad minera de un sector con una justificación geológica adecuada, basada en geología, geoquímica, geofísica, ASTER y un modelo conceptual.
- Todos los informes deben priorizar una adecuada caracterización geológica de las unidades litológica-estructurales mayores, intentando entender las relaciones de contacto y sus relaciones con la alteración y mineralización.
- Todo informe debe tener un mapa geológico interpretado y una sección tipo donde se explique el modelo geológico conceptual de la propiedad visitada.
- Para pasar a otra etapa debe justificarse mediante geológica, apoyado en una evaluación económica preliminar, orientada al objetivo corporativo final.
- Cada área debe generar nueva información con la cual optimizamos el proceso de búsqueda

Considerando la ideal geológica conceptual para esta franja metalogénica y la propuesta de valorización de propiedades mineras. Se propone a la empresa patrocinante las siguientes cuatro líneas de acción para la exploración efectiva de esta franja:

### **1. Asociación con empresas Majors mediante Joint Venture**

Esta corresponde a la alternativa más viable, considerando que estas empresas manejan un gran presupuesto; presentan importante propiedad minera en sectores con potencial de pórfido (Fig.20) y tienen una forma de explorar efectiva, basada en la sistematización de los trabajos geológicos de campo; estudio de las estructuras regionales; estudio y datación de las alteraciones e intrusivos mineralizados productivos; Trabajos que las han conducido a los descubrimientos ya mencionados. Los beneficios de participar con este tipo de asociación aumentan las probabilidades de éxito y aumento en el conocimiento geológico de la empresa patrocinante. Se sugiere, tener al menos un Joint Venture, en esta franja; ya sea con Antofagasta Minerals, Anglo-American o CODELCO, las empresas mejor posicionadas en esta Franja. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se requiere un presupuesto importante por año para participar con estas compañías. Pues su dinámica de exploraciones, rápidamente la llevan a delinear campañas de sondajes, siendo esta actividad la más caras en exploraciones. Lo otro que si la participación es pequeña; por ejemplo, menor al 50%, las decisiones geológicas de exploración; es común que las tomen ellos; solamente considerando las opiniones de sus asociados. A pesar de esto se considera una de las mejores tácticas para lograr un éxito, en este caso compartido. Para atraer el interés de estas empresas para realizar un Joint Venture; a parte del capital de riesgo; será necesario idear alguna estrategia de exploraciones que permita valorizar las propiedades mineras de estas empresas; previo al acercamiento y mostrarles una idea geológica atractiva para explorar o continuar la exploración de algunos de sus prospectos.

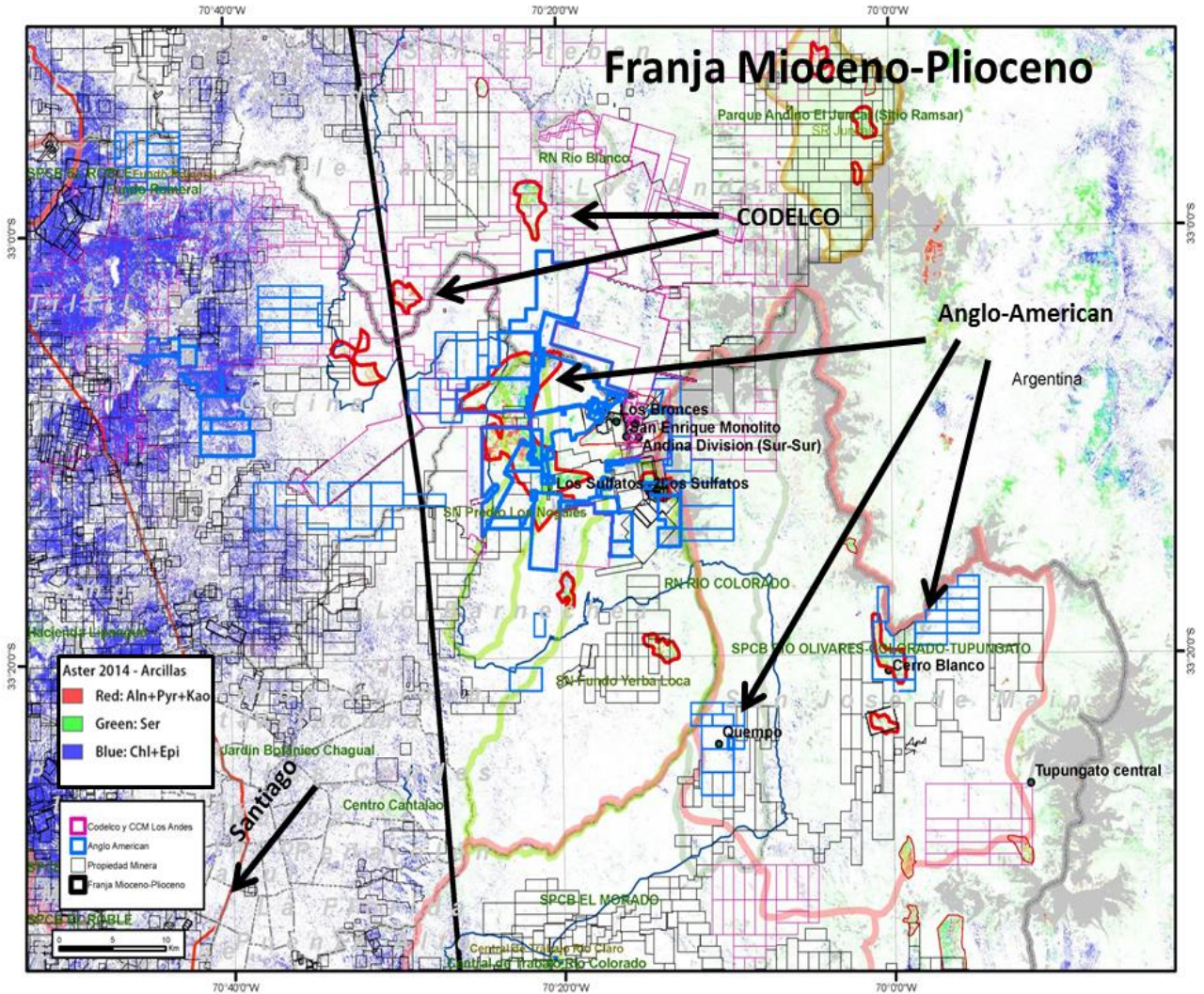
### **2. Negociación con Particulares**

En general los particulares corresponden o a pequeños mineros o a especuladores de propiedad minera. Ellos no tienen recursos para invertir en exploraciones; siendo común que quieren vender la propiedad minera en forma directa u ofrecerla como opción de compra, donde es normal negociar el total o un porcentaje importante de esta con pagos incrementales ente 3 y 5 años en la medida que se explora la propiedad. La opción se debe considera, si y solo si, previo un estudio preliminar de los antecedentes y valorización de la propiedad minera internamente o vía outsourcing, exista alguna probabilidad de encontrar el recurso- objetivo de la compañía.

### **3. Exploración de la proyección sur de la Franja Mioceno-Plioceno, donde aún hay propiedad minera disponible.**

Desde la séptima región hacia el sur es posible adquirir propiedades mineras con posibilidades de potencial por Cu-Mo tipo pórfido de la franja Mioceno-Plioceno, al menos hasta el sector de Chillan. Considerando las características geológicas presentadas en la carta 1:1.000.000 del SERNAGEOMIN. Sin embargo, no se observa mucha exploración debido a: Falta de una geología

regional sistemática y de mayor detalle; creencia dentro del ambiente geológico que los yacimientos tipo pórfido Mioceno-Plioceno migran hacia Argentina cerca de la zona de Talca; abundancia de zonas cubierta por vegetación; Presencia de mayor actividad antrópica relacionada a la agricultura y la energía hidroeléctrica, entre otros factores. El desafío es importante sin embargo “el llegar primero”; la carencia de una buena geología asociada a propiedades mineras libres es una oportunidad que puede generar nuevos descubrimientos.



**Fig.20.** Imagen ASTER y propiedad Minera Franja Mioceno tardío-Plioceno regiones V y Metropolitana. Se observa en imagen el distrito Rio Blanco-Los Bronces; propiedad de CODELCO (Rio Blanco) y Anglo-American (Los Bronces). Este sector alberga dos grandes descubrimientos de clase mundial; San Enrique Monolito y Los Sulfatos. Las zonas con alteración argílica y sericítica dentro de la Franja se presentan en polígonos de color rojo. Observándose que la mayoría de las propiedades mineras donde están estas alteraciones; han sido adquiridas las empresas anteriormente mencionadas. Aquella zona sin propiedad minera en su mayoría corresponde a zonas de protección ambiental.

#### 4. Exploración y adquisición de propiedades mineras libres dentro de la Franja

Las propiedades mineras libres dentro de esta franja son escasas; correspondiendo generalmente a propiedades dejadas por terceros, aun cuando se ubican dentro de una franja o cercana a una mina o proyecto. Presentan bajas a nulas probabilidades de potencial por Cu-Au-Mo-Ag; generalmente aquellas que presentan alguna característica geológica de interés ya ha sido explorada y abandonada por otras compañías de exploración. Corresponde a una alternativa arriesgada, pero viable si consideramos que un descubrimiento por lo general no lo encuentra la primera empresa que explora.

### 3.6 Estrategia Presupuestaria

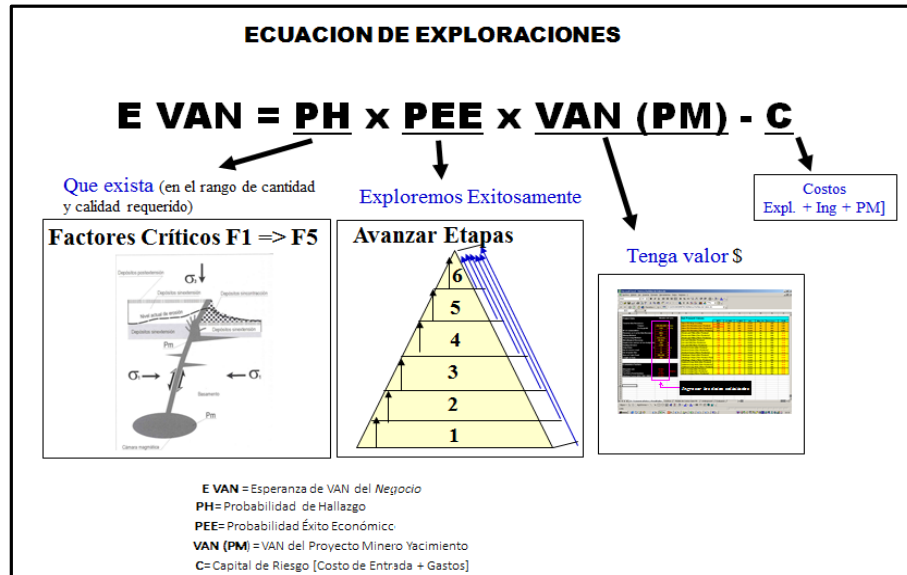
#### 3.6.1 Inversión Inicial

La empresa patrocinante una vez definida su estrategia corporativa, organizacional, social, el modelo de negocios y la estrategia o las estrategias que utilizara para encontrar la propuesta de valor en los 5 años de plazo; requiere una inversión inicial para la formación de la empresa y la búsqueda del personal idóneo para cada una de las actividades a realizar. Así como los costos relacionados a oficina, bodega, equipos, insumos. Se estima en 6 meses el tiempo adecuado para generar la organización; donde los costos estarán relacionados a la contratación de personal a través de empresas head Hunter especialista en minería como lo son Michael Page y Sterling Cassidy entre otros. Por otro lado, el arriendo de oficina debe ser en Santiago, idealmente en comunas como Las Condes o Vitacura, lugar donde se concentran la mayoría de las compañías mineras; debido a su cercanía con servicios de toda índole y su conectividad. En cuanto a la bodega estas deben estar también en Santiago, en algún barrio industrial cercano a las oficinas y serlo suficientemente grande para el guardado de las muestras geoquímicas y de equipos de exploraciones. Se estima una inversión inicial de al menos unos \$ 50.000 USD para dar inicio al negocio

#### 3.6.2 Flujos de caja

El modelo de negocios muestra que una empresa de exploraciones puede tener solo ganancias si vende sus activos en este caso; la propiedad minera y las bases de datos geológico-mineros asociadas a cada propiedad. En este modelo de negocio se encuentran la mayoría de las empresas juniors, donde sus entradas van en función del aumento del valor de cada propiedad minera, luego del avance en la exploración. El modelo propuesto en este trabajo tiene por objetivo la búsqueda por parte de la empresa patrocinante la sustentabilidad del negocio del cobre en el mediano y largo plazo; por lo tanto, estas empresas generalmente solo incurren en gastos periódicos y no posee ingresos periódicos; por lo tanto, no es posible estimar un Valor actual Neto (**Van**) y una Tasa interna de Retorno (**Tir**), correspondiendo los gastos de exploración a un costo hundido como ya se mencionó (Millán, 1998). Empresas como CODELCO utilizan una métrica para exploraciones con una esperanza de Van (Fig.21) donde la ecuación se descompone en cuatro variables; la

primera, hallazgo de mineralización (PH), la segunda éxito en la exploración (PEE), la tercera el Van y la cuarta la inversión; esto es posible si y solo si las dos primeras dan un valor de 1 (100%) Pero debemos entender que si hay éxito en la exploración y se genera un proyecto minero; este se constituye en una nueva empresa, siendo solo posible estimar el Van de esta nueva empresa; pues se tendrán relacionados a la inversión flujos de caja periódicos; con ingresos y costos fijos y variables.



**Fig.21.** Métrica de Exploraciones de CODELCO (Ossandon,2015)

### 3.6.3 Costos Fijos

Los costos fijos están directamente relacionados con la estructura organizacional de la empresa (Tabla N°13), la mantención de esta, su ubicación física, el entrenamiento de personal y la seguridad. Se debe considerar muy bien cuál es el equipo necesario para las estrategias de exploraciones, en el tiempo acotado de la propuesta de valor; pues se debe buscar que los costos fijos se mantengan lo más controlados posibles. Para ello el gerente de exploraciones debe tener claro cómo mantener motivado al personal tanto a nivel de capacitaciones como de aumento en el ingreso. Para de esta forma no tener rotación de personal; lo cual implica un aumento de los costos fijos; también se debe privilegiar contratos de arriendos de oficina, bodega, telefonía, internet y seguros por el periodo a explorar en este caso de 5 años. Pues cambios a algunos de estos ítemes implican aumento de costos fijos y pérdidas de tiempo para lograr el objetivo. Finalmente, al considerar la gestión de costos, claramente los costos fijos altos de la empresa corresponden a arriendos, servicios y el equipo permanente y es ahí donde se debe gestionar los costos, buscando buenas negociaciones para mantener los precios de los arriendos y servicios año a año; manteniendo contento al personal con ambiente grato y expectativas de crecimiento y con ello lograr aumento de productividad. Siendo totalmente innecesario minimizar costos quitando beneficios como el agua envasada, disminuyendo las colaciones o su calidad; reciclando el papel de fotocopias, cambiando el tipo de higiénico de los baños o reutilizando materiales de oficina de escaso valor. Sin duda se minimizan costos, pero también sin duda aumentan los costos relacionados a la disminución del grato ambiente laboral y con ello el descontento del personal y las mermas en la productividad. Los costos fijos se estiman en el orden de \$ 0,5 M USD anuales.

**Tabla N°12.** Costos fijos de una empresa de exploraciones

Tipo de Costos		Descripción	Exploracion Generativa	Exploracion de seguimiento	Exploracion Avanzada
COSTOS FIJOS	Gastos de Administración	Consultas de servicios no técnicos	X	X	X
		Comunicaciones	X	X	X
		Consumos de oficina	X	X	X
		Gastos IT	X	X	X
		Costos de arriendo	X	X	X
		Costos financieros	X	X	X
		<b>Total Administración</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Gastos en Seguridad-Higiene-MedioAmbient e-comunidades	Seguridad	X	X	X
		Salud	X	X	X
		Medio ambiente	X	X	X
		Entrenamiento SHEC	X	X	X
		Auditoria SHEC	X	X	X
		<b>Total SHEC</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Gastos en Personal	Salarios personal permanente	X	X	X
		Entrenamiento	X	X	X
		<b>Total Staff</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

### 3.6.4 Costos Variables

Los costos variables corresponden a los costos técnicos por proyectos y a viajes y transporte (Tabla N°14). Estando directamente relacionados a las líneas de acción para conseguir la propuesta de valor en el plazo de 5 años. Luego de definidas y valorizadas las zonas a explorar dentro de la Franja Mioceno-Plioceno por parte del personal geológico de la empresa o un servicio outsourcing. Se debe saber quién es el dueño de la propiedad minera; empresas Majors, particulares o áreas libres; y en qué etapa de la exploración se encuentran generativa, de seguimiento o avanzada, pues los costos se incrementan bastante entre una u otra etapa (Tabla N°14). Por otro lado, se encuentran los tiempos, pues pasar de etapa generativa a avanzada al menos son tres años. Por tanto, debe compensarse bien dónde colocar los recursos para que al quinto año se logre el objetivo.

Si la mayoría de las zonas de interés pertenecen a empresas Majors, como a priori se mencionó; es claro que al menos se debe llegar a negociar un joint venture con este tipo de empresas. Siendo común que estas organizaciones pasen de un año a otro; de una etapa generativa a una de seguimiento; lo cual implica al menos realizar sondeos una vez por año y por proyecto y no solo un sondeo; sino unos tres de al menos 500m. Suponiendo una participación de un 40% por parte de la empresa patrocinante, se tiene un costo variable por proyecto en el orden de 0,5M USD. Si el área de interés corresponde a un particular, donde la propiedad minera presenta evidencias geológicas claras, se tendrá que sondear y llegar previamente a alguna opción de compra, lo cual implica que el 100% del riesgo lo corre la empresa patrocinante; además del pago por una parte de la propiedad minera al particular. Lo cual representa al menos gastar 1,5M USD por proyecto; considerando pasar desde la etapa generativa a la de seguimiento, pero con la salvedad que de haber éxito gran parte queda para la empresa. Esta alternativa será viable si claramente las evidencias geológicas son irrefutables en superficie.

**Tabla N°13. Costos variables de una empresa de exploraciones**

Tipo de Costos		Descripción	Exploracion Generativa	Exploracion de seguimiento	Exploracion Avanzada
COSTOS VARIABLES	Costos Tecnicos de Proyectos	Salarios personal temporal		XX	XXX
		Analisis quimicos	X	XX	XXX
		Test Metalurgicos		X	XXX
		Estudios especiales (Terraspec-Datacion etc)	X	XX	XX
		Contratos de servicios y consultores geologicos	X	X	X
		Contratos de servicios y consultores geoquimicos	X	X	X
		Contratos de servicios y consultores geofisicos		X	
		Contratos de servicios y consultores geotecnicos		X	XX
		Sondajes diamantinos		X	XXX
		Sondajes aire reverso		X	XXX
		Gastos de campo	X	XX	XXX
		Costos de Propiedad Minera	X		
		Costos de mantenimiento de Propiedad Minera	X	X	X
		Costos de impresiones	X	X	X
		Servidumbres		X	X
		Donaciones y apoyo a la comunidad	X	XX	XXX
		Comunicaciones	X	XX	XX
		Investigacion y desarrollo	X	X	X
			<b>Total Costos tecnicos de proyectos</b>	<b>X</b>	<b>XX</b>
	Viajes y Transportes	Viajes	X	XX	XXX
		Combustibles	X	XX	XXX
		Arriendo de vehiculos	X	X	X
		<b>Total Viajes y transportes</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Total gastos Aproximados por Proyecto \$ (USD)</b>			<b>0,1-0,5 M</b>	<b>1,2-6 M</b>	<b>15-25M</b>

En cuanto a las propiedades mineras libres, si bien es cierto las hay dentro de la franja, estas ya han sido estudiados por otras empresas y no han avanzado en la exploración; porque las características superficiales y anomalías geoquímicas no han sido suficiente como para avanzar con la prospección; siendo riesgosas aumentar la exploración y avanzar a una prospección indirecta con geofísica o directa con sondajes. Actualmente ningunas empresas de exploraciones se arriesgarían a solicitar presupuestos para geofísica y sondajes sin haber claros indicios en superficie. Por otro lado, la exploración en la proyección sur de la Franja del Mioceno en la VII región, presenta propiedades mineras libres en zonas que podría tener algún potencial, lo cual constituye una oportunidad; considerando los costos bajos en adquisición y mantención de propiedad minera. Si proyectamos la evaluación en etapa generativa de unos cinco prospectos; logrando conseguir al menos uno para seguimiento por sondajes. Se tendría al final del segundo año de exploraciones probablemente al menos un proyecto sondeables mediante Joint venture y uno a través de exploración propia. Siendo estas solo proyecciones optimistas, la empresa patrocinante; debería al menos; colocarse como meta sondear una vez por año, un proyecto en etapa de seguimiento. Para lograr a acercarse al quinto año a la propuesta de valor del modelo de negocios. Para ello se requiere costos variables mínimos anuales en el orden de \$ 0,5M USD si es a través de Joint Venture y de \$1,5M USD si es solo la empresa patrocinante la que explora. El presupuesto anual considerando los costos fijos y variables deberá ser aproximadamente entre \$ 1MUSD a \$ 2M USD.



Finalmente, la estrategia presupuestaria debe considerar también los efectos ascendentes y descendentes del ciclo de precios del cobre; en periodos de bajos ciclos hay más ofertas de proyectos y propiedades mineras con costos menores y más disponibilidad de proveedores y por tanto precios más baratos; como se analizó en las cinco fuerzas de Porter. Además de más probabilidades de desarrollar proyectos y colocarlos en producción en ciclos altos. Por lo tanto, debe considerarse mantener o aumentar los presupuestos en ciclos bajos, aun cuando esto es complicado; como se mencionó las empresas tienden a disminuir los presupuestos en exploración cuando la tendencia es a la baja en los precios. Lo cual implica que el líder de la empresa exploratoria debe tener claro el mensaje y la forma para acceder a los directores de la compañía o ente patrocinante y estos estén dispuestos a escuchar el mensaje y transmitirlos a los inversionistas para buscar el apoyo necesario para mantenerse continuamente explorando. Siendo clave la forma de entregar el mensaje, pues muchas veces los directores no necesariamente entienden a cabalidad la actividad de exploraciones y la importancia que tiene para la sustentabilidad en el tiempo de este negocio.

#### **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. La sustentabilidad del negocio minero en el tiempo requiere de exploración minera. Por tanto, la estrategia corporativa de la empresa patrocinante debe siempre, independiente del ciclo económico considerarla dentro de sus lineamientos estratégicos.
2. Chile presenta características geológicas idóneas para encontrar un depósito de cobre del tipo pórfido, principalmente en las franjas del Eoceno-Oligoceno y Mioceno-Plioceno.
3. Chile además es un país con características atractivas para la inversión minera; con un marco social, político y económico estable, pero considerando el análisis de las cinco fuerzas de Porter y las fuerzas macro ambientales se debe tener en cuenta que:
  - La mayor barrera de entrada a este mercado corresponde a la concentración de la propiedad minera con potencial por cobre por parte de empresas Majors.
  - La mejor rentabilidad del negocio de exploración es en tiempo de precios bajos del cobre.
  - Los temas comunitarios deben estar en la agenda de cualquier compañía de exploraciones que ingrese a Chile. Siendo totalmente necesario la generación de estrategias que permitan incorporarlos como stakeholders de los proyectos mineros.
4. El modelo de negocios propuesto utilizando la metodología Canvas propone a la empresa patrocinante en líneas generales lo siguiente:
  - Propuesta de valor: búsqueda de un descubrimiento o adquisición de un depósito de cobre con recursos de 75 Mt @1,0% o 150 Mt @0,5% Cu; en un plazo de 5 años.

- Recursos, actividades y asociaciones claves: personal geológico y legal calificado; apoyado con tecnología que permitan el desarrollo de actividades relacionadas a la definición de zonas a explorar; la valorización de las mismas en forma rápida y de esta forma conocer tempranamente quienes son los stakeholders principales, generando ventajas competitivas.
5. La obtención de ventajas competitivas y el éxito en la exploración requiere de un balance integral de estrategias a nivel organizacional, geológica, social y presupuestario, donde en líneas generales se debe considerar:
- Estrategia organizacional: generación de una estructura organizacional dinámica, flexible, involucrante del personal, logrando su motivación y fidelización y con ello aumento en la productividad.
  - Estrategia geológica: evaluación de la franja Mioceno-Plioceno de Chile Central,; pues aún hay lugares abiertos para nuevos descubrimientos y donde la propiedad minera no se encuentra tan concentrada en empresas Majors, permitiendo el desarrollo de al menos dos líneas de acción; la primera asociaciones tipo Joint Venture con empresas como Antofagasta Minerals, CODELCO y Anglo-American, y la segunda la exploración de la proyección sur de esta Franja; donde aún hay propiedades libres como es el caso de la VII región.
  - Estrategia social: realización temprana de mapas de sensibilidad comunitaria y reconocimiento de los stakeholders principales y su empoderamiento en las zonas con potencial de exploración por cobre. Buscando que estos actores se sientan también de alguna forma; beneficiados con la actividad de exploraciones.
  - Estrategia presupuestaria: considerar una inversión inicial de \$ 50.000 USD, con costos totales en el rango de \$ 1-2 M USD anuales. Considerando en forma paralela proyectos en asociación joint venture y exploración propia.
6. Este trabajo muestra en términos generales como abordar la estrategia de exploración en Chile, recomendándose a la empresa patrocinante en el futuro; optimizar la metodología propuesta de valorización de propiedades minera, identificando, clasificando y cuantificando las diferentes variables comunitarias y medio ambientales. Incluyendo variables de recursos para el proyecto como son el acceso a la electricidad, derechos de agua, conectividad vial etc. Permitiendo un mejor análisis de riesgos. Finalmente se recomienda realizar un estudio similar al realizado en esta tesis en aquellos países con potencial de cobre en la región como son Perú, Argentina, Colombia y Ecuador.

## Bibliografía

- Awad, M. 2013. <http://www.mch.cl/columnas/futuro-y-costos-de-la-mineria-estan-en-la-exploracion/>
- Camus, F. 2003. Geología de los sistemas porfídicos en los Andes de Chile, p.57-80.
- COCHILCO, 2016. Catastro de empresas exploradoras 2016. [en línea] < <https://www.cochilco.cl/Listado%20Tematico/Catastro%20de%20empresas%20exploradoras%202016.pdf> [consulta 31/10/2017]
- COCHILCO, 2017. Análisis del proceso de evaluación ambiental de los proyectos mineros. [en línea] <<https://www.cochilco.cl/Listado%20Tematico/Analisis%20proceso%20de%20evaluaci%C3%B3n%20ambiental%20proyectos%20mineros.pdf> [consulta 31/10/2017]
- Cortes, J. 2011. Evolución geológica de los sistemas porfídicos de Cu-Mo Amos y Andrés, Andes Centrales de Chile y Argentina. 12-15. [en línea] < [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-cortes\\_jy/pdfAmont/cf-cortes\\_jy.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-cortes_jy/pdfAmont/cf-cortes_jy.pdf) [consulta 31/10/2017]
- Fraser, 2016. Survey of mining companies 2016. [en línea] < <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/survey-of-mining-companies-2016.pdf>. [consulta 31/10/2017]
- Fréaut, R. 2016. Fundamentos del Negocio Minero. En MBA Minero, junio 2016. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Hernández, J. 2011. Modelo de competitividad de las cinco fuerzas de Porter. [en línea] < <https://www.gestiopolis.com/modelo-competitividad-cinco-fuerzas-porter/> [consulta 31/10/2017]
- Infomine, 2017. <http://www.infomine.com/investment/metal-prices/copper/>
- Jofre, E. 2011. [https://www.u-cursos.cl/diplomados/2011/0/IQ-GE/1/material\\_docente/](https://www.u-cursos.cl/diplomados/2011/0/IQ-GE/1/material_docente/)
- Jorquera, F. 2016. Valorización de activos mineros metálicos de cobre. Propuesta de metodología de valorización de activos mineros. El factor geológico.
- Lowell, J.D., and Guilbert, J.M. 1970, Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry copper ore deposits: *Economic Geology*, v. 65, p. 373-408.
- Majluf, N. 2011, Los desafíos de la gestión de lo formal a lo sutil, p.
- Maksaev, V., Townley, B., Palacios, C., Camus, F. 2007. Metallic ore deposits. In: Moreno T. and Gibbons, W. (eds) *The Geology of Chile*. The Geological Society, London. P. 179-199.
- Maksaev, V., Munizaga, F., Zentilli, M. y Charrier, R. 2009. Fission track thermochronology of Neogene plutons in the Principal Andean Cordillera of central Chile (33°-35°S): Implications for tectonics evolution and porphyry Cu-Mo mineralization. *Andean Geology*, 36 (2), p. 153-171.
- Maslow, A.H. 1943. *A Theory of human motivation*.
- Memoria Chilena [en línea] < <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-719.html> [consulta 31/10/2017]
- Millán, A. 1998. Evaluación y factibilidad de proyectos mineros. p.213-214,159-164 y 172-177..

- Ossandon, G. 2015. Fundamentos del Negocio Minero. En MBA Minero, mayo 2015. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. 2011. Generación de modelo de negocio
- Perelló, J., Sillitoe, R.H., Brockway, H., Posso, H. & Mpodozis, C. 2009. Contiguous Porphyry Cu-Mo and Cu-Au Mineralization at Los Pelambres, Central Chile. S11\_026, 12° Congreso Geológico Chileno, Santiago.
- Porter, M.E. 1996. ¿Qué es la Estrategia?. Harvard Business Review, diciembre 2011. p.100-117.
- Porter, M.E. 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors.
- Porter, M.E. 1985. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.
- Sierralta, L., Serrano, R., Rovira, J. & Cortés, C. (eds). Las áreas protegidas de Chile, Ministerio del Medio Ambiente.
- Sillitoe, R.H. 2010. Exploration and discovery of base-and precious-metal deposits in the circum-Pacific region-a 2010 perspective. p. 100-128.
- USGS 2017. [en línea] < <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/2017> [consulta 31/10/2017]
- Vry, V., Wilkinson, J., Seguel, J. & Millán, J. 2009. A new vein paragenesis for the El Teniente Porphyry Cu-Mo Deposit, Chile. S11\_051. 12° Congreso Geológico Chileno, Santiago.
- White, A. 1997. Management of mineral exploration. p.25.