



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**INNOVACIÓN PARA REDUCIR LA BRECHA ENTRE HIDROMETALURGIA Y  
FLOTACIÓN-FUNDICIÓN-REFINACIÓN**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTION Y DIRECCION DE  
EMPRESAS**

**JUAN MAURICIO LARENAS MATCOVICH**

**PROFESOR GUIA:  
LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN**

**MIEMBROS DE LA COMISION:  
WALTER CAZENAVE GUIER  
IVAN BRAGA CALDERON**

**SANTIAGO DE CHILE  
AGOSTO-2013**

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE:** Magister en gestión y dirección de empresas.

**POR:** Juan Mauricio Larenas Matcovich

**FECHA:** Agosto de 2013

**PROFESOR GUIA:** Luis Zaviezo Schwartzman

## **INNOVACIÓN PARA REDUCIR LA BRECHA ENTRE HIDROMETALURGIA Y FLOTACIÓN-FUNDICIÓN-REFINACIÓN**

Durante el próximo cuarto de siglo, el aumento de tres mil millones más de consumidores de clase media pondrá a prueba los recursos naturales. La carrera ha comenzado y con ello, el aumento de la oferta de los recursos, la revisión de su gestión, y un cambio radical en el papel que jugarán las nuevas tecnologías.

El desafío presentado tiene dos opciones para enfrentarlo, una es incrementando la oferta y la otra es incrementando la productividad, para darle un mejor y eficiente uso a los recursos, para esto se requiere de un fuerte desarrollo del actual potencial know-how tecnológico para hacerle frente, principalmente desde el aumento de la productividad. En el mundo diversas industrias están llevando a cabo el desarrollo de oportunidades tecnológicas, que los han conducido a una rápida evolución, como la industria aeronáutica, los avances en la ciencia de materiales y tecnología de la información, generan por ejemplo la posibilidad de mejorar drásticamente el rendimiento de las baterías, cambiando así el potencial para el almacenamiento de la electricidad y con el tiempo, la diversificación de las fuentes de energía para el sector del transporte. La química orgánica y la ingeniería genética pueden contribuir a fomentar la próxima revolución verde, la transformación de la productividad agrícola, el suministro de bioenergía y la captura de carbono terrestre. En resumen, al mundo no le faltan oportunidades tecnológicas y las variaciones de recursos podrían acelerar la carrera de la innovación, pero ¿cómo se está preparando la industria minera para enfrentar este desafío?, ¿cómo hará sostenible en el tiempo sus procesos productivos, siendo altamente consumidores de agua, energía y capital humano?

Actualmente la demanda mundial de cobre, especialmente de China e India ha inducido la realización de fuertes inversiones para expandir la oferta, incrementando la capacidad de producción, pero no su productividad. En esta tesis se hace una revisión, análisis y recomendaciones del estado actual de la estrategia de la industria del cobre en Chile, respecto al fomento de la innovación, enfocado en la oportunidad de maximizar su productividad, generando los esfuerzos en un caso hipotético, para una reducción de la brecha de los procesos para obtener cobre desde los minerales oxidados y sulfurados de cobre, donde las diferencias en términos de costos, medioambiental y social son sumamente atractivas. Este éxito hipotético, aparece del ejercicio de asegurar I+D para la minería, no sólo de sus procesos, sino de todo lo que se relaciona directamente con la minería, todo focalizado en un lugar independiente que entregue las capacidades para el desarrollo tecnológico, un Copper Valley y una estrategia de funcionamiento, bajo ciertos parámetros y modelos.

## TABLA DE CONTENIDO

2. Introducción .....	6
3. Objetivos .....	6
4. Alcance.....	7
5. Resultados Esperados .....	7
6. Propuesta de Valor.....	8
7. Antecedentes Técnicos .....	8
7.1 Interacción entre crecimiento e innovación .....	9
7.2 Ubicación del polo de innovación para la industria minera.....	10
7.2.1 Cambio organizacional en la producción de la industria minera .....	13
7.3 Ciclos de cambios tecnológicos, rejuvenecimiento y barreras de entrada. ....	15
7.4. Revisión de los desarrollos tecnológicos asociados a la disminución de la brecha entre hidrometalurgia y flotación – fundición – refinación.....	18
7.5. Revisión Histórica de la Industria Minera en Chile y Australia. ....	20
7.5.1. Revisión Histórica de la Industria Minera en Australia.....	20
7.5.2. Revisión Histórica de la Industria Minera en Chile.....	22
7.5.3. La Internacionalización de las Compañías Mineras chilenas y australianas. .	26
7.6. El análisis de los últimos 100 años de la minería del cobre .....	26
7.7. Chile, una mirada al 2020 .....	29
7.8. Desafíos para el aprendizaje y la innovación .....	32
7.9. Carreras y esfuerzos de entrenamiento de expertos KIMS en Chile.....	33
7.10. Distribución geográfica de la inversión.....	35
7.11. La intensidad de la interacción entre proveedores y compañías: Revisión general. ....	35
7.11.1. Interacción con los clientes: el fomento específico de las compañías mineras.....	36
7.11.2. Esfuerzos realizados por la empresa para mejorar sus capacidades de ingeniería e innovación .....	37
7.11.3. Las dimensiones de interacción entre proveedores y compañías relacionadas al aprendizaje.....	39
7.12. Distribución de la inversión por procesos, 20% Hidrometalurgia. ....	40
7.13. Recursos críticos estratégicos .....	41
7.12.1. Agua.....	41
7.12.2. Energía.....	42
8. Marco estratégico.....	45

8.1	Modelo Delta .....	45
8.2	Análisis de los regímenes socio - técnicos.....	59
9.	Resultados .....	64
9.1	Caso APLIK - aplicación del modelo Delta de Hax. ....	64
9.2	Definición estrategia formación “Copper Valley” .....	73
9.2.1	Contexto industrial.....	73
9.2.2	Contexto gubernamental .....	75
9.2.3	Desarrollo estrategia propuesta .....	78
9.2.4	Estructuración “Copper Valley”.....	83
9.2.5	Funcionamiento de “Copper Valley” .....	86
9.3	Análisis básico económico para la obtención de recursos para el “Copper Valley” .....	87
10.	Conclusiones.....	95
11.	Bibliografía.....	98

## **2. Introducción**

Entre los factores que facilitan el emprendimiento en Chile, por oportunidad están la estabilidad política, la valoración cultural del emprendimiento como alternativa de carrera, la relativa menor burocracia y el acceso al crédito. Nadie quiere invertir tiempo y dinero en un país donde hay caos político y en ese sentido, Chile tiene buenas condiciones.

Por otra parte, la valoración cultural del emprendimiento como alternativa de carrera ha subido un 10% en los últimos 10 años en Chile. Aunque lentamente, la burocracia también ha mejorado. Pasamos del lugar 62 del mundo al 27 en la facilidad para hacer negocios. Pero de la misma forma las instituciones que invierten (bancos, fondos de pensiones), lo hacen con una bajísima aversión al riesgo y lo hacen principalmente en instituciones bancarias o acciones de bajo riesgo.

Desde el punto de vista de negocio para la industria, resulta muy atractivo el bajo costo de producción de la hidrometalurgia, pero aún no se desarrolla al nivel que se requiere para el procesamiento eficiente de minerales sulfurados.

De acá al año 2020, los nuevos proyectos mineros a desarrollar en Chile tendrán una inversión asociada a MUSD\$ 67.000.-, de los cuales el 70% estará entre las Regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama, lo que podría inducir a crear en la zona centros de desarrollo tecnológico asociados a estas inversiones. Por otra parte es importante señalar que del total de la inversión sólo el 20% de procesamiento es vía hidrometalurgia, dado el desarrollo actual de las tecnologías disponibles.

## **3. Objetivos.**

- a. Determinar la brecha de costos existente entre los procesos de producción de cobre vía hidrometalurgia y flotación – fundición – refinación.
- b. Analizar y estudiar las estrategias de fomento de la innovación y emprendimiento asociado a la brecha antes descrita y/o cómo hacer más eficiente los procesos de I+D.
- c. Revisar y evaluar las principales barreras y/o costos de oportunidad que amenacen hoy la industria minera del cobre y sus efectos en el gobierno.
- d. Revisar y evaluar las posibilidades de la industria y el gobierno para fomentar, incentivar y/o participar de la formación de un “Copper Valley”.
- e. Proponer una estrategia que permita desarrollar el “Copper Valley”, proponer su formación, funcionamiento y financiamiento.

## **4. Alcance**

Para alcanzar el cumplimiento de los objetivos planteados, se realizará una evaluación de costos y financiera para cuantificar la brecha entre ambos procesos.

También se hará una revisión de las estrategias de fomento e incentivo existentes para el desarrollo de emprendedores en la industria del cobre, así como las estrategias existentes en países con alto desarrollo minero como Australia y Estados Unidos y las estrategias en países exitosos en términos de desarrollo tecnológico e innovación en minería.

A continuación se presentan los pasos a seguir en este trabajo:

- Descripción del estado actual: Revisión de las estrategias gubernamentales y de la industria minera, sus barreras y avances en este contexto.
- Análisis del estado actual: Mediante el levantamiento de las estrategias se realizará un análisis de valor agregado compartido, modelo delta de Hax. Se revisará la historia de programas de innovación y desarrollo de CODELCO, CIMM, el Estado, Universidades, comparando las realidades de los avances de la industria y el gobierno de Chile.
- Análisis de caso exitoso de la empresa APLIK y el efecto de su éxito para la industria minera.
- Desarrollo y proposición de estrategia: Se desarrollará y propondrá una estrategia para la formación del “Copper Valley” consistente con los resultados de la investigación y análisis anteriores.

## **5. Resultados Esperados**

En términos generales se espera obtener como resultado de este trabajo de tesis, una evaluación de la magnitud actual de la brecha entre ambos procesos para producir cobre, y comparar las expectativas de potenciales ahorros por el cambio de tecnología de procesos con el gasto que podría significar el inicio del “copper valley”, cuyo propósito es el desarrollo de tecnologías alternativas.

La hipótesis es que la inversión en desarrollo tecnológico es de una cuantía tanto menor que el potencial ahorro generado, que ello debiese ser un incentivo “natural” para la formación del “copper valley” con recursos de la propia industria.

Entregar una estrategia general de cómo hacer del “copper valley” un polo atractivo tanto para inversionistas nacionales y extranjeros, así como también para emprendedores que se sientan motivados a participar y formar parte de esto.

## **6. Propuesta de Valor**

Desarrollar una estrategia de innovación tecnológica de nivel mundial para reducir la brecha de costos de procesamiento de minerales de cobre, mediante la generación de un “Copper Valley”, impactando en el desarrollo de emprendedores, innovación y desarrollo tecnológico para hacer más eficientes los procesos, optimizando el consumo de insumos críticos, como agua, energía, personas, entre otros. De esta manera se beneficia la industria y el país en su camino hacia el desarrollo, mediante el mejoramiento de sus ventajas competitivas, situándolo por primera vez como actor relevante en tecnología de procesamiento minero de clase mundial.

## **7. Antecedentes Técnicos.**

Hay muchos casos en los cuales países tradicionalmente mineros como Australia, EEUU, Canadá, Reino Unido, Suecia, Finlandia, entre otros, han alcanzado el desarrollo industrial y tecnológico, sin embargo hay casos como Chile o Sudáfrica que si bien han tenido periodos de crecimiento económico no han podido mantener el desarrollo industrial y tecnológico. Hay casos en los cuales ha existido un pequeño o nulo crecimiento económico, incluso algunos han sido negativos, como Gambia, Mauritania, Costa de Marfil y Bolivia. Esto ha llevado a cuestionarse si efectivamente la minería puede promover el desarrollo económico sostenido.

Está claro que tener abundantes recursos minerales no es suficiente para mantener el desarrollo de un país, hay una serie de factores que se deben tomar en cuenta para ver cada caso de economía minera por separado. Uno de estos factores es nivel de desarrollo tecnológico, entonces es fundamental entender como la industria minera puede incentivar el desarrollo tecnológico.

A pesar de la amplia gama de autores que han estudiado el desarrollo de procesos en torno a recursos naturales, particularmente de la industria minera, se ha hecho poco análisis en como la minería y las actividades relacionadas pueden promover y estimular el desarrollo de habilidades tecnológicas y el problema de aprendizaje subyacente.

El caso de Chile, que ha podido fortalecer el mercado local pero no ha participado del proceso global, por lo cual el desarrollo exponencial que ha tenido Chile se sustenta principalmente en KIMS (knowledge-intensive mining suppliers, o proveedores de servicios mineros basados en el conocimiento) extranjeras.

La evolución de los procesos claves estudiados a la luz de distintas variables que reflejan características particulares.

Características de la industria:

- i. Escala y tasa de crecimiento de la producción minera;
- ii. Complejidades y desafíos de la producción minera; y
- iii. Estructura y organización de la industria minera.

Características a nivel micro:

- i. Esfuerzos de I+D e ingeniería hechos por las mineras y proveedores;
- ii. Esfuerzos para desarrollar las habilidades de expertos en KIMS;
- iii. La interacción de las KIMS como fuente de aprendizaje; y
- iv. La interacción dinámica entre la capacidad acumulada y los esfuerzos en aprendizaje e innovación en (i), (ii) y (iii).

### **7.1. Interacción entre crecimiento e innovación**

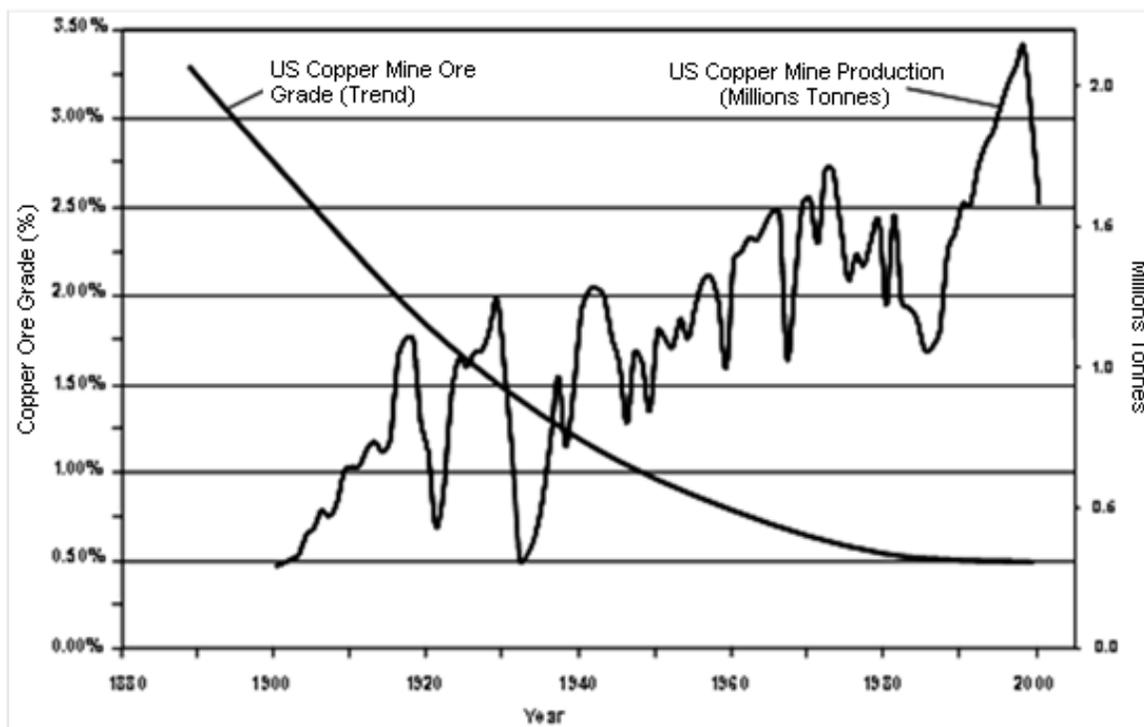
Históricamente la industria ha tenido que enfrentar problemas para mantener costos y producción con alta tasa de crecimiento de la demanda, con decrecimiento en las leyes de los depósitos y complejidad de mineralogía en aumento. En períodos más recientes hay que incorporar los temas medioambientales, de salud y seguridad. Estos factores han sido los principales impulsores de innovación y aprendizaje.

La innovación se ha generado producto de la interacción de distintas áreas de la producción minera como el uso seguro de dinamita para fragmentar, maquinaria de minería continua, tecnología de minería a cielo abierto para explotar grandes depósitos de baja ley, tecnología para monitorear y mantener los equipos mineros mejorando su vida útil, y sistemas computacionales para la ingeniería y geología. Es gracias a éstas innovaciones que se ha podido mantener el ritmo de crecimiento en la industria.

El caso de EEUU es un ejemplo de cómo a través de tecnología se puede aumentar el ritmo de crecimiento a pesar de tener leyes cada vez menores, como se ve en la Figura 7.1.

En éste caso, el de EEUU, los esfuerzos de innovación abarcaron todo el proceso minero.

El desarrollo de la industria tecnológica relacionada a la minería después de la segunda guerra mundial hizo posible la explotación de depósitos de baja ley, con aumento de producción y reducción de costos.



Fuente: Ayres, Ayres and Råde (2002); US Geological Survey.

**Figura 7.1:** Minería de cobre en EEUU 1880-2000 ley y producción.

## 7.2. Ubicación del polo de innovación para la industria minera

Durante el siglo XIX y comienzos de XX los proveedores de servicios se ubicaban geográficamente cerca de las operaciones, pero durante la segunda mitad del siglo XX el 90% de los proveedores se concentraban en 10 países, y en productos más especializados éste número se reducía a 5. Aquí EEUU era el líder en productos y servicios especializados, aunque los ranking varía de acuerdo a productos específicos los principales exportadores de proveedores eran Reino Unido, Alemania, Canadá, y Australia. Otros importantes eran Suecia, Finlandia, Sudáfrica, Japón, y Francia.

EEUU se mantuvo como gran proveedor, mientras que los países Europeos fueron perdiendo terreno. Canadá y Australia emergieron como proveedores clave en la industria minera, Sudáfrica también lo hizo en menor medida. Las industrias maduras no pueden coexistir pasivamente ni mantenerse inalteradas frente a nuevas industrias, ya que cada revolución tecnológica trae nuevas tecnologías y prácticas organizacionales que alteran a la industria preexistente, este proceso de forma continua

traerá consigo un rejuvenecimiento de la industria y puede comportarse como una industria nueva en términos de dinamismo, productividad y ganancias.

Gracias a la tecnología satelital han mejorado los mapas geológicos y geográficos que han significado una mejora sustancial en exploración y reducción de costos, hoy en día la primera fase de exploración se hace en avión y recién después de eso es necesario perforar.

También ha habido enormes avances en biotecnología, química e ingeniería mecánica aumentando la eficiencia de extracción de mineral, gracias a lo cual hoy se puede explotar yacimientos que antes eran inviábiles, un ejemplo es la biolixiviación.

Por otra parte, han aumentado los depósitos porque ha mejorado la exploración y porque hoy es posible explotar yacimientos que antes no se podían explotar.

Un área de particular importancia en el desarrollo de la minera es el desarrollo de tecnologías de la información (TI), que han permitido mejorar la industria ya que sirven para manejar grandes cantidades de información para predecir, diseñar, planificar y controlar las operaciones e instalaciones. El mayor impacto de las TI fue que se pudieron relacionar diversos sistemas como: (i) TI que integra GPS, escaneo aéreo geofísico y métodos sísmicos amigables con el medioambiente en exploración; (ii) TI aplicadas a la extracción y procesamiento (como robótica, manejo remoto y sistemas ) de minerales, con lo cual yacimientos pasaron de inviábiles económicamente a ser explotables; y (iii) Se integró TI con la obtención de minerales reduciendo los tiempos de la cadena de suministro y los inventarios.

Gracias a todo este proceso de rejuvenecimiento llevo a que el negocio considerado como maduro y poco innovador en 1970' pasara a ser a fines de los 1990' altamente innovador con altos índices de I+D. Por ejemplo a fines de la década de 1990' el 42% de las empresas Australianas vinculadas a los minerales sostuvo innovaciones tecnológicas, mientras que sólo el 26% de las vinculadas a la manufactura lo hizo, esto es liderado por las grandes empresas mineras como BHP y Rio Tinto.

Muchos autores han buscado identificar las fuerzas que impulsan la innovación, por ejemplo Peterson et al. (2001) destacó lo siguiente:

- i. La baja de precios en el largo plazo, y consecuentemente la presión por reducir los costos y mejorar la productividad.
- ii. Requerimientos continuos de salud, seguridad, medioambiente y uso del terreno.
- iii. El proceso de globalización.

El impacto de estas fuerzas no se verán con mayor profundidad en éste documento, más que en la siguiente tabla de resumen:

**Tabla N° 7.1: Algunas consecuencias de aumentar la intensidad de innovación y el rejuvenecimiento tecnológico**

Rasgos	Descripción
<b>a) Crecimiento de productividad liderado por la innovación</b>	El sector de la industria que forma parte del rejuvenecimiento incluye las nuevas tecnologías aumentando su productividad y virtualmente elevando el de la industria. Por otro lado la adopción y adaptación de nuevas tecnologías requiere bajo grado de inversión en infraestructura, aprovechando la infraestructura existe la industria rejuvenecida.
<b>b) Crecimiento del Mercado de sectores de innovación</b>	El mercado crece enormemente por los sectores rejuvenecidos y el uso de nuevas tecnologías.
<b>c) Demanda por personal calificado</b>	La industria rejuvenecida necesita grandes cantidades de personal altamente calificado.

*Fuente:* Basado en Pérez, 2001; Pérez and Soete, 1988

**a) Crecimiento de productividad liderado por la innovación.**

La innovación ha reducido costos, aumentado recursos minerales, mejora productividad y seguridad, ha mantenido o aumentado la vida de operaciones. Por ejemplo está la predicción de perturbaciones sísmicas o la inclusión de TI en el negocio.

Entre 1984 y 1998 la productividad de la minería en Canadá elevó la productividad del país, ubicándose entre las 10 de mayor crecimiento, creciendo casi 3 veces el crecimiento de Canadá, además el sector de metales fue el líder en innovación para el mismo período.

Según Davies & Vandermark (2003) la minería en Australia alcanzo un nivel de clase mundial en I+D, con innovación continua que lo llevo a crecer más de cuatro veces lo que creció el resto de la industria entre 1986 y 2003, un 130% versus un 30%.

**b) Crecimiento del mercado de sectores de innovación.**

El crecimiento de la industria ha llevado a que cada vez se requieran más proveedores.

Éste punto es fundamental ya que los proveedores especializados fueron capaces de capturar el aumento del flujo en el negocio, logrando un nivel de capacidades que les permitió comenzar a exportar. Por ejemplo a fines de los 1990' la industria de tecnologías medioambientales en Canadá creció entre 5% y 10%, pero además exportó cerca del 40% de sus servicios.

### **c) Demanda por personal calificado**

El aumento en la intensidad de innovación trajo consigo un cambio de requerir una gran cantidad de mano de obra no calificada a necesitar personal altamente calificado. La innovación también se debió en parte a la incorporación de personal altamente calificado a la industria. En Australia para según el Departamento de Industria, Turismo y Recursos (2002), es necesario tener personal altamente calificado para poder desenvolverse en el ambiente minero. En Canadá según la Asociación de Minería (2001), los trabajadores mejor pagados en país están en minería, y cerca de un cuarto son ingenieros, geólogos, geofísicos, geoquímicos, o graduados en disciplinas relacionadas.

Para mantener este flujo de profesionales la minería han tenido que incentivar las carreras relacionadas así como tener programas para que sus trabajadores continúen especializándose.

## **7.2.1 Cambio organizacional en la producción de la industria minera**

Como parte del rejuvenecimiento de la industria el cambio organizacional y la innovación jugaron un rol clave, a continuación se describen rasgos fundamentales.

### **a) Desintegración vertical e internacionalización de grandes compañías.**

Antes de 80' las grandes compañías proveían internamente todos los servicios que requerían, esto debido al concepto de economías de escala. Luego las compañías comenzaron a especializarse en lo que les ofrecía mayor retorno, subcontratando el resto de los servicios que necesitaban, esto generó un mercado internacional competitivo de proveedores. Durante la década de 90' las industrias mineras vendieron sus subsidiarias que no eran estrictamente mineras, disminuyendo así su capacidad de unidades especializadas, las que fueron subcontratadas. Como consecuencia surgieron empresas altamente especializadas, sin embargo las empresas mineras mantuvieron los procesos clave para controlar y evaluar las operaciones.

Las KIMS no son del todo basadas en ofrecer servicios basados en los conocimientos expertos que puedan tener, como consultoras de ingeniería. Las proveedoras de

equipos e insumos han ido agregando KIMS a su gama de productos. Por ejemplo Orica (Australiana), es el principal proveedor de explosivos a nivel mundial, no sólo ofrece todo lo relacionado a la tronadura, sino que también sus servicios de ingeniería en tronadura e investigación.

También hay casos de proveedores de servicios como Aker Kvaerner (Noruega) que es el líder mundial en ejecutar estudios de desarrollo de proyectos seguidos de la administración de ingeniería, adquisición y construcción, contratación de construcción, puesta en marcha y arranque, y servicios de operación de plantas.

En consecuencia del crecimiento de la industria, junto con la desintegración vertical de la industria, se dio un rápido crecimiento en términos de ventas del sector KIMS (Comúnmente llamados servicios de conocimiento intensivo KIS, knowledge intensive service), o empresa de servicios de conocimiento intensivo KIBS, knowledge intensive business service), esto se puede observar en el siguiente caso de la industria minera australiana:

**Tabla N° 7.2: Proveedores Australianos especializados en la industria minera.**

Tipo de proveedor especializado	Crecimiento en ventas 1995-2000
<b>Servicios de investigación científica</b>	550 %
<b>Servicios técnicos</b>	116 %
<b>Servicios computacionales</b>	53 %

*Fuente:* Departamento de Industria, Turismo y Recursos de Australia (2002).

A pesar de que los proveedores KIMS han sido parte de un proceso global, las economías locales han jugado un rol fundamental, ya que han servido de incubadoras para éstas empresas.

En contraste con países como Australia, Canadá o Sudáfrica, Chile no ha podido desarrollar proveedores KIMS lo suficientemente capaces como para poder competir a nivel mundial, ya que además cuando llegaron grandes empresas a Chile, los proveedores internacionales también lo hicieron, colapsando el mercado nacional.

Para el estudio de las KIMS consideraremos relevantes: (i) servicios proveedores de tecnología especializada y basados en ciencias, tienen sus propios procesos de innovación y desarrollo de nuevas tecnologías, en general co-desarrolladas con sus usuarios, (ii) Servicios basados en el uso de ciencia y tecnología, aquí caben servicios de I+D, ingeniería, y computacionales. Proveen de nueva tecnología a los manufactureros entre otros. A pesar de representar el 5% de la mano de obra aportan el 30% de la investigación y (iii) Servicios de consultorías tecnológicas, combinan

rasgos de los basados en ciencia y tecnología con los interactivos, se dedican a solucionar los problemas que tienen sus clientes.

Antes se consideraba a los KIS como adaptadores y distribuidores de tecnología dentro de clústeres y entre éstos. Hoy, además de esto, son consideradas como acumuladores de conocimiento y proveedores de soluciones específicas. Algunos autores aseguran que es raro que una proveedora de servicios tenga un área de I+D, que la innovación ocurre a través de un proceso búsqueda y aprendizaje. En general la innovación surge de la identificación de un problema específico, a través del alto grado de interacción que existe. Generalmente la innovación es reconocida como tal al cabo del tiempo.

La interacción entre el proveedor y productor se enriquece ya que la confrontación del problema junto con las posibles soluciones que presente el KIS, con un flujo bidireccional de información. Las KIS juegan un doble rol, aportando nueva tecnología y como catalizador del proceso de aprendizaje. Además generan redes de conocimiento que apoyan la innovación y el aprendizaje. La innovación de las KIS tiende a ser dentro de redes y abierta más que dentro de empresas puntuales.

### **7.3 Ciclos de cambios tecnológicos, rejuvenecimiento y barreras de entrada.**

Cada tecnología evoluciona en ciclos dentro de su vida, los cuales tienen ventanas para las empresas bajo la frontera tecnológica. Los ciclos parten generalmente con un producto revolucionario, como la ampollita, vacuna, rayón, nylon, penicilina, televisión, energía nuclear, píldoras anticonceptivas, los semi-conductores, o los cambios automáticos. Dependiendo de lo radical que sea la innovación puede llevar a un nuevo producto o proceso, incluso generar una nueva industria.

La primera fase consiste en innovación y optimización sucesiva para que el nuevo producto o proceso se adecue al mercado. Después viene una fase en la cual la interacción con el mercado adecua al producto mediante innovaciones acumulativas. Luego viene una fase de optimización en productividad, calidad, y posición del productor en el mercado. Finalmente el producto alcanza la madurez donde invertir en innovación comienza a tener retorno cada vez menor. Este proceso puede durar unos cuantos años o décadas.

La siguiente tabla resume como varían las necesidades y barreras de entrada a lo largo del ciclo tecnológico.

**Tabla N° 7.3: Cambio en las barreras de entrada y potencial de innovación a lo largo del ciclo tecnológico.**

	Fases del ciclo		
	Introducción	Crecimiento	Madurez
<b>Tipo de potencial económico</b>	<b>Nivel de potencial económico</b>		
Posibilidad de mejora productiva	Alto	Medio-Alto	Bajo
Potencial de crecimiento del mercado	Alto	Medio	Bajo
Capacidad para generar ganancias	Alto	Medio	Bajo
Costo de inversión (como fabricas de producción)	Bajo	Medio	Alto
<b>Tipo de barrera de entrada</b>	<b>Nivel de la barrera</b>		
Requisito de dominio de conocimiento científico	Alto	Medio	Bajo
Requisitos de know-how y experiencia	Bajo	Medio-Alto	Alto
Capacidad para utilizar mano de obra no calificada	Bajo	Medio	Alto
Importancia relativa de ventajas dinámicas	Alto	Alto	Bajo
Importancia relativa de ventajas comparativas (estáticas)	Bajo - Medio	Bajo-Medio	Alto

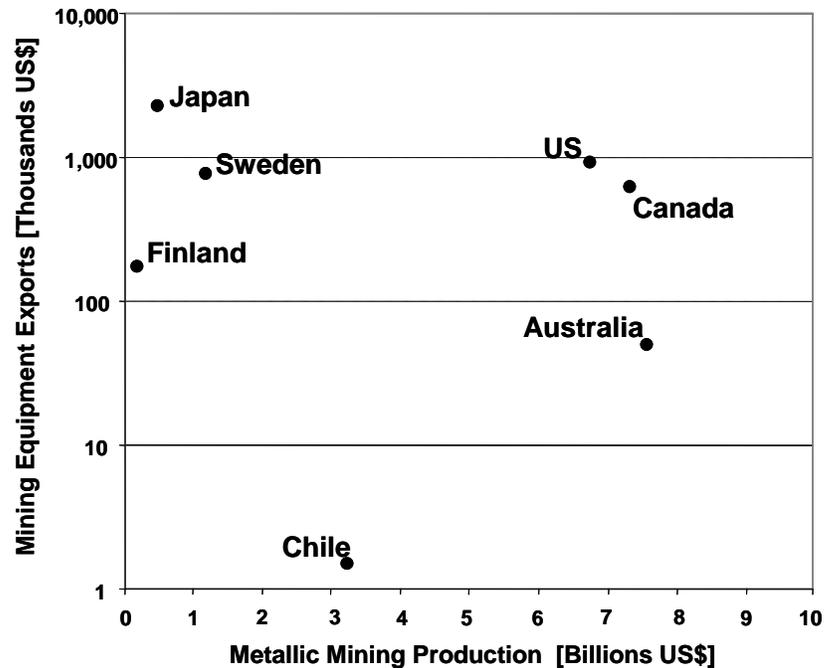
*Fuente:* Basado en Pérez and Soete (1988).

Dada la naturaleza cíclica de las innovaciones se generan oportunidades, pero por el dinamismo existe en las relaciones siempre que se cierran ventanas de oportunidad para el desarrollo se abren nuevas, para nuevos productos o mejoras. El desarrollo tecnológico sostenido consiste en aprovechar las sucesivas ventanas que se presentan. Para esto es necesario identificar las ventanas y desarrollar un plan para aprender y fomentar la innovación. Entonces el potencial para aprovechar las ventanas por países en vías de desarrollo estará determinado por el nivel acumulado de tecnología que han adoptado y adaptado de los países desarrollados.

Hay dos factores que determinan el análisis, uno son los cambios en las estructuras de poder que rigen determinadas industrias, el otro son las fases de las tecnologías transversales que influyen a toda la economía más que a un sector en específico.

A pesar de esto hay sectores que han utilizado su minería para generar un sector de proveedores orientado a la exportación. Los distintos países han seguido diversos caminos que se ilustran en la Figura 7.2, con respecto a los ocho metales base, se identifican tres sectores.

La primera trayectoria considera a EEUU y Canadá, que han exportado equipo y aumentado su producción, se cree que están ambos relacionados y han crecido por interacción, Australia también podría considerarse acá, sin embargo comenzó su desarrollo en los 80' por lo que aun no alcanza los niveles que tienen EEUU y Canadá.



**Figura 7.2:** Exportación de equipos de los diferentes países.

Una segunda trayectoria comprende a los países de Japón, Suecia y Finlandia, que habían seguido una trayectoria similar a la de EEUU y Canadá, pero cuya producción de minerales comenzó a decaer, pero quedó el legado de las exportaciones de equipos.

Y el tercer tipo es el de países como Chile cuya producción minera ha crecido sin embargo no lo ha hecho su exportación de equipos mineros, no queda claro porque Chile teniendo las condiciones para poder desarrollarse y pertenecer a cualquiera de los otros grupos no lo ha hecho.

Contrastado con el periodo 1913-1950, los países basadas en recursos naturales crecieron más rápido. Además la década de 80' es considerada como perdida dado el alto nivel de proteccionismo que existió durante la década de 70', y la transición a una economía más abierta. Por ejemplo el desarrollo de EEUU fue antes de 20' principalmente minero, pero supo aprovechar la instancia para desarrollar una industria que le permitió desarrollarse. Se han identificado tres factores para el desarrollo de EEUU:

- i. Un ambiente legal propenso para la minera, con libre acceso al descubrimiento y pérdida de derecho en caso de no explotar
- ii. Inversión en conocimiento de acceso público.
- iii. Educación en minería, mineralogía, y metalurgia.

El caso de EEUU era principalmente un aprendizaje colectivo, gran inversión en exploración, desarrollo de tecnología para extracción, refinería, y uso. En un proceso de aprendizaje continuo, mediante redes de minería de clase mundial y universidades, gobierno e investigación privada. Pasando gradualmente una industria basada en la extracción hacia una industria más basada en el conocimiento específico.

Otro ejemplo es el caso Australiano, parte del desarrollo Australiano se debió al descubrimiento de nuevo yacimientos, y exportación de tecnología relacionada. Esto fue gracias a infraestructura para educación e investigación masiva. Formando clúster de universidades y think-tanks públicos y privados para aumentar la productividad y el desarrollo de nuevos productos.

El denominador común de estos casos no es sólo la extracción de recursos naturales, sino que también el desarrollo de otros sectores.

#### **7.4. Revisión de los desarrollos tecnológicos asociados a la disminución de la brecha entre hidrometalurgia y flotación – fundición – refinación.**

Durante los últimos 15 a 20 años, se han realizado numerosas investigaciones principalmente enfocadas en incrementar la productividad mediante los mismos procesos ya existentes, siendo en menor número las investigaciones y desarrollos asociados a alguna variación de los actuales procesos, en pos de acortar la brecha existente entre los 2 principales procesos de producción de cobre, tratando de lograr procesos más eficientes, menos contaminantes, de menos consumo de agua y energía, con lo anterior lograr menores costos de producción.

Como hemos podido constatar dentro de este mismo capítulo, los esfuerzos son más bien aislados, sin poder generar una sinergia que fortalezca las capacidades y desarrollos aplicados. Estos esfuerzos están dados principalmente en algunas grandes empresas de la minería del cobre como, CODELCO, BHP Billiton, Río Tinto, Phelps Dodge, entre otros.

**Tabla N° 7.4: Algunos de los nuevos procesos desarrollados y patentados en los últimos 20 años.**

<b>Proceso</b>	<b>Abióticos</b>	<b>Bióticos</b>
<b>Base sulfato</b>	Placer Dome; Activox; Dynatec; Anglo American/UBC; BRISA, etc.	BioCop; BacTech; Geocoat; BioHeap
<b>Base sulfato/cloruro</b>	Noranda Antlerite; BHAS; CESL	N/A
<b>Base cloruro</b>	Hydrocopper; Cuprex; Cuprochlor	N/A

Por otra parte están los esfuerzos universitarios, pero con menos recursos y más tiempo de investigación, además de las capacidades intelectuales instaladas, esto principalmente en Australia y Chile.

Por otra parte existen pequeñas empresas asociadas a emprendedores que buscan innovar profundamente en la industria minera, las que en cualquier caso en número son deficientes para asumir un posible éxito por capacidades de inclusión dentro de la minería, ya que más que nuevos procesos, se enfocan principalmente en incrementar la eficiencia de dichos procesos.

Dentro de los avances concretados, están la lixiviación de sulfuros secundarios con adición de cloruros, lixiviación de calcopirita mediante biolixiviación (iniciada en los 80's para el oro), lixiviación de sulfuros primarios, como también concentrados de cobre a alta presión y temperatura, muy efectiva esta última pero limitada por el alto requerimiento de energía.

Lo que se puede observar es que no existe una interacción significativa entre universidades y empresas, aún cuando si existe interacción entre gobierno y universidades y entre gobierno y pequeñas empresas de innovación, mediante CORFO. Finalmente se evidencia una clara falta de interacción efectiva y fluida entre estos 4 actores (PYMES asociadas a innovación en minería, universidades, gobierno e industria).

Una experiencia de relativo éxito a la fecha es la formación del cluster minero desde la industria, iniciado por BHP Billiton el año 2009, con un estudio para caracterizar a los proveedores y los desafíos de BHP Billiton, el cual nace de la evidencia que en los próximos 25 años, el mundo consumirá más cobre que en toda su historia y para satisfacer la demanda futura, se requieren mayores niveles de desempeño que los proyectados, ya que en Chile el 67% de nuestros proveedores son usuarios de la tecnología y 31% son adaptadores. Se necesita desarrollar las capacidades de nuestros proveedores, agregando valor al trabajo de las áreas operacionales.

Antes hubo una iniciativa similar desde el gobierno sin mucho éxito, desde la cual BHP Billiton en Chile busco la manera de darle forma según sus requerimientos y posibilidades, dando el impulso personal quien fuera en ese momento el presidente de Metales Base (Diego Hernández), quien luego al ir a CODELCO como presidente ejecutivo, también impulso el proyecto y hoy en AMSA está ocurriendo lo mismo.

A esta iniciativa a la fecha se ha unido CODELCO y están acercándose Angloamerican y AMSA. Donde se presentan oportunidades para las universidades y PYMES de innovación tecnológica, donde ellas pueden postular y comisiones internas de cada operación sigue un camino de selección para determinar con quien trabajará, de esa forma se da inicio a un trabajo operacional de procesos y uno denominado la ruta de clase mundial o RCM, el cual busca potenciar a las PYMES para que alcancen el nivel de clase mundial, a través de asesores pagados por la industria.

Finalmente el desafío para cluster es llegar a tener entre 250 a 500 proveedores de clase mundial, vale decir, proveedores reconocidos en Chile y el extranjero por su excelencia y que vendan entre 30% y 80% fuera de Chile, además de entregar sus servicios con estándar comparable al líder mundial, junto con tener un alto valor agregado (tecnología, innovación, conocimiento).

## **7.5. Revisión Histórica de la Industria Minera en Chile y Australia.**

En esta sección se revisará como ocurrió el proceso en Chile y Australia, y como se configuró con las diferencias que se observan hoy en día.

### **7.5.1. Revisión Histórica de la Industria Minera en Australia.**

A comienzos del siglo XIX cuando se instalaron los británicos en Australia se descubrió el carbón para el consumo de la isla. Luego en 1840 comenzó la explotación de metales en la isla, con plomo y cobre, a una escala muy pequeña respecto a la producción mundial.

En 1850 se produjo una fiebre del oro en Victoria, alcanzando el 40% de la producción mundial ([www.nationalminesatlas.gov.au](http://www.nationalminesatlas.gov.au)). La industria se basaba en minerales de fácil acceso sin desarrollo tecnológico, sin embargo promovió un marco organizado de la minería.

En 1870 se agotaron estos depósitos, y comenzó una minería a mayor escala. Se administraron por locales con vasta experiencia pero reacios al uso de nuevas tecnologías desarrolladas en EEUU y Europa. Continuó el desarrollo de una red, pero no de tecnología. Surgieron institutos educacionales relacionados a la minería, aunque

sin un gran vínculo con la industria, sirvieron para llenar el vacío educacional de Australia.

En el siglo XIX la industria no creció tan rápido como en EEUU, dados los bajos esfuerzos desarrollados para aplicar nuevas tecnologías y la mala búsqueda de nuevos yacimientos. El dinamismo durante la primera mitad del siglo XX fue bajísimo, sólo con el descubrimiento del yacimiento de Mount Isa cuyo potencial no fue descubierto hasta 1950.

Durante 1950 y 1960 se revigorizó la industria gracias a las compañías y los centros de investigación y educación, aumentó la exploración con muy buenos frutos. Esto originó un nuevo auge minero, con alto dinamismo, que había sido interrumpido durante la primera mitad del siglo.

En 1970 la tecnología estaba actualizada, además las compañías junto al gobierno promovieron el desarrollo y la investigación. Para comienzos de 1980 las compañías tenían grandes capacidades acumuladas.

En 1980 las capacidades acumuladas en las compañías fueron traspasadas a los proveedores de manera paulatina, con el proceso de desintegración vertical. Esto sumado al aprendizaje haciendo desarrollo un nuevo sector de la industria, con toda una nueva estructura organizacional.

Si bien la desintegración vertical fue fundamental, no hay que desestimar la labor tecnológica que continuó en compañías mineras, por ejemplo las publicaciones académicas de BHP entre 1981 y 2000 fueron similares a la división de minerales de CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, agencia científica australiana, una de las más grandes del mundo).

Sin embargo la desintegración vertical trajo consigo una reducción en los esfuerzos de aprendizaje e innovación por parte de las compañías. Esta falta de capital humano se camufló en 1980 por el aumento de productividad, pero azotó fuertemente en 1990 y a comienzos de 2000 se hizo crítico.

En 1990 las compañías australianas comenzaron a mirar internacionalmente, utilizando no sólo inversión propia, si no que al sistema financiero.

Australia pasó a ser una economía minera líder. Con producciones metálicas de bauxita (1<sup>os</sup>), zinc (2<sup>os</sup>), oro (3<sup>os</sup>), mineral de hierro (3<sup>os</sup>) y níquel (4<sup>os</sup>). Además de líder en minerales energéticos como carbón y uranio, con alta participación en gemas, diamantes y arenas minerales.

En forma paralela a este desarrollo en la industria, se desarrollaron grandes capacidades por parte de los proveedores KIMS, surgiendo Australia como líder tecnológico también. Las universidades y centros de estudios también adquirieron prestigio internacional. Este se interconecta al desarrollo de la industria ya que la innovación ayudo al auge, así como la innovación fue promovida sistemáticamente por las compañías y el gobierno.

### **7.5.2. Revisión Histórica de la Industria Minera en Chile.**

A comienzos del siglo XIX Chile continuó con la tradición de la colonia (Española 1545-1810). Se explotaban yacimientos de cobre, plata y oro de alta ley, y fácil acceso. Durante el siglo XIX llegaron expertos desde Europa, no muchos pero los pocos que lo hicieron, contribuyeron significativamente al desarrollo tecnológico en la minería chilena.

Durante el siglo XIX decayó la producción de plata y oro por el agotamiento de los yacimientos, por lo que el cobre tomo la cabeza, y durante 1850 Chile producía el 40% del cobre del mundo, basado en varios pequeños depósitos de alta ley. El cobre era enviado a fundiciones de tecnología europea actualizada, se utilizaba el proceso Welsh durante la primera mitad del siglo, y luego llegaron fundiciones reberveratorias y flash, produciendo cobre de “alta” pureza, con barras de 97% y lingotes de 99,5%.

Esta expansión trajo consigo varios efectos. En educación se fundó la Universidad de Chile en 1840 abriendo ingeniería en minería en 1850, misma década en la que se fundó la Escuela de minería en Copiapó, que más tarde pasó a ser la U. de Atacama, y en 1880 se fundó la Escuela de minería de la Universidad de La Serena. También gracias al cobre se desarrolló una gran cantidad de infraestructura, como el ferrocarril, y la demanda de todo el proceso por energía, llevó al desarrollo de la minería del carbón.

Paradójicamente, la producción de cobre en Chile comenzó a declinar abruptamente en la década de 1880, justo cuando la demanda creció inesperadamente gracias a la industrialización. Esta alza de demanda transformó completamente el negocio, y comenzaron a ser explotados grandes yacimientos con baja ley, sin embargo Chile quedó rezagado a explotar los mismos depósitos pequeños de alta ley, con altos costos de producción dada su incapacidad de mantenerse vigente tecnológicamente.

A fines del siglo XIX y comienzos del XX, Chile ya había perdido su hegemonía en cobre y EEUU paso a la delantera con un 54% de la producción mundial, y Chile bajó a 5%. Chile no participó del cambio tecnológico de la industria asociada a la revolución industrial, y se perdió una tremenda oportunidad de desarrollo asociado a esta transformación.

En el contexto del colapso de la industria del cobre Chile, cabe destacar que una causa probable era el auge de los nitratos. Esta industria era mucho mayor que la del cobre y mantuvo una tasa de crecimiento alta por cerca de cuatro décadas, la exportación fue mucho mayor que lo que había logrado el cobre. Para 1890 Chile producía el 73% de mercado. Todo esto influyó mucho en el desarrollo del país, en infraestructura, banca, sistema financiero, y recaudación de impuestos que se invirtió en infraestructura y un sistema educacional.

Según algunos el cambio se debió a la migración de los pocos capitales existentes en minería, tanto humanos como financieros. Todo apuntaba a que el salitre era más seguro que ingresar a la nueva era con el cobre. Sin embargo, debido al salitre sintético inventado durante la Primera Guerra Mundial, la producción de salitre natural comenzó a decaer, y como no pudo llegar a estándares competitivos, para 1930 la venta estaba bajo el nivel de 1880.

La inversión en cobre no recomenzó si no hasta 1910-1920, cuando capitales provenientes de EEUU revigorizaron la industria en Chile, en El Teniente, Chuquicamata y Potrerillos. Para 1930 Chile había recobrado parte de la producción mundial llegando 16% gracias a las nuevas tecnologías, cifra que llegó hasta 18% en 1940, sin embargo, por las tres décadas siguientes continuó aumentando la producción, pero disminuyó en relación a la producción mundial.

Durante la primera mitad del siglo XX no existían las capacidades para poder manejar la minería, desde 1900 hasta 1960 la minería estuvo controlada por compañías de EEUU, que gradualmente acumularon capacidades. En 1950 se construyó la primera fundición nacional, por personal que se entrenó durante 20 años en la fundición de compañías de EEUU, esta sirvió también para entrenar a personal para una segunda fundición en 1960.

La primera mitad estuvo marcada por la constante disputa entre las compañías mineras y el gobierno, ya que éste último reclamaba que las compañías no hacían suficiente en términos de recaudación fiscal ni en vinculación con el resto de la industria nacional.

Para 1970 estos problemas, junto con el crecimiento de las capacidades en Chile, llevó a la nacionalización del cobre. Mediante la Corporación Nacional del Cobre (Codelco) Chile comenzó a operar Chuquicamata, El Teniente, Andina y Salvador, consolidando a la mayor compañía productora de cobre en el mundo. La Tabla 7.4 resume la historia de Codelco.

De ahí en adelante la minería de cobre comenzó a crecer enormemente, y en 1990 da un salto al incorporarse capitales de Canadá, Australia, Sudáfrica y EEUU.

Este último auge llevó a desarrollar programas universitarios relacionados a la minería, junto con centros de investigación. La tecnología se actualizó, con proyectos de inversión de gran tamaño, desarrollando un gran capital humano de clase mundial.

A pesar del tremendo desarrollo en Chile de la industria, no se desarrolló el sector KIMS, esto es relevante ya que se han perdido enormes posibilidades de desarrollo, desde 1950 hasta 1970 las compañías de EEUU no alcanzaron a desarrollar las capacidades necesarias como para desintegrarse verticalmente y traspasar sus conocimientos al sector de proveedores.

**Tabla N° 7.4: Fechas clave de la prehistoria de Codelco.**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
<b>1909</b>	La producción comienza. El Teniente es un gran depósito de cobre en Los Andes 80 kilómetros al sur de Santiago. Fue comprada y puesta en marcha por una compañía minera de EEUU. Era la mina más grande del mundo. Tiene un área de 750 km cuadrados, varios kilómetros de túneles, 70 km de vía férrea, teleférico, minería, molinos, fundición, y refinera, así como un campamento para 16.000 personas
<b>1915</b>	Chuquicamata es puesta en producción por una compañía de EEUU, es un gran depósito de cobre ubicado en el norte del desierto de Atacama. Para 1930 Chuquicamata era el mayor rajo en el mundo.
<b>1928</b>	Potrerillos es puesta en producción por una compañía de EEUU, está ubicado 160 km al sur de Chuquicamata. Para 1955 el rajo de Potrerillo estaba agotado.
<b>1955</b>	El gobierno de Chile crea el Departamento del Cobre, una agencia para supervisor y proveer información sobre precios, producción y el mercado.
<b>1959</b>	El Salvador está bajo la superficie de Potrerillos y entra en producción completa.
<b>1966</b>	El Departamento del Cobre se convierte en a Corporación Chilena del Cobre. Esta organización crea empresas mixtas con capitales extranjeros para explotar minas, por ejemplo Kennecott (Dueño de El Teniente) vende el 51% de El Teniente a Chile y mantiene la administración por 10 años, prometiendo un aumento en la producción, por otro lado Anaconda se niega a vender, pero firma un acuerdo para aumentar la producción a cambio de menores impuesto. A pesar de esto Chile no controla ninguna gran mina.
<b>1970</b>	El rajo de Andina entra en producción complete. Ubicada a 50 kilómetros del noreste de Santiago, y sus instalaciones están a 3.500 m sobre el nivel del mar.
<b>1971</b>	Se nacionalizan las cuatro minas más importantes de Chile junto con todas las instalaciones de procesamiento.
<b>1976</b>	La Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco), se establece para administrar las cuatro minas que producían el 82,4% del cobre chileno. Se continuó con producción complete para el año siguiente, y el año siguiente aumentó en un 30% la producción de las minas de Codelco.

*Fuentes:* elaboración propia basada en The International Directory of Company Histories, 2001; [www.codelco.com](http://www.codelco.com); [www.infomine.com](http://www.infomine.com); [www.ame.com.au](http://www.ame.com.au), todos accesados 2005.

Además, en este periodo casi no hubo otros esfuerzos para acumular capacidades, se construyeron fundiciones, sin embargo se concentraron los esfuerzos para adoptar/absorber capacidades.

Desde la nacionalización las capacidades se han acumulado pero no han logrado el nivel o la escala para dar pie al desarrollo del sector KIMS. Después de la nacionalización se fueron los expertos y Codelco debió concentrar sus esfuerzos en mantener y expandir su producción. Siendo su principal prioridad entre 1970 y 1980 el desarrollo de habilidades.

Durante este periodo, los ingenieros tuvieron que aprender a solucionar los problemas de operaciones funcionando. En esta temprana etapa se desarrollaron grandes innovaciones como el horno de fundición de El Teniente, para aumentar su capacidad, y el panel caving, una variante mejorada del block caving.

Entre 1980 y 1990 se desarrollaron actividades de innovación en el marco de la mejora continua. Se motivó a los ingenieros a mejorar la operacionalidad y adaptación de tecnologías. Ayudaron mucho las condiciones geológicas y geomecánicas de los yacimientos, ya que la mera adopción sirvió para mantenerse en un nivel competitivo. Las capacidades acumuladas son considerables, pero hubo muy poca innovación que pudiera extenderse al sector KIMS.

Los efectos del rejuvenecimiento sólo fueron parcialmente explotados en una pequeñísima escala, ya que sólo se logró el nivel de usuario avanzado, y luego adaptador.

Para mediados de los 1990, las actividades de Codelco eran bastante complejas y fue de suma importancia el desarrollo de nuevas tecnologías para poder reducir los costos, algo similar ocurrió con otras compañías con operaciones en Chile.

En 1996 se definió la primera “Política de Investigación e Innovación Tecnológica”, resumida en los siguientes principios estratégicos:

- i. Usar la mejor tecnología disponible para enfrentar problemas y desafíos operacionales.
- ii. Llevar a cabo esfuerzos continuos de investigación e innovación tecnológica en áreas donde el mercado no ofrece soluciones integrales.
- iii. Mejorar la administración y organización de la investigación e innovación.
- iv. Motivar el desarrollo profesional y la especialización.
- v. Desarrollar acuerdos de investigación.
- vi. Proteger la propiedad industrial.

En 1998 se creó el IM2 (Instituto de Minería y Metalurgia), el instituto corporativo de Codelco de I+D. Para 2001 se desarrollaron más de 85 proyectos de investigación y 14 patentes. Para 2006 había 60 empleados de investigación.

Para solucionar los diversos desafíos tecnológicos Codelco firmó alianzas con empresas líderes internacionales como DBT, Sandvik, MMD, y Orica. Además en años recientes Codelco inició empresas mixtas con diversos capitales para desarrollar tecnologías.

La participación de proveedores chilenos en estas empresas es muy limitada. Además de su participación en consorcios de investigación.

En resumen, durante las últimas tres décadas Codelco desarrollo nuevas capacidades tecnológicas, multiplicando seis veces su presupuesto en I+D desde 1980 hasta 2006. Entre 1995 y 2004 Codelco hizo 80 aplicaciones patentadas, más que todos los centros de investigación y Universidades chilenos juntos.

A pesar de haber mejoras, este esfuerzo es mínimo comparado con lo realizado por Australia, por ejemplo BHP invirtió 15 veces lo que Codelco en 1996.

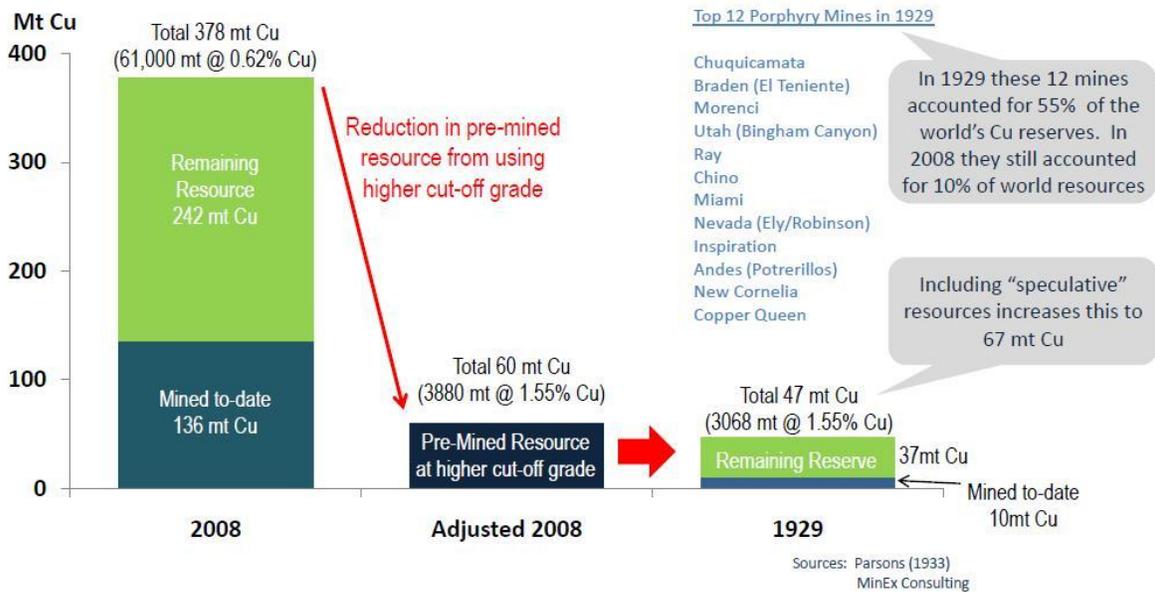
### **7.5.3. La Internacionalización de las Compañías Mineras chilenas y australianas.**

En resumen, Chile y Australia se diferencian en dos grandes rasgos que determinaron el crecimiento de su sector KIMS, en primer lugar está el crecimiento diferido de la industria nacional, con Chile siempre quedándose atrás. Este crecimiento diferido determinó la posibilidad de aprovechar las oportunidades que se presentaron durante el siglo XX. En segundo lugar estuvo el proceso de internacionalización de las compañías mineras que ocurrió en Australia, ya que le permitió internacionalizar a sus proveedores KIMS, abriendo toda una nueva gama de posibilidades de innovación y aprendizaje. Mientras que en Chile no se realizó esfuerzo alguno por internacionalizar la industria.

Además, hubo otro factor en el desarrollo del sector en Chile, con la llegada de la inversión al país, también llegaron los proveedores KIMS de otros países, lo cuales colapsaron el mercado, dejando así afuera a las empresas nacionales.

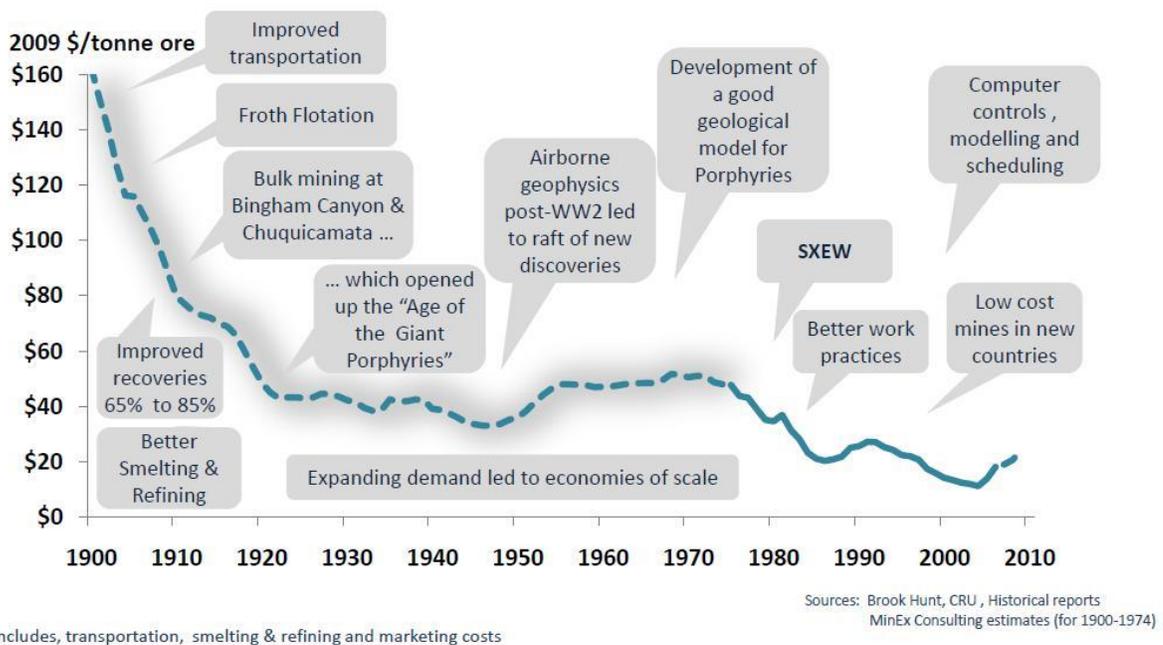
### **7.6. El análisis de los últimos 100 años de la minería del cobre, nos permite visualizar lo siguiente:**

- Los recursos mundiales de cobre crecieron 25 veces en los últimos 100 años. Gran parte de esto fue a través del avance en pre-striping y la explotación de leyes bajas.



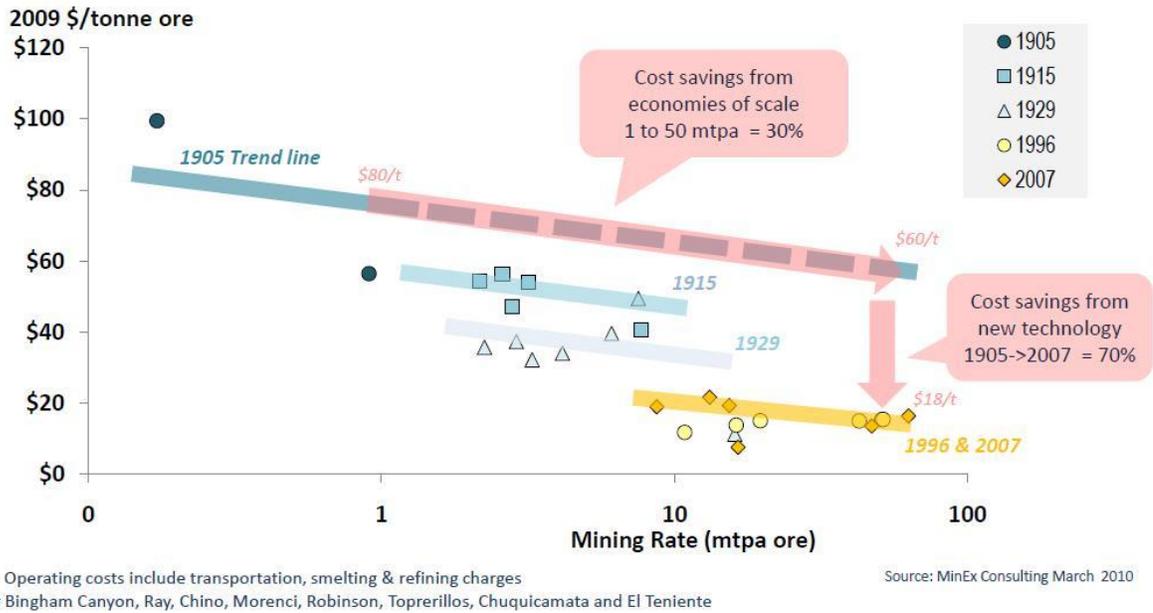
Fuente: Parsons (1933) MinEx Consulting  
**Figura 7.3: Crecimiento de los recursos mundiales.**

- Se desarrollaron y existen innovaciones tecnológicas disponibles para activar la explotación de Pórfidos gigantes "diseminados" y luego depósitos de óxido de Cobre. Se generó una nueva colaboración entre metalúrgicos, geólogos e ingenieros.



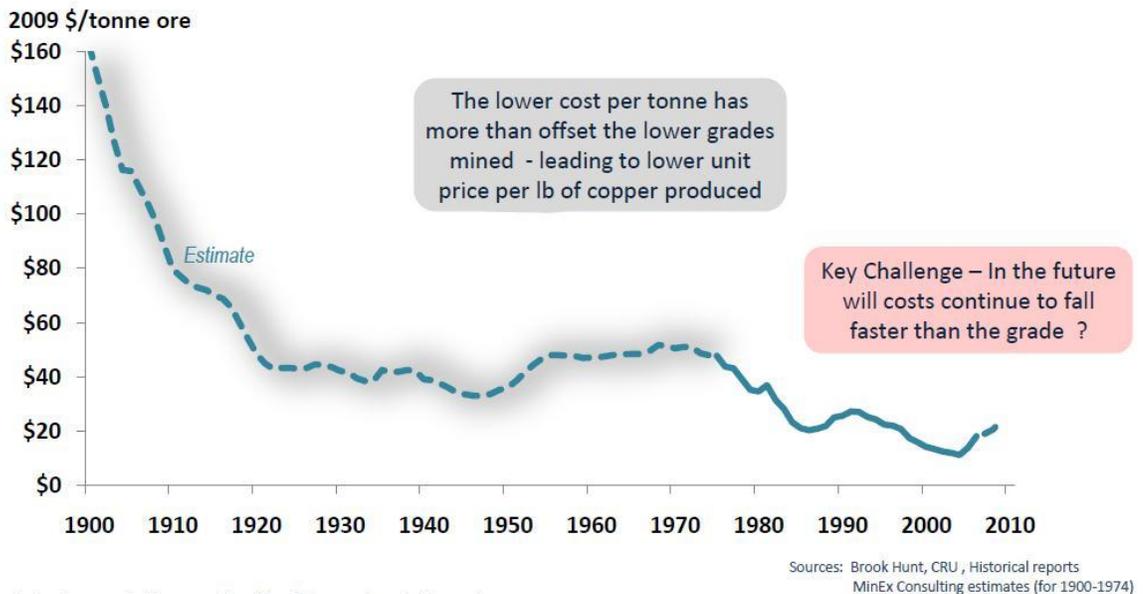
**Figura 7.4: Innovaciones tecnológicas disponibles.**

- La reducción de costos de la industria, es respuesta directa a las economías de escala en un 30% y a las nuevas tecnologías en un 70%.



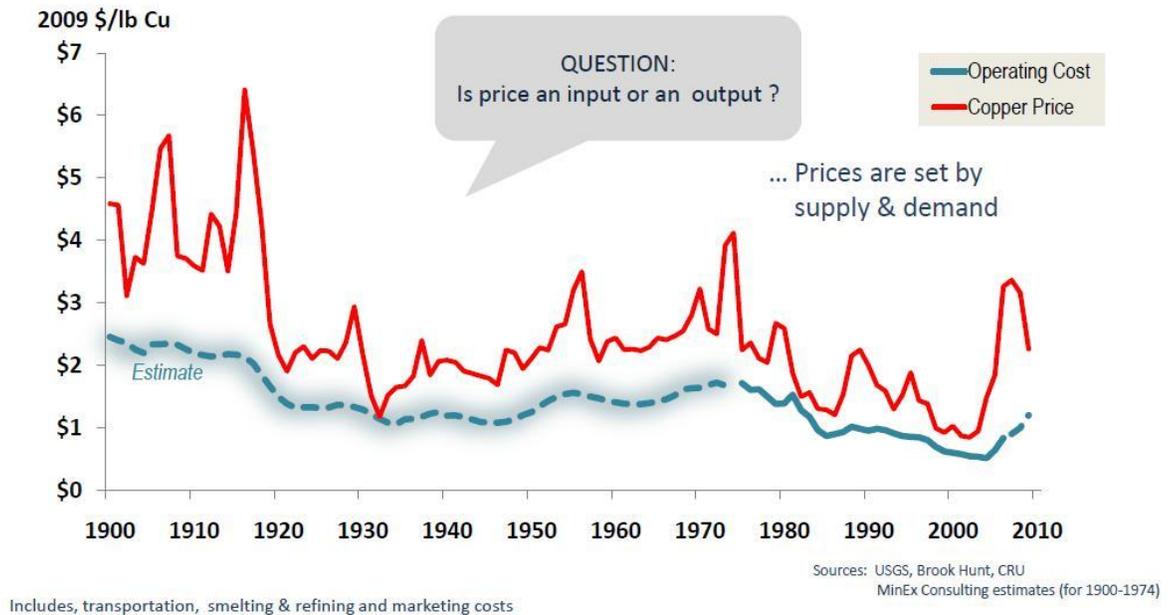
**Figura 7.5:** Reducción de costos de la industria.

- El crecimiento de la explotación de recursos, son atribuibles a la reducción de las leyes. A medida que los costos bajaron, lo mismo ocurrió con las leyes de corte, con ello se generó un incremento en el desarrollo y crecimiento de los recursos mineros.



**Figura 7.6:** Crecimiento de la explotación de recursos.

- Los precios del cobre son una variable respuesta, no una entrada. Son impulsados por la oferta y la demanda.



**Figura 7.7:** Precio del cobre.

### 7.7. Chile, una mirada al 2020.

La producción minera en Chile de acá al año 2020, comparando como base el año 2012, tendrá el siguiente escenario:

- Cobre: 7,8 Millones de toneladas (+43%)
- Oro: 120 toneladas (+300%)
- Molibdeno: 60 Th Toneladas (62%)
- Hierro: 15 Millones de toneladas (170%)

Con el aporte de 54.346 millones de dólares, la minería del cobre explica el 81,2% del total de la inversión proyectada. El resto de la inversión minera se destinará tanto a la minería del oro y plata de gran escala estimada en MUS\$ 9.825, equivalente al 14,7%, como a la minería del hierro y de los minerales industriales que recibirá 2.719 millones de dólares, con el 4,1% del señalado gran total de la inversión minera.

**Tabla N° 7.5: Inversión proyectada en minería (Millones de US\$)**

Sector	Anterior a 2011	2011	2012	2013	2014	2015	Posterior al 2015	Total	% Part.
<b>1. Minería del Cobre</b>	<b>3,331</b>	<b>5,721</b>	<b>6,012</b>	<b>7,951</b>	<b>7,064</b>	<b>7,312</b>	<b>16,995</b>	<b>54,346</b>	<b>81.2</b>
- CODELCO	369	2,674	3,447	3,883	2,599	2,487	9,005	24,464	36.6
- Gran Minería Privada	2,932	3,010	2,355	3,718	4,300	4,790	7,950	29,055	43.4
- Mediana Minería	30	37	210	350	165	35	-	827	1.2
<b>2. Minería del Oro y Plata</b>	715	675	1,150	2,010	1,975	2,150	1,150	9,825	14.7
<b>3. Minería del Hierro y Minerales Industriales</b>	316	740	900	245	138	120	260	2,719	4.1
<b>Inversión Total</b>	<b>4,362</b>	<b>7,136</b>	<b>8,062</b>	<b>10,206</b>	<b>9,177</b>	<b>9,582</b>	<b>18,365</b>	<b>66,890</b>	<b>100.0</b>

*Fuente:* Elaborado en COCHILCO, con antecedentes de cada proyecto disponible en fuentes públicas.

**Tabla N° 7.6: Cartera de proyectos en la minería del cobre y del oro**

Puesta en Marcha [Año]	Empresa	Proyectos	Región	Sector	Tipo	Condición	Inversión [Mill USD]
2011	Anglo American	Los Bronces Exp. A 160 KTPD	Metrop.	Gran Minería	Expansión	Construcción	2,500
	Freeport Mc Moran	El Abra Sulfolix	II	Gran Minería	Reposición	Construcción	725
	BHP Billiton	Escondida Nueva Pila Biolixiviación	II	Gran Minería	Reposición	Construcción	384
2012	Collahuasi	Expansión Fase I	I	Gran Minería	Expansión	Construcción	750
	BHP Billiton	Escondida Reloc. Chancador	II	Gran Minería	Reposición	Construcción	554
	Xstrata	Extensión Lomas Bayas II	II	Gran Minería	Reposición	Construcción	293
2013	Barrick	Pascua	III	Oro	Nuevo	Construcción	1,500
	BHP Billiton	Escondida Nueva Pila Lix. Óxido	II	Gran Minería	Reposición	Probable	426
	Can-Can	Diego de Almagro - Lixiviación	III	Mediana Minería	Nuevo	Posible	107
2014	Pan Pacific Copper	Caserones	III	Gran Minería	Nuevo	Construcción	2,000
	Codelco Div. M.H.	Mina Ministro Hales	II	Estatal	Nuevo	Construcción	2,515
	Antofagasta Minerals	Antucoya	II	Gran Minería	Nuevo	Posible	950
	Far West	Santo Domingo	III	Gran Minería	Nuevo	Posible	941
	Panaust	Inca del Oro	III	Mediana Minería	Nuevo	Posible	600
	Kinross	Lobo - Marte	III	Oro	Nuevo	Posible	575
	Codelco Div. Salvador	San Antonio Óxidos	III	Estatal	Nuevo	Posible	317
	Can-Can	Diego de Almagro - Concentradora	III	Mediana Minería	Nuevo	Posible	120
2015	GoldCorp	El Morro	III	Oro	Nuevo	Probable	2,500
	Quadra FNX Mining	Sierra Gorda	II	Gran Minería	Nuevo	Posible	2,500
	Codeco Div. Chuquic.	Quentena	II	Estatal	Nuevo	Posible	620
Después del 2015	Teck	Quebrada Blanca Hipógeno	I	Gran Minería	Nuevo	Probable	3,000
	Codelco Div. Teniente	Nuevo Nivel Mina	VI	Estatal	Reposición	Probable	2,790
	BHP Billiton	Escondida Fase V	II	Gran Minería	Expansión	Probable	2,514
	Codelco Div. Chuquic.	Chuquicamata Subterránea	II	Estatal	Reposición	Probable	2,200
	Codelco Div. Andina	Expansión a 244 ktpd (Fase II)	V	Estatal	Expansión	Posible	6,400
	Antofagasta Minerals	Distrito Sierra Gorda	II	Gran Minería	Nuevo	Posible	6,000
	Barrick	Cerro Casale	III	Oro	Nuevo	Posible	5,250
	Teck	Relincho	III	Gran Minería	Nuevo	Posible	3,000
	Collahuasi	Expansión Fase II	I	Gran Minería	Expansión	Posible	2,450
	Codelco Div. R.T.	Sulfuros Fase II	II	Estatal	Nuevo	Posible	1,946
Sub Total Proyectos Principales							56,427
Otros Proyectos							7,744
<b>Total Inversión en Minería del Cobre y Oro-Plata</b>							<b>64,171</b>

Fuente: Elaborado en COCHILCO, sobre la base de los antecedentes de cada proyecto de fuentes públicas.

## 7.8. Desafíos para el aprendizaje y la innovación.

Las complejidades y desafíos para la industria surgen en dos actividades:

- i. Actividades de gran inversión para proyectos nuevos o expansiones. Como se enfatizó antes, existe una conexión con la frecuencia de inversión. Ya que en general representan nuevos desafíos, por lo cual siempre se tiene la posibilidad de introducir nuevas tecnologías y modos organizacionales. Tras nuevos proyectos en general hay grandes esfuerzos de exploración, involucrando métodos bastante complejos. Y además la extracción en muchos proyectos también involucra la resolución de nuevos problemas.
- ii. Mantener las operaciones funcionando a un nivel competitivo. Desafíos y complejidades pueden surgir en cualquier etapa del proceso, desde exploración hasta deposición de desechos. Pueden ser problemas de administración de recursos, como agua, electricidad, disponibilidad de flota, modificación de procesos metalúrgicos, entre otros.

En general todas las etapas, ya sea en inversión u operación mina, han aumentado su dificultad a lo largo del tiempo. En las economías mineras líderes no existen depósitos de fácil acceso, encontrar uno nuevo es cada vez más complejo, requiriendo tecnología más sofisticada. Casi todas las operaciones han sido moldeadas por la tecnología, que ha sido creada en respuesta a los problemas específicos de las operaciones. Que a su vez a moldeado el desarrollo de la industria minera.

Por el contrario, en industrias donde los proveedores han enfrentado pocos desafíos, el potencial de aprendizaje e innovación ha sido menor, ya que no ha sido necesario desarrollar nuevas tecnologías, dado que puede mantenerse a un nivel competitivo con tecnología preexistente.

El análisis continúa en un marco específico, considerando que *la mayoría de los proyectos e inversiones son "fáciles/simples"*: el país tiene una baja gama de proyectos de nivel bajo de complejidad.

**Tabla N° 7.7: Evolución de la ley en minas de cobre (Promedio %): 1980-2015**

	Etapas en el desarrollo del sector KIMS			
	Gestación	Nacimiento y desarrollo	Internacionalización	Consolidación
	Minas operativas			Proyectos de Inversión
	1980	1990	2000	2007-2015
Región/País	Ley [%]	Ley [%]	Ley [%]	Ley [%]
África	1.4	1.3	1.2	1.8
Norte América	0.8	0.8	0.9	0.6
Asia	0.5	0.9	1.0	0.7
Oceanía/Australia	2.9	1.3	1.7	0.9
Mundo	0.9	0.8	0.9	0.7
Chile	<b>1.7</b>	<b>1.3</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>

Fuente: Picozzi, 2007; and Morales, 2001.

Una gran cantidad de proveedores nacieron producto de un profesional que estuvo vinculado a la tecnología minera: 56% en compañías mineras, 50% en otros proveedores y 25% en centros de investigación y formación relacionados a la minería. Por otro lado en Chile estos porcentajes son 30%, 20% y 10% respectivamente, la mayoría de los proveedores chilenos surgieron de prestar servicios a otras industrias (40%) sin relación con KIMS o minería, sólo después emigraron a la minería, estos representaron sólo el 5% para Australia.

Por un lado, los proveedores locales alcanzaron un nivel de desarrollo que les permitió acceder a esta cadena de valor global. Por ejemplo, los proveedores KIMS de BHP en Australia tuvieron la posibilidad de proveer a las operaciones afuera del país. En cambio, en Chile ninguna empresa se había desarrollado lo suficiente como para internacionalizarse.

En resumen, la organización del sector se ha vuelto cada vez más compleja, lo cual probablemente se incluirá como barrera de entrada.

### **7.9. Carreras y esfuerzos de entrenamiento de expertos KIMS en Chile**

El programa de desarrollo de expertos en Chile y en Australia era desigual, en 1970 los expertos eran provistos por compañías extranjeras, existiendo en Chile sólo capacidades básicas. Por lo que antes de 1970 Chile no sólo tenía una menor tasa de crecimiento que Australia, sino que tampoco existía una cultura de formación profesional de expertos.

Después de la nacionalización muchos expertos abandonaron Chile, en geología había capacidades muy básicas, sólo había tres expertos de mecánica de rocas, dos de los

cuales obtuvieron postgrados en el extranjero, lo mismo en mecánica de suelos y algunos geólogos, además no había laboratorios de mecánica de rocas.

En Chile se realizaron algunos esfuerzos por mejorar las capacidades, se creó el Centro de Investigación Minería y Metalurgia, pero estos esfuerzos duraron sólo algunos años.

Algunos de los desafíos enfrentados por la industria chilena en el entrenamiento de profesionales se ilustran en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 7.1: Restricciones en el desarrollo de carreras en Geo-Tecnología en Chile durante 1970: la experiencia de ingenieros jóvenes.**

“... in the early 1970s I, at that age a young Chilean engineer, was one of the very few engineers with some geo-technological knowledge and experience. CIMM (Mining and Metallurgy Research Centre) contacted and invited me to collaborate in the development of an applied rock mechanics research unit and to pursue postgraduate studies at a leading university in a foreign country. CIMM with the collaboration of UNDP (United Nations Development Program) and the Mining School of Imperial College in the UK were working together sponsoring young engineer postgraduates’ studies.

However, around the mid-1970s, when I was about to begin postgraduate studies at Imperial College, the government changed drastically the mining development policy, including CIMM’s focus. Postgraduate studies were considered unnecessary. The focus of the new government can be summarised by the following statement of a high executive at the Chilean government: *‘Engineers should just work at the operations and if a new challenge emerges that requires a ‘new technology or knowledge’ it would be acquired at the international market’*. Thus, sponsoring postgraduate studies was cancelled.

Despite this abrupt policy change, I worked out a way to pursue an MSc in soil mechanics at the Imperial College. Once there, I appreciated the distance that the Chilean mining industry was from the mining technology frontier.

In 1976 after finishing the MSc I went to work in Brazil. I found out that the Brazilian mining sector had very similar features to the Chilean in terms of a lack of local firms that offered a comprehensive package of geotechnical consulting services. These services were provided by international engineering firms such as Golder Associated (Canadian & US), Dames and Moore (US); Knight Piesold (British & South African), and CH2MHill (US), which were expensive and were contacted just for ‘major’ problems.

In the early 1980s I returned to Chile, inviting other experts with geo-technological expertise but in supplementary areas, to set-up a geo-technological services consulting firm able to offer a comprehensive range of geo-technological services...”.

Source: Interview transcript (2006).

### 7.10. Distribución geográfica de la inversión.

En 1980 la industria chilena comenzó a desarrollar capacidades y a fortalecer la base de expertos. Profesionales jóvenes debieron enfrentar importantes problemas técnicos.

En 1990 continuó el proceso de aprendizaje y acumulación de experiencia en desafíos de complejidad creciente. Codelco fue el principal agente motivador para el aprendizaje de los proveedores mediante adopción y adaptación de tecnología. Sin embargo, durante esta década no existió un programa de desarrollo activo de entrenamiento de personal, a pesar de esto, en Chile durante 1990 existió un gran desarrollo en la minería del cobre.

Por lo anterior, durante la década, se abrieron pre y post grados relacionados a la minería en Chile, mientras se cerraban en Australia, Canadá, Reino Unido y EEUU, pero a pesar de esto existía una brecha en la cantidad de universidades que ofrecían programas, siendo mucho menor en Chile, lo cual es comparado en la Tabla 7.6.1

**Tabla N° 7.8: Número de universidades con programas relacionados a minería (2005).**

País	Número de Universidad con Programas Relacionados a Minería	Número de Universidad con Programas de Magister Relacionados a Minería	Número de Universidad con Programas de Doctorado Relacionados a Minería
Chile	11	6 (55%)	3 (27%)
Australia	13	12 (92%)	12 (92%)

En 2000' las compañías mineras comenzaron a buscar nuevas formas de entrenar a sus expertos, sin embargo esto no ocurrió ampliamente en Chile, mientras que en Australia sí ocurrió.

### 7.11. La intensidad de la interacción entre proveedores y compañías: Revisión general.

En Australia encontrar relaciones con flujo bidireccional de conocimiento, por ejemplo los proveedores no sólo entregan una solución de acuerdo a especificaciones de la

compañía, sino que se involucran en el problema para poder entregar una solución innovadora.

Estas relaciones ricas en aprendizaje, en general están limitadas sólo por cómo se enmarca o define el problema, ya que se les da espacio para integrar sus conocimientos a la solución y poder desarrollar algo mejor.

Es probable que el origen de estas interacciones sea la desintegración vertical. Ya que por un lado esta desintegración no fue rotunda, ya que las compañías mantuvieron fuertes capacidades técnicas, y por el otro los recientemente formados proveedores venían de las compañías, por lo cual mantenían una fuerte relación con sus pares en las compañías lo que les permitió relacionarse con confianza.

Hoy en día estas relaciones no dependen de fuertes relaciones personales, está más bien relacionada a políticas de administración. En Australia los proveedores KIMS comprenden hacia dónde va el negocio y son capaces de prever las capacidades para reaccionar, de esta forma se moldea el potencial de aprendizaje e innovación.

En Chile esto no ha ocurrido, probablemente debido a las pocas capacidades adquiridas por los expertos antes de la desintegración vertical, lo cual llevó a que las redes fueran paupérrimas.

Naturalmente para 1980-1990 se desarrollaron redes informales de intercambio de conocimiento, sin embargo, estas eran de individuos y sólo duraron en la medida que los expertos permanecían en las compañías.

Lo más popular en Chile no son las relaciones bidireccionales de intercambio de conocimiento, sino que las unidireccionales.

Las relaciones han sido restringidas a meras transacciones en que los proveedores reciben especificaciones y compiten sólo precio. Lo que ha elevado las barreras de ingreso al sector, y esto probablemente no sólo ha evitado el fomento de desarrollo las capacidades de los proveedores sino que las ha eliminado.

#### **7.11.1. Interacción con los clientes: el fomento específico de las compañías mineras.**

En algunos casos las compañías mineras presentan problemas a los proveedores, lo que les permitió desarrollarse a los proveedores y adquirir conocimientos. Algunos desarrollando departamentos de I+D.

La tendencia contraria a tener competencia por capacidades técnicas es la competencia por precio. Se recopiló información sobre la frecuencia del primer tipo de interacción dividiendo en: rara vez, poco frecuente, comúnmente o muy frecuente. En ambos países se concordó en la alta frecuencia del segundo tipo de interacción.

**Tabla N° 7.9: La proporción de proveedores que han sido motivados por las compañías para aprendizaje e innovación y la frecuencia en que esto ocurrió.**

Tipo de Estímulo de Aprendizaje por las Compañías Mineras		Etapas de Desarrollo del Sector KIMS			
		Gestación	Nacimiento y desarrollo	Internacionalización	Consolidación
		Comienzos 1970 y Atrás	Mediados 1970 – Comienzos 1980	Fines 1980 – Fines 1990	Comienzo 2000
Estímulo por parte de las Compañías Mineras para dar Solución a Problemas Técnicos no Resueltos	Muestra KIMS Chilenas	66% Rara Vez	75% Rara Vez	71% Poco Frecuente	75% Poco Frecuente
	Muestra KIMS Australianas	100% Comúnmente	90% Comúnmente	100% Muy Frecuente	100% Muy Frecuente
Tamaño de Muestra de KIMS Chilenas		3	7	8	10
Tamaño de Muestra de KIMS Australianas		4	12	15	16

La tabla muestra la consistente exposición de las KIMS Australianas a problemas que no han podido resolver las compañías, mientras que Chile ha mostrado un aumento en la cantidad de empresas que son expuestas a problemas, sin embargo, la frecuencia deja mucho que desear. Esto es reflejo de la metodología de las empresas chilenas de buscar respuestas a sus problemas en la industria internacional. Esto ha moldeado de sobremanera el aprendizaje e innovación de las empresas.

#### **7.11.2. Esfuerzos realizados por la empresa para mejorar sus capacidades de ingeniería e innovación.**

Como se indica en la Tabla N° 7.10 ambos países utilizaron caminos similares en el uso de mecanismos internos y externos por lo que no es necesario hacer diferencia en el análisis. Al comienzo había una brecha, que dado el crecimiento de ambos países se mantuvo similar.

**Tabla N° 7.10: Los cambios de uso de mecanismos de aprendizaje interno y externo.**

Etapas de Desarrollo del Sector KIMS	Sector KIMS Chileno	Sector KIMS Australiano
<b>Gestación (1940 a Comienzos 1970s)</b>	<p><b>Mecanismos Externos de aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esfuerzos limitados, bajos para la contratación de expertos, búsqueda de la mejor tecnología disponible y apoyo a programas formales de entrenamiento.</li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bajísimo nivel de investigación, innovación, ingeniería, y otros esfuerzos de aprendizaje</li> </ul>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esfuerzos significativos, importantes en contratación de expertos, búsqueda de la mejor tecnología disponible y apoyo a programas formales de entrenamiento.</li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Importante investigación, innovación, ingeniería y otros esfuerzos de aprendizaje ocurrieron en las compañías o apoyados.</li> </ul>
<b>Nacimiento y Desarrollo (Mediados 1970 a Comienzos 1980)</b>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja importancia en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratación de expertos.</li> <li>- Búsqueda y benchmarking de las mejoras tecnologías disponibles.</li> <li>- Búsqueda de programas de entrenamiento formal.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación interna de conocimiento limitada: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastos en I+D: 2%</li> <li>- Pocas empresas publican artículos técnicos (33%)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Importes esfuerzos en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratación de expertos.</li> <li>- Búsqueda y benchmarking de las mejoras tecnologías disponibles.</li> <li>- Búsqueda de programas de entrenamiento formal.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación interna de conocimiento importante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastos en I+D: 7%</li> <li>- La mayoría de las empresas publican artículos técnicos (57%)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Internacionalización (Fines 1980 a Fines 1990)</b>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumentan los esfuerzos pero aún son limitados en entrenamiento. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes esfuerzos en contratación de expertos.</li> <li>- Grandes esfuerzos en búsqueda y benchmarking de las mejoras tecnologías disponibles.</li> <li>- Esfuerzos limitados en búsqueda de programas de entrenamiento formal.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A pesar de publicar más artículos, la generación de conocimiento es baja: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastos en I+D: 2%</li> <li>- La mayoría de las empresas publican artículos técnicos (78%)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los proveedores KIMS realizan importantes esfuerzos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy grandes esfuerzos en contratación de expertos.</li> <li>- Muy grandes esfuerzos en búsqueda y benchmarking de las mejoras tecnologías disponibles.</li> <li>- Muy grandes esfuerzos en búsqueda de programas de entrenamiento formal</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación interna de conocimiento importante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastos en I+D: 8%</li> <li>- Generalmente las empresas publican artículos técnicos (88%)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Consolidación (Comienzos 2000' Continuando)</b>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumentan los esfuerzos pero aún son limitados en entrenamiento. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes esfuerzos en contratación de expertos.</li> <li>- Grandes esfuerzos en búsqueda y benchmarking de las mejoras tecnologías disponibles.</li> <li>- Esfuerzos limitados en búsqueda de programas de entrenamiento formal.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación interna de conocimiento aumenta en términos de I+D, pero baja en las publicaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastos en I+D: 3%</li> <li>- La mayoría de las empresas publican artículos técnicos, pero hay una baja (60%)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Mecanismos Externos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los proveedores KIMS realizan importantes esfuerzos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy grandes esfuerzos en contratación de expertos.</li> <li>- Muy grandes esfuerzos en búsqueda y benchmarking de las mejoras tecnologías disponibles.</li> <li>- Muy grandes esfuerzos en búsqueda de programas de entrenamiento formal</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Mecanismos Internos de Aprendizaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación interna de conocimiento importante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastos en I+D: 9%</li> <li>- Todas las empresas publican artículos técnicos (100%)</li> </ul> </li> </ul>

### 7.11.3. Las dimensiones de interacción entre proveedores y compañías relacionadas al aprendizaje.

En la Tabla N° 7.7.3.1 se resumen las formas de relación que involucran aprendizaje, desde 1970 se han desarrollado mucho menos Chile que en Australia, ya que en Chile se ha desincentivado la resolución de problemas por parte de los proveedores, incentivando la competencia por precio transformando a los servicios en algo más parecido a un commodity que en un servicio tecnológico creativo.

**Tabla N° 7.11: Evolución de interacción entre proveedores y compañías como aprendizaje.**

<b>Etapas de Desarrollo del Sector KIMS</b>	<b>Sector KIMS Chileno</b>	<b>Sector KIMS Chileno</b>
<i>Gestación (1940 a Comienzos 1970)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los bajos niveles de capacidades internas de las compañías llevaron a un bajo vínculo entre las unidades KIMS y las operacionales, que disminuyeron la posibilidad de aprendizaje e innovación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las compañías mineras tienen una red interna de innovación activa. Esto sentó las bases para una interacción tica en la etapa siguiente.</li> </ul>
<i>Nacimiento y Desarrollo (Mediados 1970 a Comienzos 1980)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No hay flujo de conocimiento entre compañías y proveedores. Pocos proveedores desarrollan proyectos conjuntos.</li> <li>▪ Compañías mineras raramente incentivan a las empresas KIMS para innovar atacando sus desafíos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flujo de conocimiento bidireccional. Interacción basada en relaciones personales.</li> <li>▪ Compañías mineras comúnmente incentivan a las empresas KIMS para innovar atacando sus desafíos.</li> </ul>
<i>Internacionalización (Fines 1980 a Fines 1990)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La interacción entre compañías y proveedores más que nada transaccional. Sin embargo hay una interacción informal entre expertos de las compañías y los proveedores.</li> <li>▪ Usualmente las compañías no incentivan a las empresas KIMS para innovar atacando sus desafíos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se mantiene activo el flujo de conocimiento como fuente importante de aprendizaje e innovación.</li> <li>▪ Compañías mineras muy frecuentemente incentivan a las empresas KIMS para innovar atacando sus desafíos.</li> </ul>
<i>Consolidación (Comienzos 2000 Continuando)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interacciones transaccionales pobres en aprendizaje aumentan su predominio.</li> <li>▪ Compañías mineras muy poco frecuentemente incentivan a las empresas KIMS para innovar atacando sus desafíos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se mantiene activo el flujo de conocimiento como fuente importante de aprendizaje e innovación. Este es el sistema que mantiene la interacción como esfuerzo de largo plazo.</li> <li>▪ Compañías mineras muy frecuentemente incentivan a las empresas KIMS para innovar atacando sus desafíos.</li> </ul>

## 7.12. Distribución de la inversión por procesos, 20% Hidrometalurgia.

**Tabla N° 7.12: Resumen de la Producción Potencial de Cobre Mina en Chile al 2020 (Miles de toneladas de cobre fino)**

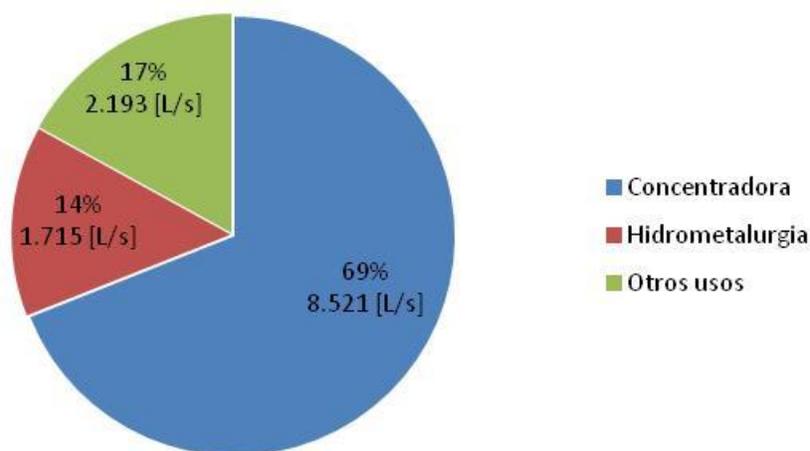
<b>Total Nacional Cobre Mina (Kton Cu Fino)</b>	<b>Estado</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
	Operaciones	5,419	5,691	5,750	5,814	5,706	5,546	5,329	5,076	4,853	4,784	4,474
	Construcción	0	0	220	297	486	564	615	595	549	556	604
	<b>Total Bases</b>	<b>5,419</b>	<b>5,691</b>	<b>5,970</b>	<b>6,111</b>	<b>6,192</b>	<b>6,110</b>	<b>5,944</b>	<b>5,671</b>	<b>5,402</b>	<b>5,340</b>	<b>5,078</b>
	Proy. Probables	0	0	0	0	0	41	246	394	572	649	673
	Proy. Posibles	0	0	0	5	95	317	448	1,013	1,506	1,829	2,000
	<b>Total Proyectos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>95</b>	<b>358</b>	<b>694</b>	<b>1,407</b>	<b>2,079</b>	<b>2,478</b>	<b>2,673</b>
	<b>TOTAL MINA</b>	<b>5,419</b>	<b>5,691</b>	<b>5,970</b>	<b>6,116</b>	<b>6,287</b>	<b>6,468</b>	<b>6,638</b>	<b>7,078</b>	<b>7,481</b>	<b>7,818</b>	<b>7,751</b>
<b>Total Nacional Cobre en Concentrados (Kton Cu fino)</b>	<b>Estado</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
	Operaciones	3,330	3,577	3,638	3,750	3,701	3,670	3,589	3,405	3,309	3,306	3,075
	Construcción	0	0	213	284	465	543	591	578	529	538	577
	<b>Total Bases</b>	<b>3,330</b>	<b>3,577</b>	<b>3,851</b>	<b>4,034</b>	<b>4,166</b>	<b>4,213</b>	<b>4,180</b>	<b>3,983</b>	<b>3,838</b>	<b>3,844</b>	<b>3,652</b>
	Proy. Probables	0	0	0	0	0	41	246	394	572	649	673
	Proy. Posibles	0	0	0	0	23	153	243	808	1,297	1,607	1,755
	<b>Total Proyectos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>194</b>	<b>489</b>	<b>1,202</b>	<b>1,869</b>	<b>2,256</b>	<b>2,428</b>
	<b>TOTAL CONC.</b>	<b>3,330</b>	<b>3,577</b>	<b>3,851</b>	<b>4,034</b>	<b>4,189</b>	<b>4,407</b>	<b>4,669</b>	<b>5,185</b>	<b>5,707</b>	<b>6,100</b>	<b>6,080</b>
<b>Total Nacional Cobre en Cátodos Sx Ew (Kton Cu fino)</b>	<b>Estado</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
	Operaciones	2,089	2,114	2,113	2,064	2,005	1,875	1,740	1,670	1,544	1,478	1,399
	Construcción	0	0	8	13	22	21	24	17	20	18	27
	<b>Total Bases</b>	<b>2,089</b>	<b>2,114</b>	<b>2,121</b>	<b>2,077</b>	<b>2,027</b>	<b>1,896</b>	<b>1,764</b>	<b>1,687</b>	<b>1,564</b>	<b>1,496</b>	<b>1,426</b>
	Proy. Probables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proy. Posibles	0	0	0	5	72	164	205	205	209	222	245
	<b>Total Proyectos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>72</b>	<b>164</b>	<b>205</b>	<b>205</b>	<b>209</b>	<b>222</b>	<b>245</b>
	<b>TOTAL Sx/Ew</b>	<b>2,089</b>	<b>2,114</b>	<b>2,121</b>	<b>2,082</b>	<b>2,099</b>	<b>2,060</b>	<b>1,969</b>	<b>1,892</b>	<b>1,773</b>	<b>1,718</b>	<b>1,671</b>
<b>NOTA: Bases = Operaciones + Proyectos en Construcción</b>												
<b>Proyectos Probables = Con estudios avanzados y aprobados EIA</b>												
<b>Proyectos Posibles = Con estudios antecedentes avanzados (desde prefactibilidad en curso)</b>												

Fuente: Cifras estimadas en COCHILCO.

## 7.13. Recursos críticos estratégicos

### 7.12.1. Agua

De informe de COCHILCO se extrae, que el consumo total de agua fresca en el año 2010 alcanzó al equivalente de  $12,4 \text{ m}^3$ , donde el 43,5% se consume en la Región de Antofagasta. Las otras dos regiones del Norte (I y III), se sitúan en torno al 11% del consumo total. De dicho consumo total, el 71% se destina a la producción de concentrados, el 14% a la producción de cátodos SX/EW y el 15% a otros fines no asimilables directamente a la producción.



**Figura 7.8: Distribución del consumo de agua por proceso.**

Respecto a la reutilización del agua en las concentradoras. Se calculó que, en promedio, sólo el 33% del total del agua usada en los procesos corresponde a extracciones de agua fresca y el resto es agua de recirculación.

Sin embargo, hay claras diferencias entre las operaciones respecto al % de agua fresca que necesitan en sus faenas. Tal como se aprecia en el gráfico las plantas que requieren de mayor agua fresca son las de menor tamaño y algunas de mayor tamaño, pero que están ubicadas en la zona central.

El otro resultado de la encuesta se refiere al consumo unitario de agua fresca por tonelada de mineral tratado. Para la concentración se requiere un promedio de  $0,7 \text{ m}^3/\text{ton}$  de mineral, con un rango entre  $0,3$  a  $2,9 \text{ m}^3/\text{ton}$ . A su vez para la hidrometalurgia se requiere un promedio de  $0,13 \text{ m}^3/\text{ton}$  de mineral, con un rango entre  $0,06$  a  $0,8 \text{ m}^3/\text{ton}$ .

**Tabla N° 7.13:** Consumos unitario promedio de agua por mineral tratado en procesos de concentración e hidrometalurgia 2000-2010.

PROCESO	Consumo Unitario de Agua Fresca			
	Año 2000 <sup>1</sup> m <sup>3</sup> /ton mineral	Año 2006 <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /ton mineral	Año 2009 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ton mineral	Año 2010 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /ton mineral
Concentración	1,1 (0,42,30)	0,79 (0,32,1)	0,72 (0,32,0)	0,70 (0,32,9)
Hidrometalurgia	0,3 (0,15-0,4)	0,13 (0,08-0,25)	0,13 (0,07-0,92)	0,13 (0,06-0,8)

1 Fuente: Documento “Uso Eficiente de Aguas en la industria minera, APL 2002”

2 Fuente: Estudio “Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile”, marzo 2008.

3 Fuente: Estudio “Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009”, COCHILCO.

4 Fuente: Estudio “Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2010”, COCHILCO.

En el ámbito más cualitativo, es necesario destacar que la comparación de las extracciones de agua fresca del año 2010 con datos de años anteriores (año 2000), permite señalar un significativo avance en la eficiencia hídrica.

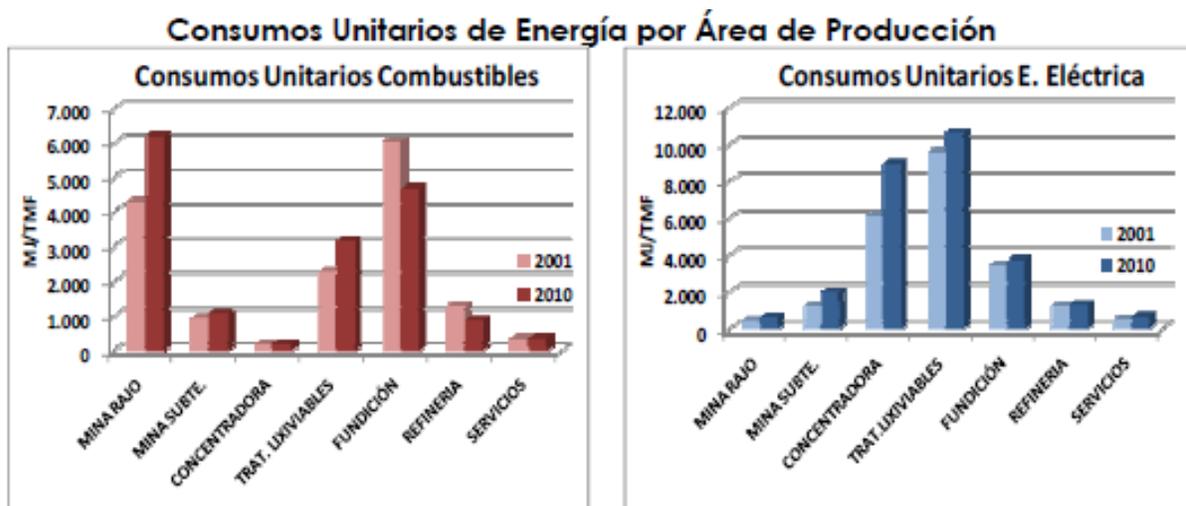
Es así como al proyectar el consumo de agua para la actividad productiva del año 2010 usando los estándares de consumo del año 2000 (BAU3) y compararlos con los consumos reales del año 2010, se obtiene un ahorro del 36% en la concentración y de 57% en la hidrometalurgia.

### 7.12.2. Energía

Consumo Unitario: energía consumida para producir una unidad de producto, 1 tonelada de cobre fino contenido.

Los consumos de energía por área de producción, al analizar la participación en el consumo total de energía de cada una de las áreas definidas del proceso de producción (Mina rajo y subterránea, Concentradora, Fundición, Refinería Electrolítica, Tratamiento de Minerales Lixiviables y Servicios a la producción), se observa que el área más consumidora de energía es la explotación minera (38%), seguida por la concentradora (24%).

Es importante destacar que, mientras la explotación minera consume un 89% de su consumo total como combustibles, el consumo de energía del área de concentración de minerales es, en la práctica, casi exclusivamente energía eléctrica (98%). En el período 2001-2010, los consumos de energía como combustibles en la mina se incrementaron en 92% y en un 90% en el área hidrometalúrgica, mientras que el consumo de energía eléctrica en la mina también aumentó en 74% (uso de correas transportadoras), en la concentradora aumentó en 50% y en área de LX-SX-EW se incrementó en un 51%.



Fuente: Elaborada por la comisión chilena del cobre en base a información de las empresas.

**Figura 7.9:** Consumos unitarios de energía por área de producción.

En Figura 7.9, se muestra que en el período 2001-2010 los coeficientes unitarios de consumo total de energía se incrementan en cada una de las áreas de producción exceptuando fundición y refinería electrolítica. En particular, para el período analizado los coeficientes unitarios de consumo de combustibles y energía eléctrica aumentan en todas las áreas, en particular, mina y concentradora en más de 40%.

Teniendo como base los antecedentes a partir del año 1995, la minería del cobre fue incrementando su consumo directo de energía global (electricidad y combustibles), a una tasa a una tasa del 6,2% anual, alcanzando el año 2010 a un consumo de 129,6 Tera Joules. La producción de cobre creció al 5,3% en el mismo período, debido a su modesto crecimiento desde el año 2006 en adelante.

El año 2010, la electricidad significó 68,9 Tera Joules, equivalente al 53,2% del consumo energético directo de la minería del cobre. Este gran volumen explica el 81,9% de las ventas de electricidad en el SING, y el 19,1% en el SIC, lo que equivale al 34,9% de las ventas globales en ambos sistemas.

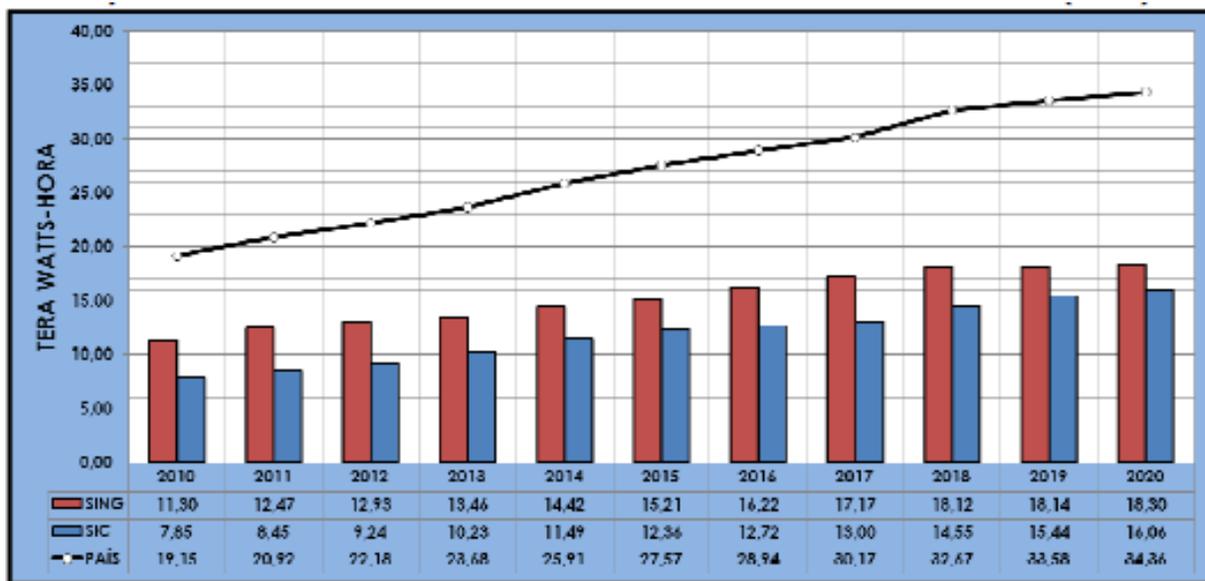
La mayor incertidumbre respecto a la demanda de energía eléctrica para los próximos años está dada por la entrada en operación de los proyectos de la minería del cobre,

cuyas fechas nunca se conocen con precisión y algunos de ellos pueden sufrir demoras no previstas en la actualidad.

La cartera de proyectos de inversión contempla los “proyectos estructurales” de CODELCO (Ministro Hales y Chuquicamata subterránea en el SING más Nueva Andina y Nuevo Nivel Mina de El Teniente en el SIC), ampliaciones en los grandes yacimientos (Escondida, Collahuasi, ambas en el SING, y El Bronce, Los Pelambres del SIC), desarrollo de nuevos yacimientos (Esperanza, Caracoles y Sierra Gorda en el SING, más Caserones, El Morro y Cerro Casale, del SIC), entre otros.

La producción de cobre mina en el SING crecerá de 3,66 millones de toneladas de cobre fino del año 2010 a 4,3 millones de toneladas el año 2020, de las cuales un 33,2% corresponderá al aporte de los nuevos proyectos, principalmente de concentrados. Para el mismo período, en el SIC la producción crecerá desde 1,73 a 2,85 millones de toneladas de cobre fino, con aporte del 36,6% de los nuevos proyectos, principalmente de concentrados. Para las fundiciones y refinerías electrolíticas se proyectan aumentos marginales de producción.

El siguiente gráfico muestra la evolución prevista en el consumo de electricidad por parte de la minería del cobre.



Fuente: Elaborado en COCHILCO.

**Figura 7.10:** Proyección al año 2020 del consumo eléctrico en la minería del cobre (TWh).

El consumo eléctrico 2020 en el área del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) se proyecta en 14,9%. Así mismo, en el área del Sistema Interconectado Central (SIC) se estima un consumo proyectado que alcanzará los 16.063 GWh, con un crecimiento anual del orden de 7,4%.

El notable incremento de la producción cuprífera chilena en el decenio que comienza significará un proporcional incremento en la demanda de energía eléctrica. Se estima que hacia el año 2020, ella demandará del orden de 34.360 GWh, lo que significa un crecimiento de un consumo del año 2010 6,0%.

## 8. Marco estratégico.

### 8.1 Modelo Delta

Los 2 más importantes modelos de negocios emergidos en las últimas 2 décadas son:

- Ventaja competitiva (Michael Porter, 1985)
- Modelo basado en recursos de la empresa (Prahalad & Hamel, 1990)

#### **Análisis de las estrategias de M. Porter y Prahalad & Hamel**

El Modelo de Porter sitúa a la industria como el foco de la atención de la estrategia. De acuerdo al marco de Porter, las características estructurales de la firma son las que mejor explican el desempeño de una empresa. Dicho de otro modo, Porter visualiza que existen industrias atractivas, donde la mayoría de los actores disfrutan de altos márgenes (Ejemplo: Industria Farmacéutica). También cree que existen industrias poco atractivas, donde los márgenes son bajos.

Una industria atractiva es aquella que tiene rentas monopólicas. Usando la terminología de los economistas, una empresa exitosa es aquella que en un segmento o en la totalidad de la industria se impone sobre sus competidores.

La conclusión del planteamiento de M. Porter es que hay sólo 2 formas de competir:

- A través, de **bajo costo**.
- **Diferenciación** de producto.

Menor Costo se logra a través de economías de escala, simplificación de los productos y participación de mercado que permitan aprovechar la experiencia y los efectos del aprendizaje.

Diferenciación se obtiene creando un producto que el cliente percibe como único y altamente valioso, por lo que está dispuesto a pagar un Premium.

		VENTAJA COMPETITIVA	
		<i>Costo Menor</i>	<i>Diferenciación</i>
AMBITO DEL MERCADO	<i>Amplio</i>	Liderazgo en Costos	Diferenciación
	<i>Reducido</i>	Foco en Costo	Foco en Diferenciación

**Figura 8.1: Estrategias Genéricas De M. Porter**

El Modelo de M. Porter implica un concepto de “guerra” en la estrategia de negocios (creando barreras, batallando proveedores, competidores y clientes, etc.) no necesariamente válido en el mundo de hoy.

Adicionalmente, las estrategias de bajo costo y diferenciación están centradas en las economías del producto. El vínculo que se establece con el cliente es extremadamente volátil.

El **modelo basado en recursos**, en vez de mirar la industria como una fuente de beneficios, postula que la atención debe focalizarse en la compañía (empresa). En vez de buscar beneficios producto de la intersección de productos con el mercado, este Modelo busca valor derivado de los recursos, competencias y capacidades.

En este modelo lo que hace a una empresa diferente de otra es la habilidad para apropiarse de recursos que son valorados, escasos y difíciles de sustituir o copiar ("Ricardian rents"). Ambos modelos perciben como rol primario de la estrategia el alcanzar una ventaja competitiva única. En estos marcos interpretativos, el objetivo de la estrategia es ganarle al competidor, ya sea por sobresalir en las actividades de la cadena de valor, lo que permite establecer una posición de liderazgo en la industria o por la movilización de recursos y capacidades únicas.

## **Expandiendo las alternativas estratégicas.**

Las opciones estratégicas convencionales deben aumentarse para poder explicar las nuevas fuentes de rentabilidad observadas en la economía de hoy.

Los modelos tradicionales de Porter y Prahalad & Hamel tienen como actor principal al competidor. Las estrategias de bajo costo y diferenciación permiten a la firma ganar a sus competidores mediante la mejoría de las economías del producto, por ejemplo orientación al “Mejor Producto”.

La estrategia de “Mejor Producto” es todavía muy relevante, sin embargo en la actualidad no describen todas las formas en que compiten las compañías, ni tampoco ofrecen el más efectivo posicionamiento estratégico para competir hoy.

Como ambos modelos ponen énfasis en diferentes aspectos de la estrategia, Hax cree que se pueden complementar perfectamente. Sin embargo, ambos pueden enriquecerse si se les agrega otra perspectiva, que a nuestro juicio no se ha considerado: el cliente. Si uno toma literalmente a Porter y sus 5 fuerzas, el cliente es una de estas fuerzas y lo presenta como el "comprador" quien tiene poder que debemos disminuir. Desde esta perspectiva el cliente es un elemento más de rivalidad al cual debemos superar. En el Modelo Basado en recursos, no hay mención explícita del cliente.

De ahí Arnoldo C. Hax y su equipo han elaborado un nuevo marco estratégico que han llamado Delta Model. La letra delta viene del griego y significa transformación y cambio.

### **Modelo Delta (Arnoldo Hax): La vinculación con el cliente, la fuerza impulsora de la estrategia**

Arnoldo Hax, respecto a lo que el señala como, ¿Qué es estrategia?:

Creo en tres postulados de una estrategia:

- El logro de un desempeño económico superior.
- El establecimiento de una relación con el cliente a través de una proposición de valor única y diferenciada.
- La creación de un espíritu de éxito a través de la incorporación y retención de talento superior.”

El centro de la estrategia debe ser el cliente. “Debemos servir a nuestros clientes en forma distintiva si queremos obtener un buen desempeño”.

Por otra parte, el nombre de este juego es atraer, satisfacer, y retener al cliente. Las estrategias clásicas están orientadas al producto. Muchas empresas tienden a customizar al cliente ofreciéndole productos estandarizados, con canales masivos de distribución, haciendo pocos esfuerzos por satisfacer las necesidades individuales de sus clientes.

Hax, promueve el concepto **Customer-Bonding**, donde por ello entendemos el profundo conocimiento y la cercana relación entre nuestra empresa y sus clientes y “complementadores”:

- En vez de desarrollar y vender productos estandarizados y aislados, buscamos proveer un portafolio coherente de productos y servicios destinados a expandir la capacidad de nuestros clientes para crear riqueza.
- En vez de enfocarnos al interior de nuestra cadena de valor, buscamos desarrollar una cadena de valor expandida que nos integre a nuestros clientes y complementadores clave.
- En vez de enfocarnos en lo que están haciendo nuestros competidores y buscar imitarlos, nos dedicamos a redefinir las maneras en que podemos atraer y servir a nuestros clientes al consolidar un conjunto de competencias propias, construyendo alianzas con complementadores, de manera que podamos enriquecer nuestra proposición de valor.”

El modelo Delta ofrece tres opciones de posicionamiento estratégico, complementarios entre ellos:



**Figura 8.2: Modelo Delta: 3 opciones estratégicas diferentes.**

#### **A) Mejor producto**

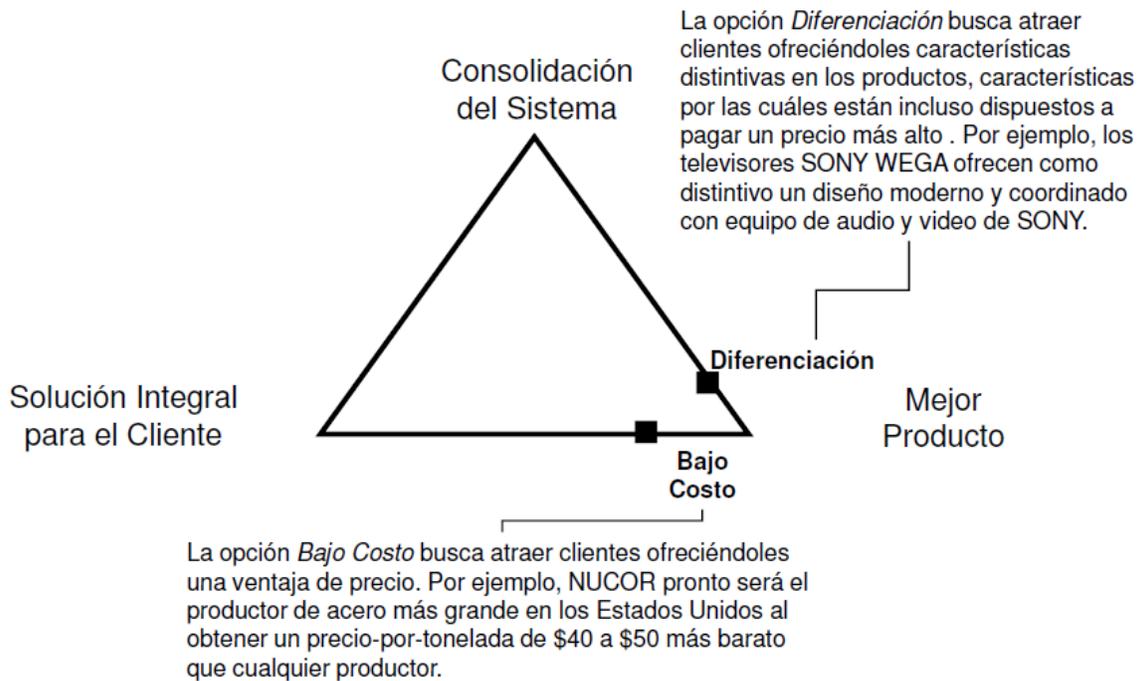
El cliente es atraído por las características inherentes al producto, ya sea Bajo Costo, el cual proporciona una ventaja de precio al cliente, o por su Diferenciación, al presentar características únicas que los clientes valoran y por las cuales están dispuestos a pagar un precio más alto.

La debilidad de este enfoque es que genera la relación más débil con el cliente (menor customer bonding) ya que siempre existe la amenaza de que los competidores ofrezcan un menor costo. Por otro lado, la opción de Diferenciación no es sostenible a largo plazo, porque los competidores pueden siempre igualar las características del producto.

**Tabla N° 7.14: Consolidación del sistema, basado en el mejor producto.**

Posición	Definición	Comentarios
<b>Liderazgo en costo</b>	Foco en ser el proveedor de costos más bajos en una categoría de producto no diferenciada.	Debido a que hay solo un productor con los costos más bajos, esta estrategia deja muy poco espacio para tomar una posición competitiva. También tiende a estandarizar la oferta de productos, a "comoditizar" al cliente, e intensificar la rivalidad.
<b>Diferenciación</b>	Foco en la diferenciación de las características y funcionalidades del producto de manera que sean preferidos por los clientes y así consigan precios más altos, manteniendo la efectividad de la producción.	El problema de esta posición estratégica es que tan pronto el producto diferenciado aparezca, los competidores tenderán a imitarlo. Por lo tanto, una ventaja competitiva no es sustentable.

Fuente: Arnoldo C. Hax & Dean L. Wilde; The Delta Project, 2001



**Figura 8.3: Modelo Delta, mejor producto.**

### B) Solución integral para el cliente

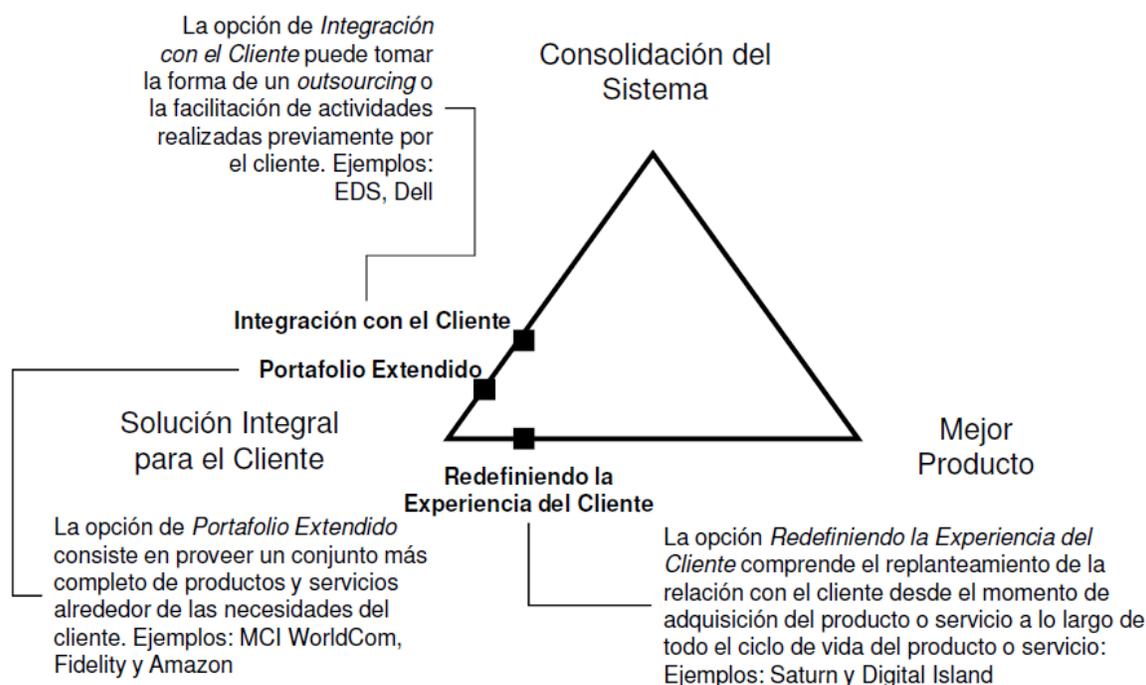
Solución Integral para el Cliente comprende un posicionamiento estratégico completamente opuesto a mejor producto. En esta opción, buscamos lograr conocer a profundidad a nuestros clientes para desarrollar proposiciones de valor a la medida de los mismos.

En vez de enfocarnos en superar a nuestros competidores, nos enfocamos en profundizar la relación con nuestros clientes (mayor bonding) ofreciéndoles un conjunto más completo de productos y servicios que incremente el valor que perciben.

**Tabla N° 7.15:** Consolidación del sistema, basado en economías del cliente.

Posición	Definición	Comentarios
<b>Redefinición de la experiencia del cliente</b>	Foco en la experiencia completa del cliente, partiendo en el punto de adquisición y y continuando a lo largo de todo el ciclo de vida del producto en las manos del cliente.	Este posicionamiento está basado en un profundo conocimiento de la base de clientes, que lleva hacia una segmentación efectiva y hacia un trato diferenciado de cada uno de estos segmentos de clientes.
<b>Amplitud horizontal</b>	Un completo conjunto de productos y servicios que satisfagan todas las necesidades de los clientes. Entregar una solución integral en un solo lugar (one-stop-shopping).	Se busca una posición dominante en la participación del gasto de los clientes (share of the wallet).
<b>Integración de clientes</b>	Esta estrategia busca de una forma efectiva sustituir o potenciar actividades que están siendo realizadas por el cliente. Esto sería outsourcing llevado al extremo, y al menos representaría una compleja red de conexiones con el cliente que mejoraría su habilidad para hacer negocios y para usar el producto.	La empresa es entendida como un paquete de competencias que se transfieren al cliente para mejorar su posición económica.

Fuente: Arnolddo C. Hax & Dean L. Wilde; The Delta Project, 2001



**Figura 8.4:** Modelo Delta, solución integral para el cliente.

## **Redefiniendo la experiencia del cliente.**

- Se requiere entender completamente cómo interactúan los clientes con un determinado producto o servicio y luego redefinir creativamente esta experiencia en beneficio de ellos.
- Implica examinar en detalle todas las interacciones con el cliente antes consideradas marginales (ventas, facturación, etc.) o bien propias del uso del cliente y que estaban fuera de nuestra visión.
- Se debe buscar establecer una relación con el cliente en vez de sólo realizar una transacción.
- Estos activos no son fácilmente transferibles a otro competidor con una oferta similar.
- Los productos pueden evaluarse antes de la compra, pero la experiencia sólo se puede evaluar después de la compra.
- Se deben establecer múltiples interfaces con el cliente.

## **Amplitud horizontal.**

- El objetivo de la amplitud horizontal es mejorar la economía del cliente y lograr “bonding” mediante la integración y adecuación a la medida de un amplio ámbito de productos y servicios relacionados.
- Un conjunto de productos puede crear oportunidades de “bonding” ya que la información de preferencias y uso de los clientes pueden ser compartidas entre los servicios y así mejorar su operación en torno a las necesidades particulares de los clientes.
- Amplitud horizontal es mucho más que sólo una oferta conjunta (bundling). Bundling muchas veces es sólo una forma más de bajar precios u ofrecer descuentos por volumen.
- Amplitud horizontal mejora el servicio integrando y adecuando a la medida un conjunto relacionado de productos para servir al cliente mejor que si este los compra y usa cada uno separadamente.

## **Integración del cliente.**

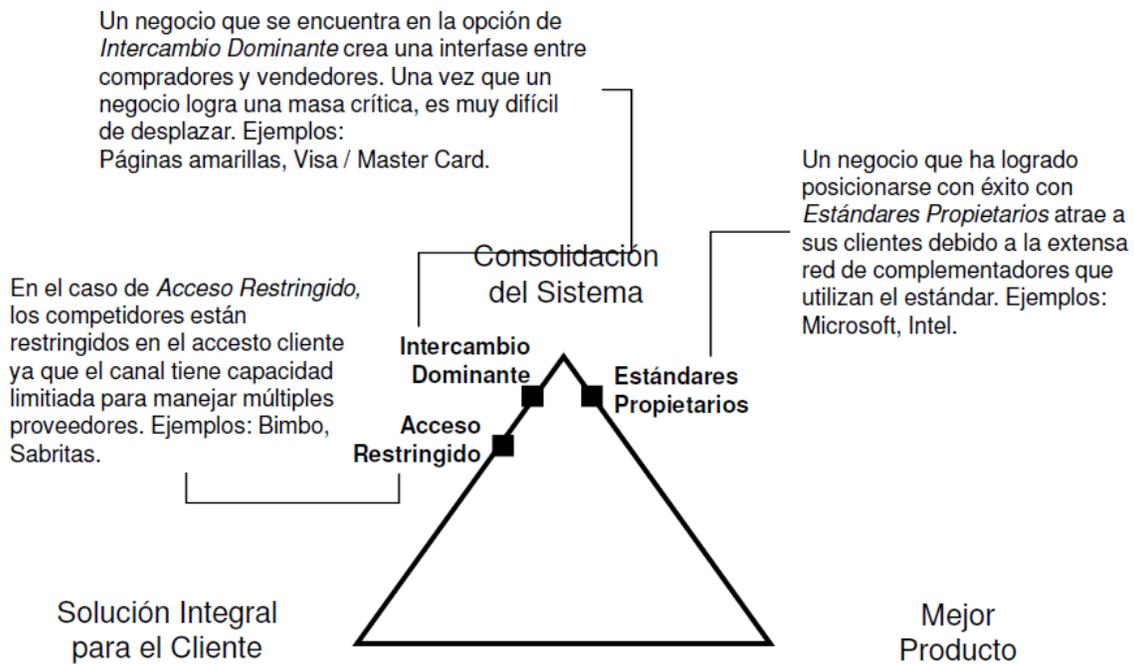
- Las empresas que tienen una estrategia de Integración del Cliente pueden asumir algunas actividades antes realizadas por el cliente. Estas empresas lo hacen de manera más efectiva o eficiente que el cliente para mejorar la economía del cliente.
- Esto generalmente crea un calce a la medida entre el cliente y la empresa más allá de la eficiencia del mercado y que es muy difícil de replicar por la competencia.
- El cliente y la empresa invierten tiempo y recursos en adecuar el producto y definir cómo será utilizado por el cliente. Esto crea un costo de cambio y amarras que van más allá de la inversión y que crecen con el uso.
- No todos los outsourcing son una Integración del Cliente. Cuando la interfase con el cliente es simple y común el bonding es muy débil.
- La Solución Integral al Cliente trae de vuelta la importancia de la centralidad del cliente y la necesidad de poner al cliente en el corazón de la empresa.
- Son pocas las organizaciones de negocio que tienen un nivel profundo de conocimiento de sus clientes que se requiere para establecer una estrategia de Solución Integral al Cliente.
- Se requiere análisis de las economías del cliente, un entendimiento de qué explica la rentabilidad del cliente y una estructura de relación entre la empresa y el cliente que los lleva a una unión indestructible.
- Todos los ejecutivos conocen intuitivamente el valor de las relaciones con los clientes, pero rara vez son consideradas como base de sus estrategias de negocios.

## **C) Consolidación del sistema**

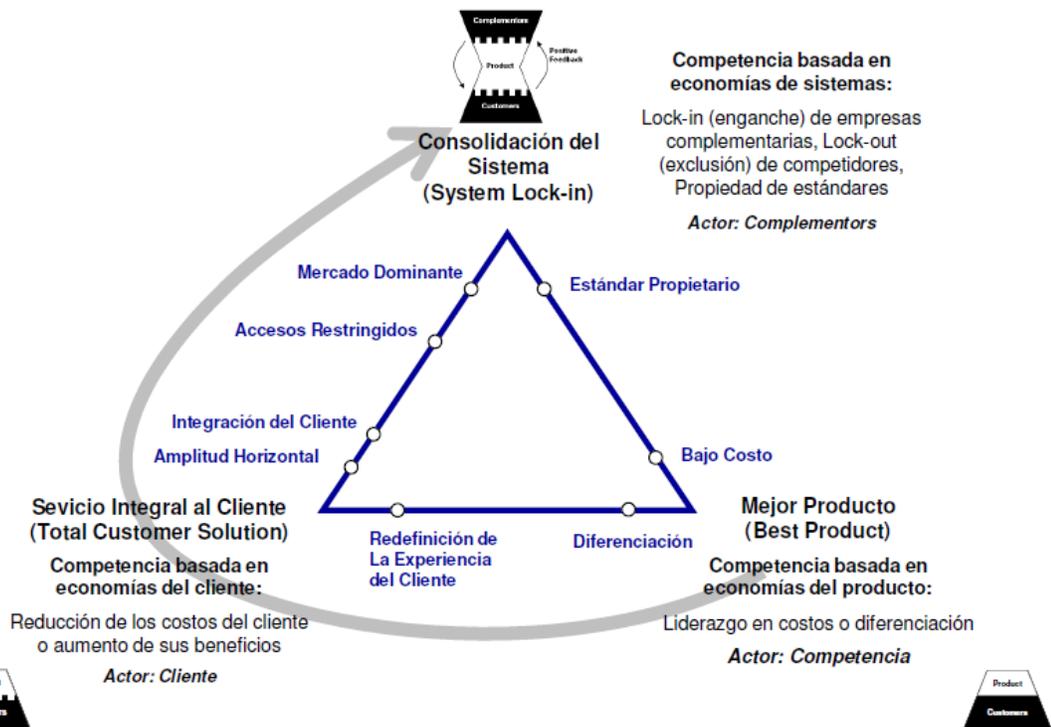
El posicionamiento estratégico consolidación del sistema tiene el alcance más amplio, al incluir a la empresa extendida – nuestra empresa, nuestros clientes, nuestros proveedores, y sobre todo – nuestros complementadores.

Los complementadores son aquellos proveedores de productos y servicios cuyos ofrecimientos incrementa el valor que perciben nuestros clientes en los productos y servicios que ofrecemos.

La variedad y la profundidad de la relación con nuestros complementadores ayuda a 'lock-in' nuestro producto o servicio en el sistema y 'lock-out' la competencia fuera del sistema.



**Figura 8.5: Modelo Delta, consolidación del sistema.**



**Figura 8.6: Modelo Delta, tres opciones estratégicas diferentes.**

Fuente: Arnoldo C. Hax & Dean L. Wilde; The Delta Project, 2001.

- Hay 3 formas de lograr un system lock-in o consolidación del sistema:
  1. Propiedad de estándares.
  2. Mercado dominante.
  3. Accesos restringidos.



**Figura 8.7:** Modelo Delta, tres formas de lograr un system lock-in o consolidación del sistema.

**Tabla N° 7.16:** Consolidación del sistema, basado en economías de la empresa complementaria.

Posición	Definición	Comentarios
<b>Acceso restringido</b>	Hay barreras importantes que dificultan a los competidores la adquisición de clientes.	Esta es una posición muy difícil de alcanzar y de sostener. Se tiende a desarrollar prácticas regulatorias para prevenirla.
<b>Mercado dominante</b>	Con esta estrategia la compañía provee una interfaz entre compradores y vendedores que es muy difícil de reemplazar una vez que se haya formado una masa crítica.	Esta es la opción más asequible de todas las de consolidación del sistema. La estrategia de “ser el primero” es crítica.
<b>Estándares de propiedad registrada</b>	El cliente es atraído al producto, debido a la extensa red de empresas complementarias que están orientadas a trabajar con el producto.	En la mayoría de las industrias esta opción no está disponible. En caso de lograrla, los retornos son inmensos.

Fuente: Arnoldo C. Hax & Dean L. Wilde; The Delta Project, 2001

**Tabla N° 7.17: Análisis estratégico de solución integral al cliente versus mejor producto.**

<b>Mejor Producto</b>	<b>Solución Integral al Cliente</b>
Cientes anónimos	Aprende lo más posible acerca de cada cliente
Productos genéricos	Producto o solución a medida
Foco en economías del producto	Foco en economías del cliente
Productos independientes	Paquetes de productos y servicios que buscan resolver una amplia gama de necesidades del cliente
Distribución Masiva	Canales alternativos, no tradicionales y canales directos cuando es posible
Foco en la cadena de abastecimiento de la empresa	Foco en la cadena de abastecimiento de la empresa en combinación con la del cliente
Innovación: renovación de productos	Desarrollo de productos conjunto con clientes objetivos – aprendizaje mutuo y soluciones a medida

### **Propiedad de estándares.**

- De los posicionamientos estratégicos a los que se puede aspirar, este es probablemente el supremo – con los mayores márgenes, participaciones de mercado y sustentabilidad.
- Microsoft e Intel son dos empresas emblemáticas de esta estrategia (referidas en combinación como el estándar Wintel).
- La Propiedad de Estándares es una estrategia poderosa – puede sostener a una empresa a pesar de un performance mediocre.
- Muchos negocios no conocen la naturaleza de sus estándares – incluso aunque muchos están sentados sobre ellos.
- No cualquier producto o servicio puede ser una propiedad de estándares – hay oportunidades sólo en ciertas partes de las industrias, y sólo en ciertos tiempos.
- Cuando una empresa logra crear un estándar propietario, tiene una gran ventaja competitiva que se traduce en extraordinarios resultados financieros de largo plazo. La propiedad de estándares ha resultado en las más espectaculares creaciones de valor en la historia (ej. Caso Microsoft, Intel, etc.)

### **Definiendo un estándar propietario.**

Para definir un estándar propietario se requieren dos características fundamentales:

- Posicionar el negocio como el sitio natural o punto de interfase de un sistema abierto, y que lo reconozcan ampliamente como el estándar de la industria.
- Lograr total propiedad sobre este estándar permitiéndote apropiarse de la mayor parte del valor creado por el sistema.

No todos los estándares son propietarios – muchos de hecho no son propietarios y no tienen un dueño con la habilidad de adueñarse de los beneficios del sistema.

- Un sistema con un gran lock-in puede desarrollarse alrededor de un estándar, pero el estándar puede no ser propietario, por ejemplo el caso: VHS/JVC.
- La competencia puede eventualmente imitar un estándar que tiene una interfase simple con los complementors y que es muy estable.
- Si el estándar es complejo y evoluciona constantemente, o bien si está protegido por una patente, es más difícil o imposible de copiar. Por ejemplo el caso de Advance Micro Divices – AMD vs. Intel.
- Una innovación tecnológica normalmente crea la oportunidad de establecer una posición de lock-in del sistema – crea nuevas industrias que ofrecen el potencial para nuevos estándares propietarios.

### **Mercado dominante.**

Un mercado dominante es un negocio que provee de una plaza de transacción para la información, dinero, bienes físicos, etc.

- El valor de este plaza de transacción crece exponencialmente con el número de personas que participa en ella visitándola, cotizando o intercambiando bienes (Ley de Metcalfe:  $V = n^2$ ).
- Debido a que el valor crece con el uso, el lugar de transacciones más utilizado tiende a dominar el mercado. El mercado dominante se convierte entonces en un monopolio para un libre mercado.
- Segmentación es muy importante. Un negocio puede ser un mercado dominante en un sector, pero no en otro.

Ejemplos de mercados dominantes:

- Páginas Amarillas.
- e-bay.
- INSTINET, the institutional broker for NASDAQ securities.
- AOL Instant Messenger.
- ICQ vs. MSN Messenger.
- Tarjetas de Crédito.
- Avisos Clasificados (ej: El Mercurio).
- Centro de ski La Parva.

### **Accesos restringidos.**

Corresponde a un lock-out de competidores como resultado de restricciones en los canales de distribución o logística.

- Para lograr una estrategia de acceso restringido se debe analizar por completo el sistema de logística, identificar los puntos de mayor restricción, y luego posicionar el negocio de manera que domine esos puntos.
- El canal de distribución es un punto de control evidente, pero hay otros.
- Las marcas siempre ayudan a mejorar el posicionamiento competitivo. Sin embargo, cuando las marcas se mezclan con accesos restringidos se crean los vínculos más sólidos (bonding).
- Coca-Cola es un ejemplo de compañía que ha considerado cuidadosamente cómo aprovechar su posición en todo el sistema en que participa. Su éxito se puede explicar por un inigualable lock-in (consolidación) del sistema, basado en accesos restringidos.

### **Accesos Restringidos: Caso system lock-In de Coca-Cola.**

Coca-Cola es la segunda palabra más conocida en el mundo. Se podría concluir que el éxito de Coca-Cola es debido a su poderosa marca, sin embargo hay muchas otras grandes marcas mundiales que no han tenido el extraordinario resultado de Coca-Cola.

El éxito de Coca-Cola se explica fundamentalmente por una consolidación del sistema por accesos restringidos.

No es sólo la marca. La franquicia está construida en base a un lock-in del sistema basado en la relación que ha establecido con cada uno de sus complementadores:

- Negociación directa con proveedores (en vez del embotellador)
- Completo control del know-how necesario del negocio de los embotelladores.
- La mayoría de los puntos de venta son exclusivos de Coca-Cola.
- Lock-in natural de distribuidores debido a la limitación de espacio.

### **System Lock-In de Coca-Cola.**

Las bebidas cola tienen una alta rotación, lo que crea un lock-in natural con los distribuidores. El consumidor final también es una parte crítica de este bonding.

- Coca-Cola sigue una estrategia explícita de Acceptability, Affordability & Accessibility (AAA) que ha guiado sus acciones.
- Los clientes buscan Coca-Cola por marca y disponibilidad en el retail, el retail almacena altos volúmenes de Coca-Cola debido a la demanda de clientes y alta rotación.
- Esto crea un círculo virtuoso: demanda, implica más espacio de góndola, a su vez significa alta rotación, entonces hay más rentabilidad en retail, generando más espacio de góndola, por lo tanto más demanda y más rotación.

En las palabras de Roberto Goizueta, CEO que lideró Coca-Cola en su época de crecimiento fenomenal:

"People always ask me, what is your strategy growth? I always say it's simple. Each day we must make Coca-Cola more acceptable, more available, more affordable, to more people in more situations than the day before. Put another way, success largely depends on our ability to make it impossible for the customer to escape from Coca-Cola". Source: Arnoldo C. Hax & Dean L. Wilde; The Delta Project, 2001.

## **8.2 Análisis de los regímenes socio - técnicos**

El punto de partida para el análisis de las transiciones socio-técnicas, es comprender los múltiples procesos dependientes de la trayectoria que proporcionan una amplia explicación "socio-técnica" de las formas existentes de sistemas industriales. Una perspectiva considera a los actores industriales y tiende a favorecer la innovación

incremental, el mejoramiento de sistemas a través de la innovación y la transformación radical de sistemas. Esto surge de una serie de procesos que promueven la estabilidad, informa a las estrategias de gobernabilidad, y perpetúa la trayectoria del régimen (Walker, 2000; Unruh, 2000).

Estos procesos incluyen:

- **Capacidades.** Las actividades de innovación de los operadores tradicionales se ven limitados por las capacidades y los conocimientos existentes (Dosi, 1982; Nelson y Winter, 1982), la evolución de los canales tecnológicos y técnicos, existen en subconjuntos restringidos de todas las direcciones posibles (Kemp et al, 1998;.. Elzen et al, 2004). Las actividades innovadoras y las inversiones también se ven limitados por las creencias y percepciones existentes, rutinas y hábitos. Esto limita las exploraciones en otras direcciones posibles en un sector específico (como los que implican la rotación por ejemplo entre la agricultura y la ganadería en Argentina), sino también en sectores relacionados, tales como, los sectores de equipos y maquinaria.
- **Economía.** Las tecnologías existentes tienden a ser más baratos y más eficientes en el corto plazo, ya que se han beneficiado de largos períodos de rendimientos crecientes dinámicos (por ejemplo, el aprendizaje mediante la práctica y el uso, las economías de escala y externalidades de redes positivas). Esto los coloca en posiciones ventajosas en comparación con las prácticas innovadoras (Arthur, 1989; Dosi 1982), y explica por qué los países en desarrollo las adoptan masivamente en la mayoría de las industrias, particularmente en las industrias orientadas a la exportación. Por lo tanto, se enfrentan a importantes barreras económicas para mover a las alternativas inciertas, ya que esto significa apartarse de importantes beneficios económicos obtenidos con la inversión en tecnologías existentes.
- **Los intereses creados.** Los operadores tradicionales (por ejemplo, empresas de la gran minería) han hundido sus inversiones (en capital, las competencias y las redes sociales, etc.) que van a tratar de proteger. Por lo tanto, se resisten al cambio radical que los amenaza. Las grandes industrias ya establecidas pueden contener las divisiones y las personas con ideas más radicales, pero son poco frecuentes las empresas facultadas para aplicar estos bloqueos, si sus intereses comerciales básicos son así desafiados.
- **La política y el poder.** Empresas interesadas, reguladores y otros ocupan posiciones importantes en el sistema actual. El poder económico confiere una influencia considerable, tienen voces que se escuchan en los procesos de políticas de innovación (Smith et al, 2005.). Los innovadores fuera de este nexo se basan en las expectativas futuras para presentar sus casos y oportunidades.

Los "outsiders" no tiene que ser jugadores pequeños, por ejemplo, las grandes empresas de tecnología de información pueden ser los innovadores "outsiders", pero tienen un papel potencialmente transformador para jugar un rol «más inteligentes» en las nuevas tecnologías que amenazan hoy a las titulares (estandarizadas). Sin embargo, los innovadores externos están a menudo, débilmente organizados en comparación con los titulares. Mientras que los accionistas de hoy, los trabajadores y los clientes pueden invertir, votar y ejercer influencia de muchas maneras, mientras los interesados en sistemas más sostenibles para el día de mañana, son un grupo menos poderosos política y/o económicamente. Por ejemplo, sistemas industriales establecidos aseguran que las voces de las grandes empresas que lo conforman sean escuchadas y puestas en los debates de los principales órganos reguladores de la misma industria.

- **Infraestructura.** Dispositivos tecnológicos existentes, pueden ser incorporados en infraestructuras establecidas, que hacen que su sustitución por otras alternativas sean muy difíciles (Jacobsson y Johnson, 2000).
- **Instituciones.** Las regulaciones del gobierno y las subvenciones, las asociaciones profesionales y las reglas del mercado han evolucionado en conjunto, como parte de los sistemas existentes y tienden a reforzar las trayectorias actuales de desarrollo (Hughes, 1983; Walker 2000). Por ejemplo, en el caso de Argentina, la forma en que estos diferentes instituciones han evolucionado juntos para proporcionar apoyo a la utilización de la biotecnología en el sector agropecuario ha llevado a algunos analistas a identificar una Bio - hegemonía en este país (Newell, 2007): "la bio-hegemonía ha producido y sostenido una alianza de intereses que incluyen productores agroindustriales poderosos y comerciantes (como Cargill), orientadas a la exportación elementos de capital argentino (como Biosidus, Relmo, y Mario Don), las empresas multinacionales de biotecnología (como Syngenta, Dow y Monsanto), los grandes bancos comerciales, y los elementos de apoyo dentro del mismo Estado argentino "Newell, 2009, p. 35).

Estos procesos interactúan y se refuerzan mutuamente, estructurando la forma en que las industrias se comprometen a ciertas trayectorias socio-técnicas, más que otros (Geels 2002). Los sistemas que se han convertido en "locked-in" para estas trayectorias son difíciles de perturbar y volver a dirigir.

Se requiere de un considerable trabajo técnico, económico, sociológico y político que hay que hacer para alinear los discursos, los actores, los artefactos y las instituciones en un conjunto de trabajo. Teniendo en cuenta todo el material, los elementos discursivos e institucionales y los cambios necesarios para que un sistema tenga éxito: conocimientos especializados, técnicas fiables, los trabajadores calificados, el capital de inversión, las infraestructuras de abastecimiento y distribución, servicios de

mantenimiento, los clientes que deseen, los mercados rentables, aceptables impactos ambientales y así sucesivamente. Se requiere una agencia social considerable.

A veces, puede parecer como si las sociedades son "locked-in" para ciertos regímenes, tales como el uso intensivo de soja en Argentina. Sin embargo, alineaciones de inflexibilidad dependiente de la trayectoria pueden darse bajo ciertas circunstancias, convertirse en una fuente de fragilidad a medida que cambian las condiciones. Por ejemplo, en Argentina los beneficios altamente concentrados y dependencias en el marco del boom de la soja, y la incapacidad de la soja "régimen socio-técnico de la soja" para hacer frente a este problema, a través de reformas graduales, está dejando este modo susceptible a la crítica y la disidencia cada vez mayor. Además, los desajustes internos, provocados por cambios técnicos o los cambios en la propiedad, por ejemplo, se pueden combinar con los procesos externos, como la concentración de la riqueza, el empobrecimiento creciente, la conciencia creciente del medio ambiente, el cambio demográfico y los cambios de los recursos.

Estos procesos pueden desestabilizar regímenes y abrir las ventanas de oportunidad para el desarrollo de alternativas y tal vez, las transiciones de semillas hacia configuraciones radicalmente diferentes.

Está claro que aquí estamos hablando de un conjunto muy complejo y heterogéneo de procesos. Hay una variedad de maneras de simplificar y pensar en esa complejidad. La perspectiva de varios niveles (MLP, multi level perspective) en transiciones socio-técnicas es una manera (Rip y Kemp, 1998; Geels, 2002).

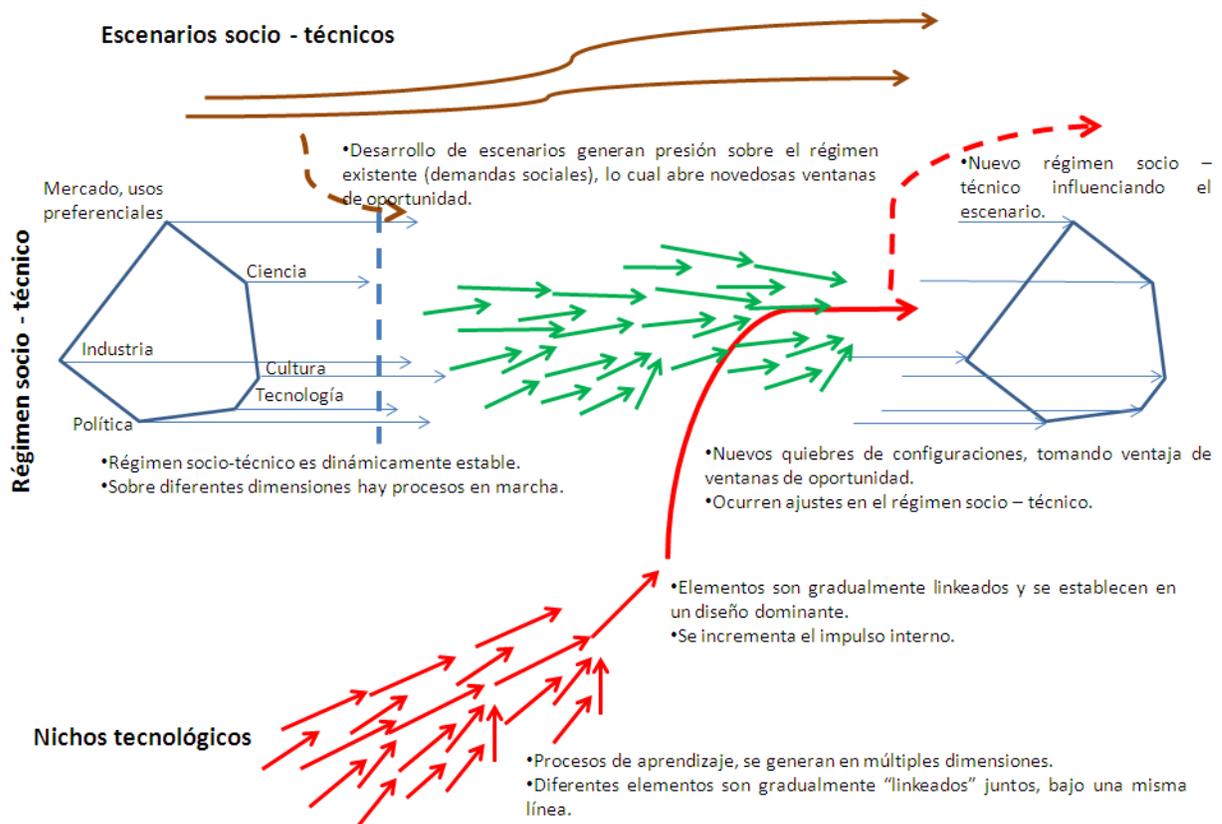
Este enfoque analítico, propone un marco multi-nivel que permite situar y relacionar dinámicamente los procesos. El marco consta de tres niveles, cada uno de los cuales es cada vez más estructural y más allá de la acción de las organizaciones individuales. Estos niveles son:

- a) **Un nivel de nicho**, (en el que las organizaciones se dedican a innovar las ideas y prácticas alternativas para la explotación de recursos naturales).
- b) **Un régimen de nivel**, (en el que las prácticas establecidas de explotación de recursos naturales están altamente institucionalizadas y estandarizadas).
- c) **A nivel de escenarios**, (que representa el contexto social, económico y ambiental en que se encuentra y opera la industria de los recursos naturales).

La configuración innovadora de nuevas prácticas socio-técnicas, se considera que tendrá lugar en "nichos". Estos espacios de desarrollo socio-técnico, deben permitirse algunas protecciones para la práctica de desarrollos alternativos, que no puede competir directamente con la selección titular (proceso estandarizado), más

estructurada y su estructuración ambiental asociado con el socio-técnico régimen titular. Un ejemplo podría ser la de considerar los alimentos orgánicos, o las cooperativas de pequeños productores en el norte de Argentina, la producción de hortalizas, ya que en la actualidad constituyen nichos, en el contexto de un régimen agrícola a base de soja en los que prevalecen las infraestructuras de producción y para las instituciones establecidas son muy desventajosas para estos sistemas alternativos.

Tanto el nicho(s) y el régimen(s) definen y se refieren a una determinada "función social", tales como las formas de explotación de los recursos naturales. La actuación de estas funciones sociales es el punto de partida para el análisis y la reconstrucción del lugar y sus configuraciones de régimen socio-técnicos. Al mismo tiempo, los nichos y los regímenes se encuentran en "escenarios" de contextos similares, a pesar de que experimentan y se identifican de manera diferente. Por ejemplo, los procesos de articulación de la presión social para reducir la pobreza rural (los movimientos sociales, las medidas políticas, las nuevas estrategias de negocios, etc.), no significa lo mismo para los actores y los procesos de configuración de un nicho específico (por ejemplo, una posible oportunidad), en comparación con el titular en un régimen establecido (por ejemplo, un inconveniente). Otra presión que viene de los "escenarios" pueden ser los compromisos de política industrial a las TIC y otros sectores industriales, informados por las opiniones de reestructuración en el desarrollo económico, y que pone presión sobre los sectores de recursos naturales, para argumentar y demostrar su pertinencia para el desarrollo económico futuro.



**Figura 8.8:** Perspectiva multinivel, sobre transiciones socio – técnicas.

## **9. Resultados**

### **9.1 Caso APLIK - aplicación del modelo Delta de Hax.**

Como parte importante de los resultados se ha evaluado a la empresa APLIK, enfocada en investigación y tecnología aplicada, fundamentalmente en visión artificial, esta empresa se formó en el año 2000 por Guillermo Vidal quien asumió la Gerencia General, de profesión Ingeniero Civil Metalúrgico, 2 socios, Ingenieros Civiles Electrónicos y un socio inversionista; Inversiones Eslavas S.A.

#### **Visión de APLIK S.A.**

“Ser líder mundial en productos y servicios de innovación, de alto impacto y valor, relacionados con tecnologías de visión artificial, control automático y robótica. En estas especialidades lograr excepcionales soluciones, reconocidas por nuestros clientes, especialmente del sector minero.”

#### **Misión de APLIK S.A.**

“Creamos valor para nuestros clientes brindándoles soluciones de innovación y servicios en tecnologías de visión artificial, robótica y control automático. Logramos la satisfacción del cliente a través de, la creatividad y el compromiso de nuestros colaboradores con quienes mantenemos una estrecha relación que con el tiempo se puede transformar en su participación en nuestros negocios.

En APLIK se cumplen los compromisos con nuestros colaboradores, nuestros clientes y nuestro entorno social.”

Además de lo pronunciado por APLIK como visión y misión, afirma basar gran parte de su estrategia en el patentamiento (actualmente posee 2 concedidas y otras 4 en proceso), así como se señala en el siguiente extracto de una declaración de APLIK, a través de su gerente general:

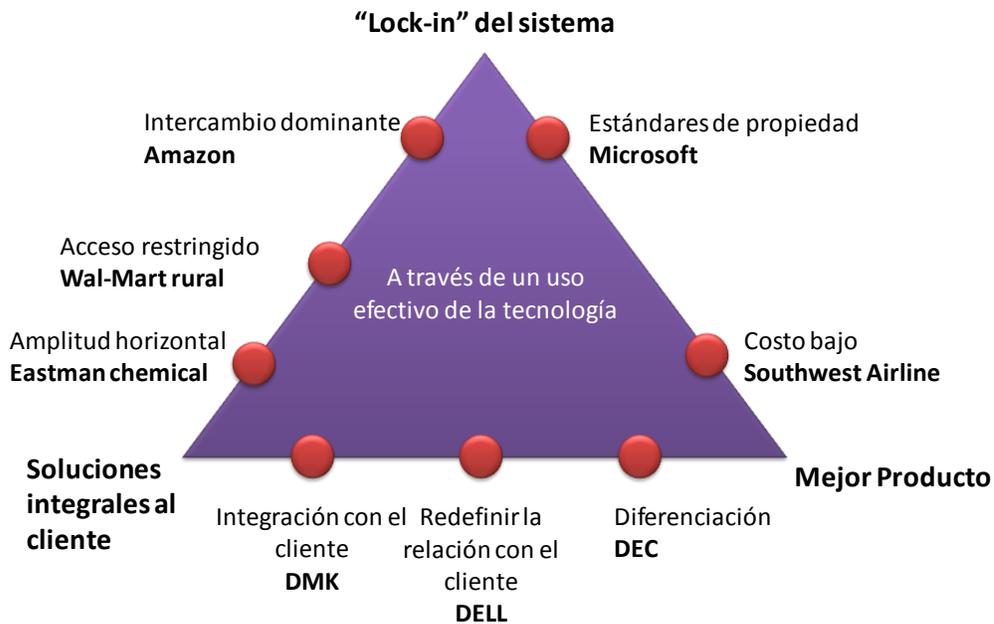
*“Las patentes nos proporcionan derechos exclusivos que habitualmente permiten utilizar y explotar la invención por un período de 20 años, a partir de la fecha de presentación de la solicitud de patente”* además de agregar valor con lo siguiente:

- **Sólida posición en el mercado:** Estar en condiciones de impedir que otros competidores utilicen comercialmente la invención patentada, reduciendo de esta manera la competencia y adquiriendo una posición de prestigio en el mercado.
- **Mayor rendimiento de las inversiones:** Poder comercializar la invención permitiéndole a APLIK obtener un mayor rendimiento de las inversiones.
- **Oportunidad de vender, negociar la invención o cederla bajo licencia:** Permite abrir nuevas oportunidades de negocio.
- **Aumento del poder de negociación:** La cartera de patentes aumentará nuestro poder de negociación. Es decir, cabe la posibilidad de que nuestras patentes resulten muy interesantes para la empresa con la que se negocie y se podría concertar un acuerdo de concesión mutua de licencias.
- **Imagen positiva de la empresa:** Cabe la posibilidad de que empresas asociadas, inversionistas y accionistas consideren que las carteras de patentes son una muestra del alto nivel de conocimientos técnicos, especialización y capacidad tecnológica de APLIK. Esto puede resultar útil a la hora de recaudar fondos y buscar socios empresariales y podría aumentar el valor de APLIK en el mercado.

Se analiza APLIK por ser una empresa pequeña y exitosa en el desarrollo e implementación de sus tecnologías, logrando este éxito de mejor manera (en tiempos y financiamiento) dentro del cluster minero que lleva a cabo BHP Billiton.

Este caso se da en minera Spence propiedad de BHP Billiton, operación de extracción y procesamiento de minerales de cobre vía LIX-SX-EW. A todas luces, esta empresa está logrando éxito con un desarrollo tecnológico para Spence, mediante la aplicación del modelo Delta (sin aplicar el modelo conscientemente), el cual marca la diferencia, por sobre otros proyectos de la misma índole, enmarcados en el mismo proceso del cluster minero.

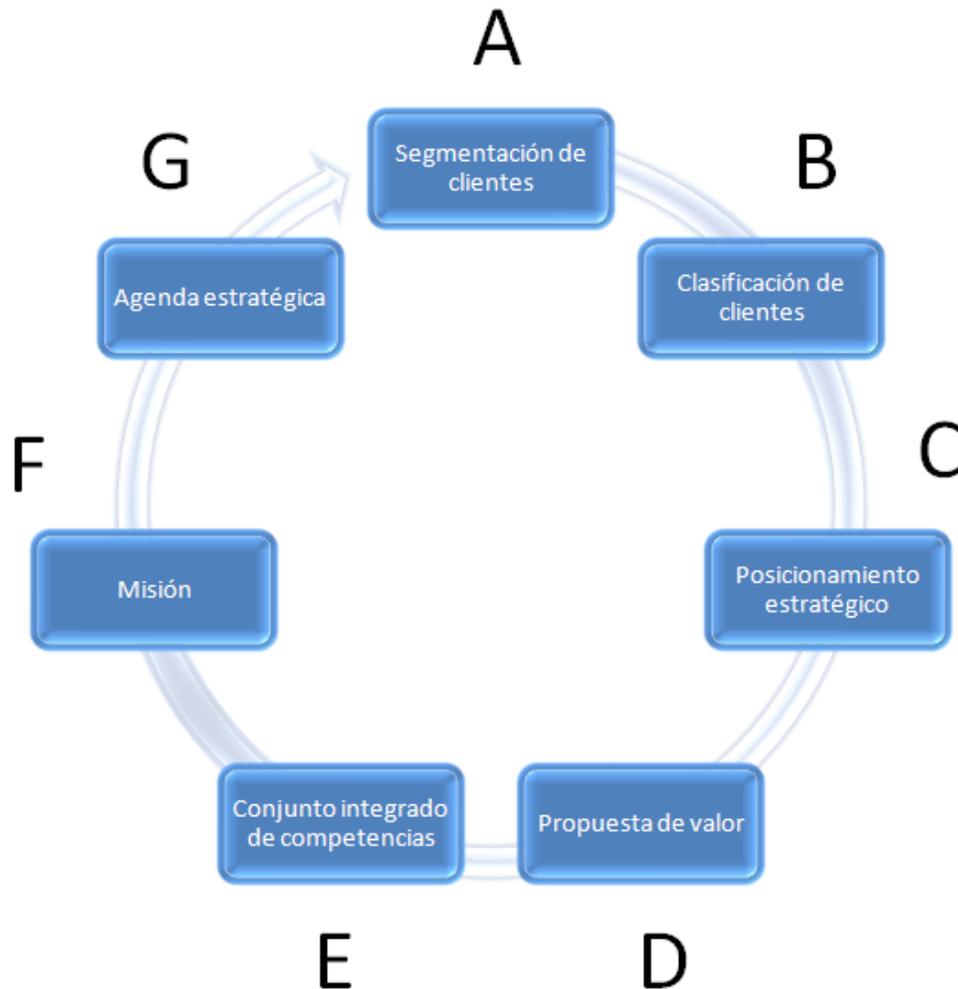
En la figura 8.8, a continuación se muestran ejemplificadas empresas altamente exitosas, pero que alguna vez también fueron PYMEs. Como lo es hoy el caso de APLIK.



**Figura 8.8:** Modelo Delta, casos exitosos.

En el caso de APLIK, sin duda que está inmersa no sólo en una de las posiciones estratégicas del triángulo, lo interesante de este caso, es que a medida que se ha desarrollado su proyecto en minera Spence, APLIK ha ido tomando la forma del modelo DELTA, siendo exitoso en gran medida por la relación con el cliente y la satisfacción de este.

Es así, como se realiza un análisis completo de este caso:



**Figura 8.9:** Estructura propuesta de análisis completo a la empresa APLIK.

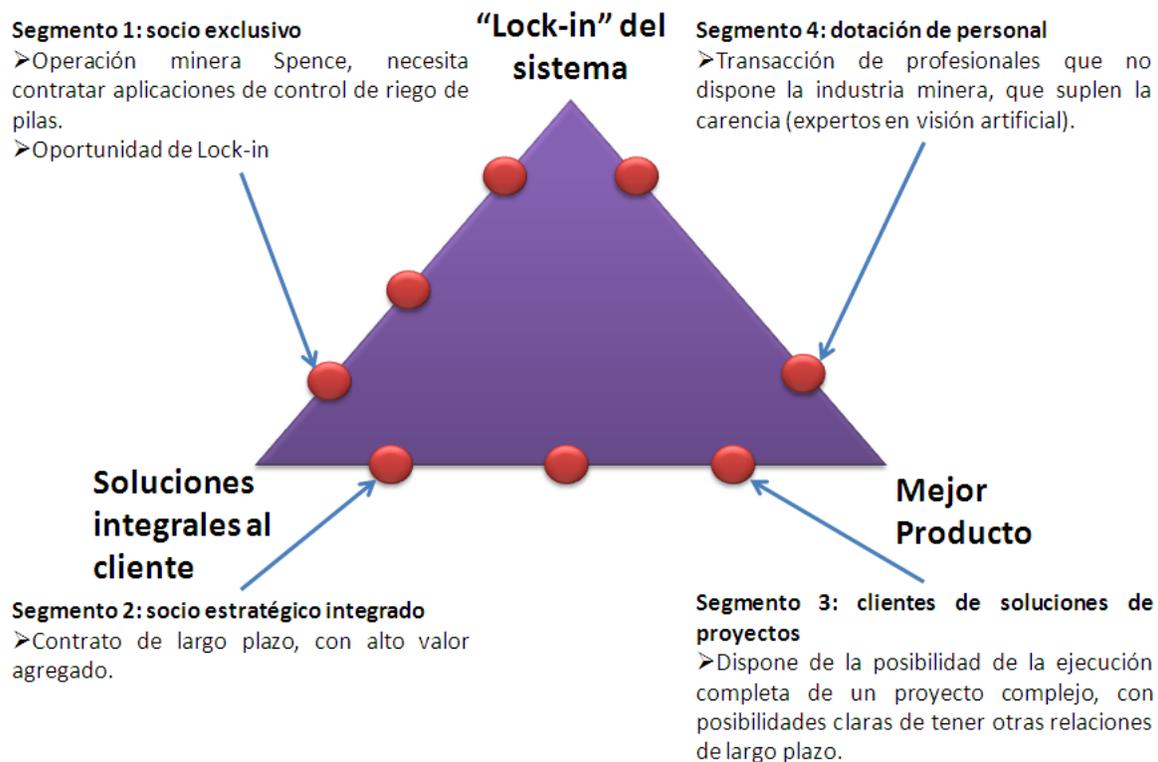
Para este caso sólo se analiza el efecto con sus clientes, es por ello que se desarrolla, sólo A y E (Delta), entendiendo que el resto del análisis es de gran relevancia, pero que no son parte de este estudio y son propios de la misma empresa APLIK.

#### **A) Segmentación de clientes:**

En este caso se evidencia que la posibilidad de iniciar un proyecto con los requerimientos específicos del cliente (Spence), donde una vez definido el problema, APLIK fue capaz de proponer una solución innovadora, factible, de resultados muy atractivos, condiciones que aseguran una relación de largo plazo, para desarrollar el proyecto en conjunto con el cliente (mayor análisis de esto, está desarrollado en el punto C).

Luego de esto al ser un desarrollo tecnológico aplicado a la industria minera, pero personalizado para un proceso metalúrgico en particular (lixiviación en pilas) desarrollado dentro de una operación minera (Spence en este caso), es factible tener la oferta del “mejor producto” a distintos clientes con soluciones a la medida, siendo siempre proyectos con relaciones de largo plazo.

Finalmente APLIK desarrolla la capacidad de lograr un lock-in por su tecnología desarrollada a la medida, pero básicamente esto está dado por sus profesionales expertos quienes generan los desarrollos a la medida, con un servicio generado por profesionales que carece el cliente.



**Figura 9:** Análisis de la segmentación de clientes de la empresa APLIK.

### E) Conjunto integrado de competencias.

#### Mejor producto basado en bajo costo y diferenciación:

**Bajo costo**, en este caso APLIK cuenta con dicha ventaja, por su ubicación geográfica y la estrategia de contratación que mantiene, las oficinas y laboratorios se encuentran en una zona privilegiada de Chile, en la zona costera central, específicamente en la ciudad de Viña del Mar, misma ubicación de una de las universidades más prestigiosas del país en ingenierías asociadas a IT, la universidad Federico Santa María, donde

residen habitualmente jóvenes talentos que al egresar difícilmente cambiarían dicha ciudad, siendo este un elemento importante a la hora de contratar, optando por una menor renta, pero mantenerse en dicha ciudad, antes que irse incluso a Santiago (ciudad capital de Chile) o al norte del país donde se desarrolla la minería principalmente, siendo el sustento chileno de la economía por estos tiempos, lo que significaría trabajar por sistemas de turnos (por ejemplo 7x7, que equivale a 7 días en una operación minera, por 7 días de descanso en sus hogares, 4x3, 10x10, etc.).

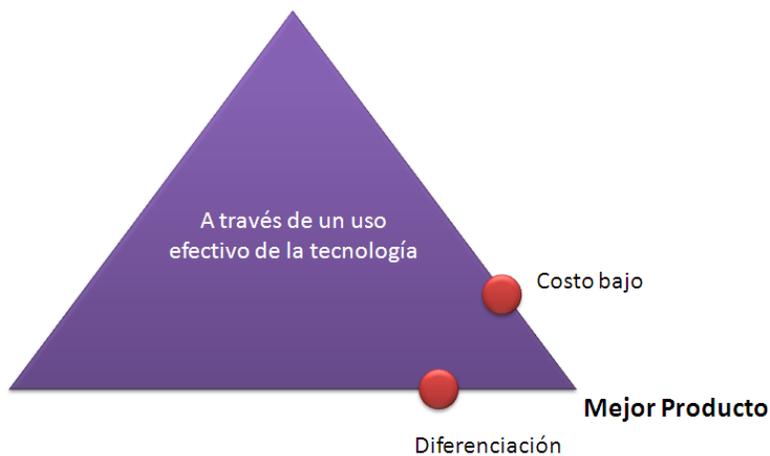
Desde su constitución, APLIK ha privilegiado la permanencia de su personal, a través, de un atractivo programa que incentiva la participación patrimonial de sus ingenieros y personal talentoso, siempre que alguna iniciativa y desarrollo de estos jóvenes sea exitosa. Por lo que son capaces de adaptarse rápidamente a cambios importantes en la oferta y demanda, a través de la continua búsqueda de “nichos” de requerimientos tecnológicos.

La política se basa en ofrecer participación patrimonial en las nuevas empresas que se irán creando producto del trabajo y del plan estratégico de crecimiento. Este enfoque de participación le permite a los talentos que hayan demostrado capacidad e interés, involucrarse a fondo con la empresa y participar activamente para obtener mejores resultados.

Actualmente tres nuevos ingenieros están participando en una empresa llamada KLON S.A. formada por APLIK para el desarrollo de tecnologías en el área médica. En la actualidad se está creando una división de servicios a la minería en la zona norte que seguirá un sistema de participación similar.

**Diferenciación**, de la misma forma que resulta una ventaja la localidad en la que se encuentra APLIK, le genera una componente diferenciadora respecto al número de jóvenes talentos que tiene para poder captar.

Respecto a la diferenciación como empresa está dada por su capacidad de diseñar soluciones tecnológicas como servicios y a la medida, dado que son expertos en visión artificial y últimamente en el desarrollo de software vinculados con sus desarrollos, principalmente asociados a comportamientos físicos, haciendo posible medir en forma automática y práctica condiciones de procesos, que antes era imposible.



**Figura 9.1:** Análisis Delta asociado a mejor producto, de la empresa APLIK.

**Soluciones integrales al cliente, basado en amplitud horizontal, integración al cliente y redefinición de la relación con el cliente:**

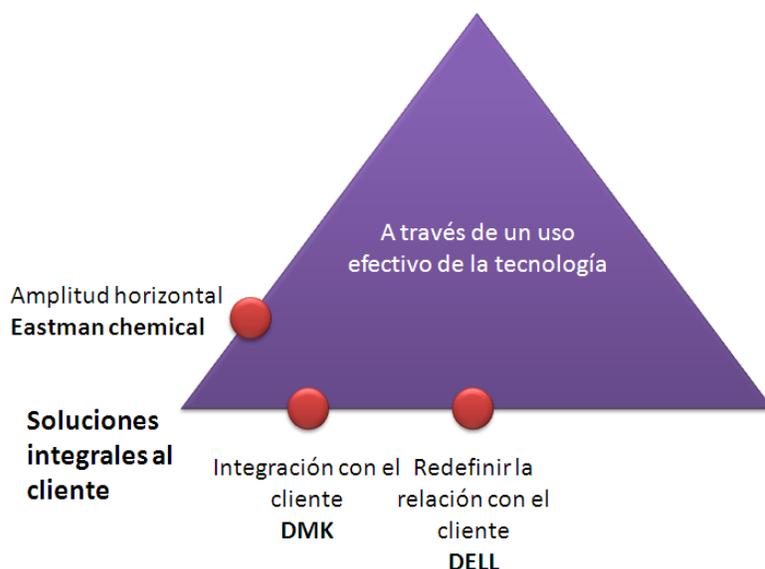
**Amplitud horizontal**, está concentrada en desarrollos de visión artificial para la minería, últimamente está expandiendo su tecnología a otras industrias como el médico.

APLIK tiene una gran capacidad de desarrollo, seguimiento y control de proyectos, desde el diseño de sus soluciones hasta las plataformas en las que deben funcionar según cada cliente, últimamente desarrollándose hasta llegar a las obras civiles que requieren sus soluciones cuando son construidas y aplicadas, por todo lo anterior ha sido consultada por grandes firmas de proyectos como contraparte del cliente, a la hora de revisar y ejecutar el proyecto.

APLIK, tiene un alto nivel de competencias y capacidades para adaptarse a las exigencias de cada cliente respecto a las plataformas digitales en las que debe desenvolverse.

**Integración con el cliente**, en este caso APLIK a sabido impregnarse de “lo que le causa dolor” a su cliente, vale decir entiende muy bien dónde y cuándo tiene que actuar para aliviar y sanar el dolor de su cliente (optimización de procesos, mediante la medición), en otras palabras entiende muy bien el efecto de sus desarrollos en el negocio de su cliente, esto por el desarrollo en conjunto con el cliente desde el inicio, adaptando todas sus soluciones a la forma que el cliente requiere, entendiendo los por qué. Esta integración le ha servido a APLIK para poder desarrollar capacidades que creían lejanas y hoy poder expandirse a otros procesos o incluso otras industrias.

**Redefinición de la relación con el cliente**, en este caso APLIK ha logrado llegar a un nivel tal, que le ha permitido ser capaz de implementar proyectos en plazos insospechados para ellos en el pasado, pasando de 6 años a 2 años desde la fase conceptual a la de implementación y entrega al cliente, siendo esta última etapa muy eficiente en términos de traspaso del proyecto, siendo eficiente en costos para el cliente.



**Figura 9.2:** Análisis Delta asociado a soluciones integrales al cliente, de la empresa APLIK.

### **Lock – in del sistema:**

**Acceso restringido**, APLIK ha sido capaz de crear altas barreras de entrada a sus competidores, dado por la baja cantidad de experiencia asociada a la aplicación de visión artificial en procesos mineros, teniendo ellos los primeros desarrollos en términos de hardware y software.

Otro aspecto importantísimo antes mencionado es el profundo conocimiento que está generando APLIK respecto de las operaciones del cliente “de saber dónde, qué y cómo le duele al cliente”, adquiriendo esto mediante la ya mencionada interacción continua con el cliente estando inmerso dentro de su propio ambiente, en la operación misma.

**Intercambio dominante**, APLIK debe lograr alcanzar una posición relevante de intercambio con los seleccionados clientes del segmento 1 definidos por ellos mismos, para ello APLIK debe asegurar fuertes vínculos con varios de sus proveedores (insumos estratégicos para sus soluciones tecnológicas) y especialistas inmersos dentro de la industria en la que APLIK desarrolle sus aplicaciones e incluso hasta

evaluar su relación con los clientes finales. De otra forma APLIK limita su potencial al desconocer el origen del “dolor del cliente”.

**Estándares de propiedad**, APLIK ha sido capaz de generar sus propias patentes, pero debe ser capaz ahora de construir un lock-in del sistema basado en la relación que pueda establecer con cada uno de sus complementadores:

- Negociación directa con proveedores (cámaras, iluminación, robótica, aplicaciones mecánicas, etc.)
- Completo control del know-how necesario del negocio de la visión artificial en procesos mineros.
- Abordar la industria con sus soluciones tecnológicas que agregan valor demostrado, siendo exclusivos de APLIK.

En base al claro análisis anterior de un caso real como es APLIK y su desarrollo enmarcado en la iniciativa cluster, que lleva a cabo BHP Billiton, específicamente en el caso analizado en su operación Spence, se puede concluir lo siguiente:

APLIK en forma natural y por la forma de trabajo de su cliente dentro de la estructura cluster, ha sido capaz de tener éxito por enfocarse en un vínculo efectivo con el cliente y no gastar energía con sus competidores (aún incipientes).

Entender que la estrategia con el cliente es mediante puntos en común, querer entender el dolor del cliente (uno a la vez) y buscar la solución, no un mero proceso transaccional.

Naturalmente en su relación con este cliente (Spence), APLIK cambió su mentalidad restrictiva en el producto, por una donde incluye clientes, proveedores estratégicos e incluso empresas complementarias, asumiendo que todos son clave en el desarrollo e implementación de sus soluciones tecnológicas.

En esta relación, fundamental resulta que la contraparte (el cliente) sea representado por alguien dentro de la organización con KPI's asociados al “dolor” que APLIK buscará sanar, mediante su desarrollo tecnológico. Para esto, tuvo que desarrollar la capacidad de acercarse al cliente lo suficiente, desarrollar sus soluciones en el lugar mismo de la operación, en conjunto con desarrollos fuera de ella.

Generó la capacidad de entregar una solución integral y no un producto.

Asume que la métrica más importante en su estrategia no es otra que el flujo neto de talento.

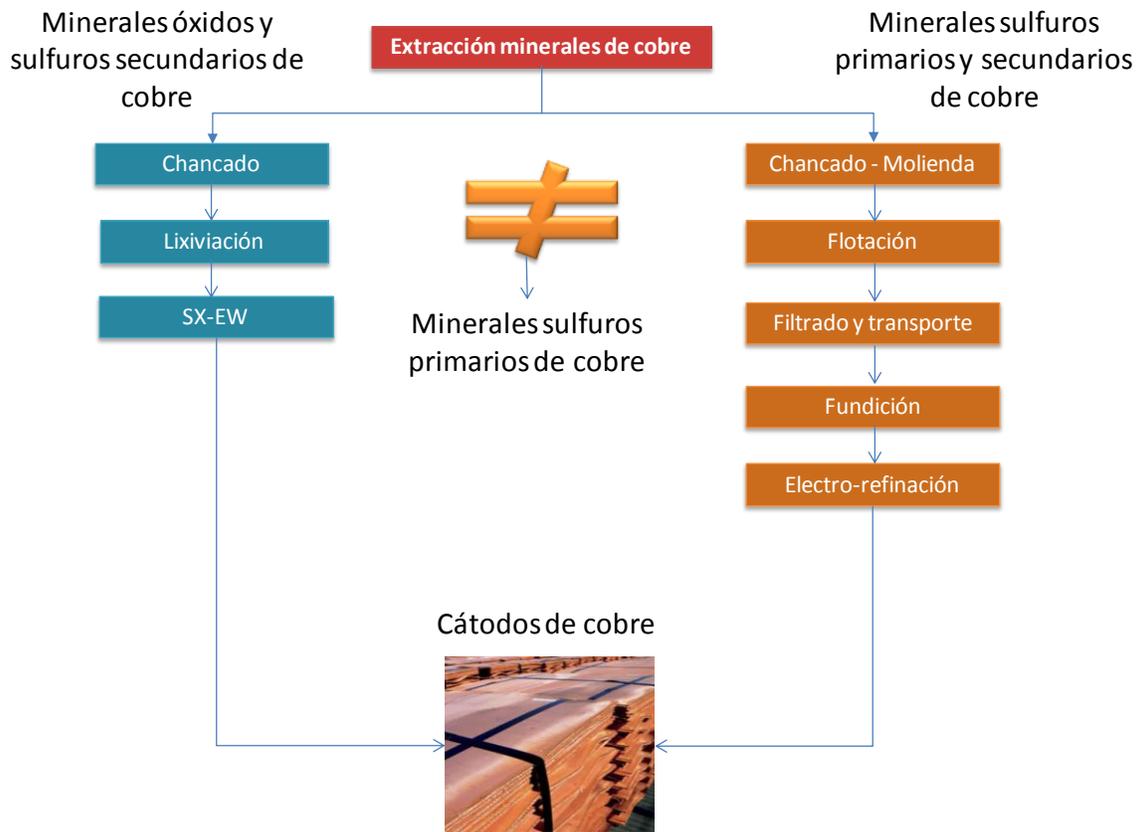
Tiene desafíos por delante como la segmentación de sus nuevos clientes y propuesta de valor, para no caer sólo en la estandarización de sus productos y entender formalmente que APLIK como empresa debe ser un conjunto integrado de competencias en constante desarrollo.

## **9.2 Definición estrategia formación “Copper Valley”**

Para contextualizar la definición de la estrategia propuesta, primero se debe entender los motivos que impulsan la formación de este “Copper valley”.

### **9.2.1 Contexto industrial**

Mirado desde la industria, los motivos están asociados a sus diferencias, tanto en el proceso y sus consecuencias, como la oportunidad de poder obtener cobre a un menor costo y evitar ser parte de lo que genere rechazo social (en aumento en la región sudamericana), asociado principalmente a los diferentes aspectos e impactos ambientales y sociales que generan ambos procesos. Asegurando así escenarios favorables para continuar con los actuales proyectos de inversión sin tener barreras con la sociedad.



**Figura 9.3:** Diferenciación de procesos para producir cátodos de cobre.

Como vemos en la figura 9.3, técnicamente en ambos procesos se obtiene el mismo producto, pero el camino es diferente y como podemos ver, la diferenciación entre ambos procesos está dada por la naturaleza de la composición mineralógica de los minerales de cobre, donde hoy es posible procesar los óxidos y los sulfuros secundarios de cobre mediante la hidrometalurgia, un proceso que requiere menor consumo de agua y energía, genera menos gases de efecto invernadero y sus costos son más bajos en alrededor de un 60%. Por lo tanto, podría suponerse que las demandas sociales actuales y futuras, son también un escenario más favorable para la hidrometalurgia por encima del proceso de concentración por flotación, fundición y refinación.

Mientras que la gran deficiencia de la hidrometalurgia está dada por la incapacidad de procesar los minerales de sulfuros primarios como la calcopirita en niveles eficientes y productivos. Hasta hoy se han realizado diversos y voluminosos esfuerzos aislados, sin llegar a resultados que permitan tratar estos minerales por esa vía, no siendo atractivo ni rentable aún para la industria.

En resumen, hoy el procesamiento de minerales de cobre para la obtención de cátodos, si bien son 2 procesos fuertemente diferenciados, este debe ser mirado de otra forma, buscando acercarse a lo mejor de cada uno de ellos, en este caso a la vía hidrometalúrgica, sin dejar de rescatar toda la experiencia obtenida en por la otra vía.



**Figura 9.4:** Estrategia basal propuesta para la formación de un “Copper Valley” en la diferenciación de procesos para producir cátodos de cobre.

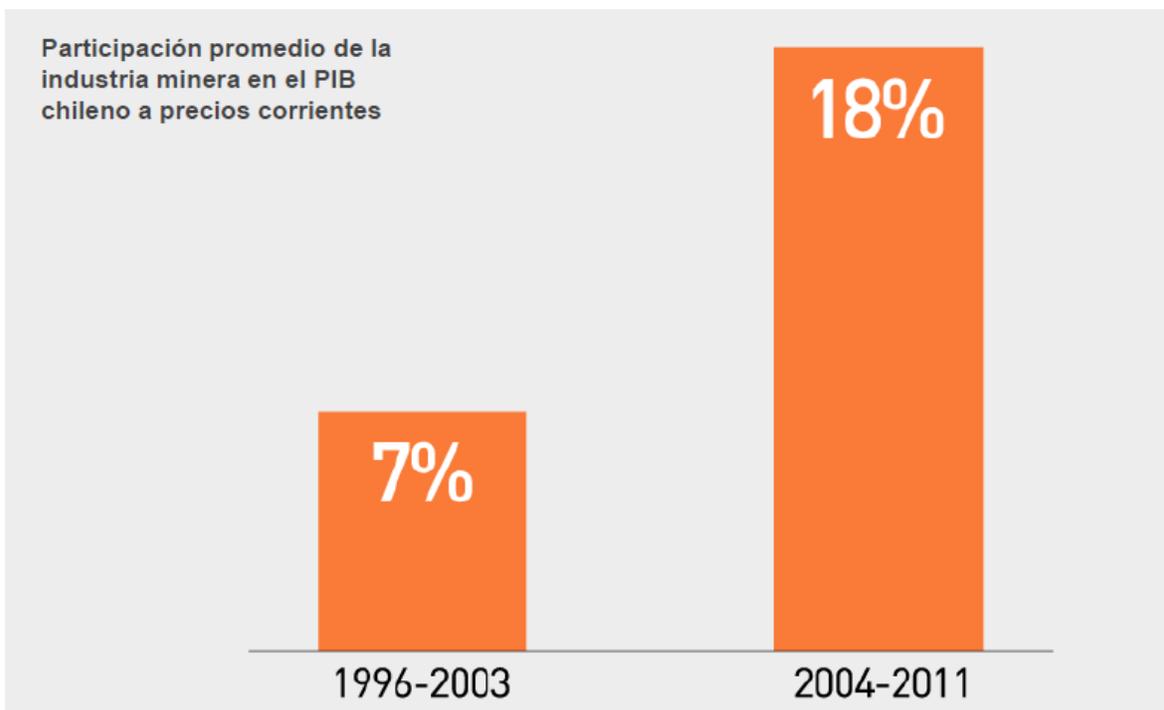
Finalmente como se muestra en la figura 9.4, la base de la estrategia se podría resumir como:

- Desde la hidrometalurgia, desarrollar nuevos procesos y/o tecnologías que permitan lixiviar con éxito los sulfuros primarios.
- Ser capaz de buscar y desarrollar nuevos procesos alternativos, menos exigente en consumo de insumos, más eficiente y de menor costo, que ambos procesos actuales.
- Pensar en grande, buscar llegar quiebres tecnológicos.
- Desde la flotación, fundición y refinación, optimizar sus procesos, acercándose a un proceso más limpio, menor consumo de insumos estratégicos.

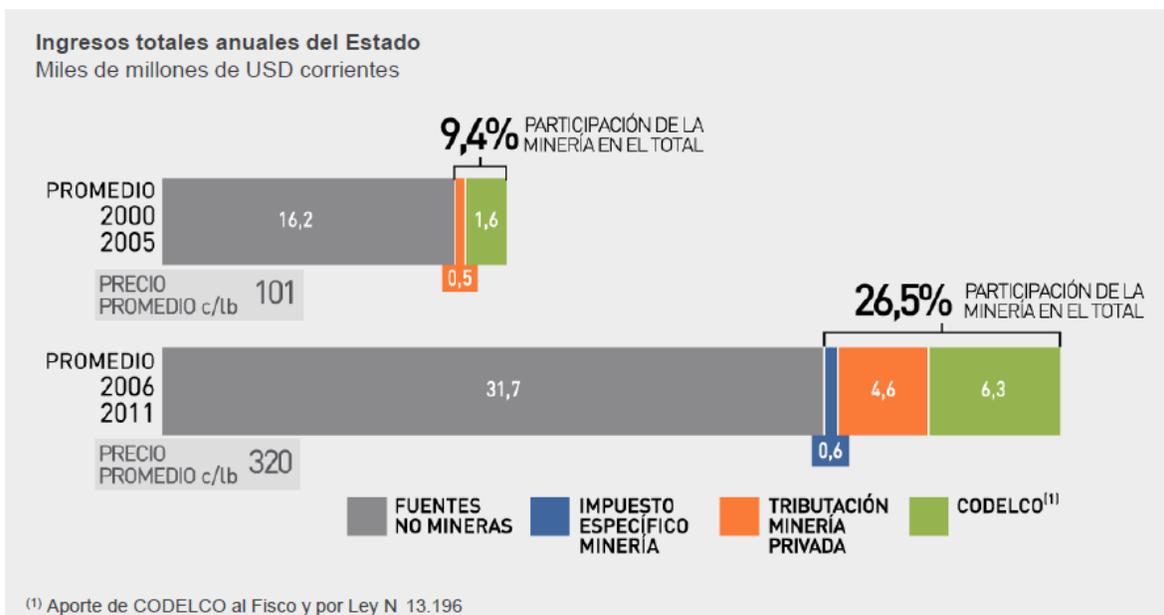
### 9.2.2 Contexto gubernamental

Mirado desde el gobierno como país de Chile, para mantener los ingresos que la minería deja, siendo el sector productivo más relevante de la economía de este país, llegando al 18% de la participación promedio como industria minera en el PIB chileno a precios corrientes (ver figura 9.5), por otra parte siendo hoy el principal generador de ingresos fiscales (ver figura 9.6), siendo un 26,5% del total de los ingresos (entre

minería privada, CODELCO, más el impuesto específico a la minería, fuente Ministerio de Hacienda de Chile).

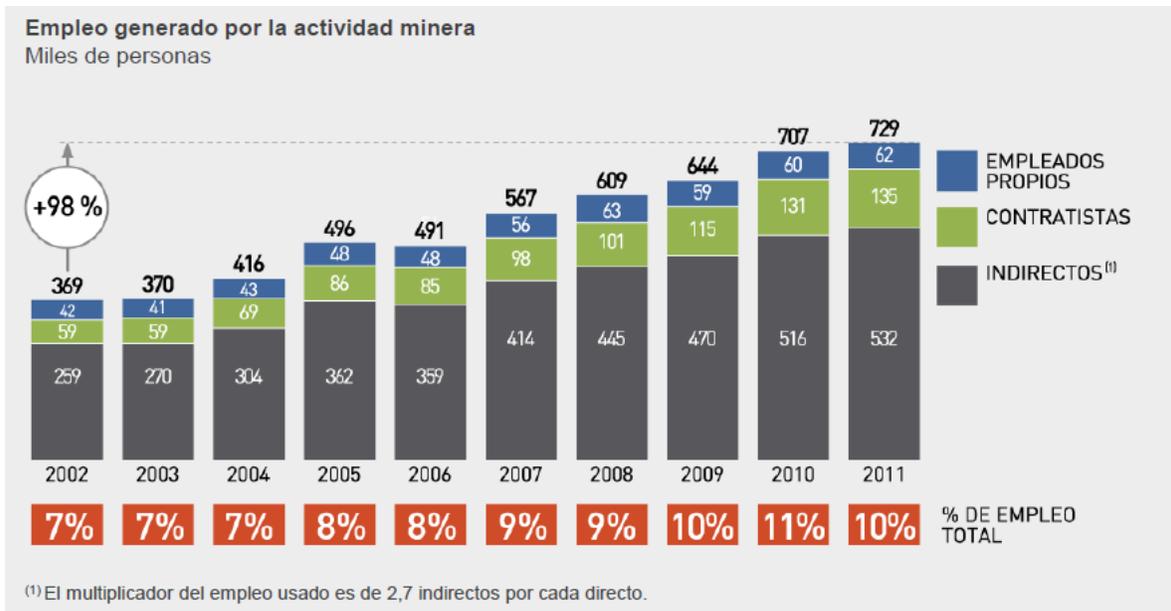


**Figura 9.5:** Participación promedio de la industria minera en el PIB chileno a precios corrientes. Fuente: Chile y la minería: éxitos y desafíos compartidos; Consejo Minero; Banco Central de Chile.



**Figura 9.6:** Ingresos totales anuales del Estado, miles de millones de USD corrientes. Fuente: Chile y la minería: éxitos y desafíos compartidos; Consejo Minero; Ministerio de Hacienda.

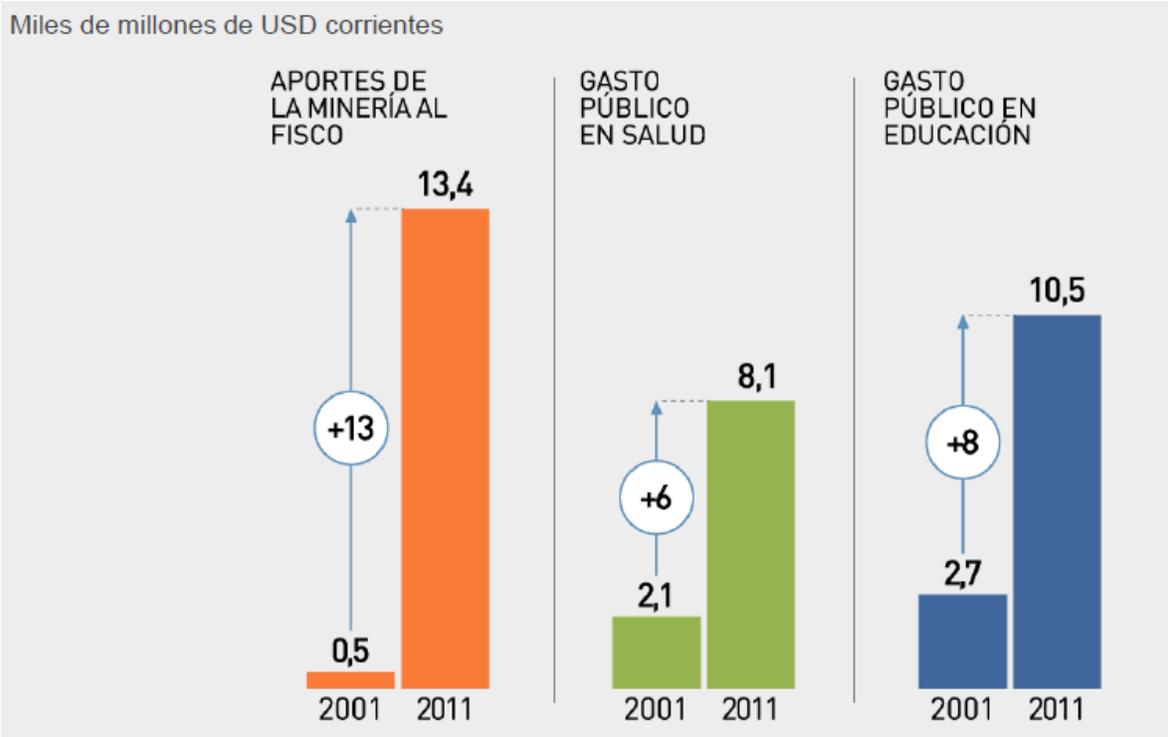
En términos de empleo este se ha duplicado en 10 años, pasando de 369.000 el año 2002 a 729.000 empleos el año 2011.



**Figura 9.7:** Empleo generado por la actividad minera, miles de personas. Fuente: Chile y la minería: éxitos y desafíos compartidos; Consejo Minero; INE, SERNAGEOMIN, Análisis McKinsey.

Todo lo anterior traduciéndose en mejoras de bienestar, mediante mayores ingresos, más empleos, estabilidad económica, mejoras en salud y educación (a través, de mayor gasto público, ver figura 9.8), pero esto en ciclos de precios altos del cobre, por lo tanto, Chile aún está en deuda con sus políticas de desarrollo para hacer sustentable todo lo anterior en el tiempo, vale decir, por ejemplo:

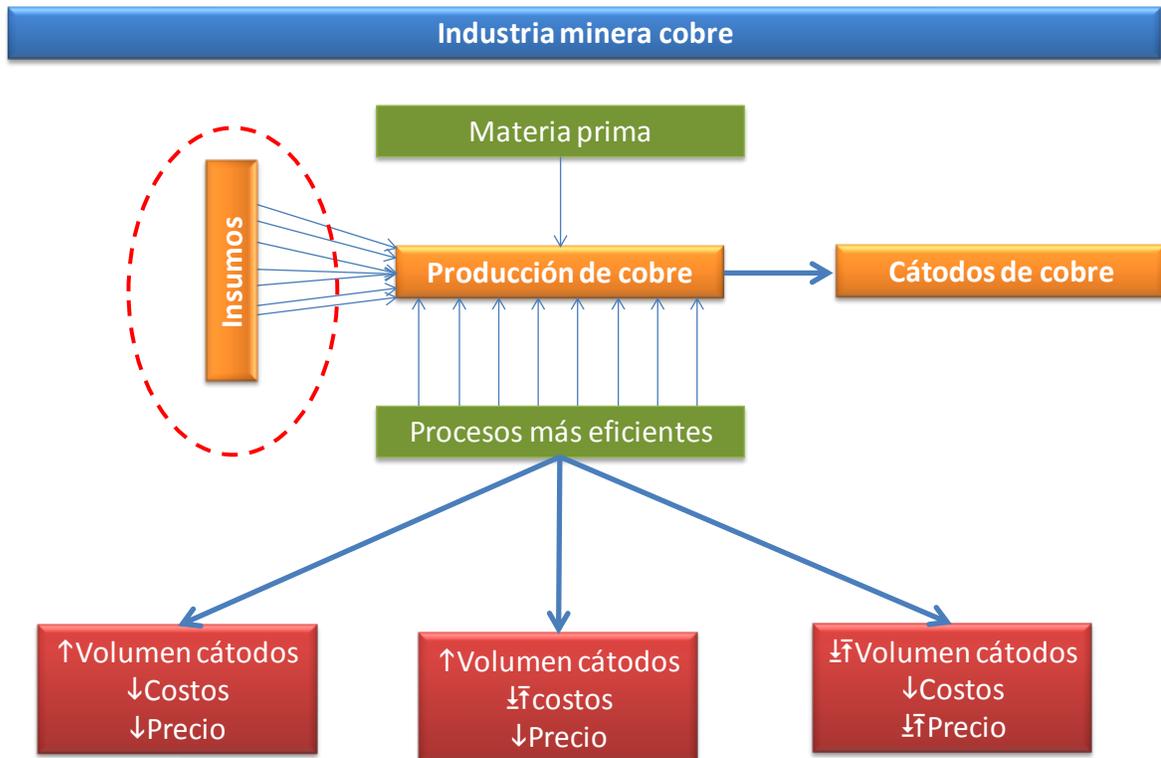
- Mantener la inversión extranjera y local en minería.
- Avanzar hacia ser un país desarrollado, mediante el fomento para la proliferación de KIMS.
- Generar instancias y espacios para ocupar los nichos que genera la minería.
- Promover aún más la innovación y desarrollo en emprendedores de alta calificación.



**Figura 9.8:** Aporte de la minería al fisco y gasto público. Fuente: Chile y la minería: éxitos y desafíos compartidos; Consejo Minero; Ministerio de Hacienda.

### 9.2.3 Desarrollo estrategia propuesta

Si miramos hoy en día, cómo la industria del cobre funciona en términos de maximizar sus utilidades, en forma básica y genérica se puede resumir como lo muestra la figura 9.9, a continuación:



**Figura 9.9:** Esquema genérico de producción de cobre en su industria.

Como se mencionó anteriormente, si miramos en forma básica y general lo que hoy realiza la industria del cobre se resume a: la explotación del recurso natural, requerimiento masivo de insumos (cada vez más escasos, agua, energía, mano de obra, etc.), ejecución de procesos estandarizados (los mismos de hace más de 35 a 40 años), equipos internos de mejoramiento y optimización de sus procesos, para obtener el producto final, los cátodos de cobre.

Bajo esta premisa como industria, al concretar alguna mejora en sus procesos, se pueden lograr 3 escenarios:

1. Incrementar su producción al mercado en términos de volumen, logrando una reducción de sus costos, impactando en una posible disminución del precio del commodity.
2. Incrementar su producción al mercado en términos de volumen, sin lograr una reducción de sus costos (manteniéndolos), impactando en una posible disminución del precio del commodity.
3. Mantener su producción al mercado en términos de volumen, logrando una reducción de sus costos, sin afectar al precio del commodity (manteniéndolo).

Como bien sabemos la industria no tiene la agilidad para impactar profundamente al mercado, a través de su oferta, ya que la capacidad de sus plantas es limitada y la aparición de un nuevo proyecto desde que nace hasta que se concreta, pueden pasar al menos 5 a 6 años en el mejor de los casos.

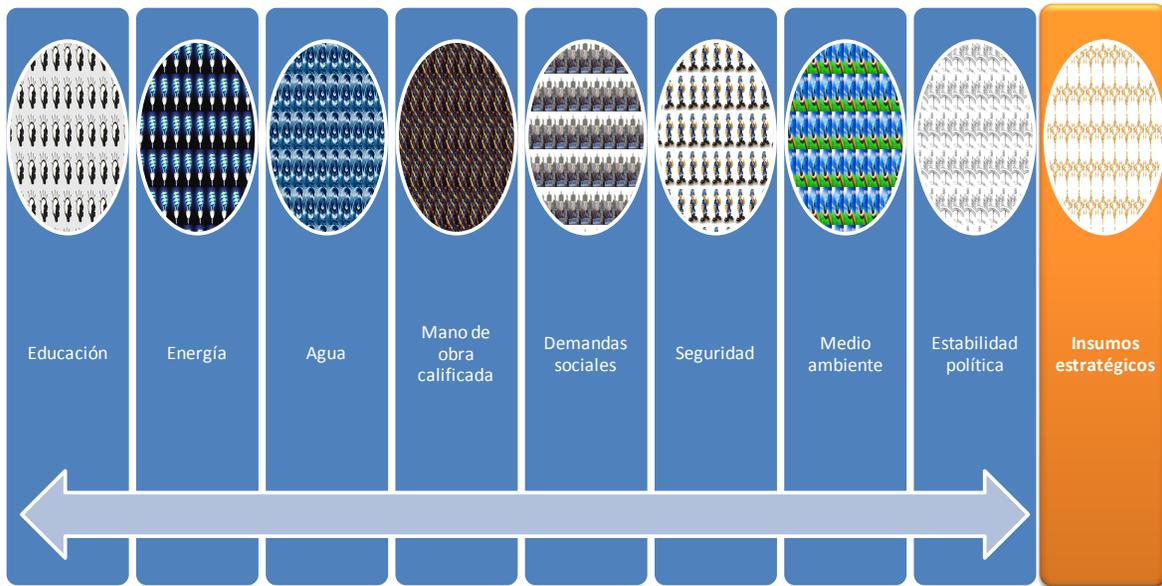
Por lo tanto, en este ciclo de precios altos, la mejor opción para una empresa en particular de esta industria, estaría dada por una cuarta opción, que sería:

4. Incrementar su producción al mercado en términos de volumen, logrando una reducción de sus costos, sin afectar al precio del commodity (manteniéndolo).

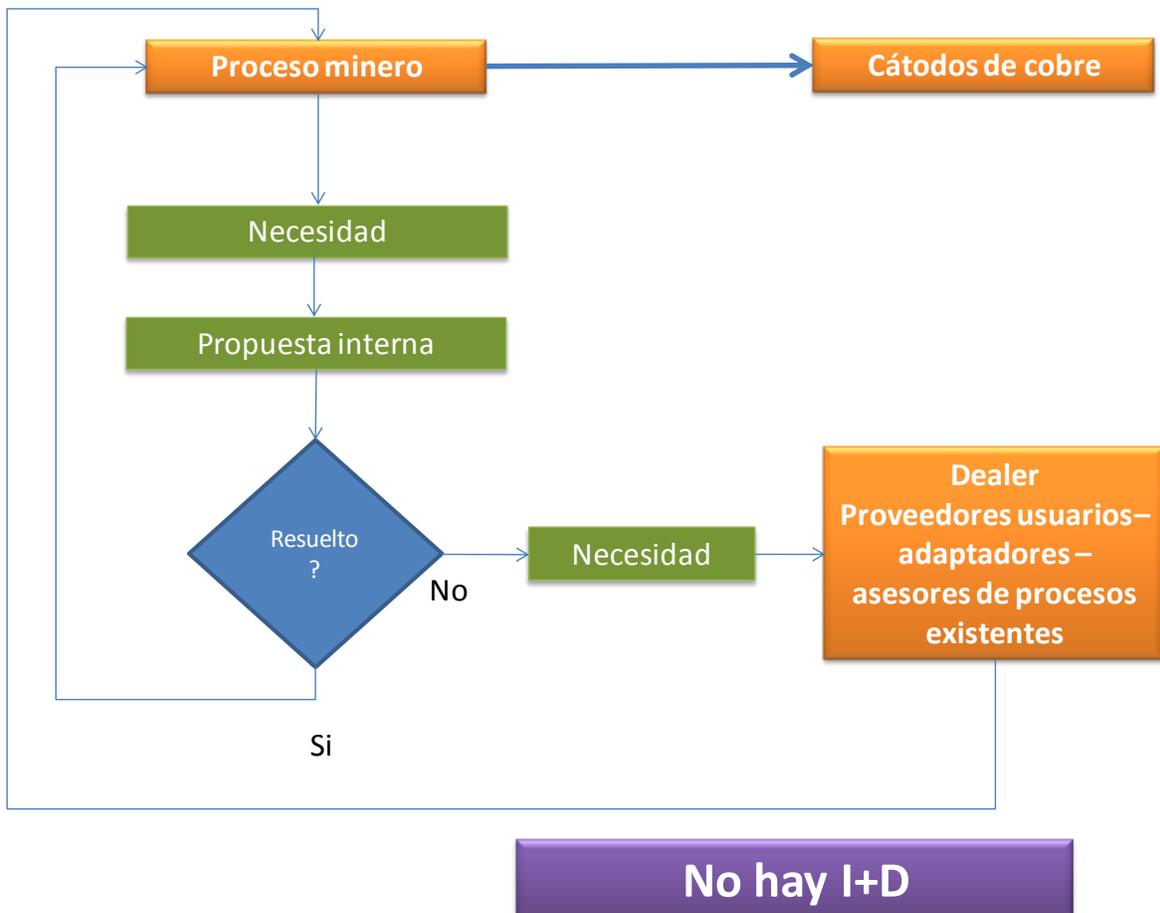
Pero para lograr esto, se debe cambiar el paradigma de sólo avanzar por el mejoramiento continuo y/o tener áreas de tecnología que se dedican principalmente a prospectar el mercado enfocado en los productos mineros, sin ampliar su búsqueda y mirada a otras industrias, otras tecnologías, otros desarrolladores, asegurar condiciones de generar I+D en emprendedores con altas capacidades, pero quizás sin el respaldo o envergadura que una empresa que captó el mercado minero y se dedica solamente a continuar optimizando sus productos, lo que lleva una y otra vez a mantener por generaciones esa dependencia a los actuales procesos de producción de cobre, dejando a una industria cada vez más ralentizada, sin tener capacidad de reacción ante ciclos de precios bajos, sin más que reducción de su cartera de proyectos, desaparecen los pequeños y medianos mineros, cierre de operaciones mineras y todo el impacto negativo que ello trae en este caso a un país como Chile, donde se verían afectados todos los beneficios actuales antes mostrado, reduciendo su opción a concretarse como un país desarrollado o mantenerse como tal.

Una alternativa es buscar independizar su economía y desarrollo de la minería, pero el nivel de ingresos que esta última genera al país es igual de difícil, que buscar la forma de potenciar el desarrollo, a través de la investigación y desarrollo de tecnologías en una industria ya masiva y con los recursos suficientes que genera un beneficio mutuo entre el país y la industria del cobre. Por lo tanto, es aquí donde se responde y respalda la formación del "Copper Valley".

Si profundizamos un poco en lo que deberá enfrentar la industria minera en términos de desafíos de acá al año 2020, no sólo es una escasez de los insumos estratégicos convencionales, esto si se mantienen los procesos y proporciones de uso de cada uno de ellos, sino que además a las demandas sociales, estabilidad política (integrando las instancias o política de innovación, investigación y desarrollo para nuevos emprendedores), medioambiente y seguridad, por lo que el desafío estaría enfocado y generando líneas y/o pautas de acción al "Copper Valley", basado en lo siguiente:



**Figura 10.1:** Cuadro de desafíos básicos para la industria minera de acá al 2020. Finalmente si esquematizamos la forma en la que la industria minera se relaciona con sus proveedores, lo podríamos simplificar en lo siguiente:

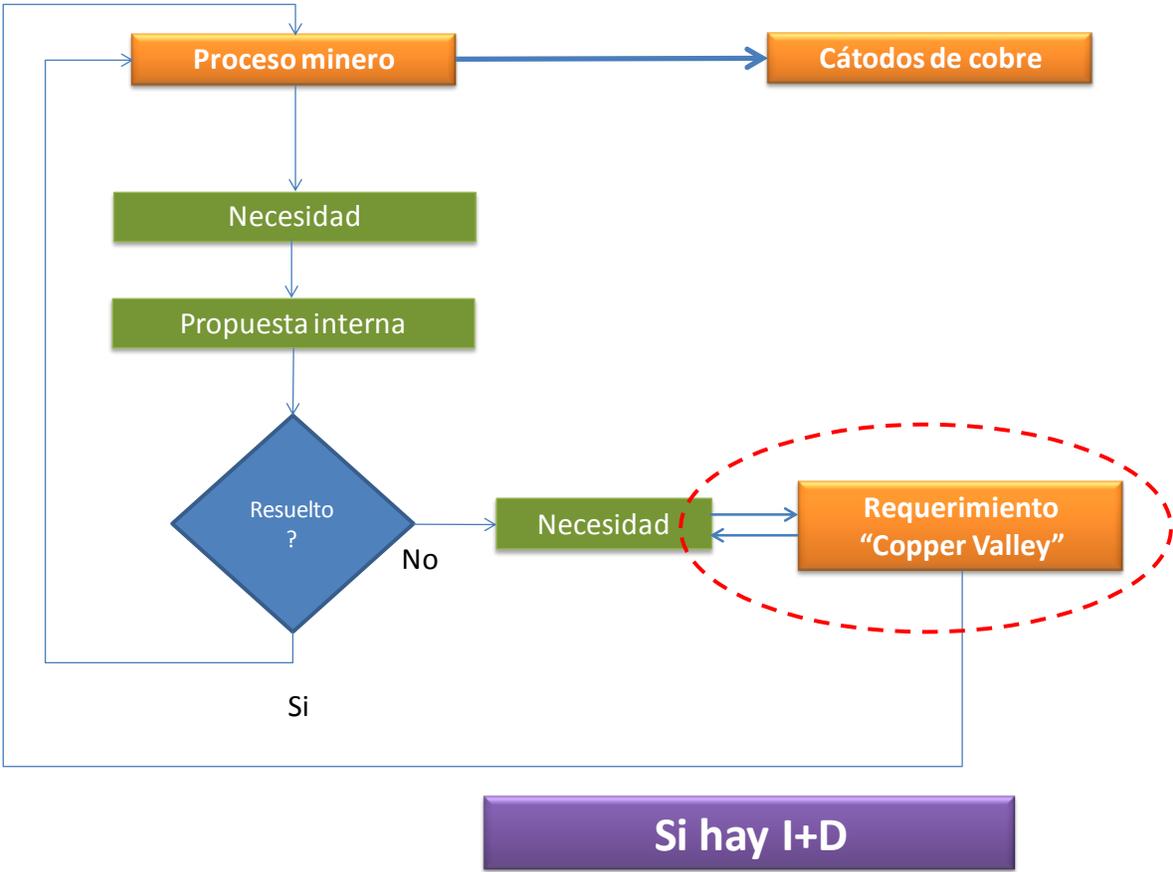


\*Necesidad: se debe entender como cualquier requerimiento para mejorar sus procesos, reducir sus consumos, incrementar su volumen o calidad de producción.

**Figura 10.2:** Esquema de relación entre industria minera del cobre y sus proveedores.

En la figura 10.2, podemos evidenciar como la relación entre la industria y proveedor es sólo transaccional, el proveedor responde a un requerimiento para “calmar el dolor”, pero no para solucionarlo en forma definitiva. No existe una relación de querer desarrollar una solución definitiva, quizás alternativa a cómo se produce hoy en día cobre, no me refiero únicamente a los procesos metalúrgicos, sino que la seguridad de las personas, el impacto al medioambiente, la forma de controlar los procesos o incluso la optimización de estos. Las soluciones son las mismas de siempre, no existe siquiera un esfuerzo por evaluar tecnologías nuevas. Un ejemplo claro, es el visto en el caso APLIK (ver capítulo 9, 9.1).

Una variación sutil pero de alto impacto, como hemos visto hasta ahora es pasar de una relación única y totalmente transaccional entre proveedor y empresa (industria del cobre), a una bi direccional, donde se pueda dar inicio a una relación más estable, de mayor valor para ambas partes, por el resultado del entregable al proceso, sin dejar de resolver lo inmediato, pero avanzando hacia un producto de mayor valor que sea diferenciador, dando inicio a lo que significaría la aplicación del modelo Delta de Hax, enmarcado en el “Copper Valley”, este sutil cambio de un proveedor convencional a variadas opciones, capturando el que tenga la mejor capacidad potencial y pueda entregar resultados, para “eliminar el dolor” del que genera el requerimiento y no “apaciguar el dolor”, lo que se busca mostrar en la siguiente figura 10.3 es la ubicación del “Copper Valley” dentro del proceso productivo del cobre.



**Figura 10.3:** Esquema de relación entre industria minera del cobre y sus proveedores, a través del “Copper Valley”.

### 9.2.4 Estructuración “Copper Valley”

La estructura y/o conformación del “Copper Valley” debe estar construida por 5 actores, los que darían vida e inicio al funcionamiento de este.

La estructuración debería quedar como se muestra en la siguiente figura 10.4:



**Figura 10.4:** Actores participantes de la estructuración y formación del “Copper Valley”.

- a) **Industria minera del cobre:** los principales interesados en obtener soluciones definitivas, nuevos y mejores procesos, nuevas formas de hacer las cosas, al menos procesos mejorados en forma gravitante. Su participación es evaluada en un ejercicio económico simplificado, para generar la plataforma sobre la cual se debe construir el equipo independiente del “Copper Valley”, de cualquier forma los principales aportes económicos deben venir desde la industria.

b) **Proveedores innovadores:** llamados de esa forma a cualquier proveedor no transaccional, los cuales tengan la motivación y el interés de generar conocimiento, a través de desarrollos tecnológicos, que le permitan desarrollarse a ellos como a la industria en términos del uso de nueva tecnología. Impactando con el resultado en la generación de nuevas y más robustas KIMS, siendo un canal preferente que lleve al país hacia el desarrollo. La aparición de estos nuevos proveedores innovadores está dado por la perspectiva multi-nivel visto en el capítulo 8 de este trabajo, así como se muestra en la figura 10.5, donde lo relevante para un régimen socio-técnico si son los nichos tecnológicos, necesarios para abrir las ventanas de oportunidad, pero en este análisis de funcionamiento en el “Copper Valley”, nos debemos enfocar en los desarrolladores de tecnología, los llamados proveedores innovadores, dado que los nichos estarán y están por si solos. Un alcance relevante es que las patentes que se lleguen a generar serán siempre del proveedor y de participar un actor de la industria, vale decir, la persona que requiere una solución, también puede participar de la patente, pero sin derecho comercial, de esa forma se motiva la participación, demostrando además que para la industria no es relevante la patente, sino que un acceso a una nueva tecnología que mejore sus procesos a un valor menor por ser el co-desarrollador.

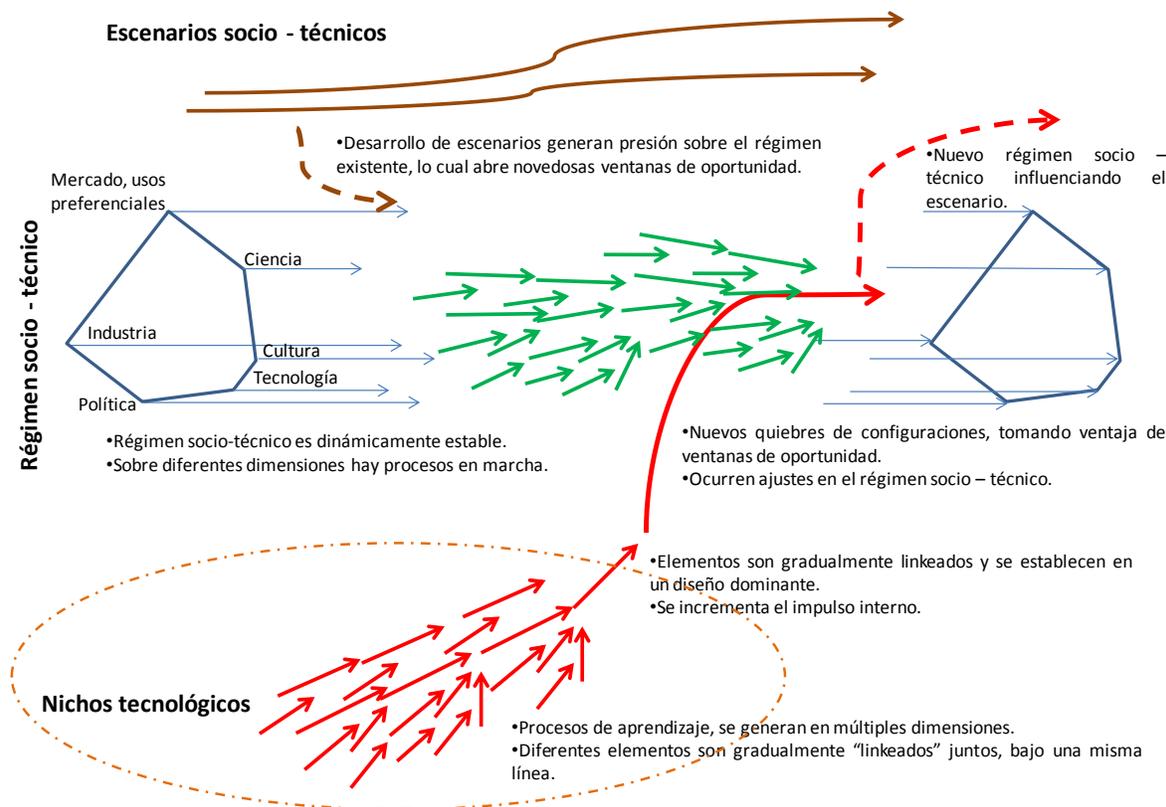


Figura 10.5: Perspectiva multinivel, sobre transiciones socio – técnicas.

c) **Equipo de gestión y soporte:** equipo 100% de “Copper Valley” independientes de la industria y de los proveedores, funcionando como los articuladores del

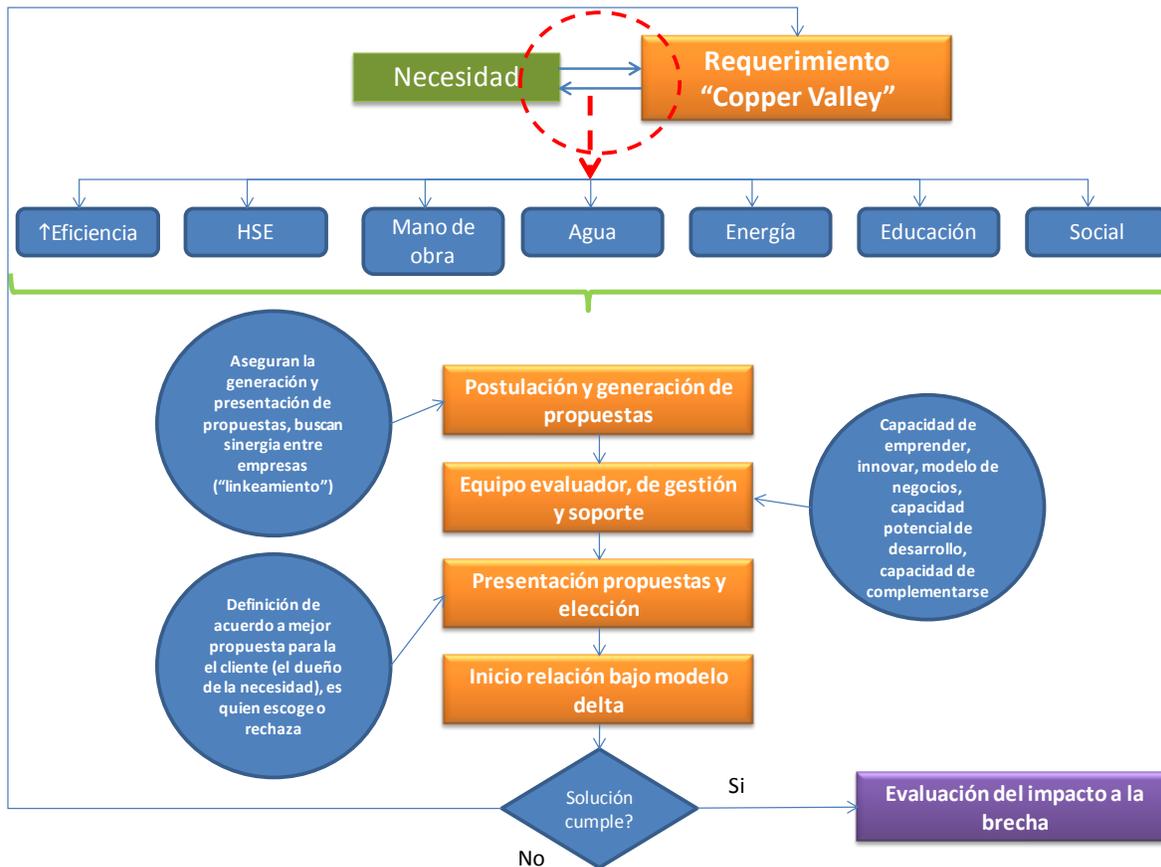
“Copper Valley”, generando las instancias en equipos de soporte según las áreas a cubrir (desafíos para la industria minera al 2020, ver figura 10.1). Asegurando con seguimiento y control de las gestiones necesarias para que las cosas ocurran, por ejemplo: sondeo permanente a actuales y nuevos actores proveedores de diferentes mercados (no sólo el minero), capturar los requerimientos de la industria en forma efectiva y ordenada, generar los “link” necesarios entre las partes, generar los “link” necesarios entre proveedores como agentes complementarios entre ellos, para fortalecer propuestas, seguimiento continuo de la gestión de cada proyecto, seguimiento continuo del desarrollo real a nivel de estándares de clase mundial de los proveedores en sus instalaciones, generando asesorías para cubrir la carencia en estándares para nuevos proveedores, asegurar instancias donde los proveedores compartan experiencias, información, incluso puedan hacer coaching los de más experiencia a los que estén iniciándose en el “Copper Valley”, generando sinergia. De esa forma se asegura no sólo la calidad de la propuesta, sino que también el ansiado desarrollo y paso de un proveedor convencional a KIMS, favoreciendo el desarrollo país. Se propone que este equipo esté conformado por personas no mayor a 35 años de edad, o personas que aseguren “motor propio” capaces de construir camino junto a los actores principales.

- d) **Equipo evaluador:** este equipo también es 100% de “Copper Valley”, igualmente independiente de la industria y los proveedores, funcionando como los aseguradores de la calidad y potenciales reales que tengan los nuevos actores que ingresen al “Copper Valley”, así como también una continua evaluación a los que se mantiene dentro y los que debiesen salir por no cumplir con los requerimientos del “Copper Valley” (estos deben ser definidos una vez formado este equipo). Este equipo debería evaluar capacidades reales y potenciales, como la de innovar, de desarrollo tecnológico, de construir, generar y mantener redes complementarias, aplicar modelo Delta y otras que posteriormente se puedan definir como necesarias. Hoy en día existen organizaciones e instrumentos que miden estas capacidades y competencias reales y potenciales, por ejemplo Endeavour.
- e) **Gobierno:** como actor relevante desde el punto de vista de entregar la estabilidad política necesaria, para que el “Copper Valley” ocurra, deberá ser un participante activo, tanto de recursos económicos como políticos para asegurar su beneficio en amplitud, según sean sus requerimientos, alineando objetivos y metas comunes sobre las posibilidades ciertas de avanzar a mayor velocidad hacia el desarrollo, quizás en forma indirecta, pero a través de la explotación de los recursos naturales. Por lo tanto, CODELCO debe ser un actor más cuando se habla de la industria y no restarse en ningún caso, dejando al gobierno como actor individual precursor de políticas necesarias para favorecer en instancias previas a emprendedores que quieran iniciar su formación, mediante desarrollos tecnológicos. También es importante asegurar las instancias de participación de la sociedad, se debe buscar la mejor fórmula de hacer partícipe a las comunidades, estudiantes, científicos y profesores de universidades, etc.

- f) **Sociedad:** en este caso la sociedad debería estar representada en la instancia que defina el “Copper Valley” mediante los escenarios que presente y desarrolle el mismo, así como también el gobierno, vale decir, debe existir en los equipos antes mencionados en las letras c) y d) participantes de universidades (asegurando rotación y participación total de las universidades asociadas), tanto investigadores, profesores como estudiantes, también deben participar desde adentro representantes de las comunidades para que hagan efectivas sus opciones a mejorar desde adentro sus posibilidades y responder sus demandas sociales, quizás en este caso de las comunidades la participación pudiese ser más un requeridor permanente y no parte de los equipos desarrolladores, pero si un generador y entregador de inputs a los equipos.

### 9.2.5 Funcionamiento de “Copper Valley”

A continuación se muestra una propuesta de funcionamiento del “Copper Valley” donde intervienen los actores antes descritos. Recordando la figura 10.3, donde aparece el “Copper Valley” en reemplazo a un proveedor común, se tiene en detalle, la propuesta de la figura 10.6:



**Figura 10.6:** Funcionamiento propuesto del “Copper Valley”.

### 9.3 Análisis básico económico para la obtención de recursos para el “Copper Valley”

La formación del “Copper Valley” sería improbable sin la obtención de recursos, para esto es que se evalúan algunas condiciones actuales reales y propone una opción de financiamiento.

Las condiciones que se presentan son algo de lo que ya hemos visto, pero que son puntos claves que no podemos dejar de recordar y contextualizar, como por ejemplo:

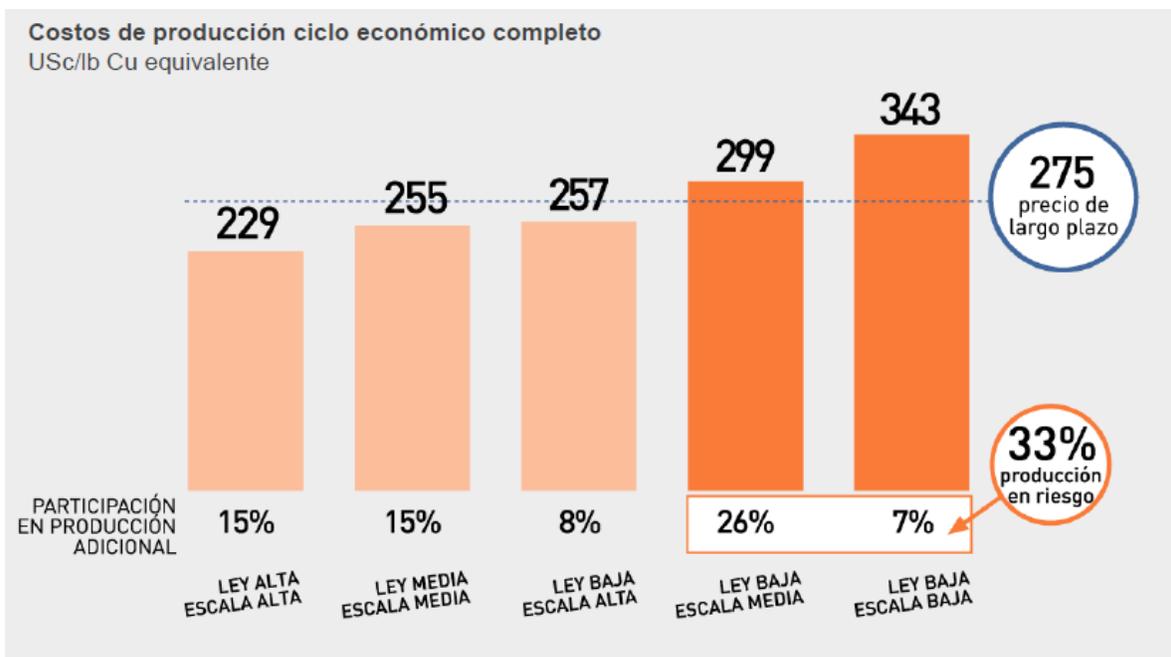
- Chile representa alrededor del 35% de la producción mundial de cobre. (Fuente, US Bureau of mines)
- La minería en el periodo 2003-2010, ha crecido 3 veces más que el promedio país (PIB), llegando a un crecimiento del 13%. (Fuente, Banco Central de Chile)
- La minería, es el sector que captó más Inversión Extranjera Directa (IED) entre el periodo 1974-2010 con USD\$ 77.000 millones corrientes, llegando al 32%. (Fuente, Comité de Inversiones Extranjeras)
- La minería hoy representa el 60% de nuestras exportaciones, llegando a un FOB de USD\$ 81.411 millones. (Fuente, Banco Central de Chile)
- La participación en producción de cobre por tipo de empresa, está dada por 17% empresas privadas nacionales, 31% empresas públicas y 52% empresas privadas extranjeras.
- La producción de cobre fino de Chile, está estancada desde el año 2004, en alrededor de los 5,4 millones de toneladas por año. (Fuente, COCHILCO)
- La calidad del recurso minero en proceso de progresivo deterioro, vale decir, nuestros yacimientos están teniendo una ley promedio cada vez menor, en otros términos el año 1992 sólo el 21% de la producción mundial era producto de yacimientos con mejor leyes que Chile, hoy es un 35% y para el año 2020 se espera que sea un 43%. (Fuente, Wood Mackenzie)
- 

Con estos puntos, podemos ahora entender mejor el posible escenario que presenta el Consejo Minero, del cual extraigo lo siguiente:



**Figura 10.7:** Tres criterios de clasificación de los proyectos de cobre en cartera. (Fuente, Información de proyectos específicos provista por las empresas, información pública, Wood Mackenzie, Análisis McKinsey)

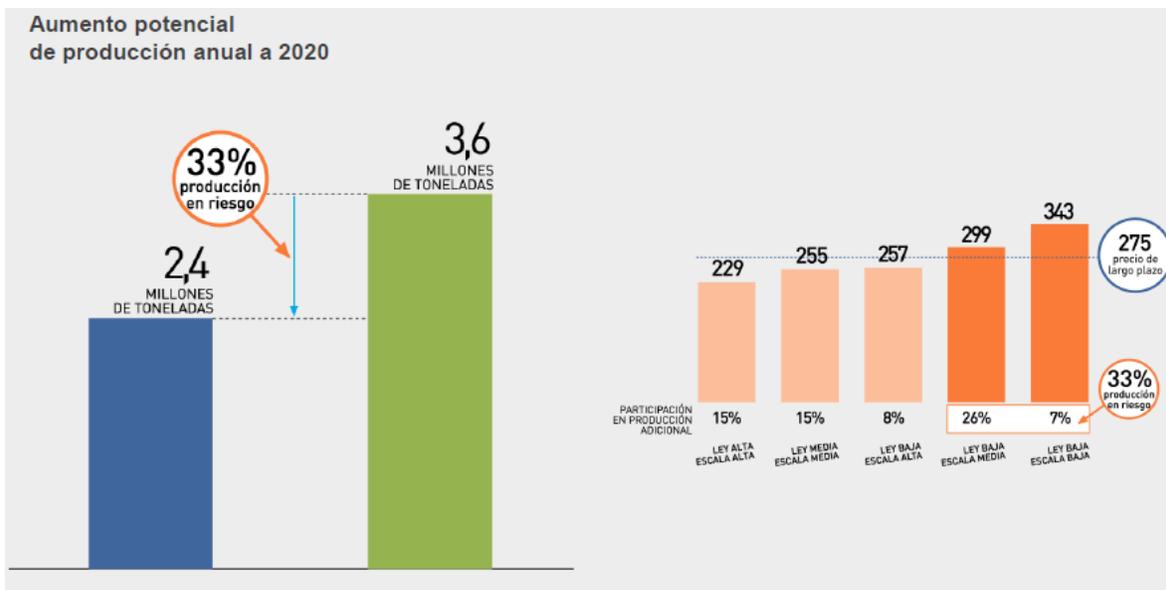
Hoy se proyecta el precio del cobre en el largo plazo a un valor de 2,75 [USD/lb Cu equivalente], a los costos de operación proyectados y la clasificación antes mencionada, **un tercio del aumento potencial en la producción NO sería rentable al precio de largo plazo.**



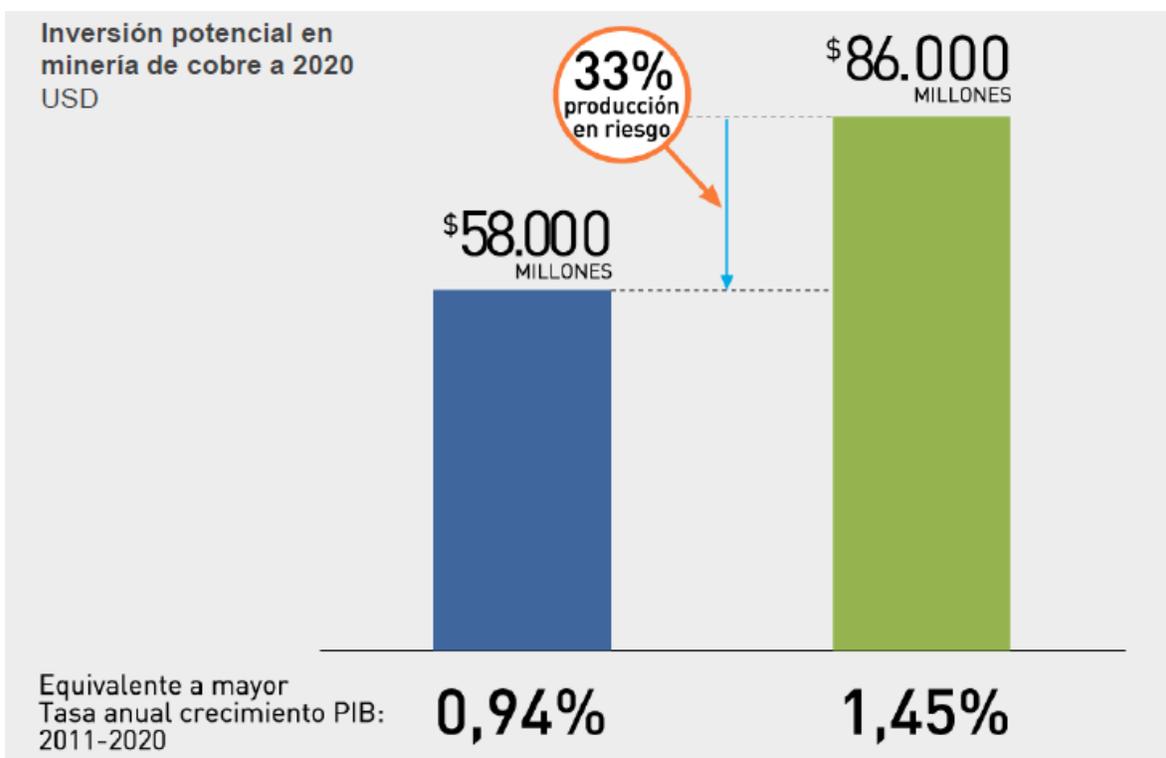
**Figura 10.8:** Proyección de costos de producción en ciclo económico completo y precio de largo plazo del cobre. (Fuente, Wood Mackenzie, Análisis McKinsey)

En figura 10.8 se hace evidente que manteniendo las tecnologías actuales, sumado a una reducción de las leyes de los yacimientos en Chile, se pone en serio riesgo al menos 1,2 millones de toneladas de cobre fino producido cada año, a partir del año

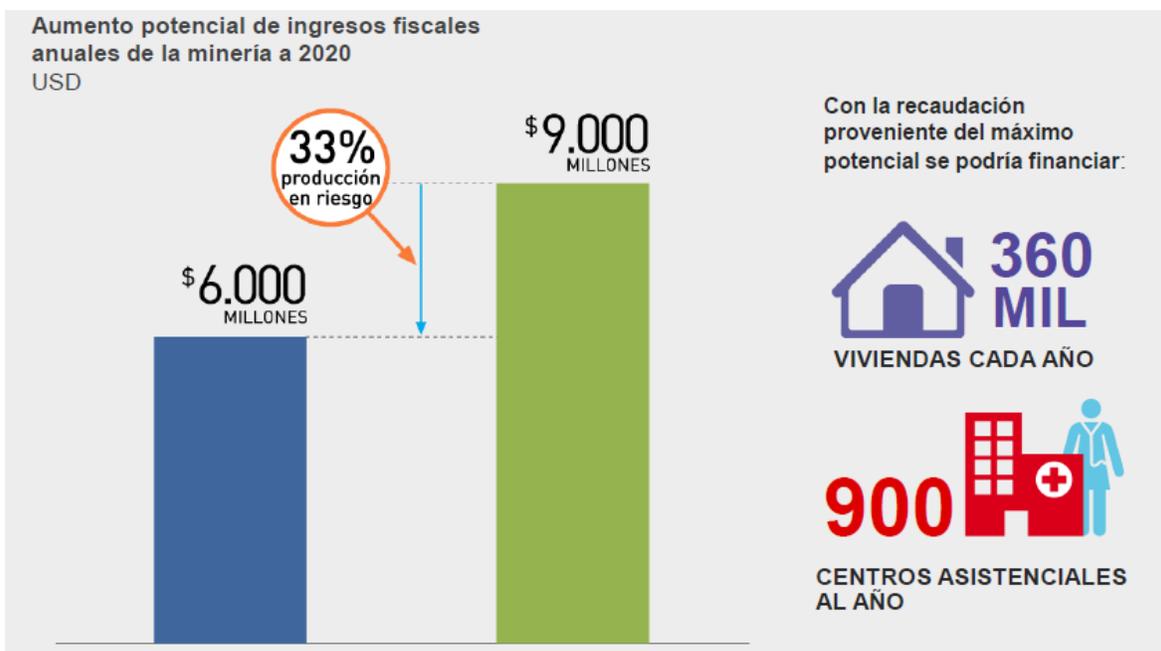
2020, lo que significaría USD\$ 28.000 millones en riesgo de inversión para la industria y otros USD\$ 3.000 millones por año de ingresos fiscales al gobierno no recaudados, se evalúan 76.858 empleos no generados, donde el 80% de estos empleos corresponderían a personas con formación técnica secundaria y técnica superior.



**Figura 10.9:** Brecha de producción anual a 2020. (Fuente, Análisis McKinsey)

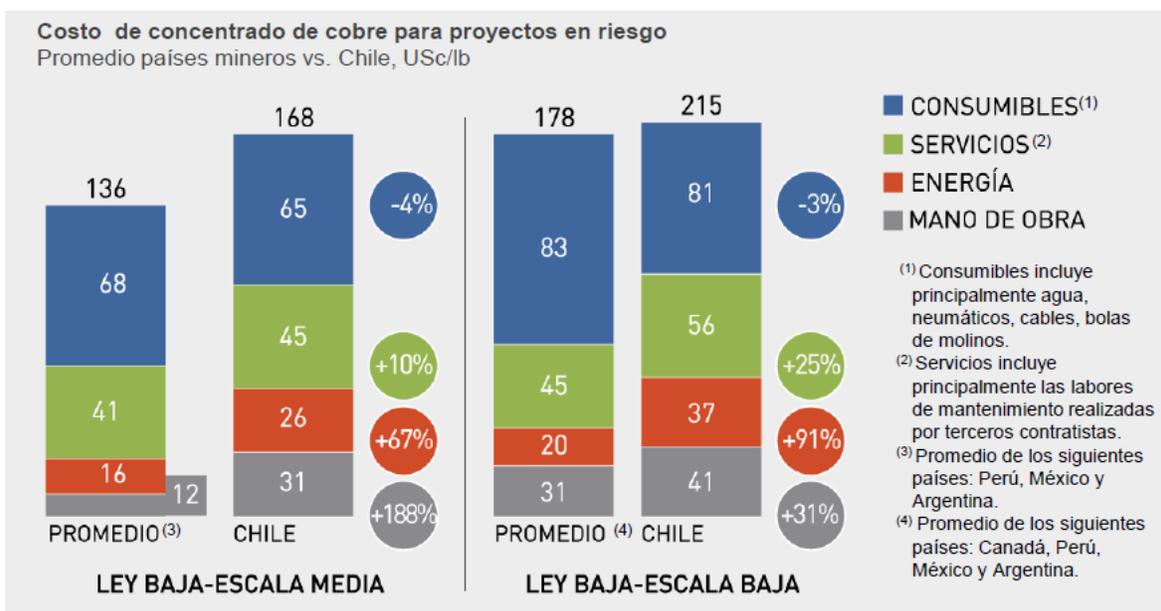


**Figura 10.10:** Inversión potencial en riesgo en minería del cobre. (Fuente, Consejo Minero, Análisis McKinsey)



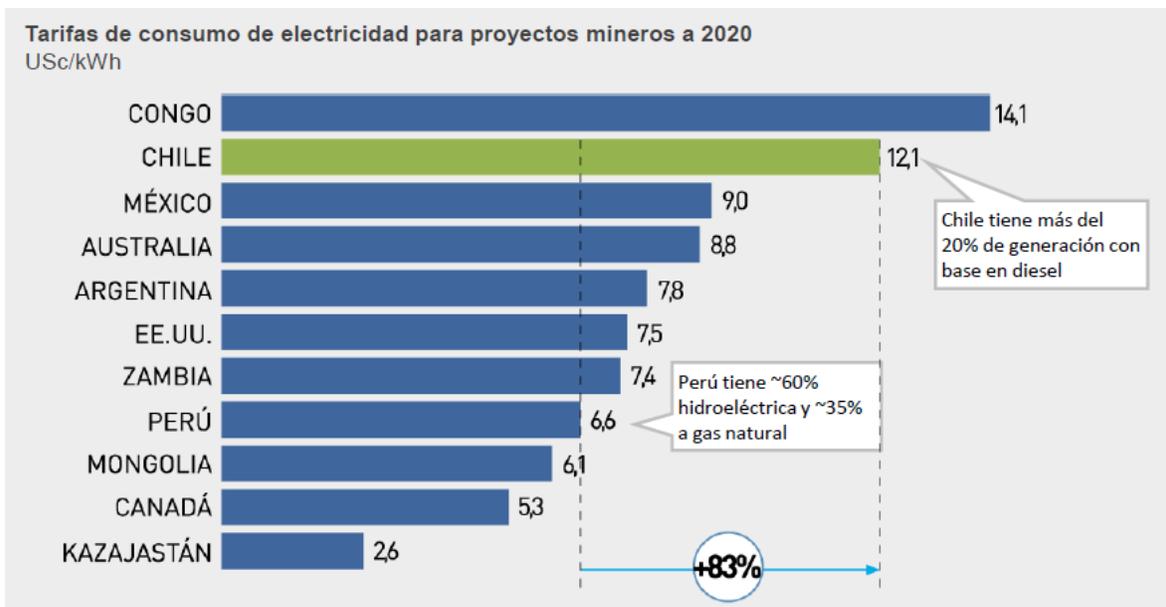
**Figura 10.11:** Ingresos fiscales por año en riesgo. (Fuente, COCHILCO, INE, Análisis McKinsey)

Si a esto le sumamos los altos costos que tienen hoy en día los insumos estratégicos para la minería en Chile, el escenario es aún más desfavorable, dejándonos como país de menor competitividad frente a otros como Perú o Argentina:



**Figura 10.12:** Costo de producción de concentrado de cobre para proyectos en riesgo. (Fuente, Wood Mackenzie, Análisis McKinsey)

Sumado a esto, Chile paga las tarifas de consumo eléctrico más alta de los países mineros:



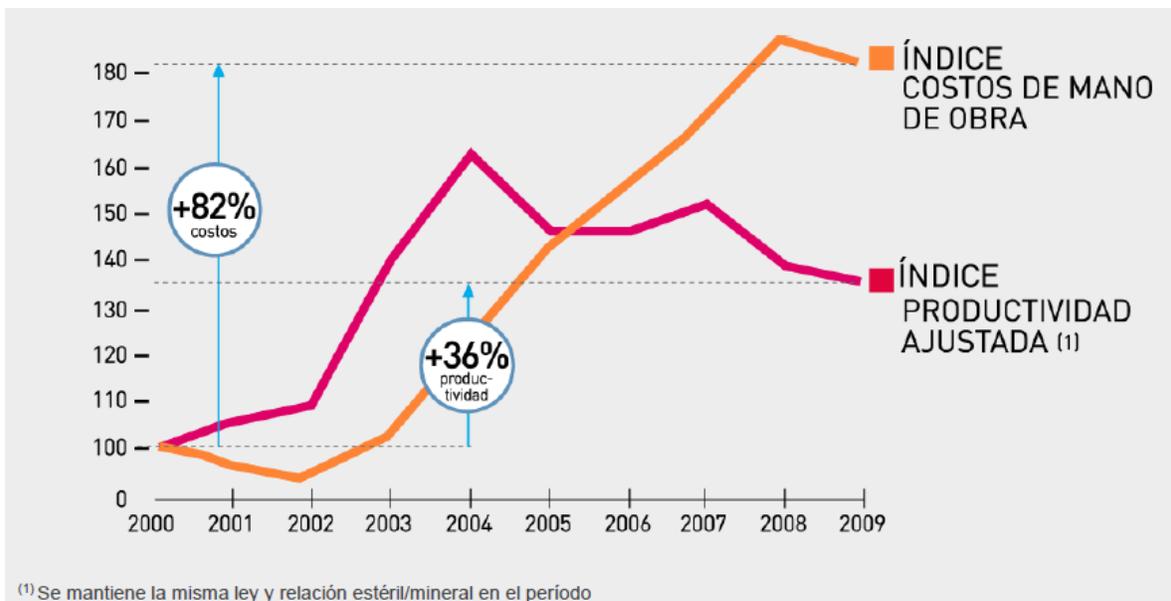
**Figura 10.13:** Tarifas eléctricas de países mineros. (Fuente, Wood Mackenzie, International Energy Agency, Análisis McKinsey)

Por otra parte el recurso agua, como vimos anteriormente se vuelve cada mas necesario, escaso y caro:



**Figura 10.14:** Costo por uso de agua de mar en países mineros. (Fuente, Wood Mackenzie, CRU Group, Análisis McKinsey)

Considerando también el efecto del incremento de los costos por mano de obra, tenemos:



**Figura 10.15:** Brecha entre productividad laboral y alza en costos de mano de obra. (Fuente, COCHILCO, Análisis McKinsey)

Teniendo presente este escenario, es clara la necesidad de abordar con urgencia el desarrollo de una instancia que permita no sólo hacer más eficientes los procesos, sino que también asegure por parte del gobierno vías expeditas para la formación de una instancia que asegure la resolución de conflictos, acuerdos sociales para el desarrollo de proyectos mineros, robustezca sus regulaciones y asegure consistencia judicial.

Esta instancia, perfectamente podría ser abordada por el “Copper Valley”, si de la brecha económica descrita, la industria invertiría un 0,1% y el mismo porcentaje por parte del gobierno de la brecha por ingresos fiscales, alcanzaría un monto de USD\$ 4.191.630.- anuales, lo que sumado a los USD\$ 3.000.000.- del gobierno, alcanzaría una suma de USD\$ 7.191.630.-, asegurando la formación e inicio del “Copper Valley”, haciéndose cargo del funcionamiento de este, desarrollando las instancias para abordar los desafíos ya descritos, con la industria, el gobierno, proveedores innovadores, la sociedad y equipo “Copper Valley”. Cabe señalar, que esta suma es sólo para el funcionamiento del “Copper Valley” como tal y no para el financiamiento de la ejecución de los proyectos, ya que estos deberán ser cargados en el presupuesto de cada operación minera.

Otra mirada es la de hacerse cargo de los mismos desafíos mediante el siguiente planteamiento:

- En cuánto se traduce la oportunidad de obtener cátodos de cobre, a partir de los minerales (sulfuros primarios) que son procesados por flotación, fundición y refinación, si estos fuesen obtenidos por la vía de la hidrometalurgia? Evaluando bajo sus costos? Y capturando los beneficios que este proceso también trae

(agua, energía, mano de obra, medio ambiente, etc.), vale decir, valorizando dicha oportunidad, cuánto es lo que dejó de ganar por no poder procesar estos minerales vía hidrometalurgia?

La respuesta se puede lograr mediante un análisis simplificado respecto a lo que hoy cuesta en términos financieros obtener un cátodo de cobre por ambas vías y re hacer el cálculo de los volúmenes que se procesan por concentración (flotación, fundición y refinación), pero con los costos de la hidrometalurgia.

Con datos reales estadísticos obtenidos desde COCHILCO y costos obtenidos desde la industria en el periodo de un año fiscal (las empresas mineras extranjeras, por lo general trabajan con años fiscales comprendidos entre julio y junio sumando 12 meses).

Los costos de producción son equivalentes, dado que el valor del costo de concentrado de cobre, tiene agregado las etapas de transporte, fundición y refinación. Es probable que los valores acá utilizados estén por debajo de los actuales costos de producción, pero son reales al periodo comprendido entre julio 2011 a junio 2012:

**Tabla N° 7.18:** Datos de producción de cobre, periodo julio 2011 a junio 2012.

Periodo fiscal 12	Precio Nominal Cobre Mensual (¢/lb)	Costos		Producción media anual [ton]	
		Cátodos [USD/lb]	Concentrado [USD/lb]	Cátodos	Concentrado
Jul-11	436,32	0,7019	3,3083	168.733	269.833
Ago-11	410,11	1,1841	2,9235	168.733	269.833
Sep-11	377,15	0,9081	2,1194	168.733	269.833
Oct-11	333,28	0,8569	1,9917	168.733	269.833
Nov-11	342,54	1,1129	1,8940	168.733	269.833
Dic-11	343,26	0,8931	1,8778	168.733	269.833
Ene-12	364,84	0,8600	2,2717	168.733	269.833
Feb-12	382,05	0,8750	1,5306	168.733	269.833
Mar-12	383,61	0,8556	1,6851	168.733	269.833
Abr-12	374,65	0,8003	1,6676	168.733	269.833
May-12	359,24	0,9126	1,4186	168.733	269.833
Jun-12	336,57	0,8079	1,3147	168.733	269.833
<b>TOTAL ANUAL</b>				<b>2.024.800</b>	<b>3.238.000</b>

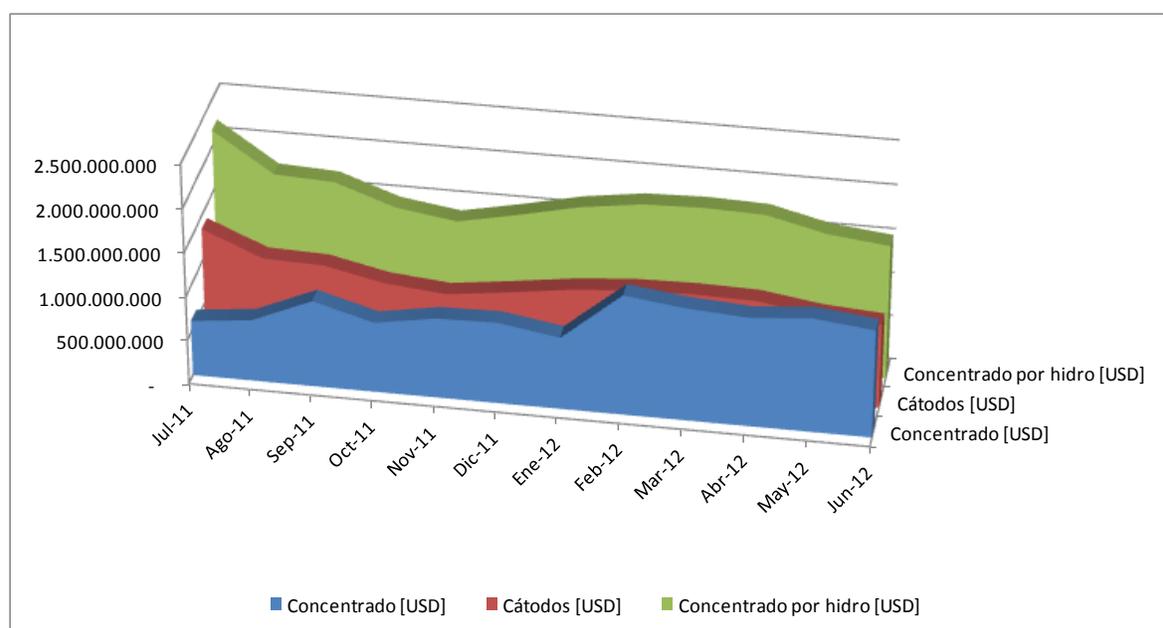
**Tabla N° 7.19:** Cálculo de oportunidad de producción de cobre, periodo julio 2011 a junio 2012.

	Ingreso por venta		Concentrado por hidro [USD]	CpH-C [USD]	Copper valley, 0,1%
	Cátodos [USD]	Concentrado [USD]			
1.361.966.583	627.546.584	2.178.016.493	1.550.469.908	1.550.470	
1.085.111.446	700.539.151	1.735.277.984	1.034.738.833	1.034.739	
1.065.182.829	982.773.606	1.703.408.732	720.635.126	720.635	
921.028.585	797.766.412	1.472.881.547	675.115.135	675.115	
860.233.790	911.019.696	1.375.660.318	464.640.622	464.641	
944.693.926	924.919.792	1.510.726.459	585.806.667	585.807	
1.037.257.205	818.956.015	1.658.750.903	839.794.888	839.795	
1.095.706.353	1.362.226.164	1.752.221.044	389.994.881	389.995	
1.108.710.064	1.279.592.884	1.773.016.193	493.423.308	493.423	
1.095.980.589	1.236.708.303	1.752.659.594	515.951.291	515.951	
996.879.731	1.293.143.535	1.594.180.447	301.036.912	301.037	
951.494.073	1.220.118.907	1.521.601.051	301.482.144	301.482	
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>12.524.245.173</b>	<b>12.155.311.050</b>	<b>20.028.400.765</b>	<b>7.873.089.715</b>	<b>7.873.090</b>

\*Concentrado por hidro, se refiere al cálculo de los ingresos del volumen del mineral procesado por concentradora, pero con los costos de la hidrometalurgia.

\*CpH: Costo por hidrometalurgia.

\*C: Costo por concentradora.



**Figura 10.16:** Representación gráfica del costo de oportunidad, de procesar minerales de sulfuros primarios de cobre por la vía de la hidrometalurgia.

De esta forma se lograrían desde la industria USD\$ 7.873.090.- lo que sumado a lo del gobierno alcanzaría una cantidad anual de USD\$ 10.873.090.- una cifra considerable para dar inicio al “Copper Valley” considerando que el valor de la industria puede ser variable y este monto es sólo para el funcionamiento del mismo y no para financiar los proyectos, los cuales deberán ser ingresados en los presupuestos de cada operación minera.

## 10. Conclusiones

El escenario mundial actual nunca antes había experimentado un crecimiento de ingresos de esta velocidad y magnitud: China e India están duplicando su ingreso real per cápita, en alrededor de diez veces más que el ritmo que alcanzó Inglaterra durante la revolución industrial y en alrededor de 200 veces en escala. Con toda probabilidad, la expansión de la clase media mundial seguirá la aceleración de la demanda de recursos, energía, los alimentos, los materiales y el agua. Se hace evidente que la minería en Chile, está en el inicio de un enfrentamiento significativo a los desafíos en términos de competitividad, los cuales han sido identificados y cuantificados.

La superación de estos desafíos y la consiguiente concreción de inversiones, dependen de la propia industria y de políticas públicas adecuadas. Entre los que destacan, el asegurar una mayor claridad y consistencia regulatoria y judicial, acuerdos sociales para el desarrollo de proyectos (no evadirlos) y vías expeditas para la resolución de conflictos. Las empresas tendrán que prestar más atención a las cuestiones relacionadas con la extracción de recursos y sus estrategias de negocio. El objetivo debe ser la mejora de la comprensión de una empresa en la cantidad de recursos que afectará para lograr sus beneficios, producir nuevas oportunidades para el crecimiento y la innovación disruptiva, crear nuevos riesgos, generar asimetrías competitivas, y cambiar el contexto normativo.

La responsabilidad de la industria, puede comenzar a buscar distintos enfoques para resolver, pero el incremento de la productividad parece ser una forma de acción inmediata, pero de resultados en el mediano plazo, por lo que se hace necesario actuar. El desarrollo minero es fundamental para el país y podría generar beneficios aún superiores a los del pasado, ante el actual escenario de una revolución de recursos naturales, dado que se espera durante el próximo cuarto de siglo, el aumento de tres mil millones más de consumidores de clase media.

La cuantificación de la brecha entre ambos procesos productivos (óxidos y sulfuros), como el del costo de oportunidad de la no concreción de un 33% de los proyectos mineros al 2020, entrega un monto anual potencial a la formación del “Copper Valley” abordable para la industria minera del cobre. El financiamiento puede ser optativo o si es una acción gubernamental como por ejemplo un royalty minero, pero debe ser considerado en los presupuestos de las compañías mineras, evitando así que las decisiones de inversión en esto, pasen por las operaciones productivas, donde el foco es de corto plazo y no contempla la visión en I+D para el desarrollo de sus propios procesos, asegurando el ritmo de la I+D y su consecuente desarrollo, ya que frenar o impulsar bruscamente, según las variaciones del mercado como por ejemplo el de los commodities, lleva a interrupciones innecesarias destruyendo valor. Este nodo de desarrollo tecnológico “Copper Valley” deberá entregar resultados y aplicaciones a la industria a menor costo, que si este fuese adquirido transaccionalmente desde el mercado.

La brecha cuantificada insta a generar una instancia de desarrollo tecnológico para la minería que además impacte en el desarrollo país. Es por eso que en el costo de oportunidad que significa esta brecha, es donde se sustenta la creación del “Copper Valley”, asegurando una nueva forma de hacerse cargo de los desafíos de la minería en Chile, dado que en 100 años la evolución de los procesos en la minería del cobre a nivel mundial ha sido mínima, se necesita que el “Copper Valley” albergue desarrollos en pos de optimizar la demanda de servicios e insumos que hoy se hacen críticos para la minería en Chile, tales como el agua, energía, mano de obra, educación, etc., además del aumento de las presiones sociales sobre los mismos insumos. Esta mirada no sólo debe buscar la optimización, sino que también esforzarse para buscar cambios radicales en la forma que hoy se hace minería, desde los procesos productivos, hasta las economías transaccionales básicas con las que se mueve la minería, como su estrategia de negocio.

El funcionamiento del “Copper Valley” debe ser 100% independiente de la industria y de los proveedores, asegurando la evaluación y sondeos permanentes en todo el mercado (no sólo el minero). Además de la permanente sustentación del modelo Delta de Hax, ya que resulta clave en el desarrollo exitoso de KIMS, entregando soluciones a la medida de alto impacto en las operaciones mineras. Esto se evidenció con el caso APLIK, quien hace la diferencia gracias a la aplicación incluso al inicio involuntaria del modelo Delta de Hax, resultando en una relación exitosa con el cliente (Spence, empresa minera), logrando esto en un tiempo menor e implementación a escala industrial (2 años, desde la idea al producto industrial), por sobre otras empresas dentro del mismo proceso (5 a 6 años desde la idea al producto industrial), lo que asegura la competitividad frente a otros países donde se desarrolla tecnología. Otro aspecto relevante en el funcionamiento exitoso, es la relación con los “complementadores”, ya que si bien no es parte del modelo de negocios actual, estos son más que alianzas, porque son más bien relaciones naturales y recíprocas, centradas en las economías de red.

Se debe instar a el contagio masivo de la aplicación del modelo Delta en este tipo de empresas (jóvenes de tamaño pequeño y medianas), para así potenciar y robustecer el núcleo de empresas I+D que aseguren éxito en los nichos tecnológicos que tiene la industria minera y así asegurar su participación y rol protagónico en el “Copper Valley”.

Hoy al no haber desarrollado una estrategia de consumos sustentables o de alta productividad de los recursos naturales, nos han llevado a un movimiento radical en términos del incremento de la productividad con esfuerzos directos “desesperados” en la industria del cobre, como medida paliativa para ser más productivo, sólo reduciendo la mano de obra directa, los servicios que generan estabilidad en los procesos, llevando al límite sus procesos, afectando su estabilidad, pero sin impactar de fondo en lo que se requiere para tener una mejora en la productividad en forma sustentable, ya que la cadena de valor de la minería del cobre, sigue siendo extremadamente dependiente de recursos como agua, energía, personas, etc. Si no se modifican los procesos para buscar una menor dependencia o reducir el consumo de los recursos naturales para sus procesos, poco se podrá hacer para mantener lo que el mundo hoy está exigiendo.

La estrategia de que todas las innovaciones e I+D, se alojen en un solo centro, como un Copper Valley, en la búsqueda frenética del aumento de la productividad, radica en que el desafío debe verse en forma unificada y no segregada por sector, vale decir no aislando por ejemplo como los ministerios, agua, agricultura, medio ambiente, minería, energía, etc., ya que de esa forma se privilegian intereses personales de cada entidad y no la sinergia global ante un mismo problema, donde en conjunto es posible evitar la fragmentación, para potenciarse, mediante la complementariedad. Esto requiere un cambio de mentalidad profunda una transformación institucional, para así abordar de mejor forma priorizando los puntos efectivamente más relevantes para avanzar en conjunto con la revolución de los recursos.

En una economía global caracterizada por una mayor escasez de recursos, las empresas, los consumidores y los países que rompan con los viejos patrones y tomen el liderazgo en la productividad de los recursos deberían fortalecer su posición competitiva y económica.

Para obtener recursos en las industrias, los precios más altos y más volátiles podrían entregar beneficios notablemente extraordinarios, pero también podrían generar inflación de costos, discontinuidades tecnológicas y una reacción regulatoria y social. Para las industrias que consumen muchos recursos, con precios de los insumos más altos y volátiles, se hará cada vez más difícil traspasar por completo el costo a los consumidores. De no actuar hoy, estas industrias probablemente se enfrentarán nuevos retos, sobre todo en economías de rápido crecimiento emergentes donde la escasez de recursos y por lo tanto, la competencia por el acceso a los recursos (por ejemplo, los derechos de agua), será más aguda.

Gestionar el riesgo, como un input de recursos a los procesos de producción cada vez más escasos, las empresas necesitan desarrollar una comprensión más sofisticada de su exposición a los diferentes recursos naturales, incluidas las dependencias de la cadena de suministro y los riesgos regulatorios. Acero, por ejemplo, es cada vez más crítica en el sector de petróleo y gas debido al cambio de perforación mar adentro en aguas profundas. La producción de acero depende fundamentalmente del suministro de mineral de hierro, que a su vez depende en gran medida del agua que se utiliza para extraerlo. Casi el 40% de las minas de mineral de hierro se encuentran en zonas con escasez de agua de moderada a alta, y una gran cantidad de acero que se produce en lugares donde el agua es relativamente escasa.

## 11. Bibliografía

1. PORTER, Michael E.. The Competitive Advantage of Nations. Harvard Business Review. Marzo, 1990.
2. PEREZ VIDAL, Vicente y CIFUENTES GONZÁLEZ, Cristian. ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO PROSPECTIVO AL AÑO 2020 DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA MINERÍA DEL COBRE. [en línea]. Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas. DE / 12 / 2011. <[http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/Demanda\\_Energia\\_Electrica\\_2020.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/Demanda_Energia_Electrica_2020.pdf)>. [consulta: 13 abril 2012]
3. BRANTES ABARCA, Rossana. CONSUMO DE AGUA EN LA MINERIA DEL COBRE 2010. [en línea]. Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas. DE / 06 / 2011. <[http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/INFORME\\_AGUA\\_2010.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/INFORME_AGUA_2010.pdf)>. [consulta: 13 abril 2012]
4. BRANTES ABARCA, Rossana. CONSUMO DE ENERGIA Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ASOCIADAS A LA MINERÍA DEL COBRE, 2010. [en línea]. Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas. DE / 08 / 2011. <[http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/INFORME\\_Doc\\_Energia\\_GEI\\_2010\\_21dic2011.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/INFORME_Doc_Energia_GEI_2010_21dic2011.pdf)>. [consulta: 13 abril 2012]
5. PEREZ VIDAL, Vicente. INVERSIÓN EN LA MINERÍA CHILENA, Cartera de Proyectos. [en línea]. Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas. DE / 07 / 2011. <[http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/20110714\\_inversiones\\_min\\_2011\\_julio.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/20110714_inversiones_min_2011_julio.pdf)>. [consulta: 13 abril 2012]
6. URZUA, Osvaldo. Nacimiento y desarrollo de proveedores de servicios mineros de conocimiento intensivo a fines del siglo XX Resumen de tesis doctoral. 2009. SPRU, Centro de Políticas Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sussex.
7. HAX, Arnoldo C.. El Modelo Delta Un Nuevo Marco Estratégico. Journal of Strategic Management Education, Massachusetts Institute of Technology. 2003.
8. BENAVENTE, José M. y GOYA Daniel. Opening up natural resource-based industries for innovation: Exploring new pathways for development in Latin America. Universidad Adolfo Ibáñez. Septiembre 2012.
9. MARIN Anabel y SMITH Adrian. Towards a framework for analysing the transformation of Natural Resource-based industries in Latin America: the role of alternatives. 2010. [en línea].

<[http://media.wix.com/ugd//f051c2\\_ded47892b82c9b3725c490d1303d945b.pdf](http://media.wix.com/ugd//f051c2_ded47892b82c9b3725c490d1303d945b.pdf)>. [consulta: 05 septiembre 2012].

10. MARIN Anabel y BENAVENTE, José M. Evaluating Alternative Productions in Natural Resource-Based Industries in LAC: Can They Help to Transform Problematic NR Activities?. [en línea]. <[http://media.wix.com/ugd//f051c2\\_3009de8574ce217a5537a7d5ab800a4b.pdf](http://media.wix.com/ugd//f051c2_3009de8574ce217a5537a7d5ab800a4b.pdf)> [consulta: 05 septiembre 2012].
11. ARMAS Juan P. El Modelo Delta La Necesidad De Un Cambio En La Orientación Estratégica. BEACON HILL, MANAGEMENT CONSULTING. [en línea]. <[http://intrawww.ing.puc.cl/siding/public/ingcursos/cursos\\_pub/descarga.phtml?id\\_cursorso\\_ic=2028&id\\_archivo=69507](http://intrawww.ing.puc.cl/siding/public/ingcursos/cursos_pub/descarga.phtml?id_cursorso_ic=2028&id_archivo=69507)>. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería. [consulta: 22 junio 2012].
12. CONSEJO MINERO, Chile y la minería: éxitos y desafíos compartidos. Presentación ante la comisión de minería y energía de la cámara de diputados, diciembre 2012. [en línea]. <[http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2013/02/Chile\\_y\\_la\\_mineria\\_exitos\\_y\\_desafios\\_compartidos\\_dic2012.pdf](http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2013/02/Chile_y_la_mineria_exitos_y_desafios_compartidos_dic2012.pdf)>. [consulta: 17 noviembre 2012].
13. DOBBS Richard, OPPENHEIM Jeremy y THOMPSON Fraser. Mobilizing for a resource revolution. McKinsey Global Institute, Sustainability & Resource Productivity Practice. McKinsey Quarterly. Enero 2012.
14. SCHODDE Richard, CRU Group Copper Market Outlook. **En:** Australian Copper Conference, Brisbane March 2011. Brisbane, Australia, CRU THE INDEPENDENT AUTHORITY, Mining, Metals, Power, Cables, Fertilizers, Chemicals.
15. SCHODDE Richard, The key drivers behind resource growth: an analysis of the copper industry over the last 100 years. **En:** 2010 MEMS Conference Mineral and Metal Markets over the Long Term Joint Program with the SME annual meeting in Phoenix, March 3 2010. MinEx Consulting, Strategic advice on mineral economics & exploration.