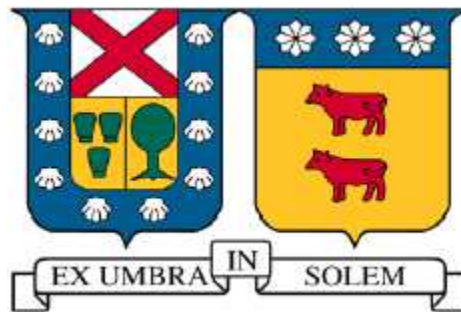


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERIO SANTA MARÍA

Departamento de Industrias

MBA



ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE INVERSIÓN DE LA GRAN MINERÍA DEL  
COBRE EN PERIODOS DE CRISIS

David Gonzalo Silva Alcaíno

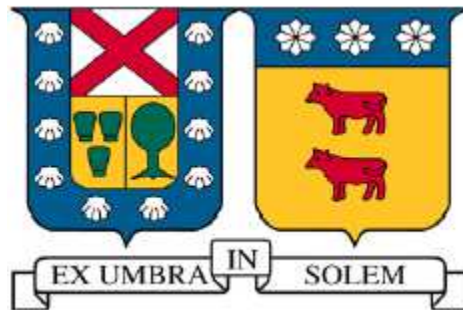
MBA. Magíster en Gestión Empresarial

Marzo 2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

MBA



ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE INVERSIÓN DE LA GRAN MINERÍA DEL  
COBRE EN PERIODOS DE CRISIS

Tesis de Grado presentada por

**David Gonzalo Silva Alcaíno**

Como requisito para optar al grado de

**MBA. Magíster en Gestión Empresarial**

Director de Tesis: Dr. Teresita Arenas Yáñez

Marzo 2017

**TITULO DE TESIS:**

“ANÁLISIS DE LA GESTION DE INVERSION DE LA GRAN MINERÍA DEL COBRE EN PERIODOS DE CRISIS”

**AUTOR:**

David Gonzalo Silva Alcaíno

**TRABAJO DE TESIS**, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:

---

---

Sr. Patricio Rubio Romero. ....

Sr. Jose Miguel González. ....

Sr. Teresita Arenas Yáñez. ....

Santiago, Marzo 2017

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre.....

Firma.....

Fecha.....

## AGRADECIMIENTOS

## INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS .....	6
INDICE DE GRÁFICOS.....	8
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	8
INDICE DE TABLAS .....	9
Resumen.....	10
CAPITULO I. ....	11
1.1 INTRODUCCIÓN .....	11
1.2 Definición y Justificación del Tema .....	13
1.3 Hipótesis .....	13
1.4 Objetivos .....	14
1.5 Alcance .....	14
1.6 Metodología de Trabajo .....	15
1.7 Estado del Arte.....	16
CAPITULO II. ....	19
DESARROLLO DE LA TESINA.....	19
2.1 Definición de Crisis en la minería de cobre.....	19
2.2 Exploración y Reservas mineras de Chile y de Codelco.....	20
2.3 Proceso de Extracción de minerales desde el yacimiento .....	22
2.4 Proceso de recuperación del cobre del mineral .....	24
2.4.1 Proceso de recuperación del cobre de minerales óxidos .....	25
2.4.2 Proceso de recuperación de cobre de minerales sulfurados .....	26
2.5 Producción de Cobre en Chile y el mundo .....	29
2.5.1 Margen de Utilidad de Codelco 2003-2015 .....	29
2.5.2 Aportes al Estado de Chile .....	31

2.5.3	Adecuaciones en períodos de crisis .....	32
2.5.4	Contribución de la minería del cobre al PIB Nacional.....	33
2.5.5	Participación de Chile en la producción mundial de cobre .....	34
2.6	Participación de los Yacimientos de Codelco.....	36
CAPITULO III. PROYECTOS INVERSIONALES EN CODELCO .....		38
3.1	Planificación de Inversiones en Codelco.....	38
3.2	Inversión de Codelco en la última década.....	40
3.3	Proyectos de Continuidad Operacional.....	42
3.3.1	Aumento de Capacidad de Tranques de relaves.....	42
3.3.2	Reemplazo de Camiones, palas de extracción de mineral .....	43
3.3.3	Medio Ambiente.....	43
3.3.4	Desarrollos minas subterráneas .....	44
3.3.5	Acondicionamiento de botaderos de ripios .....	44
3.4	Proyectos estructurales.....	44
3.4.1	Yacimiento Chuquicamata (CHUQUI NORTE).....	45
3.4.2	Yacimiento Radomiro Tomic.....	50
3.4.3	Yacimiento El Teniente.....	54
3.4.4	Yacimiento Andina.....	57
3.4.5	Yacimiento El Salvador.....	59
3.4.6	Yacimiento Gabriela Mistral.....	59
3.4.7	Yacimiento Ministro Hales .....	61
3.5	Resumen de proyectos estructurales .....	63
CAPITULO IV. CATASTRO ACTUAL DE INVERSIONES EN CHILE .....		64
4.1	Proyectos por Origen y etapa de ejecución.....	64
4.2	Inversión Extranjera en Chile .....	66
4.3	Precio del cobre y TCR .....	68

CAPITULO V. CONCLUSIONES .....	69
Bibliografía .....	71

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1-1 Precio de la Libra de Cobre .....	19
Gráfico 2.5-1 Margen de utilidad .....	31
Gráfico 2.5-2 Aportes al estado de Chile (CODELCO, 2016).....	32
Gráfico 2.5-3 PIB por Clase de Actividad Económica .....	33
Gráfico 2.5-4 Producción de Cobre en Chile y el Mundo .....	35
Gráfico 2.5-5 Producción de cobre fino en Chile .....	36
Gráfico 3.2-1 Inversiones y trabajadores externos por año .....	41
Gráfico 4.1-1 Distribución de Proyectos por Origen .....	65
Gráfico 4.1-2 Cambios en cartera 2015 al 2016.....	66
Gráfico 4.3-1 Precio del Cobre y Tasa de Cambio Real.....	68

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.3-1 Chuquicamata, mina a cielo abierto.....	23
Ilustración 2.4-1 Chancado.....	26
Ilustración 2.4-2 Molienda .....	27
Ilustración 3.3-1 Canal de relaves de El Teniente .....	42
Ilustración 3.4-1 Bigham Canyon Antes Del Deslizamiento (Slide) .....	46
Ilustración 3.4-2 Deslizamiento (Slide) En Bigham Canyon 13-04-2013 .....	47
Ilustración 3.4-3 Deslizamiento (Slide) En Bigham CANYON 13-04-2013.....	47
Ilustración 3.4-4 Imágenes de grietas a 200 metros del borde del Rajo Chuquicamata Norte (01-2016).....	48

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.2-1 Producción de cobre en el mundo (U.S. Geological Survey, 2016)..	21
Tabla 2.2-2 Reservas de mineral, Yacimientos Codelco .....	22
Tabla 2.5-1 Margen de utilidad del cobre en Chile .....	30
Tabla 2.5-2 PIB por clase económica.....	34
Tabla 2.6-1 Producción de Cu fino en Codelco .....	37
Tabla 3.2-1 Inversiones y trabajadores externos de Codelco por año .....	41
Tabla 3.4-1 Proyecto estructural Chuquicamata subterráneo .....	49
Tabla 3.4-2 Seguimiento Proyecto Chuquicamata Subterráneo.....	50
Tabla 3.4-3 Proyecto Estructural Radomiro Tomic Sulfuros.....	51
Tabla 3.4-4 Seguimiento Proyecto Radomiro Tomic Sulfuros .....	53
Tabla 3.4-5 Proyecto Estructural Nuevo Nivel Mina .....	55
Tabla 3.4-6 Seguimiento Proyecto Nuevo Nivel Mina .....	56
Tabla 3.4-7 Seguimiento Proyecto Andina FASE II a 244.000 tpd .....	58
Tabla 3.4-8 Proyecto Estructural Gabriela Mistral .....	60
Tabla 3.4-9 Seguimiento Proyecto Gabriela Mistral .....	60
Tabla 3.4-10 Proyecto Estructural Ministro Hales .....	62
Tabla 3.4-11 Seguimiento Proyecto Ministro Hales.....	62
Tabla 3.5-1 Resumen inversiones proyectos estructurales.....	63
Tabla 4.2-1 Inversión extranjera directa .....	67
Tabla 4.2-2 IED como porcentaje del PIB .....	67

## Resumen

La presente investigación analiza la gestión de inversiones en la minería del cobre realizada en el último período de caída del precio de la libra de este metal, lo cual alcanza valores críticos en el año 2015. El análisis se centra en la minera estatal Codelco Chile, que es hasta hoy un pilar fundamental en el financiamiento y el desarrollo económico del Estado de Chile.

Para realizar este análisis se estudia el negocio de producción de cobre, y en particular el proceso de extracción del mineral y reservas disponibles presentando el estado de actual de los yacimientos de Codelco y con ello, la proyección de la vida útil de su operación.

Por otra parte, también fue necesario conocer y analizar los resultados operacionales y de producción, así como las inversiones que permitieron mantener el negocio de explotación de los yacimientos y de sus procesos.

En particular, esta tesis centrará el análisis de inversiones en proyectos definidos como estructurales, los cuales tienen como objetivo dar continuidad a los yacimientos principales, y que son los que demandan los mayores montos de inversión en el período.

Como resultado del análisis se concluye que si bien el escenario actual es complejo, los proyectos definidos como estructurales permitirán extender el negocio de Codelco por unos 40 años más, el monto que se requiere como inmediato, año 2015 y quinquenio posterior, es bastante menor que el estimado originalmente hasta hace 4 años (27.000 MUS\$ para el quinquenio en memoria del 2012), lo que se debe al *aplazamiento en la ejecución de obras por problemas técnicos o debido a la necesidad de ampliar los estudios preliminares*, para seleccionar alternativas técnico-económicas más convenientes.

## CAPITULO I.

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La Corporación del Cobre de Chile (Codelco Chile), es la principal empresa minera de cobre de Chile y del mundo y ha sido el pilar del desarrollo económico de nuestro país. A partir del año 2011 se inició un período de baja en el precio del cobre desde el peak de 454 cUS\$/lb (Valor Real -Enero 2011) a un promedio de 249,20 cUS\$/lb en el año 2015 y que baja a un valor de hasta 232 cUS\$/lb (Valor Real -Octubre 2016) (COCHILCO, 2016), lo cual representa una baja de aproximadamente un 50% y un 40% en las medias anuales, cercana a los costos de producción, generando enormes exigencias a la gestión de la empresa para mantenerla vigente y con resultados económicos aceptables.

La caída del precio del cobre a valores cercanos al costo de producción ocurre después de una década de altos precios, en que la empresa Codelco Chile entregó los más altos excedentes de su historia (período 2004 a 2014), pero que, en forma paralela ocurre cuando la empresa ha llegado a costos muy altos y se enfrenta además al agotamiento de las reservas factibles de extraer con la infraestructura actual, necesitando altas inversiones para adecuar la infraestructura de los cuatro yacimientos principales para mantenerse en el negocio (Chuquicamata, Radomiro Tomic, Andina y El Teniente).

La producción de cobre deja subproductos que pueden ser comercializados en forma independiente, siendo el más importante, en el caso de Chile, el molibdeno, el cual ha recobrado importancia comercial en los últimos años, existiendo años de alto precio como el 2006 y 2007, afectando positivamente en los resultados económicos de Codelco. También como subproducto está el barro anódico resultante de las refinerías de cobre (Potrerillos, Radomiro Tomic, Ventanas y Chuquicamata), por su contenido de oro y plata.

Los ingresos principales de Codelco Chile provienen de la venta del cobre, en donde el precio de referencia lo definen las transacciones del producto que se

realizan en la Bolsa de Metales de Londres, *sin ninguna dependencia del costo de producción*. Con ello, una baja en el precio del cobre como la actual, obliga a tomar decisiones para evitar pérdidas económicas, y evitando, en la medida de lo posible afectar a la producción actual, disminuyendo los costos de operación, centrándose en realizar sólo las actividades que están directamente relacionadas con la producción inmediata.

Una baja en el precio del cobre puede afectar a las inversiones correspondientes a los proyectos de desarrollo para producciones futuras, con repercusiones a la gran cantidad de empresas y trabajadores que le prestan servicios directa o indirectamente. En nuestro caso, los antecedentes obtenidos del ejercicio del año 2015, demuestran que, si bien existe una menor inversión en desarrollo, esta se generó por dificultades en la ejecución de los Proyectos, obligando a extender el período de desarrollo planificado originalmente, postergando la ejecución de obras proyectadas para el próximo Quinquenio y bajando fuertemente las expectativas de gastos en el período próximo.

Para dimensionar el impacto en las inversiones realizadas por Codelco, se analiza el período desde el 2003 a la fecha recopilando antecedentes que permitan destacar el gran aumento de éstas en el último quinquenio mostrando o distinguiendo las decisiones en materias de inversión en la minera estatal, así como su comparación frente a medidas tomadas por mineras privadas.

Para comprender lo anterior, se recopilaron antecedentes de los procesos de extracción de mineral y de recuperación de cobre en la sección 2.4.

En el capítulo 4.3 se entregarán resultados de la evolución del valor del precio del dólar y se analizarán periodos anteriores desde el punto de vista inversiones y aportes al estado.

En CAPITULO V se plantearán las conclusiones de cada uno de los aspectos que son presentados con anterioridad.

En resumen, esta tesis examina el mercado del cobre chileno en el contexto de su evolución, realidad actual y potencialidades futuras atendiendo a la crisis financiera mundial, lo cual permite verificar sus grandes fortalezas y aportes a la mantención del desarrollo interno. La minería del cobre es la principal actividad exportadora de Chile y la que genera el mayor aporte a las arcas fiscales, con una

importante participación en el desarrollo económico del país, siendo el cobre su principal actor.

## **1.2 Definición y Justificación del Tema**

El escenario actual de las empresas mineras de cobre, como resultado de la baja en el precio de la libra de cobre a valores cercanos al costo de operaciones así como los acontecimientos recesivos en la economía mundial, deja un escaso margen de utilidad y obliga a los niveles gerenciales de las empresas mineras a tomar decisiones de reducciones de costos y reestructuración de inversiones para paliar o reducir la posibilidad de entregar resultados económicos negativos de la empresa (actuales y futuros), pero que sin embargo pueden afectar a la motivación de las personas y de esta forma, generar consecuencias contrarias a los objetivos deseados indirectamente y a la productividad del negocio.

En este trabajo se pretende buscar y analizar la información de los elementos que afectan a la gestión actual y futura de la empresa minera y a sus resultados económicos, lo que ayudaría en la toma de decisiones en períodos de crisis como el actual.

Para comprender esta información, es relevante conocer los procesos involucrados en la gestión de extracción del mineral y en los procesos de recuperación de cobre, y con ello, se podrán evaluar los cambios en las decisiones de inversión y sus eventuales efectos.

## **1.3 Hipótesis**

La crisis en el cobre produce una reducción en las inversiones de obras a largo plazo, priorizando la de corto plazo para así reducir el impacto a mediano plazo.

## **1.4 Objetivos**

El objetivo principal de esta tesina será analizar la gestión de la inversión, recopilando información en forma ordenada referida al segmento minero en un contexto contingente dada la variabilidad del precio del producto en los últimos años.

El objetivo secundario es determinar si las decisiones de inversiones son afectadas por la variabilidad del precio de la libra de cobre, es decir evaluar si existe una relación entre el valor del cobre y la inversión.

Para lograr estos objetivos se formulan los siguientes objetivos específicos

- Estudiar las distintas etapas y clasificaciones del proceso minero para identificar las diferencias en montos de inversión entre éstas.
- Realizar un estudio de los proyectos realizados en la última década y recabar información relevante que permita verificar su estado actual y seguimiento en período de baja del valor de la libra de cobre.
- Identificar las modificaciones de la cartera de inversión de los proyectos mineros de Chile.

## **1.5 Alcance**

El alcance de esta tesina es enfocado a la minería del cobre nacional, dando énfasis a las políticas de inversión de Codelco y, por ello considera información de los yacimientos propios que son Chuquicamata, Gabriela Mistral, Ministro Hales, Radomiro Tomic, El Salvador, El Teniente y Andina. El trabajo se enmarca en la gran minería, es decir, a las mineras que producen más de 30 mil toneladas de cobre fino al año.

## 1.6 Metodología de Trabajo

La metodología de investigación de este trabajo de tesis se desarrolla como primera parte, recopilando información que permita comprender negocio minero, desde los antecedentes para definir la explotación de un yacimiento, los procesos de extracción de mineral y los procesos de recuperación de cobre, todo en términos simples, sin pretender acercarse a un estudio técnico sobre la materia

En segundo término, se realiza una recopilación de antecedentes de instituciones y entidades con prestigio dentro del mercado estudiado. Para el caso de Chile, el Estado creó en 1976 la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), organismo especializado en materias relacionadas con la producción de cobre y subproductos y es el encargado de resguardar los intereses del Estado de Chile, fiscalizando y evaluando la gestión e inversiones y asesorando a los ministerios de minería y hacienda en la elaboración de presupuestos. Desde su creación, Cochilco presenta la mayor base de datos de las mineras chilenas, la cual se encuentra disponible al público general para sus consultas, por lo cual, será la principal fuente de recopilación de antecedentes.

Dado el alcance definido, centrando el análisis en Codelco Chile, se recopilará información de reservas, producción, costos, dotaciones, resultados e inversiones de las Memorias anuales de ésta empresa, desde el 2003 al 2015, disponibles en el sitio web de ella.

Luego de recabar la información de Codelco, se realizará un análisis de los antecedentes recopilados con el propósito de entender la situación actual de la empresa y a su vez conocer su posicionamiento actual en el mercado mundial.

La presentación y análisis de los antecedentes se hará por temas, buscando con ello resultados que aporten al objetivo final de esta tesis

## 1.7 Estado del Arte

En Chile, las grandes inflexiones del valor de la libra de cobre han tomado gran interés durante el año 2016, desde los sectores económicos, políticos y legislativos. Se ha evidenciado problemáticas referentes a la asignación de recursos, la estructura que define a las inversiones de Codelco y la responsabilidad civil de la gran minería en el país.

La baja sostenida de los valores del precio del cobre transados en la bolsa de metales de Londres (LME), que se inició a mediados del año 2011, llegando a valores críticos a partir del año 2014, ha provocado desde el cierre de pequeñas faenas mineras, hasta la reestructuración organizacional de la gran minería.

A nivel nacional, se ha formado gran discusión en torno a la ley reservada del cobre (ley 13.196), la que ha sido considerada como una carga adicional para la minera Codelco. No obstante ello, para los efectos de este trabajo no se abordará este tema y se considerará que esta ley es sólo una parte de los aportes de Codelco al estado de Chile para que éste pueda dar cumplimiento a los requerimientos de la defensa nacional y, dado que el cobre es el que proporciona los mayores ingresos, el monto proporcional a las ventas de cobre definido, se considerará que es sólo la referencia para definir el monto a destinar a ese objetivo y que como consecuencia de ello, la inversión en defensa se regula acorde a los ingresos por venta del cobre (Díaz, 2011).

En la última década se obtuvieron los precios más altos registrados, pero consigo trajo también un aumento de costos, los cuales ocurre a partir del año 2003 comenzaron a incrementarse desde 73,5 cUS\$/lb a 264,5 cUS\$/lb en el año 2012 a, es decir, experimentó un aumento en 3,6 veces en la década, y a partir de dicho año (2012) se inicia una baja hasta llegar a 203 cUS\$/lb en el 2015. A pesar del gran aumento de costos ocurrido en la década, el alto precio del cobre en dicho período permitió obtener los mayores aportes al Fisco de la historia, como resultado de los altos precios de la libra de cobre.

El análisis de las variaciones de costo no está dentro del alcance de este documento, sin embargo, se logró detectar la fuerte dependencia de esta variable con la disminución de las leyes de cobre mina, en particular en los yacimientos de Codelco Norte (Chuquicamata y Radomiro Tomic), que a similar extracción de mineral, la producción de cobre disminuyó notoriamente. También en la década pasada, dado el alto precio del cobre, se desarrollaron varios yacimientos de propiedad privada, lo que generó una alta demanda de profesionales, materiales, equipos, servicios e insumos, aumentando el precio de éstos y de los beneficios del personal. El costo total es afectado por el precio de los subproductos Molibdeno, oro y plata, entre otros, cuyos ingresos constituyen créditos al costo. La paridad cambiaria \$/dólar también afecta a los costos operacionales, los que principalmente se pagan en pesos chilenos, pero los resultados para efectos de cálculo, se muestran en dólares.

Dadas las características del negocio minero analizado, las mayores inversiones se realizan previo al inicio de operaciones, para obras de infraestructura de servicios y suministros, construcción de plantas de proceso y preparación de sectores del yacimiento para iniciar la extracción, la que se proyecta por un largo período de operación. En la evaluación del negocio se considera la variabilidad del precio del cobre, consciente de que existirán periodos de baja en el precio y que en dichos periodos la primera opción paliativa a tomar es disminuir costos, ya que se debe dar continuidad a la operación, siendo de probabilidad casi nula la opción de detener las faenas, ante la incertidumbre de la duración del periodo difícil y por la complejidad de abandono y reinicio de faenas.

La caída del precio del cobre ha planteado para muchos personajes un escenario incierto respecto de la verdadera capacidad del sector y del país para sortear con éxito esta etapa de coyuntura negativa, no obstante esta preocupación, los antecedentes que se presentan destacan la real capacidad del sector de la minería del cobre, capacidad que ha permitido a Chile continuar con su desarrollo y no caer internamente en los grandes problemas que se derivan de la crisis financiera,

a diferencia de lo que ocurre en otros países y también sucedió en Chile en épocas anteriores. Por otra parte, existen auditorías de alto nivel que indican que no existen fallas fatales en proyectos estructurales en desarrollo.

## CAPITULO II.

### DESARROLLO DE LA TESINA

#### 2.1 Definición de Crisis en la minería de cobre.

Para efectos de este documento se definirá crisis en la minería del cobre como la caída sostenida del precio de la libra de cobre, llegando a niveles cercanos o bajo el costo de operación, de tal forma que obliga a las empresas productoras de este metal a realizar adecuaciones para evitar pérdidas económicas.

En el gráfico 10.1 se muestra un gráfico del precio del cobre desde 1997, con el inicio de la actual baja en el precio del cobre que se inicia el año 2011 y que en el año 2015 llega a valores críticos, cercanos al costo total de producción. La baja en el precio del cobre ocurrida en el año 2009, llegó a valores críticos, se entiende que fue ocasionada en 2008 por la crisis financiera mundial que llevó a la caída de los mercados de valores de Estados Unidos, fue de corta duración y no produjo cambios significativos ni medidas paliativas en la gran minería, además de ocurrir en un período de fortaleza de la economía del país.



Gráfico 2.1-1 Precio de la Libra de Cobre

La caída en el precio del cobre impacta directamente en el aporte de Codelco al Estado y, por lo tanto, éste tendrá dificultades para entregar todos los fondos de inversión solicitados por la minera estatal, los cuales corresponden a dos conceptos; el primero es la suma de los requerimientos de inversión que se demandan para mantener en operación los yacimientos en los niveles de producción planificados, acorde a la infraestructura ya desarrollada y, el segundo, corresponde a los requerimientos de inversión para generar o adecuar la infraestructura que permita la extracción de reservas disponibles, para reemplazar las que se están agotando o incrementen los actuales niveles de extracción, y que en particular corresponden a los proyectos estructurales definidos por Codelco para prolongar el negocio, utilizando las reservas estimadas para al menos 40 años más.

Dado que los ingresos al Estado de Chile han disminuido y la prioridad con los fondos disponibles es mantener las inversiones sociales y que, por otra parte, dado que Codelco es reconocida como la principal empresa de Cobre a nivel mundial, se ha autorizado a obtener financiamiento por otras vías con las debidas restricciones y/o regulaciones aumentando el apalancamiento de la minera.

## **2.2 Exploración y Reservas mineras de Chile y de Codelco.**

La actividad de exploración consiste en la búsqueda de cuerpos mineralizados en zonas en donde existan indicios de su presencia, Codelco en particular, ha centrado sus esfuerzos por realizar la exploración en zonas cercanas a las minas en operación o por el hallazgo de materiales con contenido de mineral. Esta actividad culmina con sondajes que permiten comprobar la existencia de un volumen de roca mineralizada (recursos mineros) y que, como resultado del análisis de muestras, se puede inferir y posteriormente demostrar, la existencia de una reserva minera económicamente explotable. Es así como se pueden identificar las características del yacimiento y determinar la ley del mineral y la forma de explotación.

Chile es el país que en la actualidad tiene las mayores reservas a nivel mundial, representando un 30% del total de reservas reconocidas, lo que le permite proyectar negocios mineros por al menos 40 años más. El resumen de reservas en el mundo se muestra en la Tabla 2.2-1 Producción de cobre en el mundo .

	Mine production		Reserves <sup>7</sup>
	2014	2015 <sup>e</sup>	
United States	1,360	1,250	33,000
Australia	970	960	<sup>8</sup> 88,000
Canada	696	695	11,000
Chile	5,750	5,700	210,000
China	1,760	1,750	30,000
Congo (Kinshasa)	1,030	990	20,000
Mexico	515	550	46,000
Peru	1,380	1,600	82,000
Russia	742	740	30,000
Zambia	708	600	20,000
Other countries	<u>3,600</u>	<u>3,900</u>	<u>150,000</u>
World total (rounded)	18,500	18,700	720,000

Tabla 2.2-1 Producción de cobre en el mundo (U.S. Geological Survey, 2016)

Los yacimientos de Codelco Chile tienen reservas que por 51 Mt (incluyendo participación en El Abra y Anglo American Sur), lo que representa aproximadamente el 25% de las reservas del país. Dichas reservas corresponden a 6.966 Mt de mineral cuyo detalle por yacimiento se muestran en la Tabla 2.2-2 Reservas de mineral, Yacimientos Codelco. Los años de extracción que se tabla, última columna, están calculados considerando que estos yacimientos extraen hipotéticamente 100.000 toneladas por día (tpd) de mineral.

RESERVAS DE MINERAL YACIMIENTOS CODELCO (Mt)					
	RESERVAS		Extracción	Años de extracción	
Yacimiento	PROBADAS	TOTALES	(Mt/año)	c/reserva s Prob.	c/res. Totales
Radomiro Tomic	819	2.174	35,9	23	61
Chuquicamata	699	1.401	35,9	19	39
Ministro Hales	184	239	35,9	5	7

Gabriela Mistral	363	430	35,9	10	12
Salvador	27	53	35,9	1	1
Andina	749	986	35,9	21	27
El Teniente	782	1.683	35,9	22	47
TOTAL	3.623	6.966			

Tabla 2.2-2 Reservas de mineral, Yacimientos Codelco

### 2.3 Proceso de Extracción de minerales desde el yacimiento

Los procesos de extracción de un volumen mineralizado son dos, *vía subterránea*, como las Minas El Teniente, Salvador y Andina de Codelco y a *Rajo o Cielo Abierto*, como las minas de Chuquicamata (actual), Radomiro Tomic, Gabriela Mistral, Andina (Rajo) y Salvador de Codelco.

Para seleccionar el tipo de proceso de extracción de mineral que se debe realizar, se analizan diferentes variables entre ellas la *cantidad de material no procesable* a remover y las *condiciones climáticas*. El material no procesable consiste en roca sin contenido de mineral (estéril) o con bajos contenidos de mineral.

Si la cantidad volumétrica de este material es baja se debe validar la factibilidad de la extracción del material en forma superficial, es decir, *se opta por el Rajo Abierto*. Levantar un proyecto de extracción a rajo abierto tiene una duración del orden de 6 años, incluyendo las etapas de ingeniería. En la Ilustración 2.3-1 se muestra fotografía del yacimiento de Chuquicamata, explotado a rajo abierto.



*Ilustración 2.3-1 Chuquicamata, mina a cielo abierto*

Por otra Parte, Si el material no procesable a remover resulta excesivo, se *opta por una mina subterránea*, que consiste en desarrollar túneles y galerías que permitan extraer solo la roca mineralizada procesable. Levantar un proyecto de extracción subterráneo tiene una duración no inferior a 10 años, incluyendo las etapas de ingeniería.

Por lo tanto, la decisión de invertir, es el resultado de un análisis económico de la proyección de costos e ingresos en un horizonte de operación de largo plazo (sobre 15 años), para lo cual se realiza una estimación de precios del producto, lo que deriva en la definición de la reserva a extraer y en la planificación de su extracción.

En el caso particular de la Mina El Teniente, así como la Mina de la División Andina y la Mina San Antonio (inicio de la División Salvador), para la definición de la forma de explotación, además de lo anterior, también se debió considerar el *factor climático*, elemento que en su oportunidad fue importante en la toma de la decisión, ya que de haber sido factible un rajo abierto, la operación de extracción no habría tenido una continuidad en el período de otoño e invierno, con grandes dificultades para operar equipos con temperaturas muy bajas.

En el caso de la Mina Norte en Chuquicamata, que por muchos años ha sido explotada vía rajo abierto, en la actualidad ya no es posible dado que el mineral a extraer se encuentra a una gran profundidad del rajo actual (1000 m) y tanto el aumento del material no procesable a extraer como la distancia que deben recorrer los camiones para su extracción lo hacen económicamente inviable. Por esta razón, en los últimos años esta mina está desarrollando su futura explotación vía subterránea (proyecto estructural Chuquicamata subterráneo), que próximamente iniciará sus operaciones, con proyecto de ejecución en curso.

En resumen, la extracción a rajo o cielo abierto se realiza cuando la reserva de mineral a extraer es relativamente superficial, o, dicho de otro modo, cuando la cantidad de material no mineralizado a remover (estéril) o material mineralizado de baja ley a remover se realiza con costos razonables, permitiendo obtener utilidades en la extracción del cobre de la roca mineralizada, es decir permiten una rentabilidad positiva en el negocio.

Dado lo anterior, se puede inferir que el proceso de explotación vía subterránea es más complejo que el de rajo y requiere mayor tiempo e inversiones previas, por lo que una vez iniciada la operación, ésta debe ser continua hasta el término de sus reservas económicas. Por otra parte, la mayor complejidad también deriva en mayores costos de operación en la etapa de extracción del mineral.

#### **2.4 Proceso de recuperación del cobre del mineral**

En los yacimientos, el cobre puede estar presente en conjunto con Oxígeno o Azufre, el cual se llama cobre oxidado o cobre sulfuros según sea el componente relevante. En la parte superficial del yacimiento se encuentran los óxidos de cobre, en cuya composición el cobre está en moléculas con oxígeno (Óxidos) y en la parte más profunda, no superficiales, la molécula se encuentra con el elemento Azufre (Sulfuros).

Las minas de cobre de Codelco, cuya explotación se ha definido como subterránea, extraen el mineral desde abajo y por ello lo que se obtiene son

minerales con cobre en moléculas sulfuradas ó con azufre (S), como por ejemplo en Codelco pertenecen a este grupo El Teniente, Salvador y Andina.

Las minas de cobre de Codelco, cuya explotación se definió desde sus comienzos como rajo abierto (Chuquicamata, Radomiro Tomic, Gabriela Mistral), inician su explotación procesando cobres oxidados, dado que la cantidad de este mineral permite costear una planta de Electro-obtención (EO) y así generar cátodos. Esto no siempre es así, como ejemplo está la Minera privada Sierra Gorda, en donde la cantidad superficial de minerales oxidados no era suficientemente cuantiosa como para costear una planta de EO. Posterior a la explotación de los óxidos superficiales están los minerales de cobre sulfurados en donde el proceso de extracción es diferente, procesos que son descritos en la sección 2.4.1 y 2.4.2.

#### **2.4.1 Proceso de recuperación del cobre de minerales óxidos**

El proceso de extracción del cobre de minerales óxidos, se realiza mediante *lixiviación*, siguiendo las siguientes etapas a partir del mineral extraído:

- *Chancado Primario, Secundario y terciario*: Con estas 3 etapas, todo el mineral extraído queda reducido a un tamaño mediano que alimenta a la etapa siguiente.
- *Formación de pilas de Lixiviación*: Es un proceso hidrometalúrgico en el cual el mineral reducido se deposita sobre una gran piscina sellada con polietileno y con canales en el fondo que permiten recopilar líquidos que se depositan allí, como resultado del proceso de regadío de la pila con agua con pequeñas cantidades a ácido sulfúrico. Este líquido al bajar desde la superficie a la base, arrastra el cobre de las partículas que lo contienen (extracción por solventes o SX), formando un sulfato de cobre líquido que se deriva a una Planta para la recuperación del cobre.
- *Planta de Electro Obtención (EO)*: El líquido recibido o sulfato de cobre se vacía a celdas con placas madre (ánodos y cátodos), y en presencia de una corriente eléctrica, el cobre presente en el sulfato de cobre se ioniza y se adhiere a la placa madre cátodo, que posteriormente será separado y

empaquetado para la venta. El producto final son cátodos electro-obtenidos con una pureza de cobre de un 99,9%.

## 2.4.2 Proceso de recuperación de cobre de minerales sulfurados

El proceso de obtención del cobre de *minerales sulfurados*, se realiza mediante *flotación*, siguiendo las siguientes etapas a partir del mineral extraído:

- *Chancado Primario, Secundario y Terciario*: con estas 3 etapas, todo el mineral extraído queda reducido a un tamaño pequeño de sólo 1,2 cm, que alimenta a la etapa siguiente

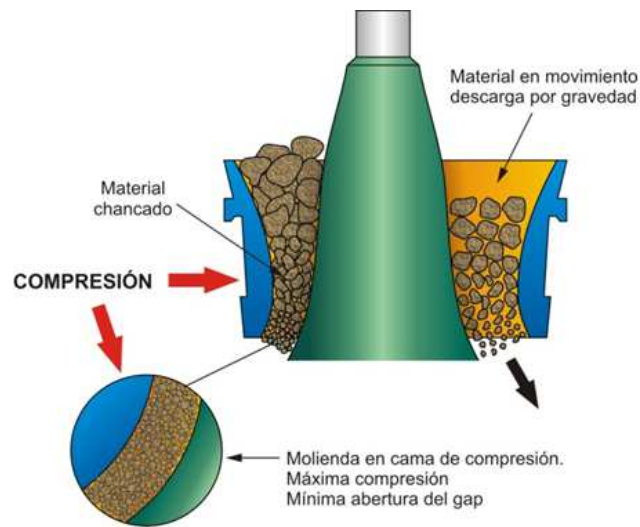


Ilustración 2.4-1 Chancado

- *Molienda*: En esta etapa el mineral queda reducido a partículas muy finas (0,18 mm) para permitir la flotación de las moléculas que tienen cobre. En esta etapa se adiciona agua que posteriormente pasa ser el vehículo de transporte de lo que se desecha (relaves).

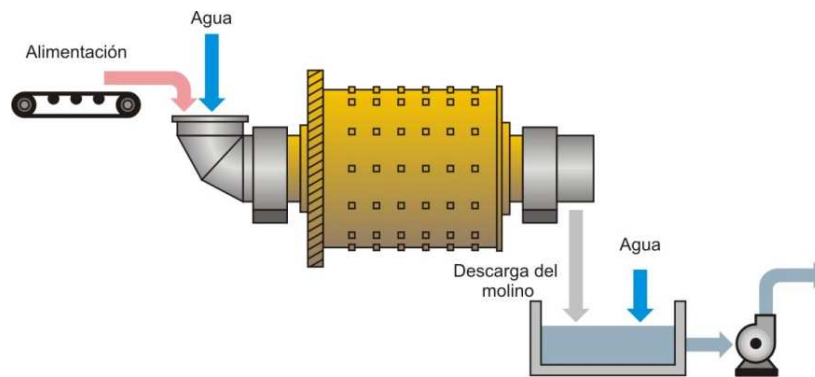


Ilustración 2.4-2 Molienda

- *Flotación*: En el proceso de flotación, mediante la adición de reactivos, se logran separar las partículas con cobre de las que no lo tienen (relaves). El reactivo es afín con las partículas con cobre y forman a su alrededor burbujas de aire (espuma) que las hace flotar, permitiendo así la separación de aquellas que no tienen cobre, las cuales decantan al fondo de la celda. La Flotación tiene varias etapas hasta lograr recolectar una gran cantidad de partículas con cobre a las cuales se les denomina como el *concentrado de cobre*, cuyos componentes principales son Cobre, Fierro, Azufre, y en muy pequeñas cantidades molibdeno, oro, plata, arsénico y otros. Como en todo proceso no es factible recuperar el 100% de las partículas con cobre, en la práctica, en minerales cuyo contenido de cobre es del 1%, por cada 100 toneladas de mineral, aproximadamente 3 toneladas pasan a constituir *Concentrado De Cobre* (ya que el cobre rescatado va junto con el fierro y el azufre, prácticamente en partes iguales) y 97 toneladas son relaves que son derivados vía canales a un tranque de depósito.
- *Recuperación de molibdeno*. El molibdeno presente en las partículas de cobre en pequeñas cantidades, se separa del concentrado de cobre, y se vende como subproducto.
- *Espesamiento de concentrado*: Es la primera etapa para el retiro del agua inyectada en la molienda y que fue necesaria durante el proceso de flotación, dejando una proporción adecuada para permitir su posterior transporte a una planta de filtrado y secado.

- *Filtrado y secado del concentrado:* Dado que la alimentación a los hornos de fundición debe ser con concentrado seco, se debe extraer toda el agua mediante una planta de filtrado y secado (si se inyectara agua a un horno se produciría explosión como resultado del violento cambio de volumen al pasar el agua de estado de líquido a gas). El Concentrado seco es un producto comercial intermedio y el contenido de cobre en él es del orden del 30%.
- *Fundición:* Al fundir el concentrado, en una primera etapa, se produce la separación del hierro, que, por ser el elemento más liviano del material, flota y forma una capa extraíble, quedando con ello separado del Cobre y Azufre. Para proceder a la separación de este elemento (escoria de hierro) se gira parcialmente el horno que contiene este concentrado, el cual, mediante una apertura superior, permite vaciar la escoria (hierro), depositándose en grandes tazas de hierro y se deriva finalmente, a botaderos. Como segunda etapa, el cobre y azufre se extrae y lleva a otros hornos en donde se inyecta oxígeno, el cual se adhiere al azufre formando el gas llamado dióxido de azufre  $SO_2$ , el que se deriva parcialmente a una Planta de ácido sulfúrico y el resto sale por una chimenea. El ácido sulfúrico es un subproducto y su principal utilización se realiza en la obtención de cobre de minerales oxidados.
- *Moldeo de cobre:* El cobre ya separado pasa a una etapa de moldeo en la cual adquiere la forma de acuerdo al programa de comercialización. Principalmente puede adquirir las formas de cobre *blíster*, el cual se comercializa y como *ánodo*, para ser ingresado a una refinería y ser transformarlo en *cátodo*, que es el producto de mayor valor.
- *Refinación electrolítica:* Los ánodos son colocados en celdas que contienen en forma intercaladas entre ánodos y placas madres de Cátodos, con una separación entre ambos, ya que serán conectados a una corriente continua como polos positivo y negativo respectivamente. La celda está llena de un electrolito que va disolviendo el ánodo de cobre, el cobre en la solución, en presencia de la corriente eléctrica, se ioniza y se adhiere a las placas madre

(cátodos). Todos los componentes minerales que en pequeñas cantidades se encontraban en los ánodos (oro, plata, renio, etc) quedan depositados en el fondo de la Celda constituyendo un barro anódico que se comercializa. Finalmente, todo el cobre depositado en las placas madres se separa de éstas y se forman paquetes de cátodos de cobre que van a venta.

En resumen, el proceso de obtención de cobre de minerales sulfurados es más complejo que el de cobres oxidados, requiere mayores inversiones en sus inicios (plantas) y, en consecuencia, es de mayor costo de operación que el de minerales oxidados. El proceso de recuperación de cobre de óxidos permite llevar a planta minerales con leyes medias más bajas que la de los procesos de sulfuros de cobre, y también tiene mayor fortaleza en períodos de baja del precio del cobre.

## **2.5 Producción de Cobre en Chile y el mundo**

### **2.5.1 Margen de Utilidad de Codelco 2003-2015**

En la tabla Tabla 2.5-1 Margen de utilidad del cobre en Chile se presenta la información del precio del cobre y costo total de producción, y del margen de utilidad de cada año desde el 2003 al 2012. Allí se observa que pese al fuerte incremento de los costos, los altos precios mantuvieron altas ganancias para Codelco, pudiendo entregar en dicha década, los mayores aportes al estado de Chile desde su creación. En el Gráfico 2.5-1 Margen de utilidad se puede visualizar en forma clara el aumento de los costos a medida que el valor de la libra de cobre fue aumentando. También se aprecia que en el año 2015 el margen llegó a valores críticos, debiendo tomar medidas para reducir los costos.

Margen de Utilidad (Precio vs Costos)				
	Precio Cu	Costo Cu	Diferencia	Margen
Año	(cUS\$/lb)	(cUS\$/lb)	(cUS\$/lb)	(%)
2003	80,7	73,5	7,2	9,8
2004	130,1	81,3	48,8	60,0
2005	167,1	97,8	69,3	70,9
2006	305,3	115,6	189,7	164,1
2007	323,2	142,3	180,9	127,1
2008	315,3	178,0	137,3	77,1
2009	234,2	157,8	76,4	48,4
2010	342,0	197,6	144,4	73,1
2011	399,7	205,6	194,1	94,4
2012	360,6	264,5	96,1	36,3
2013	332,1	231,5	100,6	43,5
2014	311,3	230,6	80,7	35,0
2015	249,2	203,0	46,2	22,8

*Tabla 2.5-1 Margen de utilidad del cobre en Chile*

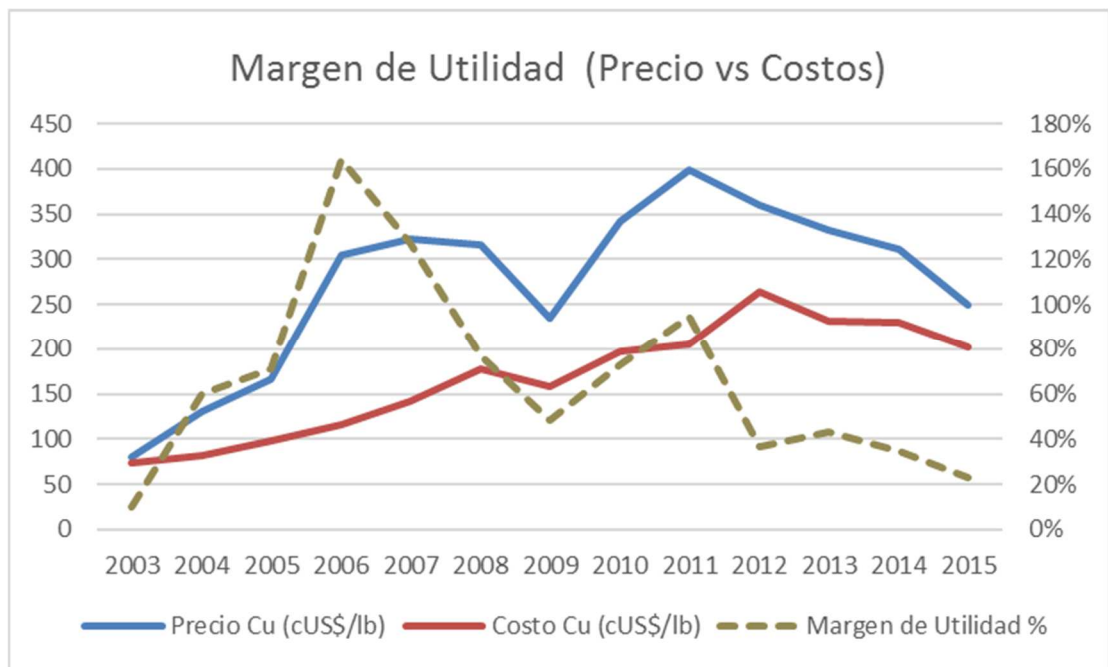


Gráfico 2.5-1 Margen de utilidad

## 2.5.2 Aportes al Estado de Chile

Como se puede ver en el gráfico Gráfico 2.5-2 Aportes al estado de Chile, si bien Codelco ha sido un pilar importante para Chile, la década recién pasada fue extraordinaria, lo que permitió a Chile afrontar el temporal proveniente de la crisis económica a nivel internacional. No es fácil de entender que, en un período de pre crisis y crisis económica mundial, se tuvo precios del cobre tan altos y es por esta razón que la baja actual del precio del cobre está causando un gran revuelo.



Gráfico 2.5-2 Aportes al estado de Chile (CODELCO, 2016)

### 2.5.3 Adecuaciones en períodos de crisis

La *Ley de corte* o *Cut-off grade* corresponde a la ley más baja que puede tener un cuerpo mineralizado para ser extraído con beneficio económico” (Codelco Educa, 2016). Por ello, una de las adecuaciones que pueden realizar las mineras de cobre, en períodos de crisis, es redefinir las reservas a extraer, aumentando la ley de corte de explotación minera, dado que los ingresos provenientes de minerales de una ley inferior a la de corte, no permiten pagar los costos. Con ello, el volumen de reservas extraíbles que logra beneficios se reduce y se acorta la vida de los sectores productivos (disminuye la vida del yacimiento).

Otra adecuación que se considera es la que involucra ajustes a los gastos, y a la organización, dentro de los cuales se consideran reducciones de personal, beneficios con impacto menor en la producción y optimización de recursos. Lo anterior puede lograr evitar realizar ajustes en la ley de corte.

Lo anterior significa que una crisis no se percibe igual ni en la misma oportunidad en todas las mineras, ni afecta de igual forma a los diferentes sectores en un mismo yacimiento, ya que cada zona tiene sus propias leyes. Por otra parte, los costos directos están asociados al tipo de yacimiento y al proceso de extracción y de recuperación de cobre.

## 2.5.4 Contribución de la minería del cobre al PIB Nacional

La minería del cobre en Chile ha presentado históricamente altos niveles de participación mundial, la cual, según datos de Cochilco, alcanza un 30% de la producción global con 5750 miles de toneladas métricas de cobre fino al año (2015). Además, Chile presenta un 30% de las reservas mundiales de cobre, lo cual permite proyectar su extracción por al menos 40 años más.

Este negocio minero es de gran importancia para el país, ha logrado mitigar los efectos de crisis financieras mundiales y ha sido un aporte permanente en su contribución al PIB nacional.

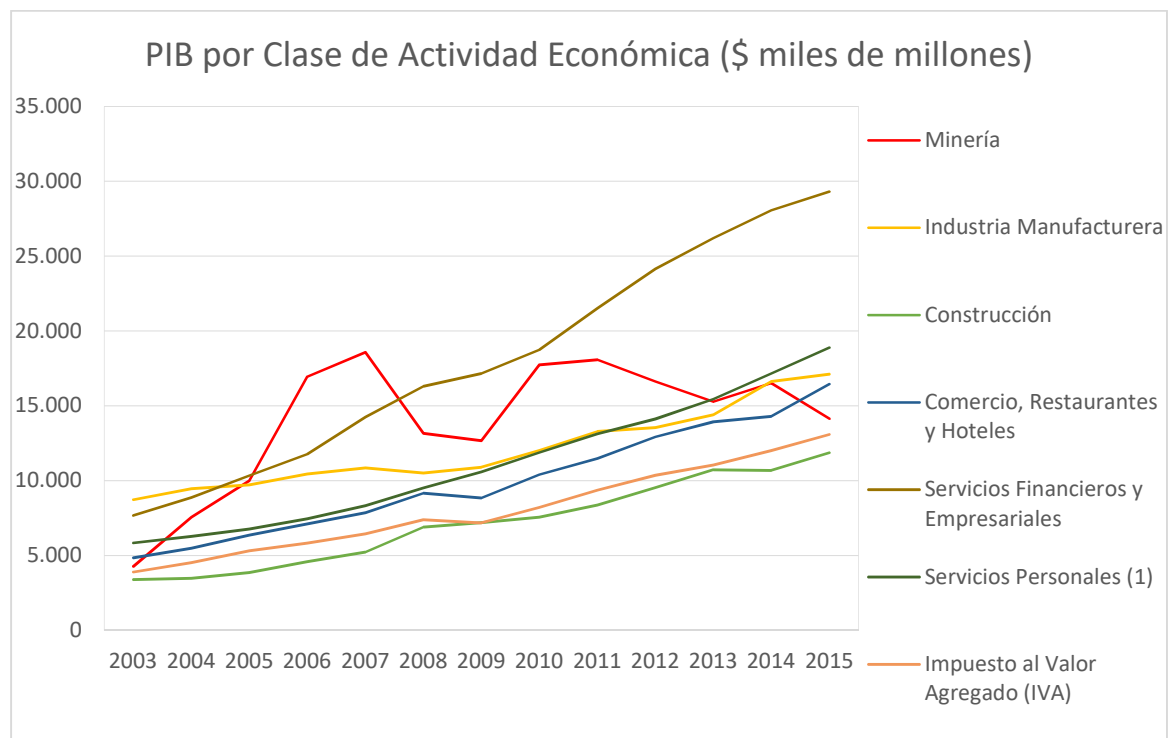


Gráfico 2.5-3 PIB por Clase de Actividad Económica

Desde la nacionalización del cobre en 1971, Chile ha aumentado su producción, sin embargo existe una tendencia a realizar este aumento en forma mesurada dado que las reservas de mineral no son renovables, y si bien el explotar dichas reservas en corto plazo puede ser muy atractivo y de alta rentabilidad, esto debe ser balanceado con el objetivo de extender el respaldo financiero que la minería entrega al estado de Chile, dado que no se ven a la fecha otros negocios que

puedan sustituir dicho respaldo a nivel Estatal. La estrategia de extracción se encuentra directamente relacionada con el precio de la libra de cobre dado que, a variaciones de éste, se prioriza la extracción en un sector donde la ley de cobre permita obtener resultados económicos favorables. Es así como cada mina debe adecuar su programación de extracción para que a bajos valores de precios de mercado se puedan extraer minerales de mejor ley, dejando sectores de menor ley en depósitos artificiales para los períodos de recuperación del precio.

Producto Interno Bruto por Clase de Actividad Económica (miles de millones de pesos)													
Actividad Económica	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agropecuario-silvícola	1.773	1.876	2.165	2.328	2.551	2.712	2.739	3.030	3.358	3.346	3.759	4.010	4.613
Pesca	385	377	431	591	535	405	428	509	631	669	556	475	958
Minería	4.266	7.565	10.002	16.943	18.574	13.165	12.670	17.743	18.071	16.621	15.284	16.514	14.151
Industria Manufacturera	8.730	9.457	9.712	10.440	10.840	10.506	10.892	12.005	13.295	13.546	14.401	16.615	17.117
Electricidad, Gas y Agua	1.432	1.454	1.790	1.994	1.756	2.499	3.007	3.110	3.375	3.351	3.886	3.439	3.978
Construcción	3.386	3.466	3.855	4.576	5.230	6.891	7.197	7.556	8.370	9.533	10.713	10.686	11.865
Comercio, Restaurantes y Hoteles	4.840	5.484	6.361	7.114	7.860	9.166	8.841	10.403	11.478	12.931	13.924	14.299	16.451
Transporte	3.514	3.937	4.086	4.160	4.253	4.463	4.163	4.825	4.679	5.340	5.316	6.226	7.627
Comunicaciones	1.180	1.262	1.369	1.547	1.733	1.857	1.981	2.206	2.381	2.647	2.774	2.660	2.307
Servicios Financieros y Empresariales	7.668	8.858	10.346	11.764	14.243	16.312	17.166	18.742	21.525	24.155	26.199	28.058	29.310
Servicios de Vivienda	2.979	3.135	3.409	3.695	4.065	4.601	4.750	5.302	5.947	6.666	7.030	7.582	8.449
Servicios Personales (1)	5.834	6.270	6.768	7.454	8.335	9.503	10.563	11.874	13.110	14.122	15.447	17.164	18.886
Administración Pública	2.242	2.412	2.710	3.005	3.329	3.809	4.410	4.864	5.184	5.619	6.204	6.743	7.598
Impuesto al Valor Agregado (IVA)	3.889	4.513	5.318	5.835	6.440	7.387	7.174	8.194	9.348	10.361	11.042	12.001	13.086
Derechos de Importación	526	481	562	573	686	573	464	644	651	693	678	714	737
Producto Interno Bruto	52.643	60.547	68.883	82.018	90.429	93.848	96.444	111.008	121.403	129.601	137.212	147.185	157.131
%Minería / PIB	8,1%	12,5%	14,5%	20,7%	20,5%	14,0%	13,1%	16,0%	14,9%	12,8%	11,1%	11,2%	9,0%

Tabla 2.5-2 PIB por clase económica

## 2.5.5 Participación de Chile en la producción mundial de cobre

En el gráfico Gráfico 2.5-4 Producción de Cobre en Chile y el Mundo, se muestra la participación de la producción de cobre de Chile con respecto a la producción mundial y como esta ha evolucionado, aumentando gradualmente su participación a lo largo del tiempo llegando actualmente a representar un 30%.

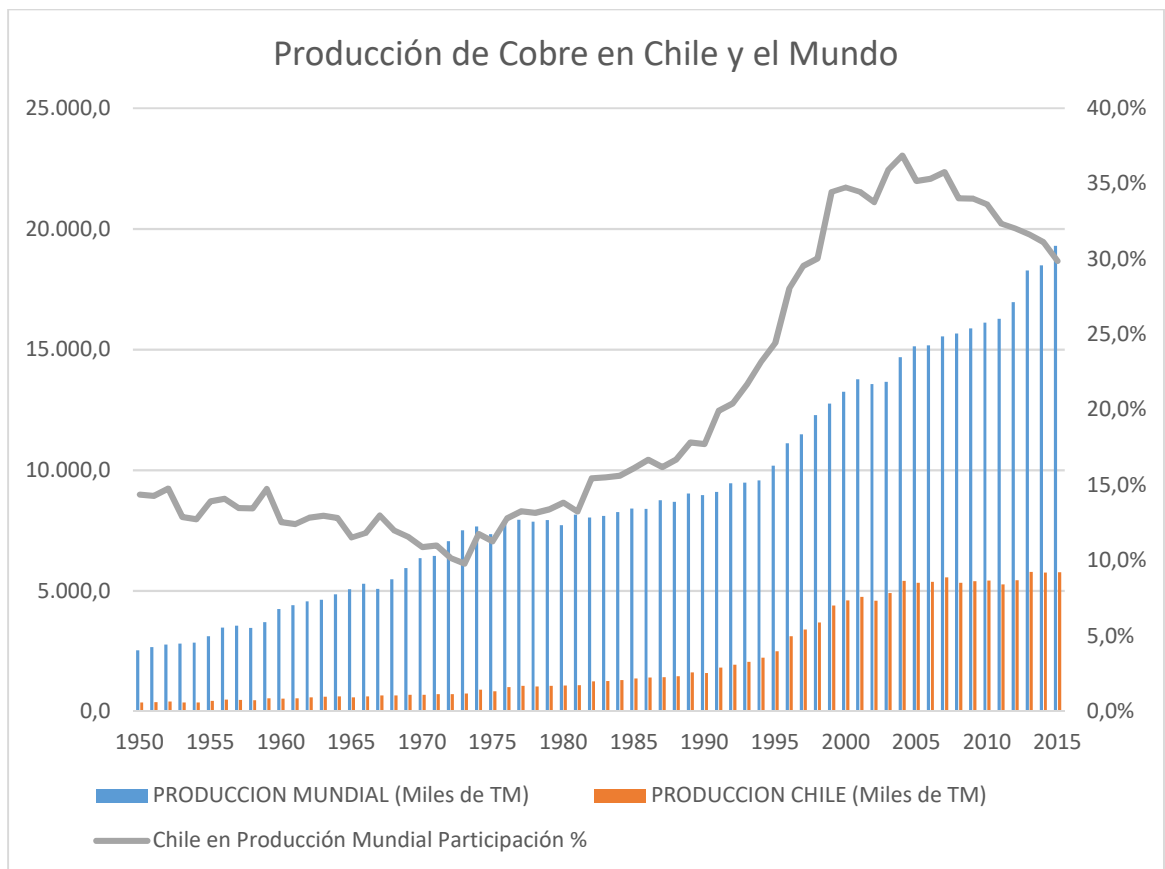


Gráfico 2.5-4 Producción de Cobre en Chile y el Mundo

Codelco representa aproximadamente un 30% de la producción chilena (9 a 10% mundial) y ha exhibido un menor crecimiento con respecto a las mineras con inversiones externas dado que el nacimiento de nuevas minas con capitales extranjeros.

A nivel nacional, si bien Codelco ha aumentado su producción de cobre fino, el porcentaje de participación ha disminuido.

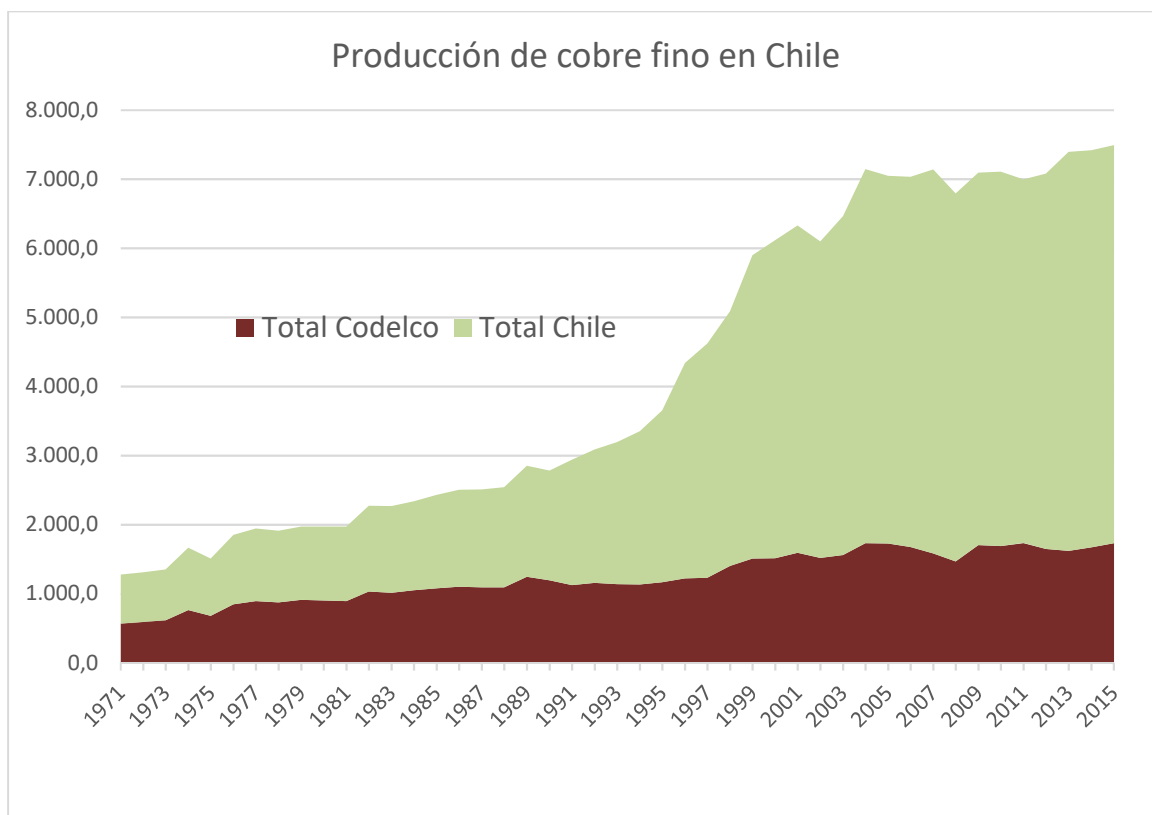


Gráfico 2.5-5 Producción de cobre fino en Chile

Si se observa detenidamente el Gráfico 2.5-5, se podrá observar el gran crecimiento desarrollado desde el año 1994 en Chile, en donde ingresaron grandes inversionistas internacionales provenientes de Canadá, EEUU, Japón y Australia, creando mineras como El Abra, Zaldívar, Cerro Colorado, Quebrada Blanca y Michilla sólo en 2 años. Luego en el año 1997-1998 comienza la operación de la minera estatal Radomiro Tomic, lo cual permitió superar la crisis financiera asiática, que amenazó reduciendo las exportaciones. A pesar de esto, Codelco aportó al fisco 1.011 MUS\$ (nominales) el año 1997 y 355 MUS\$ el año 1998, principalmente dada la baja de la libra de cobre de un 30%.

## 2.6 Participación de los Yacimientos de Codelco

En la tabla Tabla 2.6-1 Producción de Cu fino en Codelco, se muestra la cantidad de cobre fino de cada uno de los yacimientos propios de Codelco, en amarillo se destacan los dos yacimientos cuya operación se inició en la última década

(Gabriela Mistral y Ministro Hales). También en amarillo se destacan las producciones del Abra y de Anglo American Sur que le corresponden a Codelco acorde a su porcentaje de participación en dichas empresas.

Es importante destacar la disminución experimentada en la producción de cobre fino de Codelco Norte, lo que se asocia a disminuciones de la ley de cobre en el mineral y que tiene por consecuencia mayores costos de operación.

Produccion de Cu Fino (kt)														
	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Chuquicamata	309	340	339	356	443	528								
Radomiro Tomic	316	327	380	428	470	375								
<b>CODELCO NORTE</b>	<b>624</b>	<b>668</b>	<b>719</b>	<b>784</b>	<b>913</b>	<b>904</b>	<b>875</b>	<b>755</b>	<b>896</b>	<b>941</b>	<b>965</b>	<b>983</b>	<b>907</b>	<b>894</b>
Gabriela Mistral	125	121	128	133	118	117	148	68						
Ministro Hales	238	141	34		0									
Salvador	49	54	54	63	69	76	65	43	64	81	78	75	80	73
Andina	224	232	237	250	234	188	210	220	218	236	248	240	236	219
El Teniente	471	455	450	417	400	404	404	381	405	418	437	436	339	334
<b>Total Codelco Propio</b>	<b>1732</b>	<b>1672</b>	<b>1622</b>	<b>1647</b>	<b>1735</b>	<b>1689</b>	<b>1702</b>	<b>1466</b>	<b>1583</b>	<b>1676</b>	<b>1728</b>	<b>1733</b>	<b>1563</b>	<b>1520</b>
El Abra	72	82	76	75	61	71	80	81	81	107	103	107	111	110
Anglo American Sur	88	87	94	36										
<b>Total Codelco Otros</b>	<b>160</b>	<b>169</b>	<b>170</b>	<b>111</b>	<b>61</b>	<b>71</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>107</b>	<b>103</b>	<b>107</b>	<b>111</b>	<b>110</b>
<b>Total Codelco</b>	<b>1891</b>	<b>1841</b>	<b>1792</b>	<b>1758</b>	<b>1796</b>	<b>1760</b>	<b>1782</b>	<b>1548</b>	<b>1665</b>	<b>1783</b>	<b>1831</b>	<b>1840</b>	<b>1674</b>	<b>1630</b>
<b>Codelco Antiguo</b>	<b>1368</b>	<b>1410</b>	<b>1460</b>	<b>1514</b>	<b>1617</b>	<b>1572</b>	<b>1554</b>	<b>1399</b>	<b>1583</b>	<b>1676</b>	<b>1728</b>	<b>1733</b>	<b>1563</b>	<b>1520</b>

Tabla 2.6-1 Producción de Cu fino en Codelco

### 3.1 Planificación de Inversiones en Codelco

El Ministerio de Desarrollo Social (MDS) y la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), en cumplimiento del artículo 13° del DL N° 1.350/76, Ley de Codelco, emiten las Normas para la Presentación de Antecedentes de Proyectos de Inversión por parte de Codelco-Chile. Estas normas se aplican a los antecedentes de los proyectos que presenta para su aprobación. Para ello el MDS-COCHILCO emiten anualmente el documento “NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CODELCO-CHILE”.

Se entiende como proyecto de inversión a la decisión para estudiar, crear, reponer o ampliar capacidad de generación de bienes y/o servicios, o cerrar operaciones, coherente desde un punto de vista técnico y económico y que puede lograr el objetivo propuesto sin requerir de otras inversiones.

Los proyectos en general deben cumplir las etapas de pre-inversión que correspondan, antes de avanzar a la etapa de ejecución. En particular, los proyectos de complejidad y monto significativos, previo a la incorporación a la cartera de proyectos de Codelco, deben salvar satisfactoriamente las siguientes etapas pre-inversionales:

- Generación y Análisis de la idea del Proyecto.
- Estudio a nivel de Perfil.
- Estudio de Prefactibilidad (con ingeniería conceptual incluida).
- Estudio de Factibilidad (con ingeniería básica incluida).

En general, las inversiones de Codelco son necesarias en 3 situaciones, ellas son para:

- Mantener operativa la situación actual

- Aumentar la capacidad de extracción utilizando y complementando la infraestructura existente.
- Generar una nueva infraestructura de alta inversión, buscando el máximo aprovechamiento factible técnico y económico de la infraestructura existente, que permita incorporar a la explotación minera reservas disponibles, no factibles de recuperar con la infraestructura existente en las condiciones en que esta se encuentra.

Considerando lo anteriormente indicado, para cada uno de los yacimientos mineros, Codelco realiza una proyección de los posibles escenarios del negocio en un horizonte de 25 años, es decir prepara lo siguiente:

- Casos o Escenarios Base o de Referencia, los que consisten en proyectar el negocio con inversiones de mantenimiento de las operaciones actuales, cumpliendo las normativas legales y ambientales, considerando en ellas inversiones que involucren principalmente lo siguiente:
  - Exploraciones en las cercanías de la ubicación del yacimiento.
  - Reemplazos de equipos con vida útil terminada
  - Reparación o reposición de infraestructura que se pierde producto de la operación existente y que es necesario reponer (por ejemplo el Sistema de Traspaso de Andina).
  - Adecuar capacidades de depósitos de relaves mediante peraltes, acorde con el avance de la extracción y procesamiento de minerales sulfuros
  - Adecuar botaderos de ripios en explotaciones a Rajo abierto.
  - Continuar explotación de áreas en minas subterráneas (caso El Teniente), reemplazando sectores agotados
- Escenarios de desarrollo factibles, que proyecten aumentos en la capacidad de extracción y/o producción, con inversiones que involucren cambios en la planta e infraestructura existente asociadas a este aumento (ejemplo proyecto Expansión extracción Andina).

- Escenarios de desarrollo factibles que consideran infraestructura nueva, complementaria a la existente, para incorporar *la extracción de nuevas reservas*, para reemplazar a las que se encuentran en proceso de agotamiento y *sin lo cual el yacimiento iría disminuyendo su producción hasta cero* (ejemplos son la mina El Teniente, mina Chuquicamata, Radomiro Tomic y El Salvador).

La administración de cada una de las Divisiones de Codelco, que explotan los yacimientos, son las responsables de realizar los estudios para evaluar la factibilidad técnico-económica de los escenarios en cada uno de ellos. Dichos estudios se presentan al Ministerio de Desarrollo Social y Cochilco (MDS-COCHILCO, solicitando aprobación para las distintas etapas de estudios, hasta concluir la ejecución del proyecto si se demuestra su factibilidad técnico-económica.

Lo anterior permite disponer de información, con bastante certeza, de los requerimientos de inversión de Codelco para el próximo quinquenio (próximos 5 años, incluyendo el año en curso).

### **3.2 Inversión de Codelco en la última década**

Las inversiones ejecutadas por Codelco en la última década, experimentaron un notable aumento concordante con el periodo de auge de la minería del cobre por los altos precios que se produjeron, lo que tuvo una incidencia importante en la economía nacional porque además de generar grandes aportes al estado de Chile, generó empleos y contratación de Bienes y Servicios. Son Notables los montos de inversión en el último Quinquenio 2011-2015.

En el alto monto de inversiones entre los años 2005 y el año 2013, está relacionado con las inversiones correspondientes a la Mina Gabriela Mistral que inició sus operaciones el 2008 y a la ejecución del Proyecto yacimiento Ministro Hales, que inició sus operaciones en el año 2013, ambos considerados como estructurales dentro del contexto de Codelco.

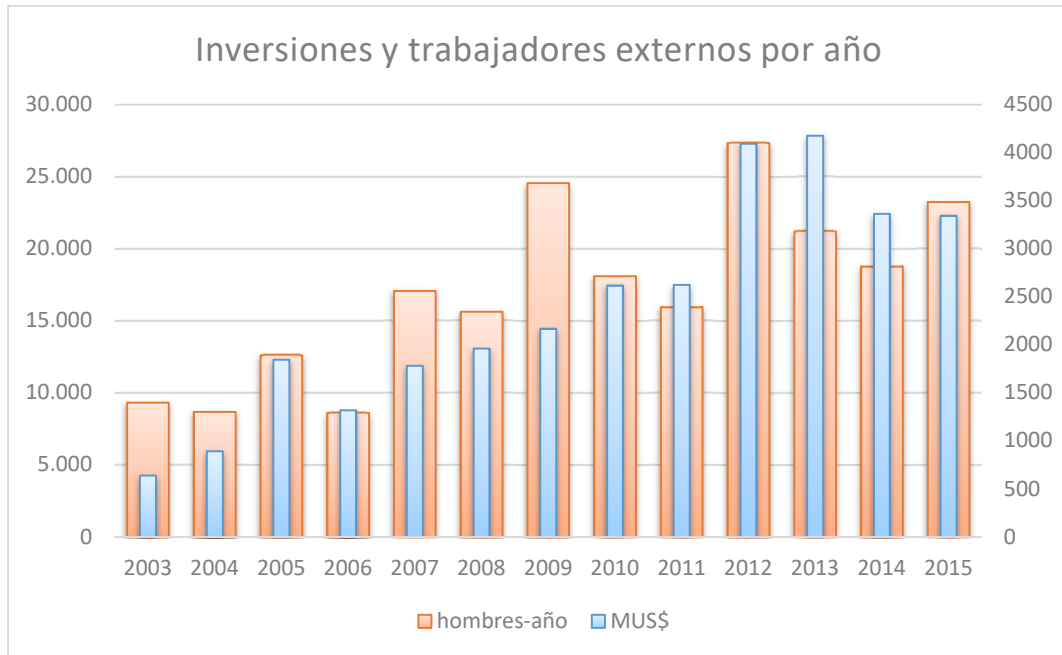


Gráfico 3.2-1 Inversiones y trabajadores externos por año

INVERSIONES CODELCO		Trabajadores Externos
Año	MUS\$	hombres-año
2003	639	9.320
2004	893	8.683
2005	1.845	12.601
2006	1.319	8.620
2007	1.783	17.079
2008	1.962	15.627
2009	2.167	24.556
2010	2.617	18.103
2011	2.625	15.956
2012	4.093	27.347
2013	4.178	21.214
2014	3.364	18.778
2015	3.343	23.250

Tabla 3.2-1 Inversiones y trabajadores externos de Codelco por año

### 3.3 Proyectos de Continuidad Operacional

Una de las situaciones en las que se requiere inversión en minas que se encuentran en operación normal, se refiere a aquellas que son necesarias para que la empresa pueda mantener su operación, como también a adecuarse a los cambios del mineral, en lo principal, se describen a continuación:

#### 3.3.1 Aumento de Capacidad de Tranques de relaves.

La recuperación de cobre de minerales sulfuros se realiza mediante el proceso de Flotación en el que se separan las partículas con cobre constituyendo el concentrado de cobre, de aquellas que no lo tienen y que conforman los relaves, los que en cantidad corresponden alrededor del 97% del mineral extraído y que están contaminados con reactivos usados en el proceso.



*Ilustración 3.3-1 Canal de relaves de El Teniente*

Estos relaves se transportan por canales, que recorren varios kilómetros hasta un tranque. La Ilustración 3.3-1 Canal de relaves de El Teniente se obtuvo en el sector de Maitenes, canal que recorre del orden de 60 km desde Colón hasta Carén.

La selección de un lugar para formar un tranque se realiza de manera que permita almacenar los relaves de la mina por un largo período, el actual tranque utilizado por la mina El Teniente es el de Carén en la zona de Melipilla y operando desde 1987.

El muro de contención de relaves se construye por etapas sucesivas, los aumentos de altura (peraltes) permiten ir prolongando la vida del tranque entre 5 y 10 años por etapa. Previo a cada etapa de aumento de capacidad, se valida o verifica la factibilidad técnica de la obra. Gran parte de las aguas que recibe del tranque, pueden ser recuperadas como aguas claras y se derivan al estero Carén, originario del lugar.

En consecuencia, para mantener un tranque de relaves, es necesario realizar continuas etapas de peralte del muro.

### **3.3.2 Reemplazo de Camiones, palas de extracción de mineral**

Los camiones y palas utilizados en la extracción de mineral son de alto valor y deben ser reemplazados al término de su vida útil, aprovechando en cada oportunidad de seleccionar los equipos con la mejor tecnología y capacidad. Esto constituye un ítem importante en las inversiones anuales de Codelco.

### **3.3.3 Medio Ambiente**

El cobre en minerales sulfuros está mezclado con fierro y azufre, del cual, como resultante de la eliminación del azufre en el proceso de fundición se obtiene el gas SO<sub>2</sub>, del cual existen normativas de las cantidades máximas que pueden ir al medio ambiente, por lo que las fundiciones deben abatir dicho gas y transformarlo en ácido sulfúrico por medio de una plata.

El mineral que se extrae de la mina es diferente en cada yacimiento, como también pueden existir diferencias entre zonas del yacimiento, en particular relacionado con el medio ambiente, existen elementos contaminantes que deben ser eliminados, entre los cuales se encuentra el arsénico, el que es monitoreado en los gases que emite la Fundición y se adicionan medidas de mitigación. Lo anterior requiere inversiones en monitoreo y plantas para tratar estos contaminantes. Las exigencias en normativas que regulan emisiones gaseosas se encuentran actualmente en incremento y se perciben mayores controles de la autoridad, por lo que es necesario analizar e invertir en el control de estas cumpliendo la legislación vigente.

#### **3.3.4 Desarrollos minas subterráneas**

La extracción de mineral en la minería subterránea se realiza siguiendo una secuencia de preparación de área a tratar, actividad que consiste en hacer desarrollos y construcciones, y posteriormente el hundimiento de los bloques seguido de la extracción de mineral. Por esta razón y dado que los desarrollos se realizan para producciones futuras, el cargo al costo es diferido en el tiempo, es decir, se cargan al costo cuando la extracción ocurre.

#### **3.3.5 Acondicionamiento de botaderos de ripios**

La minería a Rajo abierto requiere en forma permanente lugares para el depósito de los ripios de su proceso, en forma similar a lo que ocurre con los tranques de relaves, no obstante se trata de una inversión y complejidad bastante menor.

### **3.4 Proyectos estructurales**

Los Proyectos Estructurales, son aquellos que pertenecen al ámbito que requiere generar una infraestructura nueva o complementaria a la existente con alto nivel

de inversiones, lo que se demanda para generar la explotación de un nuevo yacimiento (casos Gabriela Mistral y Ministro Hales) o para prolongar la vida del yacimiento existente por un periodo largo, permitiendo extraer reservas del mineral remanentes en el yacimiento o en las cercanías de éste.

En Codelco existen actualmente aspiraciones de ampliaciones importantes de extracción de mineral, asociada con infraestructura e incorporación de nuevas plantas requeridas para su procesamiento, lo cual constituyen Proyectos Estructurales como es el Caso de la Expansión Andina Fase II a 244.000 tpd.

En la actualidad, todos los yacimientos antiguos de Codelco se encuentran en un periodo que requiere altas inversiones, es decir, necesitan de la ejecución de un Proyecto Estructural, situación que se describe a continuación:

### **3.4.1 Yacimiento Chuquicamata (CHUQUI NORTE)**

La División Chuquicamata tiene en explotación dos yacimientos ellos son: CHUQUI NORTE cuya extracción es de minerales sulfurados, y CHUQUI SUR, cuya extracción es de minerales oxidados. Lo que a continuación se describe corresponde a CHUQUI NORTE.

Las operaciones de la Mina a Rajo Abierto de Chuquicamata se iniciaron en el año 1915, y después de 100 años de extracción de mineral, la zona mineralizada remanente se encuentra a una profundidad cercana o superior a los 1.000 metros, y si bien *las reservas disponibles a más bajo nivel son cuantiosas*, continuar su extracción por la vía de Rajo Abierto generaría costos muy altos por la necesidad de remover gran cantidad de material estéril y transportarlo a grandes distancias.

Por otra parte, y más importante aún, continuar explotando el rajo generaría gran dificultad para mantener un talud estable, es decir, aumenta el riesgo de deslizamientos, pudiendo suceder algo similar a lo ocurrido en el yacimiento BIGHAM CANYON en UTAH, Estados Unidos, el 18 de abril del 2013, yacimiento similar a Chuqui-Norte en donde ocurrió un deslizamiento de material del orden de 160 millones de toneladas a una velocidad entre 100 y 150 km/hora. Para

dimensionar la cantidad de material desplazado, ésta equivale al total de la extracción de mineral que la División El Teniente remueve en tres años.

Se ha considerado pertinente mostrar el caso del deslizamiento de Bigham Canyon, dado que este yacimiento inició su explotación en el año 1906, es decir, 9 años antes que Chuquicamata y la empresa Kenecoth Corporation fue la que desarrollo ambos yacimientos. Por otra parte, en Chuquicamata se han detectado grietas en los alrededores del rajo, que pueden anticipar que algo similar pudiera ocurrir allí

El monitoreo permanente realizado a grietas y movimientos del macizo rocoso realizado en Bigham Canyon, permitió evacuar oportunamente la Mina, evitando pérdidas de vidas humanas y generando sólo altos daños materiales.

A continuación, se muestra en imágenes lo sucedido en el yacimiento Bigham Canyon, tanto antes del deslizamiento como los resultados de éste y posteriormente las grietas observadas en Chuquicamata.



*Ilustración 3.4-1 Bigham Canyon Antes Del Deslizamiento (Slide)*



*Ilustración 3.4-2 Deslizamiento (Slide) En Bigham Canyon 13-04-2013*



*Ilustración 3.4-3 Deslizamiento (Slide) En Bigham CANYON 13-04-2013*



*Ilustración 3.4-4 Imágenes de grietas a 200 metros del borde del Rajo Chuquicamata Norte (01-2016)*

Las consultas realizadas a profesionales de geología indican que todas las grietas encontradas en Chuquicamata, zona de la ex Gerencia Mina, están siendo monitoreadas.

La solución natural propuesta para el yacimiento Chuquicamata (CHUQUI NORTE), fue explorar la factibilidad de continuar la explotación del yacimiento por la vía subterránea, es decir, generar túneles de acceso, para extraer el mineral desde abajo, con una metodología de hundimiento similar a la que se usa en el yacimiento El Teniente. Lo anterior dio origen al Proyecto Estructural Chuquicamata Subterráneo cuyos antecedentes se muestran en la tabla Tabla 3.4-1 Proyecto estructural Chuquicamata subterráneo.

El seguimiento al desarrollo de este proyecto, a través de la información que se muestra en las memorias de Codelco, entre el año 2010 al 2015, se muestra en la tabla Tabla 3.4-2 Seguimiento Proyecto Chuquicamata Subterráneo:

PROYECTO ESTRUCTURAL CHUQUICAMATA SUBTERRANEO	
INVERSION TOTAL	MUS\$ 4.200
- obras tempranas (ejecutadas)	MUS\$ 894
- Proyecto (en ejecución)	MUS\$ 3.306
- Inicio obras tempranas	Año 2015

- Inicio ejecución proyecto	Año 2016
RESERVAS	2.020 Mt mineral
LEY Cu	0,73% (estimación autor)
Extracción de Mineral	140.000 tpd (t por día)
Método extracción	Block Caving
Producción de Cu Fino	320.000 tpa (t por año)
Producción de Mo	15.000 tpa
Inicio de producción	Año 2019
Vida útil proyectada I	40 años
Desarrollo del proyecto	Acorde a Programa, sin inconvenientes

*Tabla 3.4-1 Proyecto estructural Chuquicamata subterráneo*

SEGUIMIENTO PROYECTO CHUQUICAMATA SUBTERRANEO	
Año	Descripción de avances
2010	<p>En etapa de Prefactibilidad</p> <p>En septiembre de 2010, se obtiene la autorización ambiental para su ejecución</p>
2011	<p>A fines de octubre se autoriza inicio Obras tempranas, de un monto autorizado de MUS\$ 875, con una ejecución en 2 años y que corresponden a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Túneles de accesos de personal y para transporte de mineral a planta</li> <li>- Desarrollos para inyección aire fresco y extracción de aire(usado)</li> <li>- Desarrollos para infraestructura.</li> </ul> <p>Se avanza en la Factibilidad del proyecto para terminarla en abril del año 2013.</p>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Factibilidad en fase final</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inicio de túneles de acceso de personal y transporte (obras tempranas)</li> <li>▪ Se Preparan antecedentes para respaldar construcción</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Termina Estudio de Factibilidad en fase final</li> <li>▪ Obras tempranas continúan en ejecución</li> <li>▪ Se obtiene recomendación favorable de MDS – COCHILCO para la ejecución del proyecto</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El 18 de diciembre se aprueba inversión para la ejecución del proyecto</li> <li>▪ Las Obras Tempranas continúan en ejecución y el avance a diciembre del 2014 es de un 92,4%</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se avanza en túneles de acceso y desarrollos interior mina</li> </ul>

*Tabla 3.4-2 Seguimiento Proyecto Chuquicamata Subterráneo*

El desarrollo de este proyecto se observa sin inconvenientes y sin grandes cambios en su planificación y, según la información y antecedentes recopilados se encuentra y se concluye que su ejecución no ha sido alterada.

### **3.4.2 Yacimiento Radomiro Tomic**

El yacimiento Radomiro Tomic inició sus operaciones el año 1998, y dada la gran cantidad de minerales óxidos en la zona superficial, se construyó una infraestructura de planta que permitiera recuperar el cobre por la vía de Extracción por solventes (SX) y procesamiento posterior en una planta de Electroobtención (EO), produciendo cátodos.

En la actualidad y después de casi 20 años de operación, las reservas de minerales óxidos se están agotando, esperando su término de operaciones el año 2019 o antes.

Bajo las reservas de óxidos se encuentran importantes reservas de sulfuros de cobre, lo que da origen al *Proyecto Estructural Explotación Sulfuros Radomiro Tomic*. En una primera Fase, terminada el año 2010, aprovechando la disponibilidad de la Planta Concentradora de Chuquicamata, se amplía la planta de Chancado en 100.000 tpd y se desarrolla un transporte de mineral a Chuquicamata, lo que se realizó en 24 meses con una inversión de MUS\$ 370.

A Futuro, la Planta de Chuquicamata volverá a procesar mineral propio proveniente de la mina Subterránea y Radomiro Tomic deberá generar una planta e infraestructura propia para el proceso de sus reservas, lo que da origen a la FASE II de Radomiro Tomic Sulfuros, cuyos antecedentes se resumen en la Tabla 3.4-3 Proyecto Estructural Radomiro Tomic Sulfuros:

PROYECTO ESTRUCTURAL RADOMIRO TOMIC SULFUROS	
INVERSION TOTAL	MUS\$ 4.200
RESERVAS	2.800 Mt mineral
LEY Cu	0,51%
Extracción de Mineral	200.000 tpd (t por día)
Método extracción	Rajo Abierto
Producción de Cu Fino	300.000 tpa (estimación autor)
Producción de Mo	No definido
Inicio de producción	No definido
Vida útil proyectada	36 años (estimación autor)
Desarrollo del proyecto	No definido, no hay inversiones aprobadas ni solicitudes de éstas.

*Tabla 3.4-3 Proyecto Estructural Radomiro Tomic Sulfuros*

La recuperación del cobre de minerales sulfuros en Radomiro Tomic, requiere implementar el proceso de recuperación vía FLOTACION, lo que demandará fuertes inversiones en:

- Ampliar Planta de Chancado (a 200.000 tpd)
- Construir una planta de Molienda
- Construir una planta concentradora
- Adecuar el suministro de energía eléctrica a los nuevos requerimientos.
- Definir una solución para el alto requerimiento de agua industrial, que, en forma similar a las empresas del sector de Sierra Gorda, debiera ser obtenido mediante la impulsión de agua de mar desde la costa y la desalinización posterior de ésta para su utilización en la planta.
- Definir la disposición de los relaves, conducción por canal a un tranque de depósito de relaves. Originalmente y hasta el año 2010, se planeaba construir un tranque de relaves aguas abajo de la futura planta concentradora, pero a partir del año 2011 se considera la utilización del tranque de relaves Talabre de Chuquicamata, para lo cual se deben considerar en los peraltes futuros los aportes de relaves de los minerales de Radomiro Tomic.

Este Proyecto Estructural en su Fase II, demandará altas inversiones para las obras arriba indicadas, en particular con un sistema de impulsión de agua de mar que debe llegar a una cota del orden de 2.600msnm, con un alto caudal.

El financiamiento para la ejecución de este proyecto no ha sido aprobado a esta fecha, pero se encontraba en el plan de inversiones de Codelco para el Quinquenio, atrasado respecto a las expectativas de años anteriores.

Respecto de los costos unitarios, tal como se mencionó anteriormente, el proceso de recuperación de cobre de minerales sulfuros es mayor que el de recuperación

de cobre de minerales óxidos, además de requerir grandes cantidades de agua, que al impulsarla desde la costa, tendrá un costo elevado en energía eléctrica.

El seguimiento al desarrollo de este proyecto, a través de la información que se muestra en las memorias de Codelco, entre el año 2010 al 2015, se muestra en la Tabla 3.4-2 Seguimiento Proyecto Chuquicamata Subterráneo:

SEGUIMIENTO PROYECTO RADOMIRO TOMIC SULFUROS	
Año	Descripción de avances
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finaliza Proyecto Explotación Sulfuros Radomiro Tomic etapa I, con procesamiento en Planta Chuquicamata.</li> <li>- Estudio de Prefactibilidad Sulfuros Radomiro Tomic etapa II en desarrollo</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de Prefactibilidad Fase II en etapa final, se programa terminarlo en abril del 2012.</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicio Estudio de Factibilidad</li> <li>- Se obtienen servidumbres para impulsión agua de mar y desalinización</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se concluye factibilidad</li> <li>- Se avanza en compra de terrenos para futuras instalaciones</li> <li>- Evaluación ambiental en proceso</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se avanza en Ingeniería de detalle</li> <li>- Se avanza en tramitación ambiental, Preparación de adenda 3</li> <li>- Se trabaja en saneamiento para planta concentradora</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se avanza en Ingeniería de detalle</li> <li>- Se avanza en tramitación ambiental, Se presenta adenda 3</li> </ul>

Tabla 3.4-4 Seguimiento Proyecto Radomiro Tomic Sulfuros

En el actual escenario se ve poco probable que este proyecto pueda ejecutarse, considerando que se requiere un valor del precio del cobre elevado para generar rentabilidad, sus elevados niveles de inversiones, con escaso aprovechamiento de la infraestructura actual y con leyes de cobre de 0,51% en minerales sulfuros. Por otra parte, ejecutada la fase I, la posibilidad de seguir aportando mineral de sulfuros de cobre a Chuquicamata, pasa a ser un buen respaldo para dar continuidad y plena ocupación de la Planta concentradora de Chuquicamata.

### **3.4.3 Yacimiento El Teniente**

La explotación del yacimiento El Teniente se inició en el año 1906, se definió la extracción de mineral por la vía subterránea, para lo cual se construyó una planta concentradora en Sewell, bajo la cota 2.500 msnm, y un túnel de acceso hacia la mina (nivel Teniente 5), tanto para el personal, como para el transporte del mineral de la mina a la Planta Sewel. El concentrado producido se destinaba a Caletones que está a una cota cercana a los 1600 msnm. La extracción de mineral alrededor del año 1970 era de 30.000 tpd.

En la década de 1960 a 1970 se desarrolló el primer gran plan de expansión construyendo una nueva planta concentradora en Colón para procesar 25.000 tpd adicionales y se construyó un acceso único vía ferrocarril por el túnel Teniente 8 para personal y transporte de mineral desde Colón Alto a la Mina. Posteriormente se hicieron nuevas ampliaciones en planta y se realizaron cambios en el uso del túnel teniente 8 dejándolo exclusivamente para transporte mineral para lograr así la extracción actual total de 137.000 tpd (incluyendo Sewell).

La construcción del túnel Teniente 8 hace casi 50 años, que corresponde a la cota 2.000 metros sobre el nivel del mar, permitió extraer las reservas sobre ese nivel, pero éstas ya están próximas a agotarse y si no se desarrolla una infraestructura para acceder a reservas bajo ese nivel, el yacimiento iniciará una caída en su extracción hasta agotarse en unos 15 años más.

En Consecuencia, se iniciaron los estudios para desarrollar un nuevo acceso que permita sacar las reservas de mineral bajo la cota del teniente 8 y aquellas que

están sobre el teniente 8 pero que no pueden ser extraídas por él, dando con ello origen al Proyecto Estructural Nuevo Nivel Mina, que permitirá prolongar la vida el yacimiento por 50 años más.

El Proyecto estructural Nuevo Nivel Mina, permite entonces desarrollar el nuevo acceso a la mina y crear toda la infraestructura complementaria. La ejecución del proyecto fue aprobada, pero en su desarrollo ha tenido serias dificultades técnicas, lo que ha originado un desplazamiento estimado actualmente en 5 años para el inicio de operaciones. Esto cambia el programa de requerimiento de inversiones para este proyecto, suspendiendo el desarrollo de obras en ejecución. Los antecedentes de este proyecto se muestran en la Tabla 3.4-5 Proyecto Estructural Nuevo Nivel Mina

PROYECTO ESTRUCTURAL NUEVO NIVEL MINA	
INVERSION TOTAL	3.343 MUS\$
RESERVAS	2.020 Mt mineral
LEY Cu	0,86%
Contenido Mo	220 ppm
Extracción de Mineral	137.000 tpd – (con posible expansión a 180.000 tpd)
Método extracción	Block Caving - Subterráneo
Producción de Cu Fino	430.000 tpa
Inicio de producción original	Año 2017
Inicio de producción actual	Año 2022
Vida útil proyectada	50 años
Desarrollo del proyecto	Ralentizado.

*Tabla 3.4-5 Proyecto Estructural Nuevo Nivel Mina*

SEGUIMIENTO PROYECTO NUEVO NIVEL MINA	
Año	Descripción de avances
2010	- Se desarrolla estudio de Factibilidad para finalizarlo abril 2011.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se continúan Obras Tempranas "Rampa salida de emergencia" y "Accesos Principales"</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se autoriza inicio ejecución Proyecto Nuevo nivel Mina</li> <li>- Se proyecta inicio de producción el año 2017 con un ramp up de 12 años.</li> <li>- Se inicia construcción de túneles principales para transporte de personal y para transporte de mineral desde la mina</li> <li>- Se continúa con desarrollo de obras tempranas plataforma Confluencia y rampa salida emergencia con proyección para finalizar el año 2012</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se continúa con el desarrollo de ingeniería de detalles</li> <li>- Se adquieren suministros</li> <li>- Se finalizan las obras tempranas de plataforma Confluencia y rampa desde Teniente 7 al nivel de producción Nuevo Nivel Mina</li> <li>- Se aprueba camino Confluencia a Maitenes</li> <li>- Se realiza primera tronadura para construcción de túneles</li> <li>- Se trabaja en construcción de puente sobre rio Coya en Confluencia.</li> <li>- Se avanza en obras mineras interior mina</li> <li>- Se avanza en obras Confluencia - Colón</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se cambia inicio al 2018 con 100% preacondicionamiento</li> <li>- Se avanza en desarrollo de túneles</li> <li>- Se continúa con el desarrollo de adit de ventilación</li> <li>- Se continúan obras camino Confluencia-Maitenes</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto en ejecución continua desarrollo de obras interior mina</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se atrasa ejecución del proyecto para responder a inconvenientes de condiciones geomecánicas y requerimientos de ajustes de ingeniería</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se proyecta inicio de producción para el 2022</li> </ul>

*Tabla 3.4-6 Seguimiento Proyecto Nuevo Nivel Mina*

El avance del proyecto ha tenido fuertes inconvenientes generando un atraso de 5 años en las expectativas de inicio de producción. Dicha situación afecta al programa de inversiones comprometido para el Quinquenio, como también a los programas de producción. Con respecto a la producción, la División El Teniente está desarrollando proyectos que recuperan reservas al extender explotación de los sectores actuales. No se dispone de información para evaluar los efectos del atraso del proyecto.

#### **3.4.4 Yacimiento Andina**

El Yacimiento Andina tiene grandes reservas de mineral, por lo que se ha generado el Proyecto Andina Fase I que permitió aumentar la capacidad de extracción en 20.000 tpd, pasando de 74.000 tpd a 94.000 tpd., con una inversión de MUS\$ 1.134, incorporando a la mina subterránea lo siguiente:

- Una línea de chancado
- Molienda unitaria
- Flotación

Durante 2010 se continúan los estudios de Factibilidad de la Fase II para aumentar 150.000 tpd en extracción de mineral, con miras a llegar a 244.000 tpd., por lo que se debe aumentar toda la línea productiva acorde con dicho aumento.

El seguimiento al desarrollo de este proyecto, a través de la información que se muestra en las memorias de Codelco, entre el año 2010 al 2015, se muestra a en la Tabla 3.4-7 Seguimiento Proyecto Andina FASE II a 244.000 tpd.

SEGUIMIENTO PROYECTO ANDINA FASE II a 244.000 tpd	
Año	Descripción de avances
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finaliza Proyecto Andina Fase I aumentado de 74.000 a 94.000 tpd la extracción de mineral</li> <li>- Se avanza en estudios para la fase II para aumentar 150.000 tpd adicionales en extracción de mineral.</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de Factibilidad Fase II avanzado</li> <li>- Se identifican Obras tempranas a ejecutarse el 2012 y 2013</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de Factibilidad Terminado</li> <li>- Ingeniería básica terminada</li> <li>- Estudio de Impacto Ambiental terminado</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avanza estudio de factibilidad y se ingresa EIA al SEA (SERVICIO EVALUACION AMBIENTAL)</li> <li>- Se solicita al SEA nuevo plazo a julio de 2014 para aclaraciones y rectificaciones</li> <li>- A la fecha no hay aprobación a Obras tempranas</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto en tramitación ambiental</li> <li>- Ingeniería básica terminada</li> <li>- Se inicia evaluación de implementación por módulos</li> <li>- Se solicita al SEA nuevo plazo para la adenda 2, a julio de 2015</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se desiste de estudio ambiental actual que considera un aumento de extracción de mineral de 150.000 tpd.</li> <li>- Se buscará proyecto con menores inversiones y menores plazos de ejecución.</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este proyecto a la fecha se encuentra sin avance, desestimando inversiones en los años próximos.</li> </ul>

Tabla 3.4-7 Seguimiento Proyecto Andina FASE II a 244.000 tpd

En el actual escenario se ve poco probable que este proyecto pueda ejecutarse, considerando el precio del cobre bajo, requerimiento de altas inversiones, y la complejidad de ejecutar un proyecto de esta envergadura en una mina subterránea operando.

En la actualidad se buscará presentar módulos de aumento de extracción con menores inversiones, menor plazo de ejecución y mayor aprovechamiento de la infraestructura actual.

Las altas inversiones de este proyecto estaban consideradas en el plan de inversiones del quinquenio, el que se verá fuertemente reducido.

#### **3.4.5 Yacimiento El Salvador**

Este Yacimiento se inició en el año 1959 y actualmente tiene agotadas todas las reservas factibles de extraer, motivo por el cual se encuentra en proceso de cierre. No obstante ello, en el año 2014 se iniciaron los estudios para una explotación de reservas remanentes del yacimiento por la vía rajo abierto a razón de 130.000 tpd. A la fecha su desarrollo o ejecución es incierto.

#### **3.4.6 Yacimiento Gabriela Mistral**

Este Yacimiento se encuentra a 120 km al sur de Calama, y el proyecto considera sólo el beneficio de los minerales oxidados. El potencial de explotación futura de minerales de sulfuros de cobre se estudiará posteriormente.

Este yacimiento es el segundo que Codelco desarrolla, después de Radomiro Tomic, y permitirá aportar cobre, disminuyendo el impacto de la pérdida de producción de yacimientos antiguos como Chuquicamata y El Salvador.

Los antecedentes de este yacimiento se presentan en la tabla Tabla 3.4-8 Proyecto Estructural Gabriela Mistral

PROYECTO ESTRUCTURAL GABRIELA MISTRAL	
Inversión Fase I finalizada el 2008	MUS\$ 1.268
Inversión fase II finalizada el año 2010 (+20.000tpd)	MUS\$ 230
Método extracción	Rajo Abierto
Producción de Cu Fino	125.000 tpa promedio 2013 a 2015
Producción Cu fino prometida	170.000 tpa cátodos EO
Inicio de producción	2008
Desarrollo del proyecto	Operando

*Tabla 3.4-8 Proyecto Estructural Gabriela Mistral*

El seguimiento al desarrollo de este proyecto, a través de la información que se muestra en las memorias de Codelco, entre el año 2010 al 2015, se muestra en la Tabla 3.4-9 Seguimiento Proyecto Gabriela Mistral

SEGUIMIENTO PROYECTO GABRIELA MISTRAL	
Año	Descripción de avances
2006	- Se autoriza ejecución del proyecto Cu Óxidos
2007	- Se completa Ingeniería de Detalles - Avance del contrato EPCM 91%
2008	- Inicio de producción
2010	- Se completa fase II

*Tabla 3.4-9 Seguimiento Proyecto Gabriela Mistral*

El proyecto ha entregado aportes importantes en cátodos de cobre, pero se encuentran lejos de las promesas del plan que eran originalmente 150.000 en la fase I y 20.000 adicionales en la fase II.

### 3.4.7 Yacimiento Ministro Hales

Este Yacimiento a 5 km al norte de Calama, en el antiguo camino a la Mina Chuquicamata, es el Proyecto Estructural que aporta nuevas reservas de minerales de cobre, principalmente sulfurados. En la ejecución del proyecto se ejecutaron inversiones para construir las siguientes plantas:

- Planta Concentradora 50.000 tpd
- Planta Tostación de Concentrados
- Planta de Acido
- Planta de Efluentes

Para iniciar la recuperación de los minerales sulfurados, fue necesario extraer los minerales óxidos superficiales, los que fueron apilados y proyectados a lixiviar entre los años 2014-2016, derivando las soluciones a la Planta de Chuquicamata para obtener sobre 20.000 t de cátodos en esos años. El mineral del yacimiento Ministro Hales tiene un alto contenido de plata, eso hará que Codelco pase a ser uno de los mayores productores de este metal a nivel mundial,

Los antecedentes de este yacimiento son los siguientes los antecedentes se indican en la Tabla 3.4-10 Proyecto Estructural Ministro Hales

PROYECTO ESTRUCTURAL MINISTRO HALES	
INVERSION TOTAL	1.728 MUS\$
RESERVAS Totales	1.300 Mt mineral
- Reservas para Rajo abierto	289 Mt mineral
- Reservas en Plan maestro Subterráneo	650 Mt mineral (saldo 361 Mt no definida su extracción)
LEY Cu media	0,96%
Extracción de Mineral actual	50.000 tpd (ton por día)
Método extracción	Rajo Abierto

Producción de Cu Fino	183.000 tpa (238.000 tpa el 2015)
Producción de Ag	300 tpa
Inicio de producción	2013
Vida útil proyectada Rajo abierto	15 años
Inicio de explotación subterránea	Año 2030
Desarrollo del proyecto	Operando

*Tabla 3.4-10 Proyecto Estructural Ministro Hales*

El seguimiento al desarrollo de este proyecto, a través de la información que se muestra en las memorias de Codelco, entre el año 2010 al 2015, se muestra en la Tabla 3.4-11 Seguimiento Proyecto Ministro Hales:

SEGUIMIENTO PROYECTO MINISTRO HALES	
Año	Descripción de avances
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En julio del 2010, se obtiene permiso ambiental para ejecutar el proyecto</li> <li>- Estudio de Prefactibilidad en desarrollo</li> <li>- En diciembre se autoriza inicio de obras tempranas</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se autoriza inicio de ejecución del proyecto.</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avance a diciembre es de 78,5%</li> <li>- Se solicita aumento del 23% de los fondos de inversión</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se completa el proyecto</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se inicia puesta en marcha, en enero</li> </ul>

*Tabla 3.4-11 Seguimiento Proyecto Ministro Hales*

Dadas las reservas de cobre de este yacimiento ya en operación y a ley promedio de Cobre, este proyecto está aportando mineral para compensar las pérdidas de otros yacimientos de Codelco.

### 3.5 Resumen de proyectos estructurales

En la siguiente tabla se describen los montos de los proyectos y el estado actual según lo visto en el capítulo 3.4

Yacimiento	Proyecto	Inversión M US\$	Estado actual
Chuquicamata	Chuquicamata Subterráneo	4200	Acorde al programa, sin inconvenientes
Radomiro Tomic	Radomiro Tomic Sulfuros	4200	Sin inversión aprobada ni solicitadas
El Teniente	Nuevo Nivel Mina	3500	Con atrasos debido a problemas Geológicos
Andina	Andina 244	4500	Sin avance, se desestima inversión
El Salvador	Sin inversiones		
Gabriela Mistral	Gabriela Mistral Fase II	230	Operando
Ministro Hales		1728	Operando

*Tabla 3.5-1 Resumen inversiones proyectos estructurales*

Es importante señalar que los proyectos varían sus montos en función de nuevas evaluaciones, es así como Andina 244 fue elevando su estimación de monto de inversión hasta los 6.800 MUS\$

#### 4.1 Proyectos por Origen y etapa de ejecución

Las inversiones mineras son necesarias en 3 ámbitos, ellos son: para mantener operativa la situación actual, para aumentar la capacidad de extracción utilizando la infraestructura existente, y para generar una nueva infraestructura que permita incorporar a la explotación minera nuevas reservas.

Los proyectos de la gran minería programan su ejecución detallando lo que se requiere en los próximos 5 años (quinquenio), lo cual es actualizado anualmente e informado año a Cochilco, entidad que registra y genera informes de avances, proyecciones y montos de cada uno de éstos.

La cartera de proyectos, que anualmente actualiza Cochilco, se compone por dos tipos de proyectos clasificados según la probabilidad de ejecución, con ello, el primer grupo corresponde a proyectos base, los cuales tienen una alta probabilidad de ser ejecutados y el segundo grupo corresponde a proyectos posibles y potenciales, los cuales tienen menor probabilidad de materializarse.

Para el año 2016 se proyectó una cartera de 49.208 MUS\$, de los cuales 20.197 MUS\$ corresponden a proyectos base y probable y 29.011 MUS\$ a proyectos posibles y potenciales. En estos antecedentes se incluyen tanto minas de oro, hierro y cobre, siendo un 90% la inversión correspondiente a este último metal (43.974 MUS\$). La comparación respecto al año anterior (2015) se muestra en el Gráfico 4.1-2. Las modificaciones en la cartera se debieron principalmente a los proyectos reestructurados, dentro de los cuales destacan Andina 244 por 6.524 MMUS\$, El Abra por 5.000 MMUS\$, Relincho por 4.500 MMUS\$ y Pascua Lama por 4.250 MMUS\$.

Codelco representa el 44% de las inversiones generadas en minería y la gran minería privada de cobre el 40% aproximadamente. Cabe destacar que esta cartera de proyectos no representa a la inversión a desarrollar en un año en

particular si no que representa a la cartera total de proyectos los cuales distribuyen sus montos en distintos años según la etapa del proyecto

En el grafico Gráfico 4.1-1 Distribución de Proyectos por Origen se muestra la distribución de inversiones o proyectos acorde a su origen.

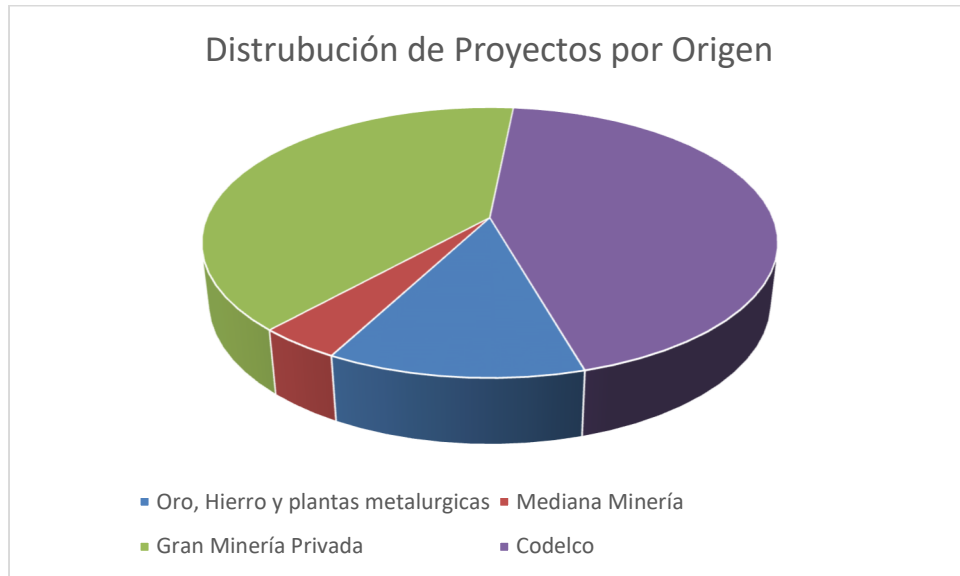
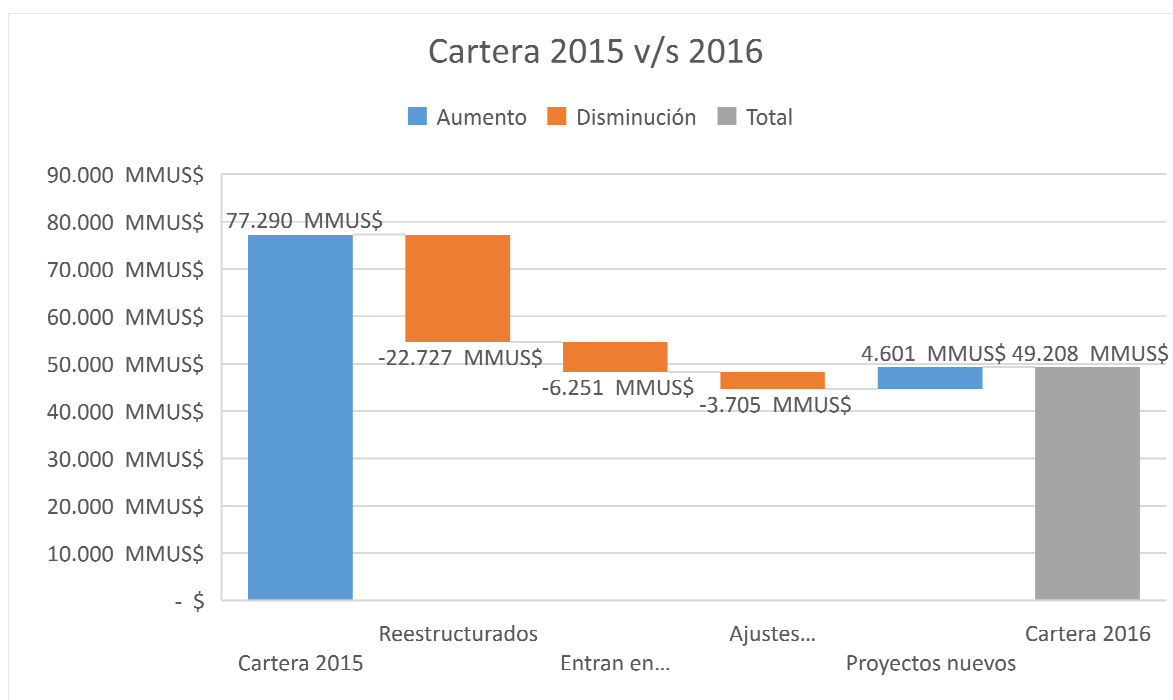


Gráfico 4.1-1 Distribución de Proyectos por Origen

Si clasificamos los proyectos según la etapa de avance nos encontraremos con que de un total de 43.974 MMUS\$, 16.730 MMUS\$ corresponden a proyectos en ejecución, 1.700 MMUS\$ se encuentran en ejecución suspendida, 22.361 MMUS\$ en estudios de factibilidad, 3.183 MMUS\$ en estudios de prefactibilidad.



*Gráfico 4.1-2 Cambios en cartera 2015 al 2016*

## 4.2 Inversión Extranjera en Chile

La inversión extranjera corresponde a la colocación de capitales a largo plazo en Chile. Esta inversión se puede clasificar en: Directa o Indirecta. La primera corresponde al aporte con participación accionaria en toda o parte de una empresa, otorgando control o generando instalaciones en el país, es decir, transfiere recursos para invertirlos en activos de una empresa. En la segunda la inversión se realiza en mercados de capitales o de dineros.

En Chile la Inversión Extranjera directa (IED) disminuyó un 8% a 20.457 MMUS\$ el 2005, principalmente en los sectores de minería e hidrocarburos.

La IED correspondiente a minería es de un 30% de la inversión total, lo cual ha permitido el descubrimiento y operación de varias faenas de clase mundial, la producción aumentó más de tres veces en el periodo 1990-2015.

## Inversión extranjera Directa (IED) (MMUSD)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Chile</b>	<b>15,725</b>	<b>23,444</b>	<b>28,457</b>	<b>19,362</b>	<b>22,342</b>	<b>20,457</b>
Australia	35,211	65,555	57,617	54,554	45,913	36,852
Canada	29,713	38,318	49,378	69,428	65,441	55,685
China	243,703	280,072	241,214	290,928	268,097	249,859
Congo, Rep.	0,928	2,180	2,152	2,914	5,502	1,486
Mexico	26,431	23,649	20,437	45,855	25,675	30,285
Peru	8,455	7,665	11,918	9,298	7,885	6,861
Russian Federation	43,168	55,084	50,588	69,219	22,031	6,478
Zambia	1,729	1,109	1,732	2,100	1,508	1,653

*Tabla 4.2-1 Inversión extranjera directa*

La IED como porcentaje del PIB ha presentado variaciones, sin embargo con los antecedentes actuales no es posible encontrar una relación relevante con respecto a la variación de la libra de cobre dado que su valor a fluctuado entre el 7 y el 11% independiente del valor del metal.

## IED como porcentaje del PIB

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Chile</b>	<b>7%</b>	<b>9%</b>	<b>11%</b>	<b>7%</b>	<b>9%</b>	<b>9%</b>
Australia	3%	5%	4%	3%	3%	3%
Canadá	2%	2%	3%	4%	4%	4%
China	4%	4%	3%	3%	3%	2%
Congo, República del	8%	15%	16%	21%	39%	17%
México	3%	2%	2%	4%	2%	3%
Perú	6%	4%	6%	5%	4%	4%
Federación de Rusia	3%	3%	2%	3%	1%	0%
Zambia	9%	5%	7%	7%	6%	8%

*Tabla 4.2-2 IED como porcentaje del PIB*

### 4.3 Precio del cobre y TCR

El comercio del cobre se realiza por intermedio de la Bolsa de metales de Londres (London Metal Exchange - LME), en la bolsa de metales de Nueva York (Comodity Metal Exchange - COMEX) y en la bolsa de metales de Shangai, siendo la primera la considerada como referencia para realizar las proyecciones por el comité de inversiones de Codelco. La LME transa en lotes de 25 toneladas, el COMEX en lotes de 25.000 libras y la bolsa de metales de Shangai en lotes de 5 toneladas.

El valor del precio del cobre refinado presenta una estrecha relación con el índice de tipo de cambio real (TCR), dado que en la medida que su precio cae en el mercado internacional, entran menos divisas a través de nuestras exportaciones, y al hacer que sean más escasas, el precio del dólar aumenta.

En el Gráfico 4.3-1 se presenta esta relación, en la cual se puede apreciar que efectivamente responde a una reacción, sin embargo, no en misma proporcionalidad.

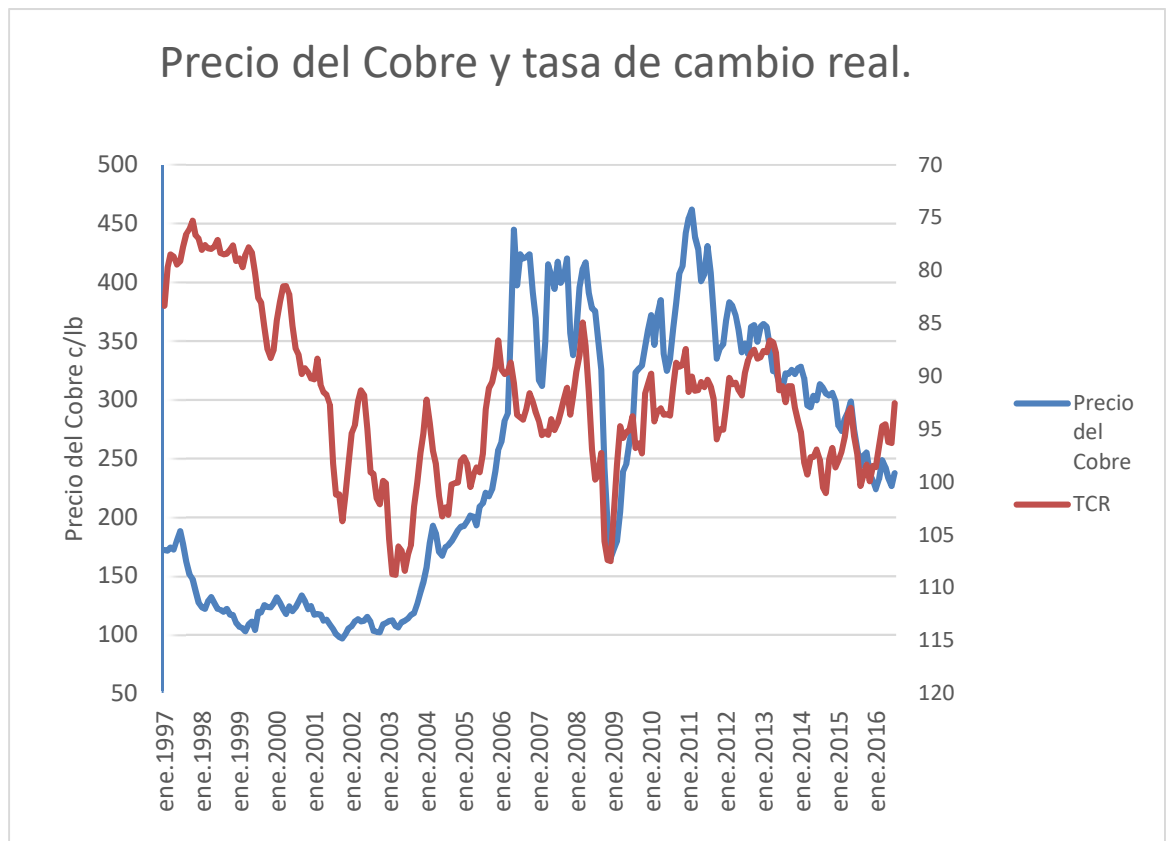


Gráfico 4.3-1 Precio del Cobre y Tasa de Cambio Real

## CAPITULO V. CONCLUSIONES

El objetivo principal era analizar la gestión de inversiones en periodos de caída del precio del cobre a niveles cercanos al costo, no obstante ello, el análisis de los antecedentes recopilados demuestra que la caída en el precio del cobre no está relacionada directamente con la decisión de invertir en minería, ya que los efectos de ésta se refleja en el mediano y largo plazo, en donde se desconocen los precios que tendrá el cobre que se comercialice. Se cumplen así los objetivos tanto específicos como el principal del presente trabajo dado que se logró analizar la gestión de inversión e identificar que la reducción los montos del quinquenio no se debe a la baja del precio del cobre sino a diversos problemas conducentes a reestructuraciones inversionales.

La caída en el precio del cobre genera menos recursos al estado de Chile y éste a su vez priorizara la ejecución de proyectos sociales, y se autoriza a la empresa estatal Codelco a buscar otras alternativas de financiamiento para proyectos que no sean posible diferir (financiamiento externo, emisión de bonos, etc).

El análisis realizado demuestra que los altos requerimientos de inversiones para proyectos estructurales, publicado por Codelco, no son factibles de ejecutar por problemas ajenos a los escenarios económicos, y las proyecciones se han debido ajustar, sin presentar a la fecha una relación con algún déficit para financiar los requerimientos reales.

De los 4 grandes Proyectos Estructurales que Codelco indicaba en la Memoria del año 2010, solo dos pasaron a la etapa inversional, y de ellos solo uno "Chuquicamata Subterráneo" ha tenido un desarrollo sin inconvenientes y el segundo, que corresponde al "Nuevo Nivel Mina" de El Teniente, presenta a la fecha un atraso de 5 años y el gasto en inversión es del orden del 60% de lo planificado. Los otros dos proyectos se encuentran detenidos Andina Fase II y Radomiro Tomic Sulfuros, con pocas posibilidades de seguir adelante.

Finalmente se concluye que la baja en el precio del cobre dificulta la entrega de recursos de inversión a Codelco, pero esta situación no ha afectado a la operación de los yacimientos en el presente y mediano plazo, y que por otra parte tampoco ha afectado a los requerimientos de inversión para los proyectos estructurales, ya

que, por problemas ajenos al precio del cobre, el programa de ejecución de obras de al menos tres de estos proyectos se ha atrasado, y en consecuencia también el inicio de la explotación de las nuevas reservas, por lo que la administración de Codelco ha tomado las medidas para suplementar el aporte de mineral a planta considerado originalmente proveniente de éstos proyectos, en los casos que era necesario y factible, además de aceptar metas productivas inferiores a las proyectadas.

El Programa de Inversiones proyectado para el Quinquenio en la memoria Codelco del 2012 mencionaba cifras del orden de los MUS\$ 27.000, lo cual en realidad, en dicho Quinquenio se estima un gasto del orden de MUS\$ 17.000, proyecciones que posteriormente se han ido corrigiendo hacia valores menores.

Las dificultades no resueltas en los Proyectos Estructurales de Andina, El Teniente y Radomiro Tomic han hecho caer los requerimientos de Inversión de éstos a una cifra superior a los MUS\$ 13.000.

Por lo anterior, se concluye que la disminución de Inversiones en Codelco no está relacionada con la Caída del precio del Cobre, y podría entenderse que corresponden a expectativas demasiado optimistas como resultado del periodo de altos precios del cobre. En esta situación también se puede suponer que los altos precios del cobre estimulan la aceptación de mayores riesgos técnicos y mayores costos en el desarrollo de proyectos.

Por otra parte, del análisis realizado al negocio de la minería del cobre se debe entender que toda explotación minera dado que el precio del cobre es variable y que existirán períodos con bajos precios y estas variaciones son parte de los análisis económicos que sustentan su factibilidad.

Por lo anterior, no es correcto lo últimamente publicado en la prensa nacional “Se estima que el sector invertirá US\$ 13.060 millones al 2020, la cifra más baja desde el 2008, dado que el recorte de los proyectos estructurales de la estatal tuvo una fuerte incidencia en esta baja.

## Bibliografía

- COCHILCO. (2016). *INFORME TENDENCIAS DEL MERCADO DEL COBRE*. Recuperado el 11 de 09 de 2016, de [http://www.cochilco.cl/archivos/Trimestral/20160127143042\\_Versi%C3%B3n%20final%20Informe%20de%20Tendencias%20enero%202016.pdf](http://www.cochilco.cl/archivos/Trimestral/20160127143042_Versi%C3%B3n%20final%20Informe%20de%20Tendencias%20enero%202016.pdf)
- CODELCO. (11 de 09 de 2016). *CODELCO*. Obtenido de <https://www.codelco.com/>
- Codelco Chile. (2011). *Memoria Anual 2010*.
- Codelco Chile. (2012). *Memoria Anual 2011*.
- Codelco Chile. (2013). *Memoria Anual 2012*.
- Codelco Chile. (2014). *Memoria Anual 2013*.
- Codelco Chile. (2015). *Memoria Anual 2014*.
- Codelco Chile. (2016). *Memoria Anual 2015*.
- Codelco Educa*. (11 de 12 de 2016). Obtenido de [https://www.codelcoeduca.cl/glosario/glosario\\_1.asp](https://www.codelcoeduca.cl/glosario/glosario_1.asp)
- Díaz, R. C. (Abril de 2011). LEY RESERVADA DEL COBRE: CONFLICTO E INTERESES., (pág. 21). Valparaíso.
- Rojas, J. P. (2010). *Diccionario De Minería*. Santiago: RIL editores.
- U.S. Geological Survey. (2016). *Mineral Commodity Summaries*. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/mcs-2016-coppe.pdf>