

Comisión chilena del Cobre

Dirección de Estudios

**ANÁLISIS HISTÓRICO Y ESTIMACIONES FUTURAS
DEL APOORTE DE LA MINERÍA AL DESARROLLO DE LA
ECONOMÍA CHILENA**

28/3

INDICE

1 INTRODUCCION.....	2
2 DEFINICIÓN DE ALCANCES Y METODOLOGÍA DE LA ESTIMACIÓN.....	5
2.1 Alcances de la estimación.....	5
2.2 Metodología de estimación de los efectos directos e indirectos en el PIB.....	7
2.3 Metodología de estimación de los efectos directos e indirectos en el Empleo.....	12
3 EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	13
3.1 Algunas consideraciones previas a la estimación.....	13
3.2 Efectos directos en el PIB.....	16
3.3 Efectos directos en el empleo.....	19
3.4 Efecto directo en la tributación nacional.....	23
3.5 Efectos indirectos en el PIB.....	26
3.6 Efectos indirectos en el Empleo.....	32
4 PROYECCIONES.....	32
5 CONCLUSIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXO METODOLÓGICO.....	42

1. Introducción

La minería ha jugado un rol muy importante en la historia de la economía chilena, ya desde mediados del siglo XIX, la explotación del salitre generaba un impulso relevante para Chile. En el caso particular del cobre, durante gran parte del siglo XX, y especialmente a partir de la segunda mitad, su importancia relativa fue incrementándose como fuente de recursos fiscales, generación de empleo y captación de inversión.

Durante la última década del siglo XX, la minería y en especial la minería del cobre vivió un período de auge sin precedentes. La producción del sector, impulsada por un fuerte proceso de inversiones, creció en un 237% desde 1990 al año 2006. De acuerdo a cifras de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), nuestro país pasó de producir 1.609 mil toneladas métricas de cobre fino (MTMF) en 1989 a 4.391 MTMF en 1999. En el año 2007 el nivel de producción llegó a 5.557 MTMF.

Una característica del proceso de inversión registrado en los años noventa es la importancia de la participación de la minería privada. Esto generó a partir de 1990 un cambio en la composición de la producción de cobre, ya que a inicios de la década Codelco aportaba el 75% de la producción nacional, mientras que en la actualidad la producción privada llegó al 70%.

Durante el período 1990-2006 la actividad minera, como porcentaje del PIB, se ha mantenido en torno a un 7,7% de participación valorada a precios del año 2003, Sin embargo, los fuertes aumentos de precio de los últimos años han incrementado su participación a precios corrientes llegando al 23% en el año 2006. Si bien para una actividad como la minería, donde el precio presenta dramáticas fluctuaciones, las mediciones en moneda constante pueden no reflejar la verdadera evolución de su importancia en la economía, la falta de información estructural medida en moneda corriente, obliga a tomar como referencia un año en

particular. Para el caso de este estudio se toma el año 2003 que corresponde a la última publicación de Matriz Insumo Producto del Banco Central de Chile¹.

Las exportaciones mineras entre 1985 y el 2006 en promedio representan un 47% del total país, siendo el cobre casi el 86% de esas exportaciones. Por otra parte, en términos de empleo, la industria minera es intensiva en capital por lo que sus niveles de empleo directo en relación al peso de la actividad han sido tradicionalmente bajos. Según datos de Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) el número de personas empleadas, en forma directa, por el sector en el año 2006 llegó a 51.430 trabajadores², cifra que representa un 0.82% de la fuerza laboral.

Por otra parte, de acuerdo a las cifras de Cochilco y de la Dirección de Presupuestos de Chile (Dipres), la minería también ha jugado un rol importante en materia de ingresos fiscales. En el periodo 1990 – 2006, su aporte promedio al Fisco fue de 9.7% del total de los ingresos fiscales, pero el año 2006 fue más que tres veces el promedio del periodo con un histórico 29,8%.

Todas estas cifras muestran la importancia relativa de la minería en el país, pero no capturan la importancia total de la actividad, ya que al igual que toda actividad económica, la minería genera encadenamientos o efectos económicos que van más allá de la suma simple de sus producciones, del número de trabajadores ocupados o del aporte a los ingresos fiscales.

En los últimos años se han realizado algunos trabajos tendientes a estimar el impacto total de la minería. Por ejemplo, Soto y Bergoeing (1998) estudian el impacto económico en términos de generación de riqueza y efectos en el empleo de El Teniente en la Sexta Región. Por su parte, Aroca (2002) analiza los efectos

¹ Publicada en las Cuentas Nacionales de Referencia para el año 2003 por el Banco Central de Chile.

² Esta cifra incluye al personal empleado en minería metálica, industrial y combustibles.

de la actividad minera en la Segunda Región, para ello utiliza una matriz insumo-producto regional y evalúa los efectos de la minería sobre el PIB, los salarios, el empleo y los encadenamientos productivos que se generan. Este autor concluye, que si bien la minería es el sector económico más importante de la región, presenta un bajo grado de encadenamiento productivo con otros sectores económicos.

Ambos estudios contribuyen a cuantificar los impactos de la minería; sin embargo, el análisis es a nivel de zonas acotadas y específicas (II y VI regiones) y poco se puede decir de su impacto para otras regiones o para el país. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es evaluar los efectos, tanto directos como indirectos, generados a partir de la producción e inversión del sector minero, sobre el PIB, el empleo y los ingresos fiscales³.

Este estudio busca contribuir a la discusión de la política minera, por cuanto mide los impactos totales de un sector considerado clave para la economía nacional. También, porque aplica una metodología de análisis que permite determinar su relación con el desarrollo económico del resto del país, como es la utilización de los coeficientes técnicos o de Leontief obtenidos a partir de las matrices de insumo-producto publicadas por el Banco Central de Chile.

Otro aporte que realiza este estudio es incorporar en la minería el efecto de las inversiones del sector, que en las Cuentas Nacionales se imputan a otros sectores como construcción, industria y comercio exterior⁴.

³ En los efectos indirectos, nos centraremos en los impactos a nivel de empleo y actividad económica, ya que hacerlo para el caso de la tributación requeriría de información detallada del aporte de cada sector económico y con la misma apertura de actividad que las Cuentas Nacionales. Sin embargo, esta información no se encuentra disponible, por lo que su estimación requeriría la realización de cálculos y/o supuestos que están más allá del alcance de este trabajo.

⁴ Cabe señalar que en las Cuentas Nacionales la depreciación de los activos de la actividad minera sí se imputan a este sector.

Finalmente, tomando como referencia los montos de inversión y producción esperada en el sector para los próximos 5 años, se estiman los impactos de la minería en términos de su contribución al PIB nacional para el periodo 2007-2012.

Este trabajo está organizado en cinco secciones. Luego de esta introducción, la segunda sección presenta la metodología de la estimación y se discuten las principales hipótesis y supuestos. La tercera sección evalúa los efectos directos e indirectos sobre las variables de interés. La cuarta sección, muestra los resultados de las proyecciones de los efectos de la minería en la economía chilena hasta el año 2012. Por último, la quinta sección presenta las principales conclusiones.

2. Definición de alcances y metodología de la estimación.

2.1. Alcances de la estimación

Una economía puede ser visualizada como un sistema de procesos interdependientes, donde cada uno de ellos genera ciertos productos y utiliza una combinación específica de insumos. Por ejemplo, el carbón que es producido por la industria minera es un insumo para el sector de generación eléctrica. La industria química, por su parte, utiliza carbón no sólo de manera directa sino que también indirectamente en la forma de energía eléctrica. En general, podemos ver que el impacto de un sector productivo en la actividad económica de un país tiene múltiples aristas, lo que se explica por la gran cantidad de ramificaciones y extensiones que puede tomar. Así, identificar y cuantificar el rol de la minería en la actividad económica nacional es una tarea compleja por la variedad de los efectos que se pueden generar. Estos efectos pueden ser clasificados en directos e indirectos.

Los primeros, que para fines de este trabajo clasificamos como efectos directos o de primer orden, son aquellos que provienen de la misma actividad minera. De

esta forma, en el caso del PIB, se refiere a la suma del valor agregado de las empresas que se dedican a la actividad minera; para el empleo, se toma la demanda de mano de obra dependiente de las empresas mineras; para el caso del aporte al Fisco, se considera el pago de impuestos devengados por las empresas mineras privadas y los excedentes en el caso de las empresas estatales.

Por su parte, entenderemos por efectos indirectos aquellos impactos que provienen de alguna de estas fuentes: a) de las actividades derivadas de la demanda de bienes y servicios que hacen las empresas mineras; b) del gasto que realizan los trabajadores con ingresos originados de forma directa o indirecta por el sector minero; c) del gasto público que se genera de los recursos obtenidos de la actividad minera. Mientras los primeros se producen a partir de los encadenamientos productivos que se observan entre actividades de distintos sectores económicos, los dos últimos se derivan del gasto - principalmente en consumo - que hacen los trabajadores o el gobierno.

De los tres efectos indirectos enunciados, en este trabajo sólo se estiman los dos primeros, es decir, el proveniente de las demandas intermedias de la actividad y el derivado del consumo final de los trabajadores. La estimación del efecto del gasto público en el PIB no será abordada en este estudio, pues para hacerlo se requiere disponer de información detallada de su estructura en las Cuentas Nacionales. Es decir, poder tener detallada y clasificada en áreas como salud, educación, obras públicas, entre otras, aquella parte del producto que se asocia al gasto público. Esta información no está disponible y excede el alcance de este análisis, tornándose en una posible materia de expansión para revisiones posteriores.⁵

⁵ Si bien existe información detallada del gasto público, esta no tiene la misma clasificación de actividad y producto de las Cuentas Nacionales, lo que dificulta el relacionar ambas fuentes.

2.2. Metodología de estimación de efectos directos e indirectos en el PIB.

Para la estimación de los efectos directos de la actividad minera se recurrió a distintas fuentes. Las series del PIB y las matrices insumo-producto se obtienen de la base de datos histórica disponible en la página web del Banco Central de Chile, que nos permite cuantificar el aporte directo al PIB. Los datos de empleo se toman del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y de Sernageomin. Éstos nos permiten analizar los efectos sobre el empleo directo ligado al sector minero. Los datos sobre inversión y producción se obtuvieron de estudios realizados por Cochilco. Por último, los datos sobre la evolución de la recaudación fiscal se obtienen de los estados financieros de las principales empresas del sector, de estudios internos de Cochilco y de la Dipres

Por otra parte, para estimar qué parte del valor de una actividad se explica por otra, se pueden utilizar diferentes metodologías. Una de ellas supone conocer el detalle de las compras intermedias de las empresas del sector⁶. Luego, por medio de encuestas o estimaciones, determinar el valor agregado de estas compras. Esta metodología, que si bien puede resultar precisa cuando se tiene la información detallada de las compras del sector y de sus respectivos proveedores, sólo es capaz de capturar el primer nivel de encadenamiento, por lo que no resulta adecuada de utilizar para los objetivos de este trabajo.

Un camino alternativo para observar el efecto encadenado es el que nos ofrece el concepto de “*matrices estructurales de la economía nacional*” o “*matrices insumo-producto*”, como se le conoce de forma general a esta herramienta de análisis económico⁷. A juicio de Leontief (1949), esta metodología tiene la ventaja de presentar una solución al problema de combinar el análisis de equilibrio general, con la preservación de una clasificación diferenciada de todos los aspectos individuales que componen el fenómeno económico. Es decir, este método de

⁶ Tal como lo hacen Soto y Bergoeing (1998).

⁷ Desarrollado y profundizado por W. Leontief a partir de 1949.

análisis, a diferencia del anterior, tiene la ventaja de incorporar de manera integrada todos los efectos, tanto directos e indirectos, provenientes de los encadenamientos productivos entre los distintos sectores de la economía.

Schuschny (2005), por su parte, destaca que el uso de matrices insumo-producto facilita el análisis de la estructura productiva de una economía, sus tendencias y cambios a través del tiempo, sin necesidad de tener que recurrir a sofisticados modelos econométricos. Ello, debido a que una vez identificados los principales flujos de producción e intercambio y los requerimientos de bienes para su uso intermedio y final, es posible conocer también la importancia relativa de cada sector, los grados de articulación y sus interrelaciones.

No obstante estas ventajas, para el caso chileno la aplicación de la metodología presenta la dificultad de que sólo se dispone de matrices de insumo-producto actualizadas con cobertura nacional, lo que hace que en algunos casos se pierda precisión cuando se intenta investigar impactos a nivel regional. Sin embargo, este aspecto es poco relevante, pues el presente estudio no investiga el impacto de la minería a nivel regional. Dadas estas ventajas, es que para este trabajo se utiliza como método de estimación de los impactos indirectos, las matrices insumo-producto publicadas por el Banco Central de Chile.

Una matriz insumo-producto es una representación simplificada de una economía, en la cual se muestra a través de un conjunto de interrelaciones la estructura de la generación y uso de la oferta de bienes y servicios para un periodo determinado.

Para el caso de Chile, en la tabla N°1 se muestra la organización económica de la minería, obtenida a partir de la matriz insumo-producto del año 2003. con apertura de 12 insumos y actividades. A partir de ella se puede inferir que del 100% del valor que se obtiene de la explotación minera en Chile⁸, un 10.13% lo representa

⁸ Datos para el año 2003.

el costo en minerales⁹, un 5.21% corresponde al costo imputado a la electricidad gas y agua (EGA) y así sucesivamente. Una forma alternativa de interpretar esta información es señalar, por ejemplo, que para producir una unidad de producto minero se requiere un 0.1013 unidades monetarias de minerales y un 0.0521 unidades monetarias de EGA. A su vez para producir las 0.0521 unidades de EGA es preciso utilizar una determinada unidad de otros insumos que nuevamente vuelven a necesitar de otros insumos y así de manera sucesiva hasta completar el efecto total en la economía.

TABLA N°1: ESTRUCTURA PRODUCTIVA DEL SECTOR MINERÍA

Productos / Servicios	Millones de Dólares de 2003	Coficiente directo
Agropecuario-silvícola	0	0,00%
Pesca extractiva	-	-
Minería	1.235	10,13%
Manufacturas	1.928	15,81%
Electricidad, gas y agua	636	5,21%
Construcción	9	0,07%
Comercio, hoteles y restaurantes	56	0,46%
Transporte y comunicaciones	508	4,17%
Servicios financieros y empresariales	1.549	12,70%
Propiedad de vivienda	-	-
Servicios sociales y personales	22	0,18%
Administración pública	-	-
<i>Consumo intermedio</i>	<i>5.944</i>	<i>48,74%</i>
Remuneraciones	1.175	9,64%
Excedente bruto de explotación	5.045	41,37%
Impuestos indirectos sobre bienes y servicios		
Otros impuestos indirectos netos	30	0,25%
<i>Valor agregado</i>	<i>6.250</i>	<i>51,26%</i>
Valor Bruto de Producción a precio productor	12.195	100,00%

Fuente: Cuentas Nacionales, Compilación de Referencia, Banco Central de Chile, 2003

⁹ El mineral que se valora corresponde a las transacciones entre empresas mineras, no al mineral extraído.

Esta multiplicación de efectos es la que Leontief desarrolla de manera algebraica, para llegar finalmente a una matriz de multiplicadores conocida como *Matriz inversa de Leontief*, dado que para su elaboración se requiere realizar una inversión de la matriz de coeficientes directos. El detalle del desarrollo algebraico de la metodología y la demostración, de cómo a través del álgebra matricial se pueden encontrar los multiplicadores totales de la economía, se encuentran en el anexo metodológico de este documento.

El resultado de la aplicación del modelo muestra los cambios en la demanda total de un insumo específico ante cambios en la producción del producto final. En este estudio, corresponderá a cuantificar en cuanto se incrementa la demanda de cada uno de los insumos de la minería, como efecto total, después de la aplicación de un cambio en la oferta de bienes mineros.

A partir de los coeficientes obtenidos para cada actividad, se estima el aporte que realiza la minería al valor agregado del resto de la economía. Para ello, se calcula el producto entre el vector de multiplicadores de la minería, obtenido de la Matriz inversa de Leontief, y el incremento de valor de la actividad minera, obteniéndose así el valor total de cada insumo que depende de la producción minera. Luego, cada valor de demanda intermedia obtenida es ponderado por el porcentaje que representa el valor agregado de cada actividad económica. De esta manera se obtiene el aporte indirecto al PIB total derivado de la actividad minera.

Si bien esta herramienta es extremadamente útil, uno de los supuestos más discutidos¹⁰ de su metodología como simulador de los encadenamientos productivos, es que las fluctuaciones de demanda se ajustan por cantidad y no vía precio. Dado que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala, si se desea aumentar la producción en un c%, basta que los insumos se incrementen exactamente en ese c% para que el aumento en la producción se haga efectivo. Sin embargo, esto es claramente una simplificación de la realidad,

¹⁰ Ver Hurwicz 1955.

pues en el corto plazo en general los excesos de demanda se cierran con aumentos en los precios. Pero es precisamente este efecto en los precios el que no es capturado por esta metodología. Lo anterior, deja en evidencia que subyace un supuesto de holgura de capacidad instalada o de no pleno empleo de recursos.

Junto con el supuesto de rendimientos constantes, en esta metodología de análisis, asumiremos que los factores son especializados. Esto quiere decir que los factores utilizados en la minería, de no existir la actividad, estarían desempleados, por lo que en rigor se mide el efecto bruto de la actividad, ya que el efecto neto sería considerar como impacto el efecto neto, es decir solamente medir el valor agregado que aporta la actividad descontado del aporte que harían los factores productivos (capital y trabajo para simplificar) en otras ramas de actividad.

En el caso del factor capital, es difícil suponer que de no existir los recursos naturales, estarían invertidos en otras actividades ya que en su mayoría corresponde a capitales especializados en minería, que de no estar en invertidos en minería chilena, lo estarían recursos mineros de otro país. Diferente es la situación del empleo, ya que la mayoría de los trabajadores de la actividad en Chile son chilenos, de manera que de no estar empleados en la minería, seguramente estarían empleados en otro sector. Es por esto que para los efectos en el empleo de la actividad, se complementa el análisis del efecto bruto de la actividad, con una estimación del efecto neto de la minería en el empleo.

Los coeficientes obtenidos de la matriz permiten realizar las estimaciones tanto de los efectos indirectos de la propia actividad minera, como los que se derivan de la inversión asociada al sector minero.

Otro efecto o aporte de la actividad que se mide en este estudio, es el que se deriva del consumo final de los hogares con ingresos provenientes, de manera directa e indirecta, de la actividad minera. Este efecto, se refiere al componente de

valor agregado nacional que hay en cada elemento de la canasta de consumo de las familias que obtienen ingresos de la minería. Para esta estimación, se utiliza el componente de valor agregado de la oferta nacional de bienes y servicios, que conforman la canasta de consumo del total de las familias del país, que se obtiene del vector de consumo de hogares de la Matriz de oferta-utilización publicada por el Banco Central de Chile.

En la estimación del efecto del consumo, solamente se considera el impacto de primera vuelta, es decir, solamente el valor agregado que se deriva del consumo y no los efectos multiplicadores que pueda tener éste en otras actividades.

2.3. Metodología de estimación de los efectos directos e indirectos en el empleo.

En relación al empleo directo, tal como se explicó en la metodología de estimación del PIB (punto 2.2) existe un efecto que se clasifica como “bruto” de la minería y que corresponde al nivel actual de dotación de mano de obra. Sin embargo, resulta altamente probable que estos trabajadores se encontrarían empleados en otro sector económico si no lo estuvieran en la actividad minera. De modo, que el efecto “neto” sobre el empleo corresponde a aquel grupo de personas, que de no ser contratados por el sector minero se encontrarían desempleados.

Existe además un efecto en productividad, ya que es muy probable que estos trabajadores que se emplearían en otras actividades, tengan una productividad diferente a la de la minería, que está por sobre la media de la economía. Sin embargo este efecto no es considerado en el presente estudio.

Una metodología de ajuste del efecto bruto es desarrollada por Soto y Bergoeing en su trabajo de 1998, titulado “Una evaluación preliminar del impacto económico de El Teniente en la Sexta Región”. De acuerdo a lo que señalan estos autores, para cuantificar este efecto es necesario determinar la probabilidad que tendrían

los actuales trabajadores del sector, de estar empleados en otra actividad económica si es que no estuviesen empleados en minería. Para ello, sugieren utilizar la tasa de desempleo¹¹ de aquellas actividades similares a la actividad minera para la estimación de dicha actividad.

Para este estudio, se ha decidido utilizar la tasa de desempleo del sector “*Electricidad, Gas y Agua*”, actividad que presenta algunas características que las hacen comparables, como son los altos montos de inversión¹², la alta intensidad de uso del capital, además del alto grado de especialización y productividad de su mano de obra. También se hace una estimación con la tasa de desempleo promedio del país, para demostrar que el impacto de utilizar distintas tasas es bastante marginal.

Para el cálculo del empleo indirecto, se utilizan los resultados que se obtienen en la estimación de la demanda derivada a través del PIB indirecto. Con estas cifras, se estima el empleo adicional generado desde la minería, a través de la demanda de bienes y servicios que este sector realiza, hacia el resto de los sectores de la economía chilena.

3. Efectos Directos e Indirectos

3.1. Algunas observaciones previas a la estimación.

La constante dinámica de las relaciones económicas hace que los efectos o aportes de una actividad económica a un país sean muy variables, dependiendo tanto de la posición de los precios relativos de la actividad como de la producción de la misma. La forma ideal de analizar la evolución de la participación de una actividad económica en el total de la economía, es considerar las variables en

¹¹ Si bien se habla de tasa de desempleo, en rigor se utiliza la tasa de empleo como la probabilidad de estar empleado.

¹² En el periodo 1974 – 2006, la inversión materializada en el sector minero ascendió a 21.086 millones de dólares, mientras que el segundo sector en importancia es Electricidad, Gas y Agua, 12.796 millones de dólares corrientes. Fuente: Comité de Inversiones Extranjeras.

valores corrientes, es decir, considerando tanto la producción como los precios en los valores del año que se producen. Sin embargo, la dificultad de poder realizar estimaciones de estas relaciones, son las razones que llevan a utilizar la Matriz Insumo Producto de la economía chilena, a pesar que esto implica realizar mediciones a precios de un año específico y no a valores corrientes.

La última actualización de la matriz insumo producto, corresponde a la publicada por el Banco Central de Chile para el año 2003, lo que implica utilizar las relaciones de precios existentes para ese año. En el caso particular de la minería y considerando específicamente el precio del cobre, el año 2003 el valor promedio de la libra en la Bolsa de metales de Londres fue de US\$ 80,73 c/lb, valor que si bien se acerca al promedio entre 1998 y 2003, se encuentra bastante por debajo del precio promedio del período total considerado en este trabajo (1990-2006), dónde la libra de cátodo en la Bolsa de Metales de Londres fue cotizada en promedio a US\$ 112,7 c/lb, es decir, un 40% por sobre el precio que está implícito en la Matriz Insumo Producto del año 2003. Esto puede generar a priori la sensación de resultados poco representativos. Lo anterior, dado que el precio del cobre para dicho año, alcanzo uno de los niveles más bajos del período analizado, lo que provocaría que los resultados que se obtengan lleven implícita una subestimación de la “verdadera” importancia de la actividad minera, medido como su aporte directo o contribución al PIB Nacional.

Si bien los resultados del estudio están entregados en dólares, hay que considerar que la matriz Insumo-producto está elaborada en pesos, lo cual conlleva a que sus relaciones técnicas (coeficientes técnicos) también lo estén, concluyendo de esta forma que el precio relevante, corresponde al precio del cobre medido en pesos chilenos.

Con el fin de determinar el sesgo que se introduce en los resultados del estudio, debido a la utilización de la estructura de precios de un año específico, y en el caso particular del presente estudio, causado por el uso del precio del cobre real

del año 2003 como base para medir el aporte directo, se elaboró una serie de precios del cobre, llevándolo a pesos nominales desde 1990 al 2006 (última columna de la tabla).

TABLA N°2: PRECIO DEL COBRE EN PESOS

Año	Precio promedio del Cobre US\$ c/lb	Tipo de Cambio pesos por US\$	Precio del Cobre en pesos
1990	120,9	304,9	\$ 368,56
1991	106,1	349,2	\$ 370,40
1992	103,6	362,6	\$ 375,53
1993	86,7	404,2	\$ 350,46
1994	104,9	420,2	\$ 440,78
1995	133,2	396,8	\$ 528,49
1996	103,9	412,3	\$ 428,32
1997	103,2	419,3	\$ 432,82
1998	75,0	460,3	\$ 345,10
1999	71,4	508,8	\$ 363,17
2000	82,3	539,5	\$ 443,97
2001	71,6	634,9	\$ 454,40
2002	70,6	688,9	\$ 486,71
2003	80,7	691,4	\$ 558,19
2004	130,1	609,5	\$ 793,03
2005	167,1	559,8	\$ 935,30
2006	305,3	530,3	\$ 1.618,90
Promedio 1990-2006	112,7	487,8	\$ 549,94

Fuente: Cochilco, Banco central de Chile

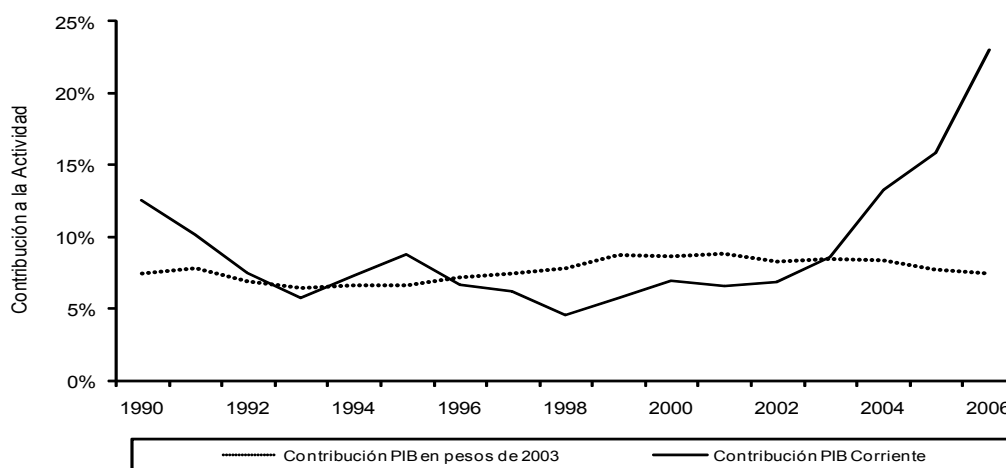
En la Tabla N°2 se aprecia que el precio del cobre para el año 2003 fue uno de los más bajos entre los años 1990 - 2006. Sin embargo, el hecho que el tipo de cambio promedio del año 2003 sea el más alto del periodo (691,4 \$/US\$) hace que al llevar el precio de la libra de cobre a pesos chilenos, se compense casi en su totalidad el efecto del bajo precio del cobre de ese año, generando casualmente que el precio del año 2003 (558,2 \$/lb) sea el valor más cercano al promedio del período, lo cual lo transforma en un valor bastante representativo para el estudio.

Con esta consideración y frente a la dificultad práctica de poder realizar estimaciones anuales de las relaciones económicas que se pueden derivar de una Matriz Insumo Producto, es que los resultados que se obtienen de este trabajo están expresados en moneda del año 2003, los que si bien representan una buena aproximación de los aportes de la minería al país, pueden no ser tan precisos para años con estructuras de precios relativos distintas a las del año base.

3.2. Efectos Directos en el PIB

El aporte del sector minero a la economía nacional, entendido como la razón entre el PIB minero y el PIB total, medido a precios del año 2003, presenta un promedio en el período 1990-2006 (Figura N°1) de 7,7% de participación anual, comenzando en 7,5% el año 1990 y terminando en el mismo 7.5% el 2006, llegando a su máximo nivel en el año 2001 de 8.9% Por otra parte, medido a precios corrientes, la contribución del sector minero a la actividad económica total alcanzó un promedio de 9,2% anual en igual período, comenzando en 12,6% el año 1990 y llegando a su máximo el año 2006 con un 23%. El menor nivel se registró en 1998 con 4.6%.

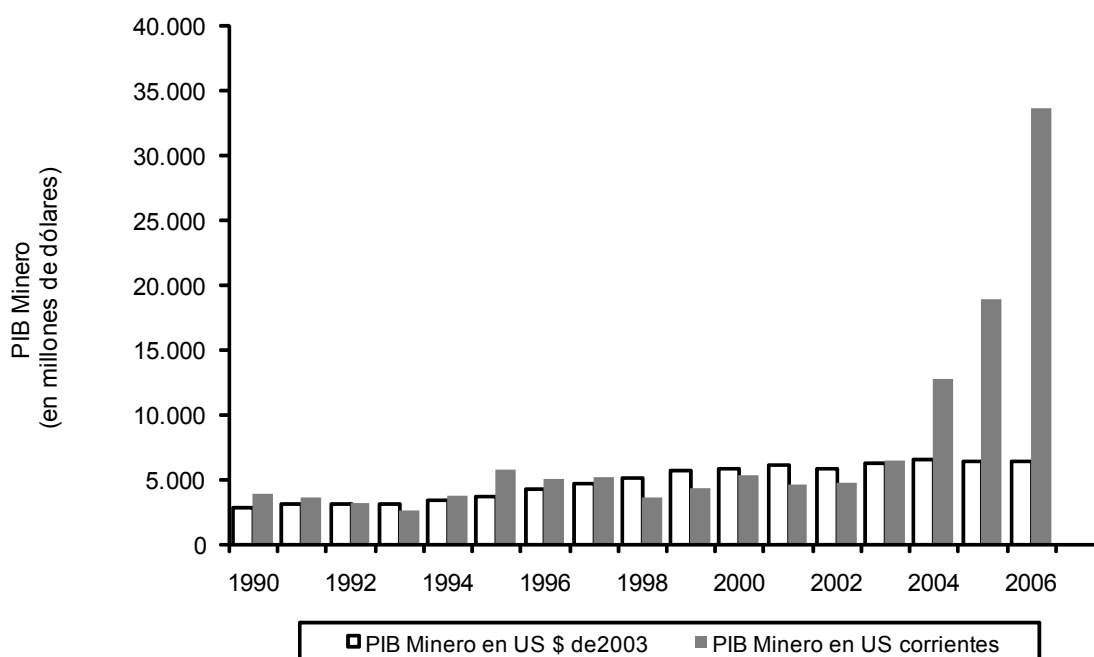
FIGURA N°1: CONTRIBUCIÓN A LA ACTIVIDAD (% PIB)
(Período 1990 - 2006)



Nota: La contribución a la actividad se mide como la razón entre el PIB Minero y el PIB Total en ambas
Fuente: Elaboración Cochilco basada en datos del Banco Central de Chile.

A partir de 2004 y como resultado del alto precio que ha alcanzado el cobre en los mercados mundiales, el aporte de la minería a precios corrientes se ha encumbrado a valores históricos y ha más que duplicado su contribución al PIB chileno¹³ (Figura N°1). Así, mientras en el periodo 1990 – 2003 el aporte promedio del sector a la actividad fue de 7,5%, en los tres años siguientes (2004 – 2006) dicha contribución se incrementó en casi 10 puntos porcentuales, alcanzando una participación anual promedio de 17,4%.

FIGURA N°2: EVOLUCIÓN PIB MINERO
(Periodo 1990 - 2006, base 2003)



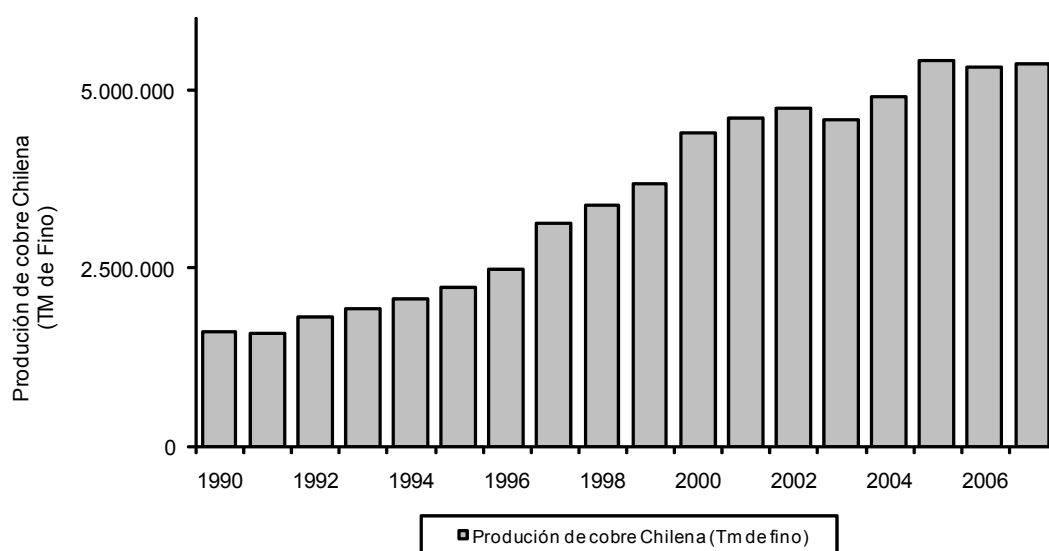
Fuente: Elaboración Cochilco basada en datos del Banco Central de Chile.

En el período analizado (1990-2006), la producción de cobre nacional se ha incrementado de manera significativa, alcanzando una tasa de crecimiento anual promedio de un 7.5% (Figura N°3). Sin embargo, este incremento en la producción física no ha tenido el mismo efecto en la generación de valor agregado de la actividad, ya que en el mismo período, la tasa de crecimiento promedio del PIB de

¹³ Medido en moneda del año.

la minería a precios del año 2003 ha sido sólo de 5.3%, lo que comparado a una tasa de crecimiento promedio de la economía chilena de 5.4% para el mismo período, ha hecho que la participación o aporte directo de la actividad se haya mantenido prácticamente constante. El hecho que el valor agregado de la actividad crezca menos que la producción de cobre, se explica porque el resto de los productos mineros no ha crecido a la misma velocidad e incluso ha caído, como es el caso de la producción de carbón y gas natural.

FIGURA N°3: PRODUCCIÓN CHILENA DE COBRE
(En TM, periodo 1990 - 2006)



Fuente: Anuario Cochilco

Se suma a este hecho un menor rendimiento de la producción, a raíz de la natural disminución de la ley de los yacimientos

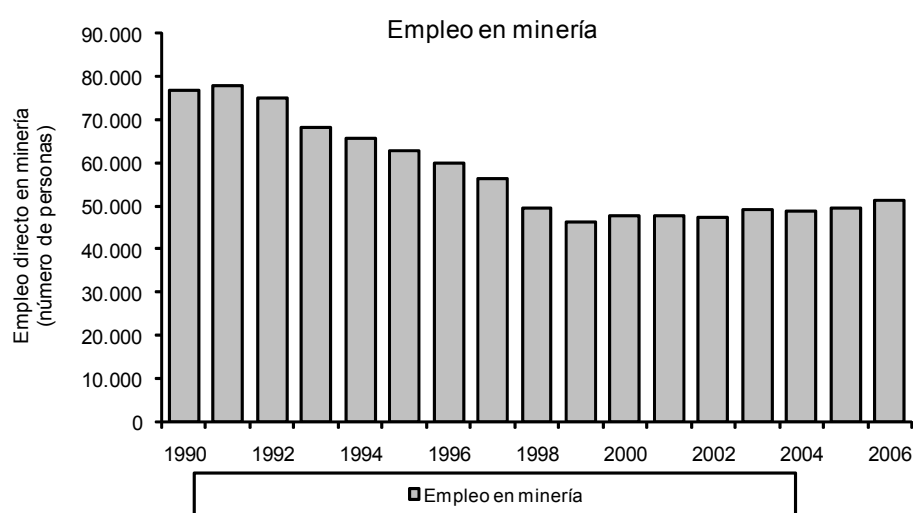
Como corolario, podemos concluir que el aumento de la importancia de la actividad minera en la economía chilena en los últimos 3 años, está explicado básicamente por incrementos de precio mucho más que por incrementos de la producción, ya que pese al alto precio alcanzado por el cobre en los mercados mundiales en los últimos años, no se ha observado un aumento importante en la producción minera local (Figura N°3). Esto se explica, por la naturaleza propia de la actividad minera, donde no es posible reaccionar de manera rápida a las alzas

de precio de los productos, ya que habitualmente un proyecto minero, dada la envergadura de estos, requiere entre 3 y 5 años para iniciar su producción, lo que explica la existencia de un efecto rezago en la producción en relación al precio¹⁴.

3.3. Efectos directos en el empleo

De acuerdo a las cifras del Sernageomin, entre 1990 y 2006 el sector ha disminuido su contratación en más de 25 mil empleos directos. En efecto, pues si en 1990 empleaba directamente a 76.843 trabajadores, en 2006 requería sólo de 51.430 personas. Sin embargo, al analizar en más detalle el período anterior, es posible distinguir dos fases en la evolución del empleo ligado a la actividad minera. La primera, corresponde a un sub-período de declinación comprendido entre 1990 y 1998 (figura N° 5), años entre los cuales la tasa de variación del empleo registró un caída del 39,94%, exhibiendo una tasa de disminución promedio anual de 5,30%. La segunda, a un sub-período de suave alza entre los años 1999-2006, en donde la tasa de variación promedio del empleo fue de 1,57% (Figura N°4).

FIGURA N°4: EMPLEO DIRECTO EN MINERÍA
(Período 1990 - 2006)



Fuente: Elaboración Cochilco basada en datos de Sernageomin

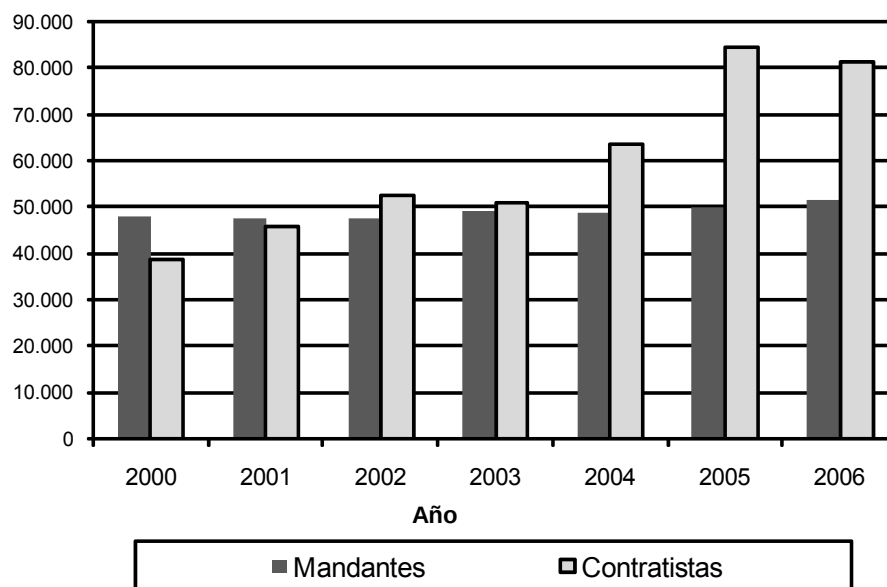
¹⁴ Un análisis de las series de datos de precio y producción, encontró evidencia de una alta correlación entre el precio en el cuarto rezago con la producción contemporánea, incluso por sobre la correlación de otros rezagos o de las variables contemporáneas.

Existen varias causas que podrían explicar esta disminución del empleo. Primero, el sector tradicionalmente ha sido intensivo en capital (Meller, 2002) y debido a la adopción de nuevas tecnologías, al uso de nuevos procesos de extracción y a la automatización de éstos, principalmente en las empresas medianas, el sector ha incrementado aún más su intensidad en capital. Segundo, la minería no ha estado ajena a la tendencia creciente de externalización de los procesos de un amplio conjunto de actividades no relacionadas directamente con las actividades principales, lo que ha contribuido a la disminución de los empleos directos generados por el sector minero. Esta última variable es la que hace complejo el realizar proyecciones de la evolución del empleo, debido a que no presenta relación con ninguno de los estimadores utilizados en la parte 4 de este estudio, como son el PIB, la producción física y la inversión.

Adicionalmente, en la actualidad, ha existido un cambio en la regulación laboral que ha llevado a incorporar como trabajadores de las empresas (empleo directo) a trabajadores de empresas contratistas (empleo indirecto). Esta situación, nuevamente, provoca cambios en el nivel de empleo que no se explican por las variables utilizadas. Todo esto implica que resulta poco efectivo el realizar proyecciones del empleo, ya que además de indicadores directos, asociados a la actividad, se requiere incorporar estimaciones de los efectos de los cambios en la legislación, lo cual resulta muy poco realista.

Para analizar el efecto de la subcontratación, se analizan las cifras de empleo entregadas por Sernageomin para los años 2000-2006 (figura N°5). En la serie se aprecia claramente la tendencia opuesta que han registrado los trabajadores de las empresas mineras con los de las empresas contratistas, duplicándose estos últimos en los siete años analizados.

FIGURA N°5: EVOLUCIÓN OCUPADOS EN MINERÍA Y CONTRATISTAS MINEROS
(Periodo 2000 - 2006)



Fuente: Elaboración Cochilco, con base en Anuario de la minería de Chile 2006, Sernageomin

A juicio de Meller (2002), en la industria del cobre existe una proporción de 1:1 entre empleo directo e indirecto, sin embargo, las últimas cifras publicadas por Sernageomin en su anuario de la minería 2007, señalan que del total de trabajadores que se desempeña en la actividad minera, que corresponde a 132.816 personas, un 61% pertenece a empresas contratistas y un 39% a las empresas mandantes, lo que representa 1,58 trabajadores subcontratados por cada trabajador de las empresas mineras.

Con todo, para determinar los efectos directos en el empleo de la actividad, se considerará solamente a los trabajadores contratados por las empresas mineras, es decir, los trabajadores subcontratados y el resto de los empleos indirectos generados por la actividad serán considerados como empleo indirecto.

Por su parte, de acuerdo a lo señalado en el capítulo metodológico, no es posible suponer que todos los trabajadores empleados en el sector se encontrarían empleados en otro sector si es que Chile no fuera un país minero. Para calcular el efecto neto sobre el empleo, se aproximará la probabilidad de estar desempleado

a la tasa de desempleo del sector “Electricidad, Gas y Agua” (EGA). Lo anterior, exige necesariamente suponer que los trabajadores del sector minero presentan características similares a los trabajadores de esta industria.

En la Tabla N°3 se entregan los resultados, los cuales muestran que el efecto total sobre el empleo varía entre 4.013 trabajadores, si se utiliza la tasa de desempleo del sector EGA y 4.160 puestos de trabajo adicionales, al utilizar el promedio nacional.

TABLA N°3: ESTRUCTURA DE EMPLEO EN EL SECTOR Y CREACIÓN DE EMPLEO DIRECTO
(Datos para 2003)

Año	Empleo Bruto	Tasa de desempleo EGA (%)	Empleo Neto	Tasa de desempleo promedio otros sectores (%)	Empleo Neto
2003	48.945	8,2	4.013	8,5	4.160

Fuente: Elaboración Cochilco basada en datos de la Encuesta Laboral 2004 (Ministerio del Trabajo).

Si bien este análisis contribuye a evaluar el detalle del efecto neto de la actividad, para efectos de este trabajo lo relevante es el efecto bruto en el empleo, así como en todas las otras variables medidas como es el caso del PIB y aporte al Fisco.

En síntesis, el impacto del empleo bruto del sector minero en el total nacional es bastante bajo, incluso considerando el total del empleo de la actividad que entrega el Sernageomin, que incluye a los trabajadores subcontractados, la participación de la minería no supera el 2% del empleo nacional. Lo anterior, es el resultado de una de las características más relevantes de la minería, como es la alta intensidad de uso del capital en sus proyectos, por lo cual es natural que su impacto en el empleo directo sea bajo en relación al PIB del sector.

3.4. Efecto directo en la tributación nacional

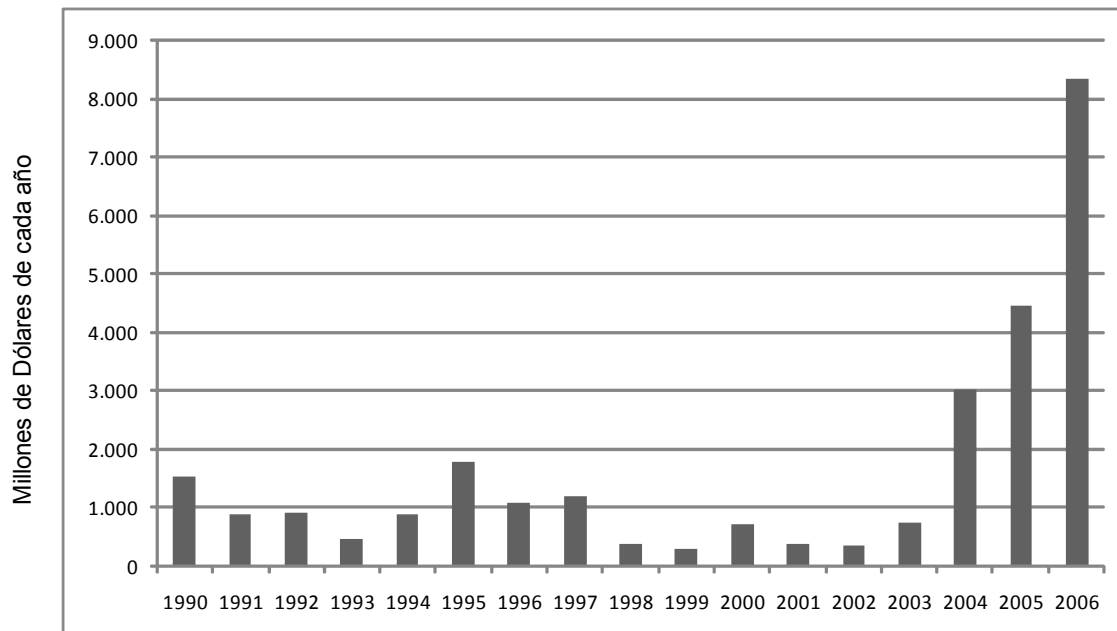
Si bien el aporte de la actividad minera siempre ha sido significativo para las arcas fiscales, el aumento sin precedentes experimentado por el precio del cobre en los últimos años, ha tenido importantes impactos sobre la tributación de las empresas mineras, aumentando a cifras nunca antes registradas en la historia del país.

Los efectos del aporte de la minería en los ingresos fiscales, pueden ser desagregados según su origen en dos fuentes: primero, las recaudaciones provenientes de la minería estatal conformada por Codelco y Enami; segundo, las recaudaciones provenientes de la minería privada, representada en este estudio a través de las diez principales empresas mineras privadas (10 GMP).

El aporte de las empresas estatales corresponde al impuesto a la renta, el impuesto específico a la actividad minera¹⁵, el aporte de Codelco a las fuerzas Armadas (Ley N°13.196) y la participación en las utilidades. En la Figura N°6, se muestra la evolución del aporte de estas empresas medido en moneda corriente, destacando el importante aumento observado a partir de 2004. De esta forma, en el período 1990-2003 el aporte promedio de las empresas estatales alcanzó los US\$ 816 millones, lo que representa un promedio de 6,63% del total de ingresos fiscales del período. Sin embargo, entre 2004-2006, los aportes promedio del sector minero estatal alcanzaron los US\$ 5.263 millones, cifra que representó un promedio de 17,4% del total de ingresos Fiscales del país en igual período.

¹⁵ Corresponde al impuesto específico aplicado a partir del año 2006 conocido como *Royalty*.

FIGURA N°6: APORTES AL FISCO PROVENIENTES DE LA MINERÍA ESTATAL 1990-2006
(millones de dólares de cada año)



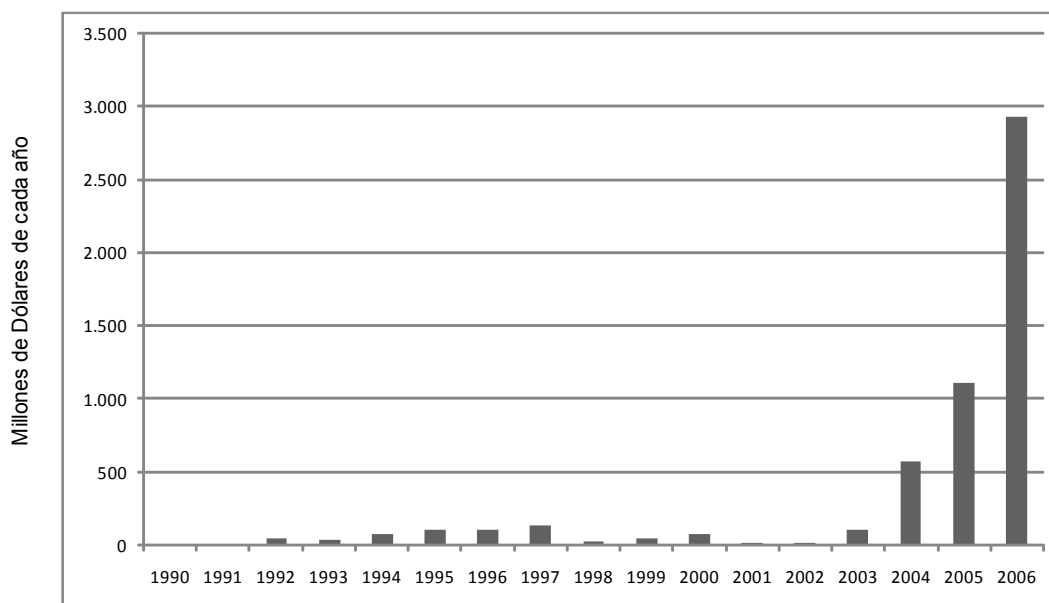
Fuente: Elaboración Cochilco basada en memorias de Codelco y Enami.

Por otra parte, el aporte tributario de las empresas mineras privadas, que corresponde al impuesto a la renta y al impuesto específico a la actividad, se caracteriza por un muy bajo nivel de contribución entre el periodo 1990 y 2003 (Figura N°7). Situación que se explica en parte, tal como señalan del Pino et al (2004), por las normas tributarias vigentes en el país, lo cual les permite a las empresas mineras privadas, depreciar aceleradamente sus activos fijos y gastos de organización y puesta en marcha. Adicionalmente en esos años se produjo un incentivo al endeudamiento, producto de la ventaja tributaria que ofrece el pago de intereses por sobre las utilidades, lo que implica un menor incentivo a financiar proyectos con capital propio, esta situación cambió a partir de la aplicación de una tasa de impuesto 35% a los intereses considerados sobreendeudamiento.

Otro componente que explica el bajo nivel del aporte del sector privado hasta el año 2002, está dado por el natural proceso de maduración de las inversiones mineras, de este modo los recursos que se invirtieron desde la primera mitad de los noventa, alcanzaron sus máximos niveles de producción recién a fines de la década, período caracterizado por los bajos precios del cobre, situación que se

mantuvo hasta el año 2003. En resumen, existe una serie de argumentos que explican la ausencia de utilidades tributarias y por lo tanto, de pago de impuestos hasta el año 2003.

FIGURA N°7: INGRESOS FISCALES PROVENIENTES DE LA MINERÍA PRIVADA 1990-2006
(millones de dólares de cada año)



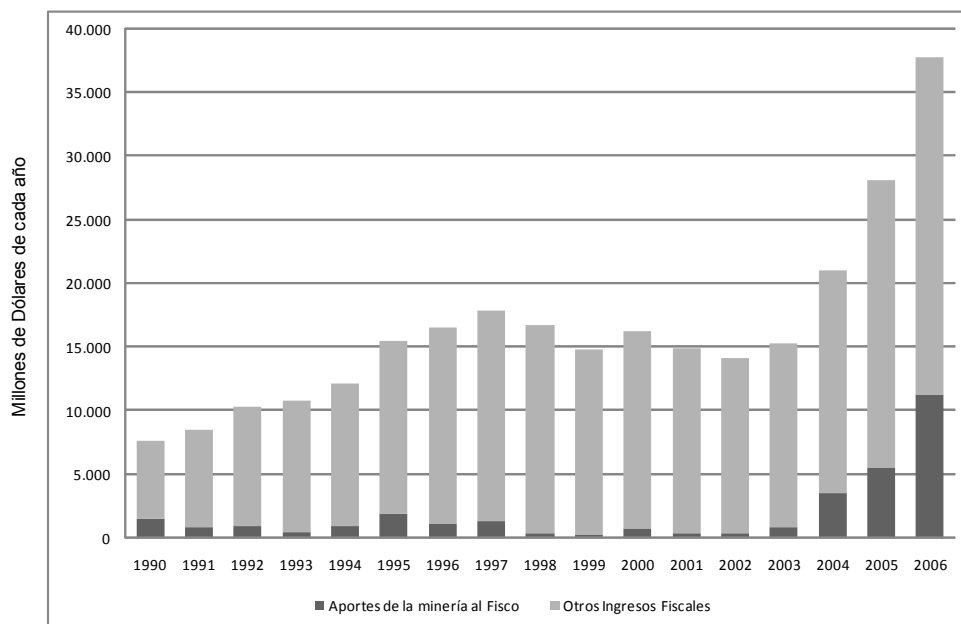
Fuente: Elaboración Cochilco basada en memorias de las GMP-10.

Otro factor determinante en este escenario, tal como sugieren los mismos autores, fue el bajo precio del cobre que tuvieron que enfrentar las GMP-10 a partir de 1998, lo cual les impidió absorber más rápido las inversiones realizadas. De esta forma, la contribución promedio de la minería privada en el período 1990-2003, fue de US\$ 58 millones corrientes, cifra equivalente a tan solo un 0,39% de los ingresos totales Fiscales. Sin embargo, desde el año 2004 en adelante este escenario comienza a cambiar, pues el aporte promedio al Fisco por esta vía en el período 2004-2006, alcanzó los US\$ 1.535 millones en términos corrientes, representando un significativo 4,8% del ingreso Fiscal total.

En resumen, el efecto del mayor precio del cobre, también se ha visto reflejado en la mayor preponderancia que ha tenido el sector minero en el total de ingresos recaudados por el Fisco en términos nominales (Figura N°8). Así, mientras en el

periodo 1990-2003, el aporte promedio de la minería alcanzó un promedio de 7,02%, en el periodo 2004-2006 registró un promedio de 22,18%, aumentando su participación en los ingresos Fiscales desde un 17,04% en 2004 a un 29,8% en 2006.

FIGURA N°8: INGRESOS FISCALES PROVENIENTES DE LA MINERÍA vs. INGRESOS TOTALES RECAUDADOS 1990-2006
(millones de dólares de cada año)



Fuente: Elaboración propia Cochilco basada en memorias de Codelco, Enami, GMP-10 y Dipres.

3.5. Efectos indirectos en el PIB

En esta sección se estima el impacto indirecto de la actividad minera en otras actividades a través de tres efectos.

3.5.1. El primero de estos efectos indirectos consiste en los encadenamientos propios de la actividad, los cuales se miden en términos del nivel de actividad que se genera en las otras ramas de la economía, a partir de las demandas intermedias de la minería.

TABLA N°4:

EFECTO EN PIB

Variable	Millones de US\$ de 2003
PIB Minero	6.250
PIB Indirecto via encadenamiento	3.427
PIB total	9.678

Fuente: Elaboración propia Cochilco basada en datos del Banco Central de Chile

Los resultados para 2003 muestran que el PIB de la minería fue US\$ 6.250 millones y por efecto de encadenamiento de la demanda intermedia de insumos de la actividad, se generaron US\$ 3.427¹⁶ millones como producto indirecto (Tabla N°4).

3.5.2. Un segundo efecto indirecto que se produce, originado por la actividad minera, es el relacionado con la inversión minera. Lo anterior ocurre, ya que para realizar un proyecto minero se requieren importantes recursos en infraestructura y equipos. En la Tabla N°5, se muestran los componentes de la inversión de la actividad minera, de acuerdo con los resultados de la matriz insumo producto del año 2003. A partir de los resultados, se deduce que por cada unidad monetaria que se invierten por parte de la minería, sólo un 4,5% se consume en maquinarias y equipos de origen nacional, un 36,9% en maquinarias y equipos importados directamente por las empresas mineras y un 58,6% en construcción.

TABLA N°5: VECTOR DE INVERSIÓN MINERA

Variable	Origen	Millones de US\$ de 2003	%
Maquinaria y Equipos	Nacionales	113	4,5%
	Importados	920	36,9%
Construcción		1.459	58,6%
Total		2.492	100%

Fuente: Banco Central de Chile

¹⁶ En moneda de 2003.

Debido a lo marginal del impacto de la maquinaria de origen nacional y a que la demanda directa de maquinaria importada no genera encadenamientos en la economía nacional, en este estudio solamente se considera la estimación del impacto a partir de la construcción que se genera proveniente de la inversión de la minería.

TABLA N°6: EFECTO EN PIB DE LA INVERSIÓN

Variable	Millones de US\$ de 2003
Inversión Minera	2.492
PIB Indirecto vía Inversión	1.164

Fuente: Elaboración propia Cochilco basada en datos del Banco Central

En la tabla N°6 se muestran los resultados obtenidos para el año 2003, de acuerdo a la cifra de inversión minera publicada por el Banco Central, la cual corresponde a US\$ 2.492 millones, según lo cual de esa cifra se demandan del sector Construcción US\$ 1.459 millones, que finalmente genera un PIB de US\$ 1.164 millones.

3.5.3. Un tercer impacto generado por una actividad económica como la minería, es el que se produce por el consumo derivado de los ingresos provenientes del valor agregado de la actividad, ya sea como excedente o como remuneración.

Para poder determinar qué porcentaje del consumo de los hogares chilenos tiene origen en la actividad minera se utiliza como supuesto para la estimación, el porcentaje del ingreso disponible de los hogares que tiene origen en la minería. Para esto, se define el ingreso disponible de los hogares como la suma del ingreso proveniente de las remuneraciones. Para otros sectores de la economía, sería pertinente también considerar la parte de los excedentes que llega a los hogares, tanto por repartición de utilidades como por excedente de empresas

familiares. Sin embargo para una actividad como la minería, donde casi la totalidad de los excedentes se genera en actividades de gran escala y en donde los hogares nacionales no participan de manera significativa, no resulta adecuado incorporarlos al ingreso disponible.

En este efecto también se considera el consumo de los hogares, que tienen ingresos generados indirectamente por la actividad minera. Lo anterior, se refiere a las remuneraciones pagadas a partir de la actividad que se estimó en el punto 3.5.1 y a la derivada de la inversión minera en el punto 3.5.2.

Los resultados de la estimación indican que el ingreso de los hogares que tendría origen en la actividad minera, representa un 5,8% del ingreso total de las familias, lo que a su vez implica, dado los supuestos, que un 5,8% del consumo de los hogares chilenos se deriva de la minería.

Con este valor, se estima que el aporte al PIB que se genera por esta vía alcanza a US\$ 1.402 millones, lo que en términos de porcentaje del PIB corresponde al 2%.(Tabla N°7)

TABLA N°7:

PIB ASOCIADO AL CONSUMO DE
LOS HOGARES
(Millones de US\$ de 2003)

Remuneraciones minería	1.175
Remuneraciones indirectas	1.948
Total remuneraciones	3.124
% Consumo /YD*	86%
Consumo asociado	2.685
Valor Agregado Asociado	1.402

Fuente: Elaboración propia Cochilco basada en datos del Banco Central

* se calcula como el porcentaje de consumo sobre el ingreso disponible publicado en la MIP 2003

Es necesario precisar que existen otros tipos de impactos que se producen como resultado de una actividad. Por ejemplo, a partir de los impuestos pagados el

Estado puede realizar su gasto y por lo tanto también se genera actividad. Sin embargo, dado que no se dispone de la información detallada de la estructura del gasto público en las Cuentas Nacionales que nos permita precisar su efecto en la actividad económica¹⁷, esta estimación ha quedado fuera de los alcances del presente estudio, siendo una clara materia de expansión para revisiones posteriores¹⁸.

De esta manera, el resultado obtenido en este estudio aparece como el piso de los impactos económicos que genera la actividad, correspondiendo sin embargo, a la mayor parte de estos aportes.

En la Tabla N°8, se muestra el resumen de los impactos analizados en el PIB por cada una de las ramas de actividad para el año 2003. Esto es lo que se conoce como “encadenamiento del producto”, pues mide el impacto que se genera entre la actividad que enfrenta el incremento en la demanda final y los demás sectores de la economía, pues son precisamente estos sectores quienes proveerán de los insumos necesarios para satisfacer ese incremento en la demanda final. Este efecto que se puede expresar como porcentaje del PIB, también se puede expresar en términos de efecto multiplicador o amplificador, que para este caso es de 0.96, es decir, por cada unidad monetaria de PIB minero se “crean” 0.96 unidades adicionales de PIB en otros sectores¹⁹ de la economía chilena. Este efecto multiplicador se puede desagregar en 0.55 de efecto de demanda intermedia, 0.19 de efecto inversión y 0.22 de efecto consumo.

¹⁷ Para poder tener la estructura mencionada, deberíamos realizar una estimación de la cuenta total del gobierno que considere el gasto del gobierno central así como el gasto en salud, educación, obras públicas, etc.

¹⁸ Otros impactos que si se podrían incorporar son los efectos de tercer orden en el gasto de los hogares e inversión. Esto se refiere al mismo impacto calculado como efecto indirecto de la actividad, pero para cada uno de los componentes de la demanda de inversión y consumo final de hogares. Este calculo que si bien no es de mayor complejidad que el realizado para medir el impacto indirecto de la actividad, puede hacer más complejo el análisis de los resultados y su aporte es marginal respecto al objetivo buscado.

¹⁹ Se obtiene del cociente entre el total del efecto indirecto y el total del efecto directo.

TABLA N°8

APORTE TOTAL DE LA MINERÍA AL PIB

(Millones de US\$ de 2003)

Sector Económico	PIB sectorial	Efecto Directo	Efectos Indirectos			Total Indirecto	% del PIB sectorial	% del PIB total
			Demanda Intermedia	Inversión	Consumo			
Agropecuario-Silvícola	2.665		80	25	28	133	5,0%	
Pesca	907		13	4	4	20	2,3%	
Minería	6.250	6.250						
Industria Manufacturera	12.148		617	172	260	1.049	8,6%	
Electricidad, Gas y Agua	2.113		578	22	37	638	30,2%	
Construcción	5.108		22	690	0	712	13,9%	
Comercio, Restaurantes y Hoteles	7.161		301	54	243	598	8,3%	
Transporte y Comunicaciones	6.814		416	41	149	606	8,9%	
Servicios Financieros	11.066		1.300	145	87	1.532	13,8%	
Propiedad de Vivienda	4.307		0	0	291	291	6,8%	
Servicios Personales	8.550		86	10	300	395	4,6%	
Administración Pública	3.203		14	2	3	18	0,6%	
Total valor agregado	70.293	6.250	3.427	1.164	1.402	5.993	8,5%	
% del PIB Total sectorial	100%	8,89%	4,88%	1,66%	1,99%	8,5%		17,42%
Multiplicador			0,55	0,19	0,22	0,96		

Fuente: Elaboración Cochilco.

3.6. Efectos Indirectos en el Empleo

En la tabla N°9 se muestra el cálculo del efecto de la actividad minera en la generación de empleo. En esta tabla, se presentan tanto el dato de empleo directo que entrega el Banco Central²⁰ como la estimación del empleo indirecto. Para esta estimación, se utiliza para extrapolar el empleo, el porcentaje del PIB sectorial que explica la minería y que se estimó en la sección anterior. De esta manera el porcentaje del empleo que genera la minería en cada sector, corresponde al porcentaje del PIB del sector, que depende de la minería.

Los resultados muestran que mientras la minería generaba alrededor de 48.000 empleos directos en el año 2003, indirectamente generaba 322.000, lo que implica que por cada empleo directo que se genera en la minería, en el resto de la economía se generan 6,5 empleos indirectos. La subcontratación forma parte de los 322.000 empleos, ya que para la matriz insumo producto, corresponde a empresas de Servicios y no empresas mineras.

²⁰ Para el cálculo de los efectos en el empleo se toma la cifra del Banco Central, que corresponde a una cifra conciliada con el resto de los resultados de la Matriz Insumo Producto, pero que presenta algunas diferencias respecto a la de Sernageomín.

TABLA N°9

EFECTOS INDIRECTOS SOBRE EL EMPLEO

Actividad	PIB sectorial*	Total PIB Indirecto*	% dependencia	Empleo Total (Miles)	Empleo Indirecto (Miles)
Agropecuario-silvícola	2.665	133	4,8%	369	18
Pesca extractiva	907	20	2,2%	56	1
Minería	6.250		0,0%	48	0
Industria manufacturera	12.148	1.049	8,3%	416	36
Electricidad, gas y agua	2.113	638	29,9%	18	5
Construcción	5.108	712	13,9%	529	74
Comercio, hoteles y restaurantes	7.161	598	7,9%	634	53
Transporte y comunicaciones	6.814	606	8,6%	347	31
Intermediación financiera y servicios empresariales	11.066	1.532	13,7%	476	66
Propiedad de vivienda	4.307	291	5,8%	6	0
Servicios sociales y personales	8.550	395	4,1%	782	36
Administración pública	3.203	18	0,6%	235	1
Total	70.293	5.993	8,3%	3916	322

Fuente: Elaboración Cochilco.

* Millones de dólares de 2003

Como se aprecia, el efecto indirecto de la minería sobre el empleo es muy superior al efecto que genera sobre el PIB, esta situación se produce porque en términos relativos, la minería presenta una mayor intensidad de uso de capital que el resto de la economía, lo que implica una mayor productividad del trabajo. Lo anterior, explica que para un efecto multiplicador del PIB inferior a uno (0,96 ver tabla 7), se genere más de seis empleos en otras actividades.

4. Proyecciones.

La aplicación de la metodología de las Matrices Insumo Producto nos permite también, realizar estimaciones del impacto directo e indirecto futuro e la actividad minera en el país, a partir de los antecedentes de producción e inversión proyectadas en el sector. Para las otras variables analizadas en este trabajo, empleo y tributación, el realizar proyecciones sobrepasa los alcances de este estudio.

Para proyectar el PIB de la minería, se utilizan las estimaciones de producción física de cobre. Lo anterior, si bien puede no corresponder a la mejor estimación de la actividad, pues no incorpora variables como la ponderación por tipo de producto ni de cada empresa, representa un indicador fácil de obtener y que de

acuerdo con la serie de datos estudiada, presenta un coeficiente de correlación del 70% con el PIB minero.

Para la estimación de la proyección del impacto del PIB indirecto, por efecto de la demanda de insumos intermedios de la actividad minera, así como para la proyección del efecto del consumo de las familias, se utiliza el mismo estimador, la producción física de cobre. Lo anterior, dado que ambos son efectos que están directamente relacionados a la producción, el primero a través del consumo intermedio y el segundo por medio del valor agregado.

En el cálculo del efecto indirecto vía inversión, se utiliza información elaborada por Cochilco en sus informes de inversiones de la minería, ya que no existe una serie de inversiones mineras publicada por las Cuentas Nacionales. Es importante destacar, que para el único año en que tenemos dos fuentes para contrastar es el año 2003, en el que existen fuertes diferencias entre el dato de inversión calculado por las Cuentas Nacionales y el registrado en el informe de Cochilco.

Las razones que explican esta diferencia radican en las metodologías que utilizan ambas instituciones. Por una parte el dato publicado por Cochilco corresponde a la suma de los proyectos de inversión materializados por Codelco y Enami, más la inversión extranjera materializada informada por el Comité de Inversiones Extranjeras (CINVER). Por otra parte, el dato publicado por el Banco Central se elabora mediante una encuesta a los demandantes de inversión, sin considerar la fuente de financiamiento de la misma y donde se pregunta por los montos de inversión efectivamente ejecutada durante el año.

Aparte de la diferencia de universo de ambos datos, existen importantes diferencias contables entre un dinero que efectivamente ingresa al país para ser invertido (dato CINVER) y el monto que realmente se utilizó durante un periodo específico (dato de Cuentas Nacionales).

Así, esta dicotomía podría explicar las fuertes diferencias entre los datos de un año específico, por ejemplo en el 2003, y con ello obtener una estimación para el año 2003 distinta a la que se entrega como resultado en el análisis de los efectos indirectos. Esta diferencia, sin embargo, se debiera reducir al considerar el período completo de proyección, comprendido entre los años 2007 y 2012, debido al rezago de la información, es decir lo que para una fuente puede ser considerado inversión de un año específico, para la otra puede ser registrado en el periodo inmediatamente anterior o en el siguiente.

Para la estimación de la tasa de crecimiento de la economía, se utilizan las proyecciones del Banco Central para los años 2006 y 2007, y la estimación del PIB de tendencia que hace el grupo de expertos para la Dirección de Presupuestos de Chile.

Las últimas columnas de la tabla N° 10 (desde la *j* a la *o*) muestran los resultados que son el objeto de este informe. Por un lado, tenemos el porcentaje de aporte directo de la actividad a precios del año 2003 (columna *j*), que nos muestran que si bien la participación del sector creció durante la segunda mitad de los noventa, luego vivió un periodo de estabilidad con una leve tendencia a la baja. El total del aporte alcanza sus máximos en los años 1999 y 2001 con 16,8% del PIB. Es importante recordar el hecho que estas cifras están elaboradas con precios del año 2003, ya que a precios corrientes el aporte directo al PIB, en los años 2006 y 2007 la participación de la minería ha sido de 22,2% y 21,8% respectivamente.

La proyección para los años 2007 al 2012 muestra una leve tendencia a la baja, pese a que la inversión se mantiene en un promedio de 1,4% para los años proyectados (1,3% en el período completo) lo que se podría explicar porque esta nueva inversión está asociada a incrementos menos significativos en la producción física y por lo tanto del valor agregado, lo que implicaría niveles de productividad y rendimiento inferiores a los alcanzados durante la década de los noventa por la minería.

TABLA N°10

PROYECCIÓN DEL EFECTO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN EL PIB DE LA ECONOMÍA.

Año	(a)			(b)			(c)			Impactos en Millones US\$2003							Impactos como % del PIB						
	PIB Total Millones US\$2003**	Producción (MTMF)	Inversión Millones US\$2003*	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)=(e+f+g)	(i)=(d+h)	(j)=(d)/(a)	(k)=(e)/(a)	(l)=(f)/(a)	(m)=(g)/(a)	(n)=(h)/(a)	(o)=(i)/(a)								
				PIB Minero Estimado**	Demanda intermedia	Inversión	Consumo	Aporte Indirecto Total	Aporte Total	% Aporte directo	% Aporte Demanda intermedia	% Aporte Inversión	% Aporte Consumo	% Aporte Indirecto	% Aporte Total								
1990	37.292	1.588	540	2.792	1.531	541	628	2.699	5.492	7,5%	4,1%	1,4%	1,7%	7,2%	14,7%								
1991	40.134	1.814	380	3.138	1.721	380	705	2.806	5.944	7,8%	4,3%	0,9%	1,8%	7,0%	14,8%								
1992	44.817	1.933	481	3.093	1.696	481	695	2.872	5.965	6,9%	3,8%	1,1%	1,6%	6,4%	13,3%								
1993	47.786	2.055	612	3.088	1.693	613	694	3.000	6.088	6,5%	3,5%	1,3%	1,5%	6,3%	12,7%								
1994	50.290	2.220	964	3.363	1.844	964	756	3.563	6.926	6,7%	3,7%	1,9%	1,5%	7,1%	13,8%								
1995	55.287	2.489	988	3.676	2.016	989	826	3.831	7.507	6,6%	3,6%	1,8%	1,5%	6,9%	13,6%								
1996	59.179	3.116	763	4.256	2.333	763	957	4.053	8.309	7,2%	3,9%	1,3%	1,6%	6,8%	14,0%								
1997	63.076	3.392	1.227	4.736	2.596	1.228	1.064	4.889	9.625	7,5%	4,1%	1,9%	1,7%	7,8%	15,3%								
1998	65.091	3.687	1.442	5.128	2.812	1.442	1.153	5.407	10.535	7,9%	4,3%	2,2%	1,8%	8,3%	16,2%								
1999	64.676	4.391	809	5.671	3.109	809	1.275	5.193	10.865	8,8%	4,8%	1,3%	2,0%	8,0%	16,8%								
2000	67.514	4.602	314	5.853	3.209	314	1.316	4.839	10.692	8,7%	4,8%	0,5%	1,9%	7,2%	15,8%								
2001	69.787	4.739	787	6.185	3.391	787	1.390	5.569	11.754	8,9%	4,9%	1,1%	2,0%	8,0%	16,8%								
2002	71.323	4.581	1.293	5.924	3.248	1.293	1.331	5.872	11.796	8,3%	4,6%	1,8%	1,9%	8,2%	16,5%								
2003	73.990	4.904	578	6.250	3.427	578	1.402	5.407	11.658	8,4%	4,6%	0,8%	1,9%	7,3%	15,8%								
2004	78.417	5.413	592	6.562	3.598	592	1.475	5.664	12.226	8,4%	4,6%	0,8%	1,9%	7,2%	15,6%								
2005	82.898	5.321	1.219	6.462	3.543	1.220	1.452	6.215	12.677	7,8%	4,3%	1,5%	1,8%	7,5%	15,3%								
2006	86.214	5.361	741	6.466	3.545	741	1.453	5.739	12.205	7,5%	4,1%	0,9%	1,7%	6,7%	14,2%								
2007	91.171	5.702	1.020	6.877	3.770	1.021	1.546	6.337	13.214	7,5%	4,1%	1,1%	1,7%	7,0%	14,5%								
2008	95.730	5.903	1.339	7.119	3.903	1.340	1.600	6.843	13.962	7,4%	4,1%	1,4%	1,7%	7,1%	14,6%								
2009	100.516	6.098	1.944	7.355	4.032	1.945	1.653	7.630	14.985	7,3%	4,0%	1,9%	1,6%	7,6%	14,9%								
2010	105.542	5.799	1.633	6.994	3.834	1.634	1.572	7.040	14.034	6,6%	3,6%	1,5%	1,5%	6,7%	13,3%								
2011	110.819	6.460	1.255	7.791	4.272	1.256	1.751	7.279	15.070	7,0%	3,9%	1,1%	1,6%	6,6%	13,6%								
2012	116.360	6.484	1.544	7.820	4.287	1.545	1.758	7.590	15.410	6,7%	3,7%	1,3%	1,5%	6,5%	13,2%								

Fuente: Elaboración Cochilco.

* Corresponde al dato de Inversión publicado por Cochilco que no coincide con el dato de Cuentas Nacionales.

** Hasta 2006 corresponde a cifras históricas publicadas por el banco central de Chile, a partir de 2007 es proyección propia.

5. Conclusiones

Para Chile la actividad minera ha estado siempre ligada a su desarrollo. Desde la segunda mitad del siglo XIX, durante todo el siglo XX y a comienzos del siglo XXI la minería aparece como una de las principales fuentes de riqueza para el país. En este trabajo, se aplica una metodología sobre la base de la matriz insumo-producto, que intenta realizar una estimación de cual ha sido la evolución de este aporte en los últimos 17 años y una estimación de los mismos hasta el año 2012.

Se ha acotado el efecto de la actividad a variables macroeconómicas observables, pues no se realizan estimaciones o levantamientos de información que no estén disponibles, concentrándose el análisis en el aporte al PIB, el empleo y a los ingresos fiscales. Tanto para el caso del PIB como para el empleo, se utilizó información de Cuentas Nacionales y de la Matriz Insumo Producto de la economía chilena del año 2003.

El aporte se separa entre directo e indirecto, para poder incorporar, si bien no todos, al menos los principales efectos que se derivan de la presencia de la actividad minera.

Los datos analizados, muestran que la actividad ha tenido un importante incremento a partir de 1990, con una tasa promedio de crecimiento en moneda del año 2003 de 5,3%. Sin embargo, debido a que en el mismo periodo no ha sido la única actividad de alto crecimiento en el país, su participación directa se ha mantenido en torno al 7,5% del PIB.

Los resultados de la proyección, indican que de acuerdo a la información que se tiene sobre producción futura, en los próximos 5 años se estima que el crecimiento de la actividad estaría bajo el nivel del resto de la economía, por lo que su participación directa en moneda del año 2003 bajaría a 6,7% hacia el año 2012.

También se realizaron estimaciones de algunos de los principales efectos indirectos de la actividad, ya sea a través de los encadenamientos generados por sus demandas intermedias, por los componentes del valor agregado asociados a ingresos de las familias y por el efecto de la inversión necesaria para generar la actividad.

Estos resultados indican que en total, por cada unidad monetaria de valor que produce la actividad minera, se generan aproximadamente 0,96 unidades adicionales, las que se descomponen en 0,55 unidades por el lado de la demanda intermedia de insumos, 0,19 unidades por efecto de las inversiones del sector y 0,22 unidades por efecto del consumo de los hogares ligados a la actividad minera. Todo esto hace que el porcentaje del aporte indirecto estimado sobre el aporte directo alcanzara un 95,88% para el año 2003.

En resumen, los resultados muestran que la actividad minera ha sido generadora en promedio, de un 15,01% del PIB a precios constantes del año 2003 desde el año 1990 hasta el 2006. De acuerdo a las estimaciones realizadas, se estima que seguirá aportando una cifra inferior en alrededor de 2 puntos porcentuales al menos hasta el año 2012. Sin embargo, esta cifra podría ser mayor pues no se han considerado otros aportes importantes, como es aquel proveniente del consumo de gobierno y los encadenamientos que éste produce.

Por el lado del empleo, se constató que la actividad ha sufrido una disminución en sus niveles de contratación, como efecto de los fuertes procesos de externalización de mano de obra iniciados a mediados de los '90 y también, de los incrementos en la productividad originados por el aumento en la intensidad de uso de capital en la actividad. Sin embargo, esta tendencia parece revertirse en los últimos años. Adicionalmente, los resultados indican un fuerte efecto multiplicador del empleo, ya que por cada empleo directo se generan 6,5 empleos en otras áreas de la economía, lo que muestra una fuerte diferencia de productividad del empleo minero con el del resto de la economía.

Finalmente, es necesario enfatizar que este estudio no agota ni los enfoques ni el universo de los impactos que genera el sector. Además de proporcionar estimaciones iniciales, su objetivo está en mostrar una metodología poco explotada para el análisis de los efectos del sector minero en la economía chilena, junto con abrir una nueva línea de investigación sobre la actividad, que permita identificar con mayor precisión dónde están los principales aportes que genera y aquellas áreas donde se podría incrementar esta contribución, principalmente a través de nuevos y más vigorosos encadenamientos productivos.

BIBLIOGRAFÍA

Aroca, Patricio. "Impacto de la Minería en la II Región", en Dilemas y Debates en torno al Cobre, Dolmen Ediciones, Santiago, agosto de 2002.

Aryee, Benjamín. "Ghana's mining sector: its contributios to the national economy". Resources Policy, N°27, 2001.

Del Pino, Víctor, G. Marambio, C. Muñoz y L. Venegas. "Minería y Tributación en Chile. Elementos de análisis para la discusión", en Mercado del Cobre y Desarrollo Sustentable en la minería, Cochilco, 2004.

Hurwicz, Leonid. "Review: Input-Output Analysis and Economic Structure", The American Economic Review, Vol. 45, N°4, septiembre de 1955, págs. 626-636.

Leontief, Wassily. "Structure of the world economy. Outline of a Simple Input-Output Formulation", *Nobel Memorial Lecture*, The Swedish Journal of Economics, vol 76, N°4, diciembre de 1974.

Leontief, Wassily. "Structural Matrices of National Economies", *Econometrica*, Vol. 17, Supplement: Report of the Washington Meeting, Julio de 1949, págs. 273 – 282.

Leturia, Francisco y A. Merino. "Tributación y minería en Chile: Antecedentes para un debate informado". Revista de Estudios Públicos, volumen N°95, invierno de 2004.

Meller, Patricio. "El cobre chileno y la política minera", en Dilemas y Debates en torno al cobre. Dolmen Ediciones, 2002.

Schuschny, A. "Tópicos sobre el modelo de Insumo-producto: Teoría y aplicaciones", Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos, División de Estadísticas y Proyecciones Económicas, Diciembre de 2005.

Soto, Raimundo y R. Bergoeing. "Una evaluación preliminar del impacto económico de El Teniente en la Sexta Región", Working Papers, ILADES-Georgetown University, 1998.

Anexo Metodológico:

El modelo Insumo-Producto y su aplicación a la economía chilena para la estimación de efectos indirectos en el PIB.

Una matriz insumo-producto es una representación simplificada de una economía. Ésta muestra, a través de un conjunto de interrelaciones, la estructura de la generación y uso de la oferta de bienes y servicios para un periodo determinado.

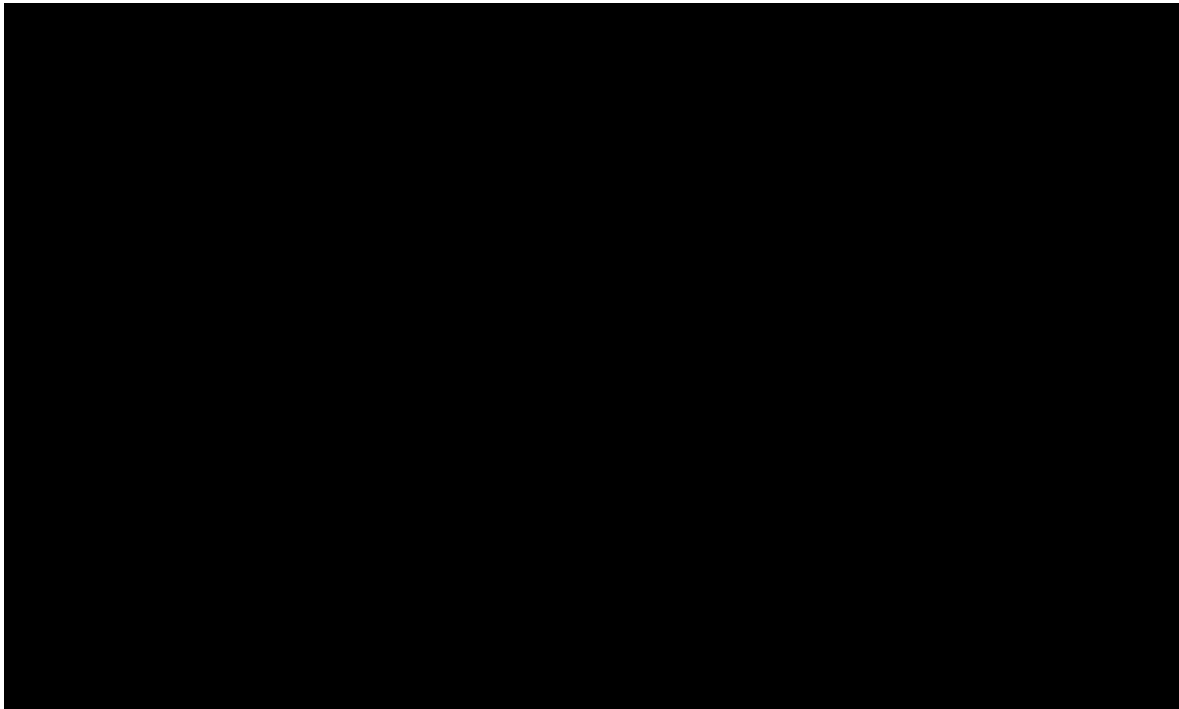
Dentro de estas interrelaciones económicas es común que las diferentes actividades produzcan bienes finales con distintas clasificaciones. En efecto, la industria minera además de minerales también produce bienes industriales (ácido sulfúrico, por ejemplo) o servicios de maquila. Esta situación, si bien refleja el verdadero comportamiento de la economía, genera un problema para el análisis matricial, ya que para poder operar con matrices se requiere que éstas sean simétricas. Dado esto, la aplicación de esta metodología requiere suponer la no existencia de producciones secundarias²¹. Algebraicamente, lo anterior supone un desplazamiento o reasignación de estas producciones fuera de la diagonal.

Existen distintas formas de reasignar producción, pero específicamente para el caso de las matrices de Chile publicadas por el Banco Central, se utiliza el criterio llamado tecnología-actividad. Esta metodología, supone que la producción atípica de un sector se incorpora como producción principal del sector correspondiente, pero manteniendo la estructura de costos de la industria que efectivamente realizó la producción. Por ejemplo, la producción secundaria de ácido sulfúrico de la minería del cobre, corresponde a producción de un bien industrial, por lo tanto se resta como ingreso y como costo del sector minero. En contrapartida, estos ingresos y costos, son imputados en la actividad industrial²².

²¹ Este supuesto se conoce como hipótesis de homogeneidad sectorial (Ver Schuschny, 2005).

²² Cabe señalar que como se realizarán estimaciones sobre datos de la matriz a doce sectores, la producción secundaria de la actividad minera del cobre, como por ejemplo el molibdeno o el oro siguen considerándose bienes mineros.

Luego de realizados los ajustes y reasignaciones correspondientes, se obtienen nuevas estructuras productivas, donde cada producción nacional está asociada a una única industria. Para el caso puntual de este trabajo, utilizamos las matrices ajustadas y publicadas por el Banco Central (tabla A1).



Si suponemos que existen “n” sectores económicos interrelacionados entre sí y que la producción de cada sector, puede venderse en el mercado de productos intermedios o como producto final, el destino de la producción del sector i-ésimo puede representarse como:

$$X_i = X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + C_i + I_i + G_i + N_i + E_i \quad (1)$$

donde,

X_i es el valor de la producción doméstica del sector i-ésimo, con $i = 1, 2, \dots, n$.

X_{ik} corresponde al valor de la producción doméstica que el sector i-ésimo le vende al sector k-ésimo.

- C_i es el valor de la producción doméstica del sector i-ésimo que es vendido como consumo por los residentes locales.
- I_i es el valor de la producción doméstica del sector i-ésimo que es vendida como inversión a los residentes locales (Formación Bruta de Capital Fijo).
- G_i es el valor de la producción doméstica del sector i-ésimo que es vendida al sector público.
- N_i es el valor de la producción doméstica del sector i-ésimo que es destinada a inventarios.
- E_i es el valor de la producción doméstica del sector i-ésimo que es vendida al resto del mundo.

Si agrupamos los componentes de la demanda:

$$Y_i = C_i + I_i + G_i + N_i + E_i \quad (2)$$

Podemos describir la ecuación (1) como sigue:

$$X_i = \sum_{k=1}^n X_{ik} + Y_i \quad \text{con } 1 \leq i \leq n \quad (3)$$

De la ecuación (3) se desprende que la producción total del bien o servicio X_i se puede dividir en demanda intermedia del producto i por la actividad k, (X_{ik}) y demanda final del producto i, (Y_i).

Se debe cumplir la condición walrasiana básica de vaciado de mercados, vale decir, que la oferta total por el producto i-ésimo es igual a la demanda total (intermedia y final) por este:

$$\begin{aligned}
X_1 &= X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1n} + Y_1 \\
X_2 &= X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{2n} + Y_2 \\
&\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\
X_n &= X_{n1} + X_{n2} + X_{n3} + \dots + X_{nn} + Y_n
\end{aligned}$$

Lo anterior, matricialmente se puede expresar como:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}$$

Si denotamos como **H** a la matriz cuyos elementos son $H_{ik} = X_{ik}$; **X** el vector columna cuyos elementos son los X_i , **Y** el vector columna con los componentes de la demanda y como $\vec{1}$ el vector columna de unos. La expresión anterior la podemos resumir como:

$$X = H \times \vec{1} + Y \quad (4)$$

Un supuesto importante del modelo es que los insumos comprados por cada sector son sólo función del nivel de producción de esa industria. De esta manera, la cantidad de insumos varía en la misma proporción en que varía la producción. Es decir, tal como plantea Schuschny (2005), se asume la hipótesis de proporcionalidad estricta, lo que implica que la composición de los productos dentro de cada industria es fija.

Así, los coeficientes de producción se asumen constantes durante todo el periodo de análisis, ya que se supone que el nivel de producción que el sector i-ésimo vende al sector j-ésimo es una proporción fija del nivel de producción de este último. Esto es:

$$X_{ik} = \alpha_{ik} * X_k \quad \text{con } 1 \leq i \leq n \quad ; \quad 1 \leq k \leq n \quad (5)$$

Donde α_{ik} corresponde al coeficiente de producción o técnico. Como vimos, estos coeficientes son constantes, lo que significa que la función de producción es tal, que la productividad marginal de cada factor es constante e igual a la productividad media. Luego, la función de producción presenta rendimientos constantes a la escala.

Dado que para producir una cierta cantidad de producto i se requiere una determinada combinación lineal de factores, su oferta total se puede reescribir como:

$$\begin{aligned} X_1 &= \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1n}X_n + Y_1 \\ X_2 &= \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{2n}X_n + Y_2 \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ X_n &= \alpha_{n1}X_1 + \alpha_{n2}X_2 + \dots + \alpha_{nn}X_n + Y_n \end{aligned}$$

En términos matriciales, la expresión anterior se puede representar como:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \dots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}$$

Si cada componente α_{ik} representa una industria, podemos definir A como la matriz de requerimientos directos, pues sus elementos indican la proporción en la que cada insumo es demandado para generar una unidad de producto, la expresión anterior es equivalente a:

$$X = AX + Y \quad (6)$$

Aplicando álgebra matricial, obtenemos:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (7)$$

La expresión $(I - A)^{-1}$ corresponde a la matriz inversa de Leontief o de requerimientos totales (directos e indirectos).

Definiendo $B = (I - A)^{-1}$:

$$B \equiv (\beta_{ik}) = (I - A)^{-1} \quad (8)$$

Podemos entonces relacionar la producción de cada sector X_i con la demanda final, Y_k . De modo que cada elemento β_{ik} de la matriz B, indicará la cantidad adicional de producto i demandado por la actividad k ante un cambio de una unidad en la demanda final, *ceteris paribus*. Esto es:

$$\frac{\partial X_i}{\partial Y_k} = \beta_{ik} \quad (9)$$

De esta forma, los elementos β_{ik} de la matriz inversa, capturan - en un mismo número - tanto los efectos directos como los indirectos que se observan sobre el i -ésimo sector, cuando la demanda final del sector k -ésimo cambia en una pequeña magnitud. Esto es así, porque el producto de cada sector afectado deberá impactar no sólo sobre si mismo, sino que también en los demás sectores que lo utilizan como insumo.

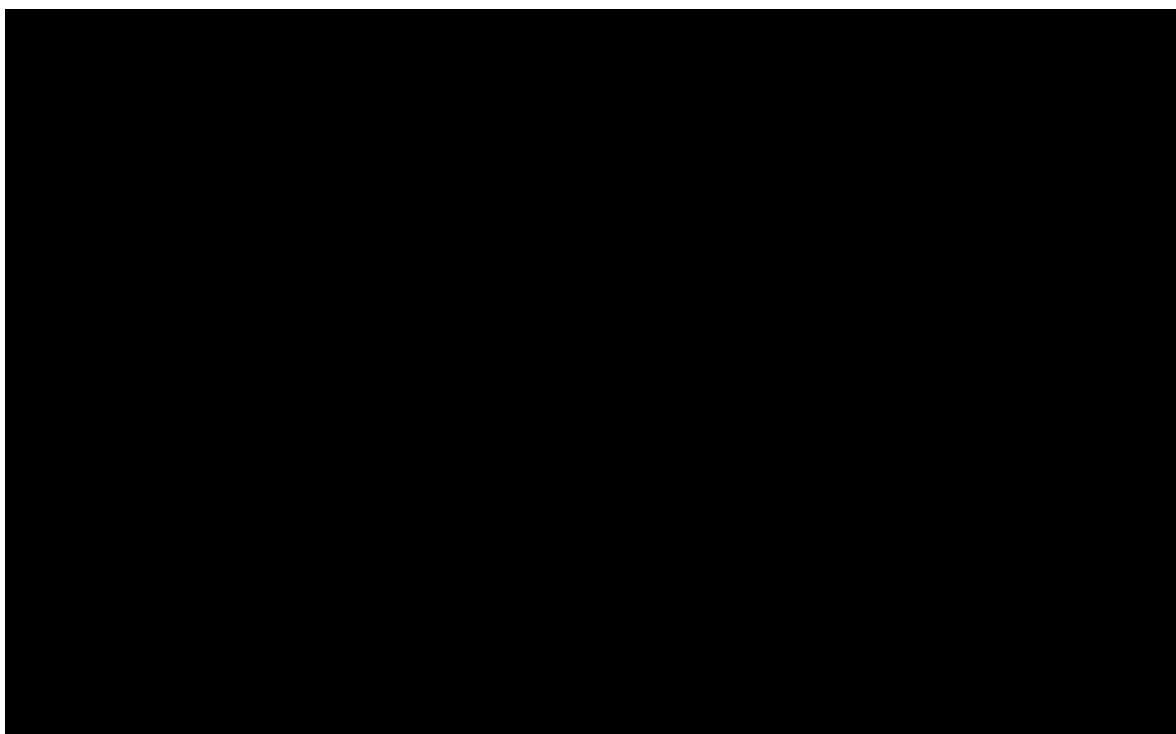
Haciendo uso de las propiedades de las series geométricas, podemos escribir:

$$(I - A)^{-1} \Delta Y = \Delta Y + A \Delta Y + A^2 \Delta Y + A^3 \Delta Y + \dots + A^n \Delta Y + \dots = \sum_{j=0}^{\infty} A^j \Delta Y \quad (10)$$

Es decir, que el aumento inicial de la producción total es gatillado por un cambio en la demanda final, vale decir, por ΔY . Sin embargo, para que ΔY sea producido, se requiere una cierta cantidad de insumos, $A \Delta Y$ (segunda ronda). Pero, para poder satisfacer $A \Delta Y$, se requiere nuevamente de producción adicional, $A * A \Delta Y = A^2 \Delta Y$ (tercera ronda), y así sucesivamente. Luego, la ecuación (10) muestra la cantidad de producto total que se requiere en la economía ante un pequeño cambio en la demanda final.

Por lo tanto, a partir de esta ecuación distinguimos los dos tipos de efectos que interesa analizar. Los efectos directos son aquellos que se observan inmediatamente después del cambio en la demanda final, lo que provoca un cambio de igual magnitud en la oferta de producto. Lo anterior se refleja en que los elementos de la diagonal de la matriz B (inversa de Leontief) son siempre iguales o mayores que la unidad. Los efectos indirectos se observan una vez que ya se han disipado los efectos directos. Esto último, porque esta mayor demanda de insumos provoca un nuevo aumento en la producción, que se traduce en un nuevo incremento de la demanda por insumos.

En la tabla N°A2 se muestra la matriz inversa para Chile con datos de 2003. Se observa, por ejemplo, que para incrementar en una unidad la producción final de la industria minera, se requiere de 1,12 unidades de insumos provenientes de la propia industria, de la cual *1,00 que se destina al consumo final (exportación, por ejemplo)* y *0,12 que se utilizan como insumos en la producción*.



Este trabajo fue elaborado por:

Jorge Cantallops (coordinador)

Patricio Pérez

Roberto Molina

Marzo de 2008