



Universidad del Desarrollo
Facultad de Economía y Negocios

Informe de Proyecto

Estimación del impacto en el PIB y en el empleo de una caída en la producción y en la inversión de la minería

Rodrigo Cifuentes y Nicolás Rey¹

27 de enero de 2022

¹ Agradecemos los comentarios de Hernán Cheyre, Matías Lira, José Tomás Morel y Klaus Schmidt-Hebbel a versiones anteriores de este trabajo. Cualquier error es de nuestra responsabilidad.

Contenido

I.	Introducción	3
II.	Metodología	4
III.	Revisión de Literatura	5
IV.	Estimaciones de impacto con la MIP: Hechos estilizados	6
IV.1.	Análisis MIP: Breve introducción y Desafíos	6
IV.1.1.	Breve introducción	6
IV.1.2.	Algunos desafíos del análisis con la MIP	8
IV.2.	Contexto: Importancia sistémica del sector minero	10
IV.2.1.	Medición de los encadenamientos sectoriales.	10
IV.2.2.	Incorporación del factor “tamaño” en el análisis.....	16
V.	Estimación de elasticidades empleo	19
V.1.	Selección de sectores para la estimación de la elasticidad empleo.	19
V.2.	Estimaciones.....	21
VI.	Impacto de una caída en la producción e inversión minera	23
VI.1.	Escenario de simulación	23
VI.2.	Resultados	27
VII.	Conclusiones.....	35
	Referencias.....	36
	Anexo 1: Definiciones y derivación de la Matriz Inversa de Leontief (MIL).....	38
	Anexo 2: Estimaciones sectoriales de demanda por trabajo	40
	Marco teórico.....	40
	Datos	42
	Estimación	45
	Resultados	46
	Anexo 3: Visualización series de tiempo empleadas en estimaciones de demanda por trabajo	50

I. Introducción

La motivación de este trabajo surge de la discusión actual de aplicar un nuevo impuesto a la minería. Es esperable que dicho tributo tenga un impacto negativo sobre la producción y la inversión en este sector. En este contexto, estudiamos cuál es el efecto en la economía como un todo de dicha reducción, tanto en la producción como en la inversión.

En particular, nos interesa distinguir el impacto en la economía a través de encadenamientos productivos, lo cual nos entrega una estimación de este efecto sobre la actividad de los distintos sectores. Lo anterior, a su vez, nos permite tener una estimación del impacto sobre el valor agregado en cada uno de ellos (el PIB) y, por ende, en el agregado de la economía. Además del impacto en producción, estudiamos el impacto en inversión. Finalmente, a partir de las estimaciones de impacto en actividad, estimamos el impacto en el empleo de cada sector.

La aproximación metodológica escogida es el análisis de los encadenamientos observados en la Matriz Insumo-Producto (MIP). Este elemento de Cuentas Nacionales es particularmente apropiado para este propósito por dos razones. La primera es que esta matriz reporta precisamente los encadenamientos productivos intersectoriales, ya que muestra la cantidad de producción de cada sector que es usada como insumo en la producción de otros sectores. La segunda es que el problema de resolver un nuevo equilibrio del sistema ante una perturbación en alguna de sus dimensiones ya está resuelto de manera elegante y simple a través de la llamada Matriz Inversa de Leontief².

Los elementos que distinguen este trabajo de otros estudios previos sobre impacto de la minería en la economía basados en la MIP (como Cochilco, 2020b) son los siguientes: (i) Un análisis de estabilidad de los parámetros en la matriz de coeficientes e incorporación de correcciones, (ii) la inclusión de un análisis de impacto de la inversión minera en la economía³, (iii) la incorporación de los hogares como un sector adicional en el análisis, y (iv) una medición de la importancia sistémica por encadenamientos “aguas arriba” y “aguas abajo”, entre otros.

El resto de este informe se organiza de la siguiente manera. La Sección II presenta una discusión de fortalezas y debilidades de distintas aproximaciones para evaluar el impacto macro de cambios en la producción de algún sector de la economía, mientras que la Sección III hace una revisión de literatura de resultados de impacto en la minería en base a modelos de equilibrio general de la economía chilena, con distintos métodos. La Sección IV describe la forma de análisis de la MIP y presenta resultados de las distintas mediciones de importancia sistémica sectorial que se desprenden de dicho análisis. La Sección V presenta los resultados de las estimaciones de impacto en empleo por sector, previa presentación de la selección de sectores para realizar dicha estimación. Finalmente, la Sección VI presenta los resultados de este trabajo en la forma de impacto en PIB y en empleo de una caída en la producción e inversión en la minería. Finalmente, la Sección VII presenta las principales conclusiones de este trabajo.

² El método de solución es a través del cálculo de la Matriz Inversa de Leontief (MIL), la que se presenta en la Sección IV.

³ Esto requirió la generación de una nueva agrupación sectorial a partir de la MIP de 111 sectores.

II. Metodología

En esta sección explicamos la elección de la metodología a utilizar. Un camino posible es el que está basado en la Matriz Insumo-Producto de Cuentas Nacionales (Leontief, 1936). Otro, es la simulación de un modelo macro, de equilibrio general, que considere funciones de demanda por insumos intermedios que dependan de los precios de estos, donde dichos precios se determinan en equilibrio general. En esta sección se presentan las fortalezas y debilidades de cada una de estas posibilidades.

El análisis a partir de la Matriz Insumo-Producto (MIP) tiene la ventaja, para los propósitos de este trabajo, de estar firmemente fundado en datos microeconómicos. Su principal característica es que da una cuenta precisa de las relaciones entre los distintos sectores de la economía (encadenamientos), objetivo que está en el centro de la pregunta de este trabajo. Esto ocurre tanto a nivel de la producción como de la inversión. En el caso de la producción, es posible identificar con exactitud los sectores que están más involucrados en la producción minera. Esto permite trazar fácilmente el impacto de cambios en la producción del sector minero sobre los otros sectores de la economía. Lo mismo ocurre con la producción doméstica de bienes de inversión. La MIP permite identificar el o los sectores que la producen y sus respectivos encadenamientos. De esta manera es posible obtener una estimación del impacto de cambios tanto en la producción como en la inversión minera sobre la actividad de otros sectores de la economía a partir de magnitudes realistas.

La principal debilidad de esta aproximación es que en la estimación de impacto no se considera la posibilidad de ajustes de comportamiento. En efecto, las variaciones en la actividad de los sectores relacionados consideran factores fijos de producción. Sin embargo, es razonable pensar que, ante cambios en los niveles de producción e inversión en la minería, el uso de insumos intermedios provenientes de otros sectores no varíe necesariamente de manera proporcional al cambio en producción. Adicionalmente, un cambio en la demanda por insumos intermedios desde el sector minero es esperable que tenga efectos en los precios relativos de estos, afectando la demanda por ellos por parte de otros sectores que podrían no tener ninguna relación directa con el sector minero. En principio, esto podría atenuar el impacto en la producción del resto de la economía, pero también es posible que se den otros escenarios.

Una forma de dimensionar la relevancia de este problema es evaluando qué tanto varían los coeficientes de las MIP en el tiempo. Esto lo hacemos en la Sección IV.1.2.1, donde también discutimos los resultados. El mensaje principal es que los cambios en los coeficientes de las MIP son leves. Cabe mencionar que Acemoglu *et al* (Econometrica, 2012) usan la MIP para estudiar el rol de los encadenamientos (redes de provisión de insumos) en las fluctuaciones agregadas.

Por su parte, el uso de modelos de equilibrio general presenta otros desafíos. La crisis financiera global, que se desató en 2008, dejó en evidencia graves vacíos en el marco de análisis de la macroeconomía. Vines y Wills (2018) comparan este momento en el desarrollo de la disciplina con el impacto de la gran recesión de los años 30, que dio origen a la macroeconomía como disciplina a partir de los conceptos propuestos por el economista británico John Maynard Keynes; y al de la estanflación de los años 70, que dio origen a la incorporación de funciones de comportamiento que provenían de procesos de optimización, a partir del trabajo del economista estadounidense Robert Lucas.

En el ámbito metodológico, el desempeño de los modelos de equilibrio general, en particular los modelos DSGE⁴, fue evaluado como deficiente en el mencionado episodio. Esto, tanto por su incapacidad de dar señales de alerta sobre la acumulación de desequilibrios en la economía, como por la poca ayuda que prestaran en el manejo de la salida de la crisis (Stiglitz, 2018). En relación al fracaso de los modelos de equilibrio general, Blanchard (2016, 2018), Romer (2016) y Gali (2017), critican el marco de supuestos que considera excesiva racionalidad en los agentes, a un nivel que no es consistente con la evidencia empírica al respecto. Por otra parte, tanto Blanchard (2016, 2018), como Romer (2016), Stiglitz (2018) y Korinek (2018) cuestionan el método de estimación de los parámetros, calificándolo de “poco convincente”. También critican el uso habitual de “un conjunto estándar de valores de parámetros”, sin las referencias adecuadas que permita replicar la estimación de dichos parámetros, estándar mínimo de la discusión científica.

En un nivel más práctico, la estructura estilizada de los modelos DSGE no permiten incorporar distintos sectores de la economía de la manera que requieren las preguntas que se plantean en este trabajo. En particular, los efectos de encadenamiento en la producción y el impacto producido por la inversión en minería. La siguiente sección ilustra cómo se ha abordado ese tema en el contexto de la minería en Chile en modelos DSGE.

III. Revisión de Literatura

En esta sección presentamos resultados de estudios empíricos para determinar el impacto del sector minero en la economía chilena.

Fuentes y García (2014) estudian el impacto de una variación en el precio del cobre sobre el equilibrio de la economía chilena en el contexto de un modelo DSGE. Estiman que un aumento de 1% en el precio del cobre tiene un impacto acumulado de 0,16% en el PIB total de la economía al cabo de 5 años, y de un total acumulado de 0,04% al cabo de 10 años. El vínculo con el resto de la economía (los encadenamientos) se modelan a través de la inversión minera. Esta inversión, sin embargo, adopta una forma general para toda la inversión de la economía, por lo que no se logran capturar especificidades de la inversión minera. Tampoco es claro cuál sería el impacto de un shock en la *producción* minera. Es esperable que sea distinto del impacto de un shock de precio, ya que el impacto en producto de este último puede tomar distintos valores, pero este resultado no es reportado. Por último, no es posible distinguir impactos en distintos sectores de la economía.

Medina (2017), usando un modelo DSGE, encuentra que por cada 1% de expansión en el producto del sector minero debido a mejoras de productividad, el PIB no minero aumenta en 0,3%. Este resultado apunta a un impacto de equilibrio general mayor que en el caso anterior. Este impacto parece provenir de un efecto ingreso por mayor demanda agregada. Por lo tanto, este trabajo no considera encadenamientos productivos propiamente tales.

En el trabajo de Cochilco (2020b) se implementa un análisis de MIP similar al de este trabajo. Sus resultados no incluyen el canal de salarios y de consumo de los trabajadores. Por otra parte, su estimación de inversión se hace a partir de información menos completa que la que ocupamos acá.

⁴ *Dynamic Stochastic General Equilibrium*.

Finalmente, Pérez Ruiz (2017) utiliza un modelo VAR para determinar efectos sobre el resto de la economía, concluyendo que estos son modestos.

IV. Estimaciones de impacto con la MIP: Hechos estilizados

IV.1. Análisis MIP: Breve introducción y Desafíos

IV.1.1. Breve introducción

La Matriz Insumo-Producto (MIP) es una matriz que reporta información para un cierto número de sectores productivos tanto en sus filas como en sus columnas. En el caso chileno, el Banco Central publica dos tipos de MIP: una en la que la actividad económica se presenta dividida en 12 sectores y otra en la que esta actividad se divide en 111 sectores. Los elementos (o celdas) de la matriz muestran la producción – valorada en unidades monetarias – del sector ubicado en una fila que es usado como insumo intermedio en el sector ubicado en una columna.

De esta manera, la suma a lo largo de cada *fila* muestra la producción de un sector que es usada como insumo intermedio por otros sectores. Por otra parte, la suma de una *columna* muestra la producción de otros sectores que es usada como insumos intermedios por un cierto sector.

Hasta aquí hemos descrito la existencia de una matriz cuadrada que representa el uso de insumos intermedios entre sectores. A esta matriz cuadrada, la MIP agrega una serie de filas y columnas adicionales. El Cuadro VI.1 muestra esto de manera esquemática. En éste se observa que a la derecha de la matriz cuadrada de insumos intermedios se agregan columnas que representan la demanda de la producción de cada sector como demanda de bien final. Estas demandas se clasifican en los elementos tradicionales de la demanda agregada: consumo privado y consumo del gobierno (que hemos agregado en C), inversión y variación de existencias (que hemos agregado en I) y exportaciones (X). Por otra parte, las filas que se agregan representan otros insumos utilizados en la producción de los sectores asociados a cada columna. En particular, el consumo intermedio de bienes importados, aranceles y derechos de importación (que hemos agregado en M), e impuestos y los pagos a los factores productivos trabajo y capital (que componen el valor agregado, VA).

Cuadro IV.1: Forma esquemática Matriz Insumo Producto

Sectores	S_1	S_2	...	S_n	C	I	X	Total
S_1	Consumo intermedio				Uso final			Uso total
S_2								
\vdots								
S_n								
M	Consumo intermedio importaciones							
VA	Componentes del valor agregado (pago a factores de producción)							
Total	Oferta total							

Fuente: Elaboración propia.

Tanto la suma a lo largo de columnas como de las filas muestran la producción total de cada sector, y por lo tanto éstas deben coincidir. A partir de la información de esta tabla es posible construir medidas de PIB, ya sea desde el punto de vista de la demanda agregada como del de pago neto a factores.

Una aplicación de la MIP, que implementaremos en este trabajo, es usar la información de las interrelaciones contenidas en ella para medir el impacto agregado en todos los sectores –y por ende, en toda la economía– de cambios en la demanda final de uno o más sectores. El punto central es que, por ejemplo, un aumento en la demanda de un sector implica que la mayor producción que realizará este sector requerirá de más insumos intermedios de otros sectores, y la mayor producción de estos últimos a su vez también requerirán más insumos intermedios y así sucesivamente. La cantidad total de insumos intermedios requerida es cuantificada –según se explica más adelante– a partir de las relaciones descritas en la matriz cuadrada de uso de insumos intermedios de la MIP.

El impacto del aumento en la demanda final de un sector sobre la producción de otros se conoce como *efecto directo*. Sin embargo, el punto central del análisis a través de la MIP, es que el aumento de demanda en cada uno de los otros sectores genera a su vez una mayor demanda por bienes intermedios en otros sectores. Esta mayor producción que genera esta nueva demanda produce, a su vez, una nueva ronda de demanda por otros bienes intermedios y así sucesivamente. Esta iteración recursiva ocurre infinitas veces, y esta mayor producción total que surge a partir de la segunda iteración se conoce como *efecto indirecto* del aumento inicial de la demanda por uno o varios bienes finales.

El trabajo de Leontief (1936) consiste en una elegante solución a este problema de iteración infinita ya descrito. Esto toma la forma de lo que se conoce como la Matriz Inversa de Leontief (MIL) –o también como Matriz de Leontief– y se presenta formalmente en el Anexo 1. Al mismo tiempo de ser un elemento central para la estimación cuantitativa del impacto de distintos escenarios, a partir del análisis de los valores de las celdas de la Matriz de Leontief es posible inferir la importancia sistémica de distintos sectores.

El análisis a partir de la MIP, que en su nivel más básico se efectúa sobre la matriz cuadrada de consumo intermedio entre sectores, es posible extenderlo a niveles adicionales. En efecto, a esta matriz inicial de interacciones sectoriales es posible agregarle una fila y una columna adicionales que representen, respectivamente, el pago al factor trabajo como un insumo necesario de producción, y la demanda por bienes finales que realiza este sector (el consumo de los hogares). De este modo, al agregar las mencionadas fila y columna, estamos incorporando un sector adicional que provee un insumo (trabajo) que es remunerado según lo indicado en la fila que se agrega, y que consume productos finales de otros sectores según lo indicado en la columna. La adición de este sector agrega una fuente adicional de interacción y dinámica entre sectores.

Con la fila y la columna adicionales incluidas se calcula una nueva Matriz Inversa de Leontief, que llamaremos MIL_h, la que entregará los efectos agregados de un aumento en la demanda por bienes finales. Como es de esperar, al incluirse una nueva fuente de demanda, el efecto amplificador que genera la MIL calculada de esta manera resulta ser mayor que la anterior.

Sin perjuicio de añadir un elemento importante en el análisis, es importante sopesar los resultados de la MIL_h con precaución. Esto, ya que las estadísticas de consumo privado agregadas no reflejan

solo la canasta de consumo de los trabajadores, sino que también la de los dueños del capital. Sin perjuicio de esta limitación, creemos que entrega información útil.

IV.1.2. Algunos desafíos del análisis con la MIP

En esta subsección abordamos dos desafíos del análisis con la MIP. El primero se refiere a la estabilidad de los parámetros, y el segundo, de particular importancia para la minería, se refiere al impacto de variaciones de precios en los parámetros de la MIL.

IV.1.2.1. Estabilidad de los parámetros

El Cuadro IV.2 muestra la desviación estándar de los coeficientes técnicos de cada sector. Como se explica en el Anexo 1, los coeficientes técnicos corresponden al cociente entre el monto de insumos que provee un sector ubicado en la fila i a otro sector ubicado en la columna j , dividido por la producción total de este último. En el trabajo de análisis con la MIP, estos factores se consideran como coeficientes fijos de una función de producción. Dicho esto, la disponibilidad de MIPs para cinco años consecutivos nos permite hacer una evaluación de qué tan adecuado es este supuesto de coeficientes fijos. La estabilidad de los factores que es más relevante para nuestro análisis es la del consumo de factores intermedios.

El Cuadro IV.2 muestra que la desviación estándar de los coeficientes técnicos recién explicados es en general baja. En efecto, la mediana de este estadígrafo, considerando todos los sectores, alcanza a 0,001. Esto significa que la mediana del cambio por período en la participación de un factor en la producción alcanza a 0,1 puntos porcentuales (pp.). En otras palabras, si en un período la participación de un insumo es, por ejemplo, de 3%, un rango de una desviación estándar para el período siguiente indicaría que este coeficiente estaría entre 2,9% y 3,1%. En los extremos, el percentil 5 de esta distribución alcanza a 0,05 pp. y el 95 a 1,1 pp.

El análisis del cuadro también permite identificar que las celdas que muestran una desviación estándar más alta son aquellas asociadas al excedente bruto de explotación en algunos sectores, en particular los sectores 1, 2, 4 y 7. Considerando que el excedente bruto de explotación es un pago residual, es razonable argumentar que esta variación podría provenir de fluctuaciones en el precio de venta del bien final de cada sector.

Cuadro IV.2 Desviación estándar de los coeficientes técnicos calculados para las MIPs de 2014 a 2018.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bienes intermedios												
1	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
2	0,001	0,010	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3	0,014	0,008	0,005	0,003	0,011	0,004	0,010	0,002	0,000	0,002	0,002	0,002
4	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,001
6	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,004	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
7	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,001	0,000	0,001	0,000	0,003
8	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000
10	0,002	0,008	0,003	0,001	0,001	0,001	0,007	0,002	0,001	0,002	0,000	0,001
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma	0,025	0,040	0,017	0,015	0,023	0,015	0,030	0,010	0,009	0,008	0,005	0,011
Importaciones precios cif	0,008	0,005	0,014	0,013	0,005	0,002	0,021	0,005	0,000	0,001	0,001	0,013
Impuestos sobre productos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Derechos de importación	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Valor agregado												
Remuneraciones de asalariados	0,011	0,006	0,004	0,002	0,002	0,003	0,011	0,004	0,001	0,007	0,004	0,012
Excedente bruto de explotación	0,024	0,030	0,009	0,026	0,013	0,003	0,023	0,005	0,007	0,004	0,001	0,002
Impuestos netos sobre la producción	0,002	0,000	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Suma	0,046	0,041	0,028	0,046	0,021	0,008	0,059	0,015	0,008	0,013	0,006	0,028
Suma Total	0,071	0,081	0,045	0,061	0,044	0,023	0,089	0,026	0,018	0,021	0,011	0,038

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

En vista de lo anterior, para evitar la transmisión de variaciones de precios de venta de bienes finales a la estimación de la matriz de coeficientes, reemplazamos el valor del excedente bruto de explotación de cada año por el valor promedio de este excedente para los 5 años en que disponemos de MIPs en los sectores que muestran la mayor fluctuación en esta variable (sectores 1, 2, 4 y 7). El impacto en la desviación estándar de coeficientes técnicos se muestra en el Cuadro IV.3. El promedio de la suma total de las desviaciones estándar de cada sector – que se muestran en la última fila de cada tabla – baja de 0,044 a 0,039 después de la corrección.

Cuadro IV.3. Desviación estándar de los coeficientes técnicos calculados para las MIPs de 2014 a 2018 considerando el valor promedio del período para el excedente bruto de explotación en sectores seleccionados.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bienes intermedios												
1	0,004	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
2	0,001	0,014	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
3	0,009	0,006	0,005	0,002	0,011	0,004	0,009	0,002	0,000	0,002	0,002	0,002
4	0,001	0,004	0,001	0,014	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,001
6	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,004	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
7	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,006	0,001	0,000	0,001	0,000	0,003
8	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000
10	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,008	0,002	0,001	0,002	0,000	0,001
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma	0,021	0,029	0,017	0,023	0,023	0,015	0,031	0,010	0,009	0,008	0,005	0,011
Importaciones precios cif	0,005	0,003	0,014	0,007	0,005	0,002	0,019	0,005	0,000	0,001	0,001	0,013
Impuestos sobre productos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Derechos de importación	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Valor agregado												
Remuneraciones de asalariados	0,014	0,004	0,004	0,004	0,002	0,003	0,012	0,004	0,001	0,007	0,004	0,012
Excedente bruto de explotación	0,015	0,015	0,009	0,017	0,013	0,003	0,015	0,005	0,007	0,004	0,001	0,002
Impuestos netos sobre la producción	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Suma	0,036	0,022	0,028	0,030	0,021	0,008	0,049	0,015	0,008	0,013	0,006	0,028
Suma Total	0,057	0,051	0,045	0,053	0,044	0,023	0,081	0,026	0,018	0,021	0,011	0,038

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

IV.2. Contexto: Importancia sistémica del sector minero

En esta subsección exploramos la importancia sistémica relativa de cada uno de los sectores productivos en los que se desagregan las estadísticas de la economía. En particular, ocupamos la agregación en 12 sectores de la MIP, pero con una importante modificación, la que consiste en que el sector construcción lo separamos en dos partes: edificaciones no residenciales y obras de ingeniería (ENRYODI), por una parte, y vivienda, por otra. La razón detrás de esto es que la ENRYODI son un ítem de gran importancia en la inversión de la minería.

En una primera aproximación, la importancia sistémica de un sector depende de dos factores: la forma en que está vinculado al resto de la economía, y su tamaño. Las siguientes subsecciones analizan cada una de estas dimensiones.

IV.2.1. Medición de los encadenamientos sectoriales.

Cada nodo en un sistema afecta a este de dos maneras: por lo que demanda del sistema, y por lo que le entrega. En términos de la producción, esto se interpreta como los bienes intermedios que demanda un sector de otros sectores para producir, y como los bienes de su producción que son usados por otros sectores para llevar a cabo su actividad. Al primer tipo de impacto lo llamamos impacto “aguas arriba”, mientras que al segundo lo llamamos impacto “aguas abajo”.

Además, según lo explicado en la sección anterior, cada uno de estos impactos tiene dos componentes: el directo y el indirecto.

El primero, por ejemplo, en el caso “aguas arriba”, el impacto directo de un sector j sobre otro sector k viene determinado por cuánto insumo del sector k requiere el sector j para producir. El segundo, el indirecto, se refiere a que el sector k , a su vez, puede requerir insumos de un tercer sector l para producir. A través de ese encadenamiento directo entre los sectores k y l , el sector j tiene un encadenamiento indirecto, “aguas arriba”, con el sector l . Este encadenamiento es indirecto porque j y l no están directamente relacionados, pero sí lo están indirectamente, a través de k .

La importancia sistémica “aguas arriba” de un sector a través de encadenamientos directos, la medimos a través de la importancia de los insumos provenientes de distintos sectores, como fracción o porcentaje de la producción de este sector (Miller y Blair, 2009, pp. 555-559). En términos prácticos, esto consiste en dividir cada elemento de una columna de la matriz de insumos intersectoriales (el cuadrante de Consumo intermedio de la MIP) por la producción total de cada sector y sumarlos sin incluir el término de la diagonal.

Análogamente, la importancia sistémica por encadenamientos directos “aguas abajo” de un sector se obtiene considerando qué porcentaje de su producción es utilizada como insumo para otros sectores. Para esto, cada elemento de una fila de la misma matriz cuadrada de insumos intersectoriales se divide esta vez por la producción total del sector al que se refiere la fila y se suman horizontalmente, omitiendo la diagonal.

De esta manera se obtiene la importancia sistémica por encadenamientos directos “aguas arriba” y “aguas abajo” de cada sector. Para determinar los efectos indirectos, calculamos la Matriz Inversa de Leontief para cada una de las matrices de coeficientes presentadas.

El Cuadro IV.4 muestra el promedio y la desviación estándar de la importancia sistémica por encadenamientos de cada sector, “aguas arriba” y “aguas abajo”. Se presentan, además, los efectos totales –que son los directos más los indirectos–, y los totales más los inducidos. Estos últimos son los que incluyen al sector hogares como un sector adicional de la economía.

Cuadro IV.4: Valor promedio y desviación estándar de la importancia sistémica aguas arriba y aguas abajo de los sectores de la economía. (porcentaje y número de veces)

			Efectos directos		Efectos totales (Leontief)		Factor expansión de efectos indirectos	
			Aguas arriba	Aguas abajo	Aguas arriba	Aguas abajo	Aguas arriba	Aguas abajo
			(1)	(2)	(3)	(4)	(3)/(1)	(4)/(2)
Consumo de insumos intermedios	Media	(a)	27,5%	29,5%	49,3%	52,7%	1,8	1,8
	Desv. est.	(b)	9,7%	21,3%	17,1%	39,7%	1,8	1,9
Consumo de insumos intermedios y de hogares	Media	(c)	50,9%	53,9%	183,7%	190,9%	3,6	3,5
	Desv. est.	(d)	17,5%	31,3%	61,5%	114,5%	3,5	3,7
Factor de expansión de consumo hogares	Media	(c)/(a)	1,9	1,8	3,7	3,6		
	Desv. est.	(d)/(b)	1,8	1,5	3,6	2,9		

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

En primer lugar, vemos que, al interior de cada uno de los cuatro cuadrantes principales, los niveles de impacto sistémico por encadenamientos promedio a través de todos los sectores son similares si comparamos el efecto “aguas arriba” con “aguas abajo”. Sin embargo, las desviaciones estándar son notoriamente más altas en el caso “aguas abajo”, lo que da cuenta de una mayor heterogeneidad entre sectores en esta dimensión.

En segundo lugar, vemos que la inclusión por separado tanto de los efectos indirectos como del ingreso y consumo de los hogares como sector adicional, tienen un impacto de orden de magnitud muy similar. En efecto, los valores promedio de impacto por encadenamiento aumentan en 80% aproximadamente en cada uno de los casos (inclusión de efectos indirectos o de efectos inducidos). Esto indica que ambas dimensiones tienen un efecto importante como encadenamiento. Por ejemplo, omitir los impactos indirectos redundaría, en promedio, perder en torno a un 44% de los efectos totales por encadenamientos⁵.

En tercer lugar, cuando se añade una tercera dimensión (efectos inducidos además de efectos indirectos, o efectos indirectos además de efectos inducidos, según sea el caso), tanto los promedios como las desviaciones estándar aumentan en una proporción mucho mayor, del orden de 250% - 270%. Esto da cuenta de una fuerte no linealidad en el impacto de estas dos dimensiones cuando se aplica una sobre la otra.

El siguiente paso consiste en reportar esta situación por sector. Para esto presentamos una serie de gráficos donde en cada eje se muestran los impactos “aguas arriba” y “aguas abajo” de cada sector,

⁵ $(8/1,8 = 0,44)$

expresados como desviaciones respecto de sus promedios⁶. El objetivo de esta normalización es obviar los cambios en niveles promedio que implica cada una de las diferentes variaciones (efectos indirectos y hogares), los que se pueden ver en el Cuadro IV.4, y concentrarnos en la heterogeneidad de ellas.

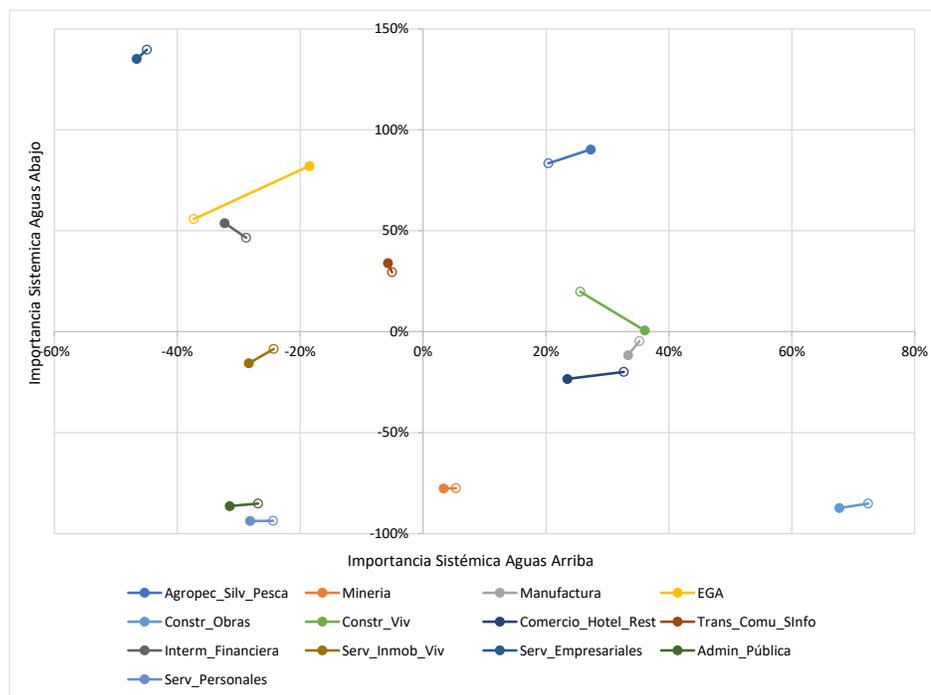
El Gráfico IV.1 muestra el impacto por encadenamientos “aguas arriba” contra el impacto “aguas abajo” de cada sector. Los marcadores sin relleno muestran solo el efecto directo. Respecto a ello vemos que los sectores se distribuyen a través de los cuatro cuadrantes del gráfico, indicando que estos pueden tener un nivel de impacto relativamente alto en ambas dimensiones (cuadrante noreste, donde se encuentran los sectores Agropecuario, Silvícola y Pesca; y Construcción de Viviendas), bajo en ambas (cuadrante suroeste, que contiene a los sectores Servicios Inmobiliarios y de Vivienda; Personales; y Administración Pública), alto “aguas arriba” pero bajo “aguas abajo” (cuadrante sureste, con Minería; Comercio; Manufactura y ENRYODI), o bajos “aguas arriba” y altos “aguas abajo” (cuadrante noroeste, con Servicios empresariales; Electricidad, Gas y Agua; Intermediación Financiera; y Transporte, Comunicaciones y Servicios Informáticos).

Por otra parte, los marcadores con relleno representan ambas medidas de impacto ya que incluyen, además de los efectos directos, a los indirectos. Vemos que el impacto de esta inclusión es heterogéneo entre sectores, donde algunos de ellos muestran desplazamientos importantes respecto a sólo considerar efectos directos, mientras que otros muestran solo cambios menores. Esta heterogeneidad en el efecto de inclusión de impactos indirectos confirma el valor del ejercicio.

Centrando la atención en el sector minero, vemos que este se encuentra en el grupo cuya importancia por encadenamientos “aguas arriba” está por sobre el promedio, siendo el sexto en esta dimensión. Por el contrario, en la dimensión de impacto “aguas abajo” la minería está entre los que tienen menores efectos, en el décimo lugar de importancia. Si consideráramos ambas dimensiones, el sector minero ocuparía el lugar 11 de importancia sistémica. Por su parte, el sector de ENRYODI encabeza el impacto relativo entre sectores “aguas arriba”, mientras que, al igual que la minería, tiene un bajo impacto “agua abajo”.

⁶ Es decir, los impactos “aguas arriba” y “aguas abajo” corresponden a la desviación del impacto de cada sector respecto al promedio entre sectores.

Gráfico IV.1: Impacto de incluir efectos indirectos en la importancia sistémica relativa directa de los distintos sectores productivos.
(Desviaciones porcentuales respecto del promedio entre sectores de cada definición)

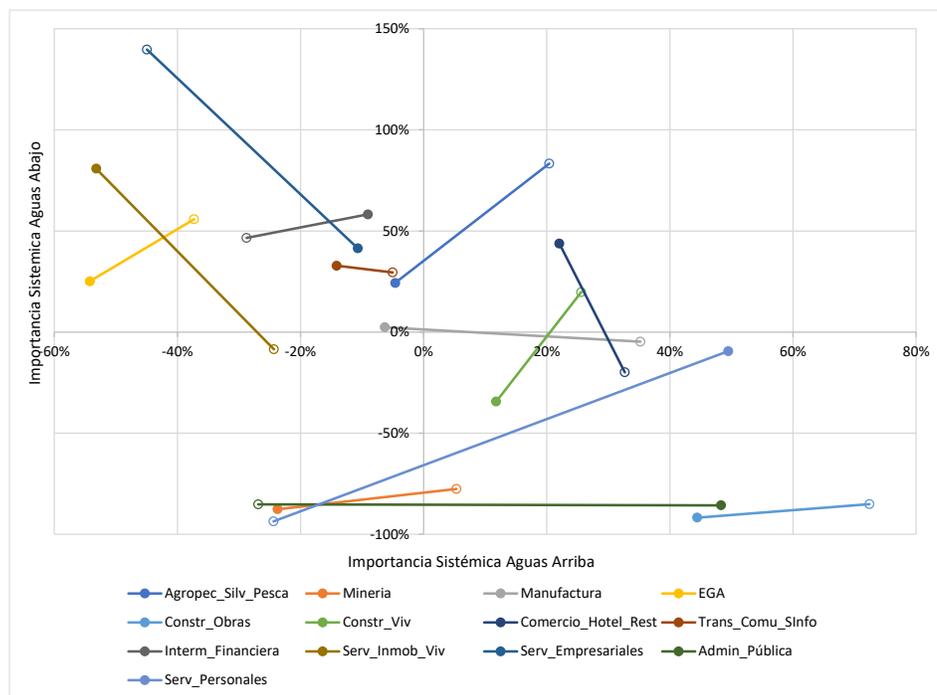


Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

El Gráfico IV.2 muestra una situación análoga al incorporar los ingresos del trabajo y el consumo de los hogares en la MIP. De forma similar al caso anterior, los marcadores sin relleno indican sólo efectos directos, mientras que aquellos con relleno, agregan los efectos de los ingresos del trabajo y consumo de los hogares (efectos inducidos). El gráfico llama la atención por el mayor impacto que la inclusión de hogares tiene sobre el efecto sistémico de cada sector en comparación con el caso anterior.

En este contexto, el sector minero ve disminuida su importancia relativa sistémica por encadenamientos aguas arriba. Esto se debe principalmente a que los bienes producidos por este sector no forman parte de la canasta de consumo de los hogares.

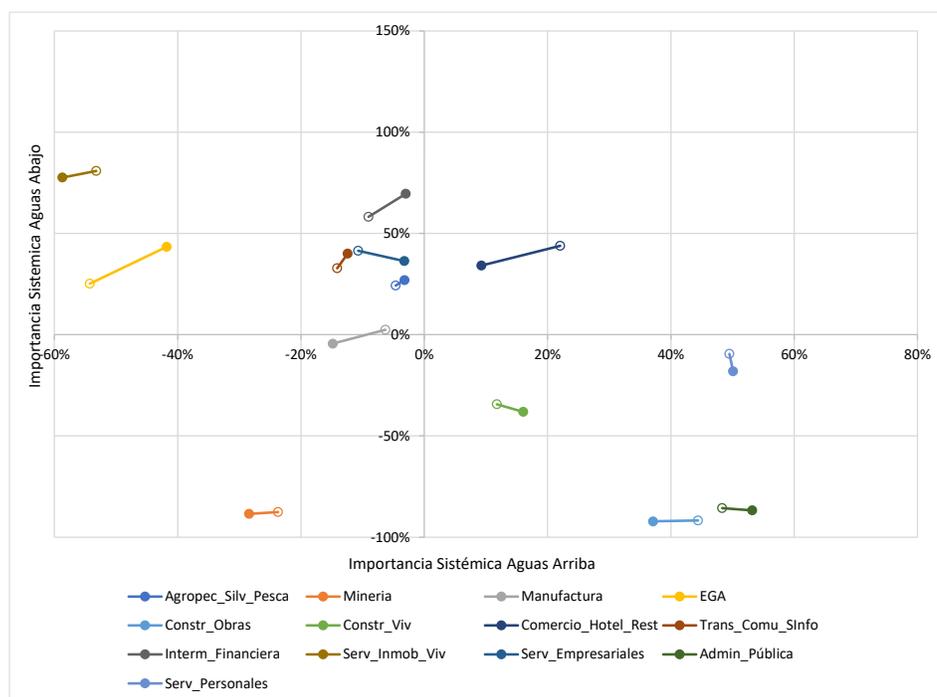
Gráfico IV.2: Impacto de considerar a los hogares en la importancia sistémica relativa directa e indirecta de los distintos sectores productivos.
(Desviaciones porcentuales respecto del promedio entre sectores de cada definición)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

Por último, el Gráfico IV.3 es análogo al Gráfico IV.1 en el sentido de que muestra el impacto de incorporar los efectos indirectos, respecto a una base que ya incorpora a los hogares. Los resultados son similares al caso del Gráfico IV.1, en el sentido de que se observa una heterogeneidad en los efectos entre sectores y en que estos son menores que lo que ocurre al incluir al sector hogares.

Gráfico IV.3: Impacto de incluir efectos indirectos en la importancia sistémica relativa directa de los distintos sectores productivos. Caso que incluye a los hogares.
 (Desviaciones porcentuales respecto del promedio entre sectores de cada definición)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

IV.2.2. Incorporación del factor “tamaño” en el análisis

En esta subsección abordamos el tema de la importancia sistémica por encadenamientos considerando el tamaño de cada sector. Esta dimensión la agregamos a la anterior de interrelaciones. Para incorporar la dimensión “tamaño”, evaluamos el impacto de lo que ocurre cuando cada sector, de a uno a la vez, recibe un shock de la misma proporción. En particular, suponemos un shock de 10% del valor bruto de producción de cada sector. Un shock proporcional es la manera adecuada de estudiar la importancia del tamaño.

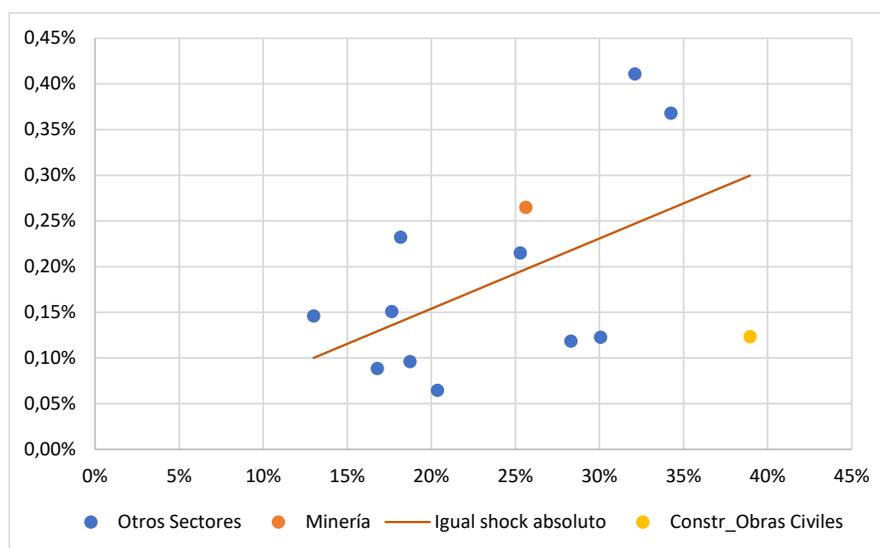
Los sectores que nos interesa analizar son minería y ENRYODI. Los sectores que concentran la generación de valor agregado en Chile en promedio para el período 2014-2018 fueron comercio, hoteles y restaurantes, y el sector servicios personales. Cada uno de ellos tuvo una participación promedio de 12,8% en el PIB. De cerca le siguen servicios empresariales, con 11,2%, industria manufacturera con 10,9% y minería con 10,2%. Por lo tanto, el sector minero está entre los grandes generadores de valor agregado en la economía chilena. Por el contrario, el sector ENRYODI cierra el ranking de nuestros 13 sectores, aportando un 3,2% del valor agregado a la economía.

La medición del impacto sistémico se determina evaluando – a partir de la MIL – el impacto que tendría un shock proporcional en cada uno de los sectores sobre el valor agregado de la economía,

es decir sobre el PIB. Los resultados que presentamos muestran el impacto por encadenamientos sobre los otros sectores de la economía, omitiendo el impacto sobre el sector que recibe el shock.

El Gráfico IV.4 muestra en el eje horizontal la importancia sistémica de cada sector medida según la MIL “aguas arriba”. Las unidades del eje horizontal indican el impacto en otros sectores de la economía de un cierto shock en un sector determinado. En esta dimensión, el sector construcción de ENRYODI encabeza el ranking, mientras que el sector minero ocupa el sexto lugar (posiciones relativas horizontales). El eje vertical muestra el impacto en valor agregado de la economía ante un shock de 1% en cada sector. Es decir, el tamaño absoluto del shock en cada sector difiere y es proporcional al tamaño total de cada sector. Por otra parte, la línea roja muestra el resultado de un shock igual para cada sector en términos absolutos. En este caso, el tamaño está calibrado para que el tamaño del shock sea igual al promedio a través de sectores de un shock proporcional de 1% en cada sector. En este caso, el impacto es lineal en relación a la importancia sistémica, ya que el tamaño no juega ningún rol.

Gráfico IV.4: Importancia sistémica relativa de los sectores sin considerar el impacto del tamaño (eje horizontal) y considerándolo (eje vertical) (Porcentajes)



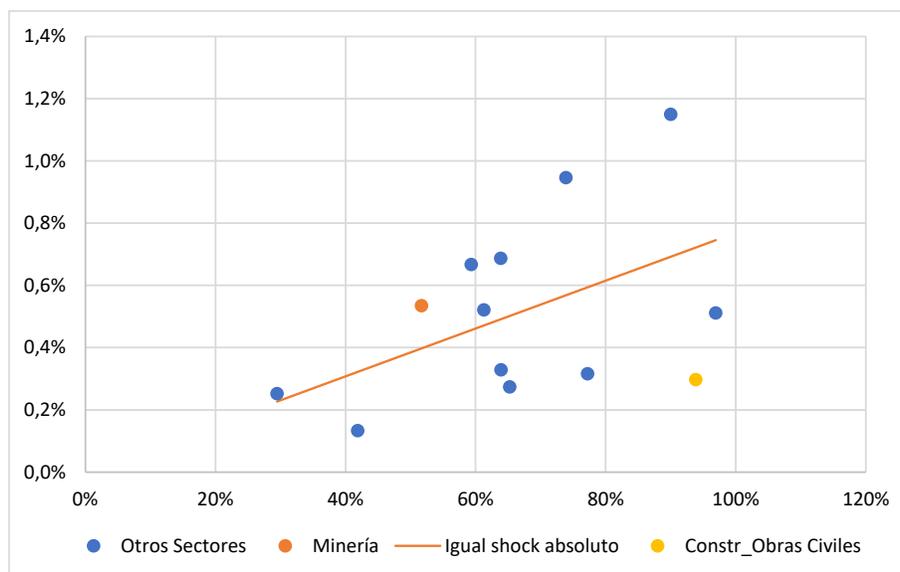
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

Cuando se considera el tamaño relativo, la importancia sistémica de los sectores más grandes aumenta en relación a lo que indicarían las interconexiones solamente, mientras que la de los más pequeños disminuye. De esta manera, al incorporar la dimensión “tamaño”, el sector minero pasa a ser el tercero de la economía en importancia sistémica “aguas arriba”.

El Gráfico IV.5 muestra los resultados sobre valor agregado cuando se incluye a los hogares en la MIL. Tal como se observa en el Gráfico IV.2 anterior, la importancia sistémica por interconexiones es menor para la minería que en el caso en que no considera el consumo de los hogares. Sin

embargo, nuevamente el “tamaño” hace que adquiera más importancia, pasando del lugar once al quinto en términos de los sectores con mayor importancia.

Gráfico IV.5: Importancia sistémica relativa de los sectores sin considerar el impacto del tamaño (eje horizontal) y considerándolo (eje vertical) en el caso en que se incluye a los hogares. (Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

V. Estimación de elasticidades empleo

V.1. Selección de sectores para la estimación de la elasticidad empleo.

En esta sección explicamos el criterio de selección de los sectores para los que realizaremos la estimación de una ecuación de demanda por trabajo. El objetivo es determinar si la información disponible permite una adecuada cobertura de los sectores que más importan en la transmisión de *shocks* por encadenamientos.

Para esto ordenamos el impacto sistémico que generan los sectores de interés para nuestro ejercicio: la minería, para determinar los efectos de cambios en la producción, y la ENRYODI, para determinar los efectos de cambios en la inversión. El Cuadro V.1 muestra el impacto sistémico medido según los coeficientes de la MIL en las distintas versiones que hemos estimado. Estas versiones consideran, por una parte, los casos con y sin sector hogares, y por otra, se enfocan en la producción o en el valor agregado.

Cabe notar que los listados del Cuadro V.1 no incluyen al propio sector de análisis (minería en el primer caso y ENRYODI en el segundo). Esto, ya que el foco de atención en este trabajo es el impacto por encadenamientos sobre el resto de la economía, esto es, sin incluir el impacto en el sector donde se produce el shock.

En cada caso, ordenamos el impacto de mayor a menor, y consideramos los cinco sectores más importantes. Este criterio nos lleva a la preselección de los siguientes sectores, en orden de importancia. En primer lugar, hay cuatro sectores que aparecen entre los primeros cinco más importantes en los ocho listados: servicios empresariales; industria manufacturera; transporte, comunicaciones y servicios de información; y comercio, hoteles y restaurantes. Un quinto sector aparece en cuatro de los ocho listados: electricidad, gas, agua y gestión de residuos, mientras que construcción de viviendas aparece en el sexto lugar con tres menciones. Por último, el sector servicios inmobiliarios y de vivienda aparece en uno de los ocho listados.

Cuadro V.1: Impacto sobre cada sector de un shock en la producción o en el valor agregado de la Minería o de la Construcción de Obras Civiles (ENRYODI) según se indica. (Porcentaje)

Impacto por encadenamientos en Producción de otros sectores				Impacto por encadenamientos en Valor Agregado de otros sectores			
Sector Minería		Sector Construcción en Obras Civiles		Sector Minería		Sector Construcción en Obras Civiles	
Servicios empresariales	0,1485	Industria manufacturera	0,2465	Servicios empresariales	0,1017	Servicios empresariales	0,0891
Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,1092	Construcción_Vivienda	0,1440	Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,0429	Industria manufacturera	0,0757
Industria manufacturera	0,0819	Servicios empresariales	0,1300	Transp., comunicos y servs. Información	0,0289	Construcción_Vivienda	0,0687
Transp., comunicos y servs. Información	0,0664	Comercio, hoteles y restaurantes	0,0893	Industria manufacturera	0,0251	Comercio, hoteles y restaurantes	0,0453
Comercio, hoteles y restaurantes	0,0490	Transp., comunicos y servs. Información	0,0692	Comercio, hoteles y restaurantes	0,0249	Transp., comunicos y servs. Información	0,0302
Intermediación financiera	0,0186	Intermediación financiera	0,0500	Intermediación financiera	0,0111	Intermediación financiera	0,0297
Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0137	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0396	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,0088	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0181
Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,0115	Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,0236	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0062	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,0116
Construcción_Vivienda	0,0046	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,0151	Administración pública	0,0022	Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,0093
Administración pública	0,0032	Minería	0,0149	Construcción_Vivienda	0,0022	Minería	0,0086
Servicios personales	0,0024	Servicios personales	0,0024	Servicios personales	0,0017	Servicios personales	0,0017
Construcción_Obras Civiles	0,0006	Administración pública	0,0023	Construcción_Obras Civiles	0,0003	Administración pública	0,0016
Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector minero cubierto por los sectores destacados en color	90,3%	Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector Construcción Obras Civiles cubierto por los sectores destacados en color	86,8%	Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector minero cubierto por los sectores destacados en color	88,3%	Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector Construcción Obras Civiles cubierto por los sectores destacados en color	83,9%
Matriz de interrelaciones incluye al sector Hogares Sector Minería				Matriz de interrelaciones incluye al sector Hogares Sector Minería			
Sector Minería		Sector Construcción en Obras Civiles		Sector Minería		Sector Construcción en Obras Civiles	
Servicios empresariales	0,1883	Industria manufacturera	0,4274	Servicios empresariales	0,1290	Comercio, hoteles y restaurantes	0,1514
Industria manufacturera	0,1682	Comercio, hoteles y restaurantes	0,2981	Comercio, hoteles y restaurantes	0,0755	Servicios empresariales	0,1461
Comercio, hoteles y restaurantes	0,1488	Servicios empresariales	0,2133	Transp., comunicos y servs. Información	0,0585	Industria manufacturera	0,1312
Transp., comunicos y servs. Información	0,1343	Transp., comunicos y servs. Información	0,2116	Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,0525	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,1007
Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,1337	Construcción_Vivienda	0,1641	Industria manufacturera	0,0516	Transp., comunicos y servs. Información	0,0922
Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,0668	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,1307	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,0514	Construcción_Vivienda	0,0782
Intermediación financiera	0,0548	Intermediación financiera	0,1257	Servicios personales	0,0378	Servicios personales	0,0775
Servicios personales	0,0539	Servicios personales	0,1105	Intermediación financiera	0,0326	Intermediación financiera	0,0748
Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0361	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0866	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0165	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,0395
Construcción_Vivienda	0,0141	Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,0749	Construcción_Vivienda	0,0067	Electricidad, gas, agua y gestión desechos	0,0294
Administración pública	0,0055	Minería	0,0216	Administración pública	0,0039	Minería	0,0124
Construcción_Obras Civiles	0,0017	Administración pública	0,0072	Construcción_Obras Civiles	0,0007	Administración pública	0,0051
Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector minero cubierto por los sectores destacados en color	78,4%	Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector Construcción Obras Civiles cubierto por los sectores destacados en color	75,4%	Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector minero cubierto por los sectores destacados en color	74,5%	Porcentaje del impacto total a otros sectores causado por el sector Construcción Obras Civiles cubierto por los sectores destacados en color	75,1%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

Considerando tanto la disponibilidad de datos de buena calidad como el impacto marginal en la cobertura del impacto sistémico por encadenamientos, estimamos ecuaciones de demanda por trabajo para los primeros seis sectores de los siete mencionados en el párrafo anterior. El sector que no incluimos es el de servicios inmobiliarios y de vivienda. La razón principal es que este es un sector de apertura reciente en el marco de las cuentas, por lo que no se dispone de series de tiempo largas para su estimación. Por otra parte, agregamos la estimación del sector minería, por estar este sector en el centro de interés de este estudio.

La última fila de cada uno de los cuadrantes muestra la cobertura del impacto sistémico por encadenamientos de los sectores seleccionados en cada uno de los casos. Nótese que en cada caso es posible considerar sectores más allá de los cinco mayores, ya que están disponibles al haberlos estimado por haber estado entre los cinco más importantes de otro sector, o bien por tratarse del sector minería, que fue estimado por ser el foco de este trabajo.

Las coberturas logradas se encuentran entre el 84% y el 90% en el caso de los ejercicios sin sector hogares, y entre el 74% y el 78% en los casos que incluyen dicho sector. Estos números son altos, indicando que la cobertura alcanzada es relevante y satisfactoria. La inclusión del sector servicios inmobiliarios y de vivienda tendrían un impacto marginal en estos rangos. En efecto, el primero pasaría a 87% y 93%, mientras que el segundo lo haría a 79% y 85%.

Por último, cabe señalar que la mayoría de los sectores para los que no estimamos ecuaciones de demanda por trabajo adolecen del problema de falta de series de tiempo largas. En particular, el sector intermediación financiera, que aparece como siguiente en la lista de importancia sistémica en seis de los ocho casos, adolece de los mismos problemas que la serie de servicios inmobiliarios y de vivienda. Por otra parte, aquellos sectores para los que sí hay información, como agropecuario y administración pública, agregan poco a la explicación de impacto sistémico.

V.2. Estimaciones

Nuestra propuesta de estimación se basa principalmente en los trabajos de Martínez et al. (2001) y Soto (2009), quienes estiman la siguiente especificación para una demanda por trabajo:

$$\log L_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 \log w_t + \alpha_2 \log r_t + \alpha_3 \log x_t + \alpha_4 \log Y_t + \varepsilon_t^d \quad (1)$$

Donde L_t^d es el nivel de empleo demandado en el período t (ocupados), w_t es un índice representativo del nivel de remuneraciones, r_t representa el costo de capital, x_t el costo de insumos importados, Y_t el nivel de actividad y ε_t^d es un residuo. Además, en vista de que (1) se encuentra expresada en logaritmos, cada coeficiente α_i corresponde a una elasticidad (v.gr. en qué porcentaje varía el empleo ante una variación porcentual de un 1% en cada variable).

Si bien los trabajos citados se ocupan de la demanda por trabajo a nivel nacional, en nuestro caso esto es implementado a nivel de cada sector seleccionado de la economía chilena. Así, cada una de las variables descritas anteriormente, y los coeficientes α_i en (1) son específicos para cada sector.

El detalle de los datos empleados, así como de nuestra metodología de estimación se presenta en el Anexo 2, mientras que una inspección gráfica de cada serie de tiempo está contenida en el Anexo 3. Dicho lo anterior, cabe destacar que las fuentes de datos se remiten al Instituto Nacional de Estadísticas (INE), al Banco Central de Chile y a Cochilco. Respecto a las dos variables de interés para los efectos de esta sección y aquellas posteriores, a saber: remuneraciones y nivel de actividad, la primera corresponde al índice de remuneraciones nominales del INE, deflactado por la evolución del índice de precios al consumidor, mientras que la segunda – el nivel de actividad – está representada por la evolución de índices de producción física para algunos sectores, y por el PIB trimestral, es decir, valor agregado, para otros sectores. Los sectores cuyo nivel de actividad está representado por un índice de producción corresponden a la minería, la industria manufacturera, la construcción y la generación de electricidad, gas y agua. Por su parte, el comercio, restaurantes y hoteles, el transporte y comunicaciones y el sector de servicios empresariales utilizan una variable de valor agregado, que corresponde al PIB real trimestral sectorial.

Un resumen de los resultados de nuestras estimaciones se aprecia en el Cuadro V.2 a continuación. En este se aprecia, en primer lugar, las elasticidades “precio” estimadas para cada sector, es decir, las elasticidades respecto al nivel de remuneraciones, y en segundo lugar las elasticidades respecto al nivel de actividad, o variable de escala. En tercero y cuarto lugar se encuentra el R^2 de cada

estimación, que en nuestro caso mide la proporción de la varianza en la evolución del empleo que es capturada por cada modelo estimado, y T se refiere al número de observaciones empleadas⁷.

Las elasticidades respecto a remuneraciones tienen el signo esperado, y se encuentran en un rango entre -0,39 y -2,18. Esto quiere decir que, por ejemplo, para el sector de la construcción, un aumento general en las remuneraciones de un 1% implicaría una caída en el nivel de empleo de 0,39%, manteniendo todo lo demás constante. Cabe notar que, en el caso de la industria manufacturera, no fue posible estimar una elasticidad estadísticamente significativa, mientras que respecto a la industria de generación de electricidad, gas y agua no fue posible identificar el parámetro⁸.

Por otra parte, las elasticidades respecto al nivel de actividad también tienen el signo esperado, y se encuentran en valores entre 0,65 y 1,20. De forma análoga al ejemplo anterior, esto implicaría que un aumento en el nivel de actividad del sector manufacturero de un 1% se traduce un aumento en la demanda por empleo de un 0,65%. En vista de que no se pudo identificar una relación que represente a la demanda en la industria de generación de electricidad, gas y agua, se omite dicho coeficiente, sin perjuicio de que tampoco fue estadísticamente significativo.

Cuadro V.2: Resumen de estimaciones de demanda por trabajo a nivel sectorial.

Variable	Minería	Industria manuf.	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte y comunic.	Constr.	Servicios prof.	Electricidad, gas y agua
$\log w_t$	-2,18	.	-0,87	-1,88	-0,39	-0,56	.
$\log Y_t$	1,16	0,65	0,71	1,08	1,14	1,20	.
R^2	0,55	0,83	0,97	0,88	0,97	0,97	.
T	157	151	50	49	159	50	.

Notas: Estimaciones obtenidas utilizando mínimos cuadrados dinámicos. Mayores detalles se entregan en el Anexo 2.
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos desde el Banco Central, Instituto Nacional de Estadísticas y Cochilco.

El nivel de ajuste de la mayoría de los sectores estimados se encuentra entre 0,82 y 0,97, y sólo en un caso se llega a 0,55, valor aceptable bajo estándares de trabajos comparados.

Con estos resultados, en la siguiente sección se simulará el efecto en el empleo sectorial que tendría un impacto en el nivel de actividad en la minería, que se propaga hacia el resto de la economía.

⁷ En vista de que los datos utilizados corresponden a series de tiempo, el número de observaciones es un número de períodos (T).

⁸ Es decir, la dinámica de los datos no permite identificar una elasticidad “precio” de la demanda.

VI. Impacto de una caída en la producción e inversión minera

VI.1. Escenario de simulación

En esta sección presentamos el resultado de nuestro ejercicio de estimación de impacto agregado de un cambio en la actividad minera sobre la economía. El primer paso consiste en determinar un escenario de simulación.

Para esto, consideramos algunos hechos estilizados para tener una aproximación a ordenes de magnitud y rezagos en la relación entre inversión y producción. En segundo lugar, reportamos la estimación de otros autores.

En relación con lo primero, la consultora Wood Mackenzie (2021) presenta dos hechos estilizados interesantes. Por una parte, indica que en ausencia de nuevas inversiones la producción podría caer en 42% en un plazo de 20 años, por agotamiento de los yacimientos existentes (lámina 7). Por otra parte, indica que un 57% de la producción actual proviene de inversiones aprobadas en el super ciclo de los años 2005-2015 (lámina 22), es decir de una vida media aproximada de 10 años. Esto indica que la producción es sensible en el mediano plazo a las decisiones de inversión, es decir, la producción minera no está garantizada en el largo plazo a menos que se invierta de manera regular.

En relación con estimaciones de impacto, Orellana *et al* (2021) estudian el impacto en reservas mineras y en producción de dos modalidades de implementación de un royalty a la minería. Una corresponde al proyecto de ley actualmente en discusión en el Congreso Nacional, ingresado en septiembre de 2018⁹, que considera el cobro de una tasa sobre las ventas totales (*ad valorem*) que comienza en 3% y luego crece en función del precio del cobre hasta llegar a 40% a un precio del cobre de 6 dólares la libra. El segundo escenario corresponde a una tasa sobre las ventas de 3%, fija, independiente del precio del cobre.¹⁰

Los autores presentan además dos escenarios para el precio del cobre, 2,5 y 3,5 dólares la libra, y dos escenarios para costos de producción, uno de costos bajos y otro de costos altos. Para el caso del esquema de royalty según se discute en la actualidad en el Congreso Nacional, el impacto en producción es una caída más alta que bajo la fórmula de una tasa plana en los cuatro escenarios. En efecto, los autores proyectan una caída de producción en un rango que va entre -9,3% (escenario de precio bajo y costos bajos) y -41,5% (escenario de precio alto y costos altos). En el caso de la fórmula de royalty que consiste en una tasa *ad valorem* fija de 3%, el impacto en los cuatro escenarios oscila entre -4,3% y -9,1%.

Estos antecedentes muestran un impacto posible en producción de magnitud significativa y con un rango de variación amplio. De manera ilustrativa elegimos un escenario de caída de producción de

⁹ Boletín N° 12.093-08

¹⁰ Cabe notar que este era la fórmula original propuesta en el proyecto. La otra fórmula surgió a partir de una indicación durante su discusión en el Congreso Nacional.

10%, que sirve para proveer una base para inferir el impacto en la economía de los distintos escenarios reportados en la literatura.

El ejercicio considera también el impacto de la caída en la producción de la minería sobre la inversión en el sector. De acuerdo a lo informado por el Banco Central, la inversión de la minería es de tres tipos (Cuadro VI.1): ENRYODI, maquinaria y equipos, y productos de propiedad intelectual. El Cuadro VI.1 muestra varios hechos relevantes relativos a la inversión del sector minero. En primer lugar, ésta representa una fracción importante de la inversión total de la economía. En efecto, en el período 2013-2019 esta participación alcanzó 21,9%. En segundo lugar, la inversión es fuertemente cíclica: en el período reportado de siete años, la inversión del sector minero fluctuó entre 3,8% y 7,2% como porcentaje del PIB, promediando 5,1% en los siete años reportados. En tercer lugar, el componente más importante de la inversión es el de ENRYODI, el que osciló en el período de referencia entre 2,3% y 4,6% del PIB. La relevancia de este punto es que esta última es una inversión fundamentalmente doméstica y no transable, por lo que tiene un impacto significativo en la actividad económica interna.

Cuadro VI.1: Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF, Inversión) por tipo sobre PIB total, y participación por tipo (porcentaje)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Promedio 2013-19
FBKF total del sector minero	7,2%	6,2%	4,8%	3,9%	3,8%	3,9%	4,8%	4,9%
Edificación no residencial y obras de ingeniería	4,6%	4,0%	3,1%	2,4%	2,3%	2,4%	2,9%	3,1%
Productos de propiedad intelectual	0,5%	0,5%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%
Maquinaria y equipo	2,1%	1,7%	1,3%	1,2%	1,2%	1,2%	1,6%	1,5%
FBKF de otros sectores	17,6%	17,0%	17,8%	18,0%	17,2%	17,3%	17,2%	17,4%
Vivienda	3,4%	3,3%	3,5%	3,7%	3,4%	3,6%	3,7%	3,5%
Edificación no residencial y obras de ingeniería	5,5%	5,4%	6,3%	6,3%	5,7%	5,4%	5,3%	5,7%
Recursos biológicos cultivados	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Productos de propiedad intelectual	1,5%	1,5%	1,6%	1,7%	1,6%	1,7%	1,8%	1,6%
Maquinaria y equipo	7,1%	6,6%	6,3%	6,1%	6,2%	6,5%	6,3%	6,4%
FBKF (Inversión) total	24,8%	23,2%	22,6%	21,9%	21,0%	21,3%	22,0%	22,4%
Participación de agrupaciones de tipos de inversión en el total								
Bienes de inversión de producción nacional								
ENRYODI y Vivienda	53,9%	55,0%	56,6%	56,8%	54,6%	53,1%	53,8%	54,8%
Productos de prop. intelectual y biológicos cultivados	8,9%	9,2%	9,6%	9,7%	10,2%	10,2%	10,3%	9,7%
Bienes de inversión principalmente importados								
Maquinaria y equipo	37,2%	35,8%	33,8%	33,5%	35,1%	36,5%	35,8%	35,4%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile. En particular, se considera la serie "Formación bruta de capital fijo, volumen a precios del año anterior encadenado, por clase de actividad económica, referencia 2013 (miles de millones de pesos)".

Desde el punto de vista del impacto en el resto de la economía, es decir, de los encadenamientos, lo relevante es conocer con precisión la relación de la actividad de inversión con los otros sectores. Esto es relevante para los bienes de inversión de producción nacional, los que se encuentran identificados en el panel inferior del Cuadro VI.1. A diferencia de estos, los bienes de inversión importados no generan encadenamientos productivos en la economía nacional. A partir de la información de la MIP podemos verificar que la inversión en ENRYODI y Vivienda es principalmente doméstica, mientras que la inversión en maquinaria y equipo ocurre principalmente en bienes importados. Finalmente, la producción de productos de propiedad intelectual y biológicos cultivados, no se reporta separadamente en la MIP, por lo que no tenemos la certeza de que sean de producción nacional, si bien la intuición indica que sí debieran serlo. Sin embargo, al no existir

información separada de esta actividad en la MIP, no podemos trazar el impacto que tendrían cambios en ella sobre la actividad de otros sectores de la economía.

Con todo, podemos trazar el impacto en la economía nacional de un 84,9%¹¹ de la inversión de producción doméstica. Además, podemos asociar este impacto al sector que lo genera.

En el caso de la actividad de ENRYODI, esta viene detallada como tal en la MIP de 111 sectores, así como la de Vivienda, como los elementos en los que se descompone la información del sector construcción. De este modo, a partir de la MIP de 111 sectores construimos una MIP de 13 sectores, donde el sector construcción lo hemos dividido en dos, siendo uno de ellos el sector ENRYODI.

Para simular el efecto sobre la inversión, adoptamos la misma estrategia que usamos para la producción. Suponemos que, al caer la producción del bien final, su demanda por bienes de inversión cae en la misma proporción. Para determinar el impacto en cada sector que produce bienes de inversión, debemos conocer el tamaño relativo de la demanda los bienes de inversión por parte de los distintos sectores (Cuadro VI.2). De manera similar podemos simular caídas en la producción de bienes finales sobre la producción de viviendas como bien de inversión.

Cuadro VI.2: Participación promedio para el período 2013-2019 de cada sector en la demanda por ENRYODI y de Vivienda (porcentaje)

Sector	ENRYODI	Vivienda
Agropecuario, silvícola y pesca	1,2%	0 %
Minería	34,7%	0 %
Industria manufacturera	4,6%	0 %
Electricidad, Gas, Agua y Gestión de desechos	14,5%	0 %
Construcción	1,1%	0 %
Comercio, restaurantes y hoteles	5,6%	0 %
Transporte, información y comunicaciones	7,9%	0 %
Servicios financieros	2,2%	0 %
Servicios de vivienda e inmobiliarios	3,4%	100 %
Servicios empresariales	1,0%	0 %
Administración pública	16,2%	0 %
Servicios personales	7,6%	0 %

Fuente: Banco Central de Chile.

¹¹ $(54,8 / (54,8 + 9,7)) = 0,849$

VI.2. Resultados

El Cuadro VI.3 contiene el resultado del impacto en PIB de una caída de 10% en la producción de la minería. El panel izquierdo del mencionado cuadro muestra los resultados sin considerar el canal de los salarios y el consumo de los hogares, mientras que el panel derecho muestra los resultados incluyendo dicho canal. En cada caso, el impacto se presenta tanto como porcentaje del PIB sectorial como en relación al PIB total de la economía.

Cuadro VI.3: Simulación del impacto en el empleo sectorial de un shock en la actividad minera.

Sector	Sin canal de salarios y consumo		Con canal de salarios y consumo	
	Relativo al PIB del sector	Relativo al PIB total	Relativo al PIB del sector	Relativo al PIB total
Agropecuario-silvícola y Pesca		-0,02%		-0,04%
Minería	-10,0%	-1,04%	-10,0%	-1,04%
Industria manufacturera	-0,6%	-0,06%	-1,1%	-0,12%
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	-2,3%	-0,07%	-3,0%	-0,10%
Construcción (total)	-1,8%	-0,13%	-2,0%	-0,14%
Edificación no residencial y Obras de Ingeniería	-3,5%	-0,11%	-3,5%	-0,11%
Vivienda	-0,5%	-0,02%	-0,8%	-0,03%
Comercio, hoteles y restaurantes	-0,4%	-0,05%	-1,3%	-0,17%
Transporte, comunicaciones y servicios de información	-0,7%	-0,06%	-1,4%	-0,12%
Intermediación financiera		-0,03%		-0,07%
Servicios inmobiliarios y de vivienda		-0,02%		-0,11%
Servicios empresariales	-1,7%	-0,19%	-2,3%	-0,25%
Administración pública		0,00%		-0,01%
Servicios personales		0,00%		-0,08%
Impacto consolidado en el PIB				
Shock exógeno		-1,03%		-1,03%
Impacto en otros sectores vía producción.		-0,43%		-0,87%
Impacto en inversión en bienes de producción doméstica y encadenamientos		-0,20%		-0,33%
Impacto en inversión en otros bienes, sin encadenamientos		-0,19%		-0,19%
Efecto Total sobre PIB		-1,85%		-2,43%

Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Chile.

Los sectores que reciben una mayor impacto como porcentaje de su propio PIB ante un shock en el sector minero, son electricidad, gas, agua y gestión de residuos, donde el PIB cae en 2,3% en el caso sin salarios y consumo de hogares y 3,0% cuándo se consideran estos; servicios empresariales con una caída de 1,7% y 2,3% en cada uno de los casos mencionados; transporte, comunicaciones y

servicios de información, con caídas de 0,7% y 1,4% en los mismos casos; industria manufacturera con caídas de 0,6% y 1,1%; y comercio, hoteles y restaurantes con disminuciones de 0,4% y 1,3%. Más atrás aparece la construcción de viviendas, con caídas de 0,5% y 0,8% del PIB sectorial en cada uno de los casos. Los otros sectores no se detallan ya que el impacto es muy pequeño. Por último, el sector construcción de ENRYODI, muestran una caída de 3,5%, la que proviene de los supuestos de calibración del ejercicio.

El panel inferior resume los efectos en PIB en cada uno de los casos, sin y con encadenamientos en salarios y consumo de los hogares. En ambos, el shock inicial de 10% de la producción del sector minero equivale a una caída de 1% en el PIB total de la economía. El impacto de la caída en la producción en otros sectores relacionados, tanto directa como indirectamente, alcanza a caídas de 0,4% y 0,9% del PIB, respectivamente, en cada uno de los casos. Por otra parte, la caída en inversión en bienes domésticos y sus encadenamientos equivale a 0,2% y 0,3% del PIB en cada caso, mientras que la menor inversión en bienes sin encadenamientos alcanza a 0,2%.

De esta manera, el impacto en la economía de una caída de 10% en la producción minera, que equivale a un 1% del PIB, se incrementa en 0,8% del PIB al considerarse los efectos de encadenamiento en el resto de los sectores. Es decir, encontramos un multiplicador de 1,8 para determinar el efecto final sobre la economía de una contracción inicial en el sector minero, en un caso sin considerar salarios ni consumo de los hogares.

En el caso en que salarios y consumo de hogares sí son considerados, el multiplicador alcanza un nivel mayor, de 2,3. Cabe recordar que este caso contiene imprecisiones, ya que el consumo considerado es el de los hogares promedio de la economía, mientras que los salarios en el sector minero superan ese promedio. Por lo tanto, este número se reporta como referencia y no deben perderse de vista sus limitaciones.

El mismo ejercicio de una caída de 10% en la producción puede aplicarse a cada uno de los sectores de la economía. Esto nos entrega el efecto multiplicador para cada sector calculados sobre una misma base (Cuadro VI.4). Esto nos permite comparar el resultado encontrado anteriormente con el de otros sectores de la economía. Los resultados muestran que, ante una contracción en la producción en una misma proporción en cada sector de la economía, el sector minero tiene el tercer impacto global más grande sobre la economía, solo detrás de la industria manufacturera y del sector comercio, hoteles y restaurantes.

El efecto del mencionado shock en la minería alcanza a -1,85% del PIB, mientras que en los dos sectores de más impacto este efecto alcanza a -2,23% y -2,11%. En términos de la distribución de los resultados de los distintos sectores, el sector minero se encuentra en el percentil 83.

Los resultados muestran un alto impacto para el sector de la minería, en particular cuando se considera la inversión. Como se comentara anteriormente (Sección VI.1), la inversión de producción nacional es particularmente importante en el sector minero. En términos de distribución, el impacto en PIB por la vía de inversión en bienes domésticos y sus encadenamientos de un shock en la minería alcanza se ubica en el percentil 92 de los distintos sectores de la economía, mientras que el efecto en bienes de inversión sin encadenamientos se ubica en el percentil 93.

Cuadro VI.4: Efecto total sobre PIB, considerando encadenamientos, de una caída en producción de 10% en cada sector por separado. Caso sin canal de salarios y consumo. (porcentajes y ratio)

	Impacto en PIB total de shock exógeno 10% en producción	Efecto encadenamiento de shock exógeno en producción	Efecto en Inversión en bienes domésticos y sus encadenamientos	Efecto en Inversión en bienes sin encadenamientos	Efecto Total en PIB	Multiplicador
Industria manufacturera	-1,07%	-1,00%	-0,03%	-0,13%	-2,23%	2,07
Comercio, hoteles y restaurantes	-1,28%	-0,73%	-0,03%	-0,07%	-2,11%	1,65
Minería	-1,03%	-0,43%	-0,20%	-0,19%	-1,85%	1,79
Servicios personales	-1,28%	-0,32%	-0,04%	-0,08%	-1,72%	1,35
Transporte, comunicaciones y servicios de información	-0,85%	-0,41%	-0,05%	-0,25%	-1,56%	1,83
Servicios inmobiliarios y de vivienda	-0,85%	-0,19%	-0,36%	-0,01%	-1,41%	1,66
Servicios empresariales	-1,12%	-0,18%	-0,01%	-0,07%	-1,39%	1,23
Administración pública	-0,53%	-0,13%	-0,09%	-0,03%	-0,77%	1,47
Intermediación financiera	-0,51%	-0,14%	-0,01%	-0,02%	-0,69%	1,34
Agropecuario-silvícola y Pesca	-0,42%	-0,22%	-0,01%	-0,05%	-0,69%	1,64
Construcción_Vivienda	-0,41%	-0,23%	-0,01%	0,00%	-0,64%	1,58
Construcción_Edific no resid. y obras de ingeniería	-0,32%	-0,29%	-0,01%	0,00%	-0,62%	1,95
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	-0,32%	-0,11%	-0,08%	-0,07%	-0,59%	1,85

Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Chile.

Cuando se considera el canal de salarios y consumo, el impacto de la minería queda en el cuarto lugar de trece sectores (Cuadro VI.5). Esta baja en el ranking relativo de impacto se debe a que la producción minera tiene un bajo consumo interno como bien intermedio. En términos de distribución entre todos los sectores, el sector minero en este caso se encuentra en el percentil 75.

Cuadro VI.5: Efecto total sobre PIB, considerando encadenamientos, de una caída en producción de 10% en cada sector por separado. Caso con canal de salarios y consumo. (porcentajes y ratio)

	Impacto en PIB total de shock exógeno 10% en producción	Efecto encadenamiento de shock exógeno en producción	Efecto en Inversión en bienes domésticos y sus encadenamientos	Efecto en Inversión en bienes sin encadenamientos	Efecto Total en PIB	Multiplicador
Comercio, hoteles y restaurantes	-1,28%	-1,91%	-0,05%	-0,07%	-3,31%	2,58
Servicios personales	-1,28%	-1,78%	-0,07%	-0,08%	-3,21%	2,52
Industria manufacturera	-1,07%	-1,96%	-0,04%	-0,13%	-3,20%	2,98
Minería	-1,03%	-0,87%	-0,33%	-0,19%	-2,43%	2,34
Transporte, comunicaciones y servicios de información	-0,85%	-1,07%	-0,08%	-0,25%	-2,25%	2,64
Servicios empresariales	-1,12%	-0,91%	-0,01%	-0,07%	-2,12%	1,89
Servicios inmobiliarios y de vivienda	-0,85%	-0,35%	-0,57%	-0,01%	-1,78%	2,08
Administración pública	-0,53%	-0,73%	-0,16%	-0,03%	-1,44%	2,73
Intermediación financiera	-0,51%	-0,52%	-0,02%	-0,02%	-1,07%	2,09
Construcción_Edific no resid. y obras de ingeniería	-0,32%	-0,71%	-0,01%	0,00%	-1,03%	3,26
Construcción_Vivienda	-0,41%	-0,59%	-0,01%	0,00%	-1,01%	2,48
Agropecuario-silvícola y Pesca	-0,42%	-0,51%	-0,01%	-0,05%	-0,99%	2,35
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	-0,32%	-0,24%	-0,14%	-0,07%	-0,77%	2,42

Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Chile.

Efectos en empleo

Una vez determinados los impactos sectoriales, así como el impacto agregado, corresponde determinar los efectos que ello genera en el empleo. El Cuadro VI.6 muestra el resultado de estas estimaciones. En éste, en primer lugar, se presentan nuevamente los valores de las elasticidades de las demandas por trabajo que se presentaron en la Sección V, seguidas de los *shocks* de actividad en cada sector, capturando o no el efecto adicional que genera el consumo de los hogares.

Los efectos en el nivel de empleo se calculan mediante la combinación de las elasticidades estimadas, con los *shocks* en actividad, sin y con hogares. Respecto al nivel de empleo afectado, en términos del número de ocupados dentro de cada sector, se ha adoptado como referencia el nivel promedio reportado en la Nueva Encuesta Nacional de Empleo dentro del período entre los trimestres móviles diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto de 2019. Esto, con el fin de omitir cualquier efecto en empleo que haya sido generado por los hechos ocurridos en Chile en el último trimestre de 2019, así como por el inicio de la pandemia del COVID-19, a partir de 2020.

Cuadro VI.6: Simulación del impacto en el empleo sectorial de un *shock* en la actividad minera.

	Minería	Industria manufacturera	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte y comunicaciones	Construcción	Servicios empresariales	Electricidad, gas y agua	Total
<i>Elasticidades</i>								
w_t	-2,18	.	-0,87	-1,88	-0,39	-0,56	.	
Y_t	1,16	0,65	0,71	1,08	1,14	1,2	.	
<i>Shocks de actividad^(a)</i>								
Sin hogares	-10,0%	-0,6%	-0,4%	-0,7%	-1,8%	-1,7%	-2,3%	
Con hogares	-10,0%	-1,1%	-1,3%	-1,4%	-2,0%	-2,3%	-3,0%	
<i>Efectos en empleo (%)^(b)</i>								
Sin hogares	-11,6%	-0,4%	-0,3%	-0,7%	-2,1%	-2,1%	.	-1,3%
Con hogares	-11,6%	-0,7%	-0,9%	-1,5%	-2,2%	-2,7%	.	-1,8%
<i>Ocupados de referencia (miles)^(c)</i>								
	223,4	847,9	2.002,9	631,9	716,8	711,4	70,0	
<i>Efectos en empleo (miles)</i>								
Sin hogares	-26,0	-3,2	-6,0	-4,5	-14,9	-14,7	.	-69,2
Con hogares	-26,0	-6,2	-18,4	-9,8	-16,1	-19,2	.	-95,7

Notas: (a) Efectos "Con hogares" consideran matrices inversas de Leontief que incluyen el efecto del consumo de los hogares. (b) Efecto en empleo corresponde al *shock* de actividad multiplicado por la elasticidad correspondiente. En este sentido, sectores cuya elasticidad respecto al nivel de actividad se estimaron usando una variable de producción se combinan con *shocks* en VBP, mientras que aquellos que usaron una variable de valor agregado se combinan con *shocks* en VA. (c) El número de ocupados de referencia para cada sector corresponde al promedio entre los trimestres móviles diciembre, enero, febrero, hasta junio, julio, agosto de 2019 de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo.

Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones ya detalladas de los autores, y datos obtenidos desde el Instituto Nacional de Estadísticas.

El Cuadro VI.6 nos muestra que un *shock* en la actividad minera genera una caída de un 1,3% en el nivel de empleo, considerando solamente a los sectores listados y excluyendo los efectos inducidos de los hogares. Esto corresponde a más de 69 mil puestos de trabajo según nuestras cifras de referencia para el número de ocupados. Si ahora además consideramos los efectos inducidos, la caída se amplía a un 1,8%, equivalente a casi 96 mil puestos de trabajo. Lo anterior resalta la importancia de incorporar el efecto de los hogares en los encadenamientos, como factor productivo por el lado del empleo y como consumidores de bienes por el lado de la demanda.

En términos del desglose de cifras, vemos que la minería exhibiría una pérdida de 26 mil puestos de trabajo, mientras que el resto de los sectores suman más de 43 mil excluyendo efectos inducidos, y casi 70 mil al incluirlos. Es decir, entre un 62% y un 73% de los empleos afectados por nuestras estimaciones provienen de los encadenamientos en la actividad entre sectores, mediante los cuales se disemina el *shock* a la minería.

Dicho lo anterior, los dos sectores no-mineros más afectados en términos de empleo corresponden a la construcción y a los servicios empresariales, excluyendo los efectos inducidos. En efecto, en ambos casos se observa una caída de un 2,1% en la demanda por trabajo, lo cual se traduce en casi 15 mil puestos de trabajo en cada uno. Entre ambos, representan un 42,8% del efecto total en el empleo. Sin embargo, en caso de incluir efectos inducidos, hay un sector que destaca en términos del número absoluto de puestos de trabajo que se verían afectados. Este corresponde al comercio restaurantes y hoteles, con una caída en empleo de más de 18 mil ocupados, 3 veces superior a la pérdida sin efectos inducidos. Esto no debería sorprender, toda vez que es un sector totalmente

orientado al consumo, lo que implica que un *shock* de actividad originado en la minería se amplifique en un 225%¹² al incluir efectos inducidos, respecto a una base en que estos no son considerados. Nuevamente esto nos muestra la importancia de incorporar efectos inducidos, ahora no solo para efectos del tamaño del impacto global en empleo, sino para un análisis a nivel sectorial.

Los resultados presentados son, sin embargo, una cota inferior al considerar que hay sectores que han sido excluidos de nuestras estimaciones tal como se expuso en la Sección V.1. Sin embargo, y tal como se expone en la misma sección, la cobertura alcanzada es amplia, y por lo tanto resulta razonable extrapolar las cifras globales al conjunto de la economía. Dicho esto, una caída de un 1,3% o de un 1,8% en el nivel de empleo se traduciría en una pérdida de 119 mil y 164 mil puestos de trabajo respectivamente. Alternativamente, consideremos los impactos en el PIB total que se exponen en la última fila del Cuadro VI.3, que se encuentran entre un 1,9% y un 2,4%, dependiendo de si se considera o no el efecto inducido de los hogares. Ante dicho escenario, el ya citado trabajo de Martínez et. al (2001) calcula una elasticidad respecto al nivel de actividad total de 0,86. Lo anterior se traduce en un impacto nacional en el empleo que oscila entre una pérdida de 142 mil y 187 mil puestos de trabajo, bajo los mismos supuestos utilizados hasta ahora, cifras que equivalen a caídas de un 1,6% y un 2,1% respectivamente.

Alternativamente, la presión que un *shock* en la economía nacional pone sobre la demanda por trabajo puede no solo traducirse en una pérdida de empleos, sino también tener impactos en los salarios de equilibrio. Es más, es de esperar que el ajuste en el mercado laboral consista finalmente en una combinación de un cambio en el nivel de contratación y en el nivel de salarios. Es por ello que, en el Cuadro VI.7 presentamos una simulación alternativa. En ella se ha incorporado el supuesto de que un 30% del impacto en el nivel de empleo de la simulación anterior es absorbida ahora por el nivel de salarios. Así, utilizando las elasticidades “precio” de nuestras estimaciones de demanda por trabajo podemos hacer la distribución del efecto entre ambas variables. Notar, sin embargo, que este ejercicio se limitará a efectos porcentuales, toda vez que los datos de remuneraciones, mismos datos que se utilizaron para llevar a cabo nuestras estimaciones de demanda por trabajo, corresponden a índices y no a salarios expresados en valores monetarios.

En términos del nivel de empleo, el Cuadro VI.7 reporta las cifras porcentuales del ejercicio anterior ajustadas a un 70% de su valor original. Ahora, en términos del nivel de salarios reales, es posible observar que el *shock* de actividad en la minería –bajo estos supuestos– generaría presiones a la baja de un 1,6% en la minería, de entre un 1,1% y un 1,6% en los sectores de la construcción y servicios empresariales, y de magnitudes menores en los sectores del comercio y del transporte. Cabe notar que la industria manufacturera se omite de este ejercicio, toda vez que la elasticidad “precio” de la demanda por trabajo en dicho sector no fue estadísticamente significativa.

¹² $(1,3/0,4 - 1 = 2,25)$

Cuadro VI.7: Simulación del impacto en el empleo sectorial de un *shock* en la actividad minera, absorbiendo un 30% del impacto en la evolución de remuneraciones.

	Minería	Industria manufacturera	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte y comunicaciones	Construcción	Servicios empresariales	Electricidad, gas y agua
<i>Efectos en empleo (%)</i>							
Sin hogares	-8,1%	.	-0,2%	-0,5%	-1,5%	-1,4%	.
Con hogares	-8,2%	.	-0,6%	-1,1%	-1,6%	-1,9%	.
<i>Efectos en salarios (%)</i>							
Sin hogares	-1,6%	.	-0,1%	-0,1%	-1,6%	-1,1%	.
Con hogares	-1,6%	.	-0,3%	-0,2%	-1,7%	-1,4%	.

Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones ya detalladas de los autores, y datos obtenidos desde el Instituto Nacional de Estadísticas.

Nuevamente resulta interesante comparar estos resultados con aquellos que es posible obtener de las elasticidades calculadas en Martínez et. al (2001). Así, considerando una elasticidad “precio” de -0,82 calculada por los autores –bajo los supuestos de este ejercicio–, los efectos en el nivel de empleo corresponderían a una caída de entre un 1,1% y un 1,5% al excluir o considerar el efecto del consumo de hogares respectivamente, y a una presión a la baja en salarios reales de entre 0,6% y 0,8%, respectivamente.

A modo de resumen, los resultados agregados obtenidos a partir de estos ejercicios se encuentran contenidos en el Cuadro VI.8 a continuación. En él se aprecia, por un lado, la agregación de resultados basados en nuestras propias estimaciones de demanda por trabajo sectorial, y por otro, los resultados obtenidos usando la demanda por trabajo elaborada en Martínez et. al (2001).

Al inspeccionar el cuadro, cabe reiterar que nuestros resultados, en términos de pérdida de empleos absolutos corresponde a una cota inferior, en vista de que sólo han sido considerados algunos sectores dentro de los, al menos, 12 sectores en que se divide la MIP. Sin perjuicio de lo anterior, en términos porcentuales¹³ cabe destacar que los empleos perdidos se encuentran en órdenes de magnitud similares a aquellos que se estiman en base al trabajo de Martínez et. al (2001), tanto para el ejercicio base como para el ejercicio alternativo.

Para el ejercicio alternativo, la caída agregada de salarios en los sectores que consideramos en este trabajo se calcula como un promedio ponderado de las caídas sectoriales, considerando el número de ocupados del período de referencia como ponderadores. Dicha agregación se traduce también en caídas en las remuneraciones reales de igual magnitud a aquellas que se estimarían en base a las estimaciones de demanda por trabajo de Martínez et. al (2001).

¹³ La base para las pérdidas porcentuales agregadas de empleo basados en nuestras estimaciones de demanda corresponde a la suma de los empleos de referencia considerando solamente los sectores analizados.

Cuadro VI.8: Resumen de impactos agregados en empleo, en miles de ocupados y en porcentaje, y salarios expresado como porcentaje.

	Ejercicio basado en estimaciones propias				Ejercicio basado en estimaciones de Martínez et. al. (2001)			
	Empleo ^(a)		Salarios ^{(b) (c)}		Empleo ^(a)		Salarios ^(b)	
<i>Ejercicio base</i>								
Sin hogares	-69,2	(-1,3%)	.	.	-142,0	(-1,6%)	.	.
Con hogares	-95,7	(-1,8%)	.	.	-186,5	(-2,1%)	.	.
<i>Ejercicio alternativo</i>								
Sin hogares	-49,4	(-0,9%)	.	(-0,5%)	-99,4	(-1,1%)	.	(-0,6%)
Con hogares	-68,8	(-1,3%)	.	(-0,7%)	-130,5	(-1,5%)	.	(-0,8%)

Notas: (a) Efectos en empleo se encuentran expresados en miles de ocupados, así como en porcentaje respecto al número de, ocupados promedio, entre los trimestres móviles diciembre, enero, febrero, hasta junio, julio, agosto de 2019 de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo. Además, en el ejercicio alternativo se considera que en la Industria Manufacturera no es posible absorber el efecto en empleo vía salarios, y por lo tanto el impacto en dicho sector es igual que en el ejercicio base. (b) Efectos en salarios expresado sólo en términos porcentuales, producto de que los datos de referencia corresponden a un índice. (c) Efectos agregados en salarios a partir de estimaciones propias corresponden a un promedio del efecto porcentual en salarios de cada sector, ponderado por el número de ocupados de referencia en cada uno de ellos.

Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones ya detalladas de los autores, y datos obtenidos desde el Instituto Nacional de Estadísticas.

VII. Conclusiones

Este trabajo ha evaluado el impacto sistémico de la actividad minera en Chile. El principal resultado muestra que dicho impacto es alto, colocando al sector minero como el tercero en importancia entre los sectores productivos de la economía nacional, solo detrás de la industria manufacturera y del sector comercio¹⁴. Una caída de 10% en el valor de la producción del sector genera una caída de 1,9% del PIB de la economía. Esto supera el impacto promedio de un shock similar en cada sector de la economía en una desviación estándar.

La medida de impacto sistémico proviene de tres elementos. El primero son los encadenamientos en la producción, los que se pueden cuantificar con precisión a partir de la matriz insumo-producto. El segundo es a través del impacto en inversión asociada a la producción de cada sector, y a los respectivos encadenamientos de esta. El tercero proviene del tamaño de cada sector, que provee la escala a los dos efectos anteriores.

Este trabajo muestra que el sector minero se encuentra en la mediana de los sectores de la economía en términos de su generación de encadenamientos productivos, a 1,1 desviaciones estándar sobre la media en términos de impacto en inversión, y 0,7 desviaciones estándar sobre la media en tamaño. La combinación de esos elementos entrega un impacto sistémico global de una desviación estándar sobre la media entre todos los sectores. Esto pone de relieve que la importancia de la minería en Chile va más allá de su tamaño absoluto y que, de hecho, su importancia aumenta a través de su impacto en otros sectores por encadenamientos productivos y en la inversión.

Los sectores con vínculos más fuertes con la minería desde el lado productivo son los de servicios empresariales, energía¹⁵ y construcción. Finalmente, las estimaciones de impacto en empleo indican que una caída en la producción de 10% en la minería generaría una caída en el empleo de entre 142 mil y 187 mil puestos de trabajo.

¹⁴ Comercio, hoteles y restaurantes.

¹⁵ Sector Electricidad, gas, agua y gestión de desechos.

Referencias

- Acemoglu, D., Carvalho, V. M., Ozdaglar, A., & Tahbaz-Salehi, A. (2012). The network origins of aggregate fluctuations. *Econometrica*, 80(5), 1977-2016.
- Blanchard, O. (2016). *Do DSGE Models Have a Future?* Peterson Institute for International Economics.
- Blanchard, O. (2018). On the future of macroeconomic models. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 43-54.
- Cochilco. (2020a). *Efecto de las variaciones del Precio del Cobre en el Mercado Laboral*.
- Cochilco. (2020b). *Medición de los encadenamientos productivos de la industria minera en Chile*.
- Cuddington, J. T., & Dagher, L. (2015). Estimating Short and Long-Run Demand Elasticities: A Primer with Energy-Sector Applications. *The Energy Journal*, 36(1), 185-209.
- Fuentes H., F., & García, C. J. (2016). Ciclo económico y minería del cobre en Chile. *Revista CEPAL*(118).
- Galí, J. (2017). Some scattered thoughts on DSGE models. *DSGE Models in the Conduct of Policy; Use as Intended*, 86-92.
- Hamermesh, D. (1993). *Labor demand*. Princeton, New Jersey, EE.UU.: Princeton University Press.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Korinek, A. (2018). Thoughts on DSGE Macroeconomics: Matching the Moment, But Missing the Point? En M. Guzman (Ed.), *Toward a Just Society: Joseph Stiglitz and Twenty-First Century Economics* (págs. 159-173). Columbia University Press.
- Leontief, W. W. (1936). Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 105-125.
- Martínez, C., Morales, G., & Valdés, R. (2001). Cambios estructurales en la demanda por trabajo en Chile. *Economía Chilena*, 2.
- Medina, J. P. (2017). Desarrollo del Sector Minero en Chile y sus Consecuencias Macroeconómicas. *mimeo*.
- Miller, R. y P. Blair. (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University Press.
- Orellana, L. F., E. Castillo y N. Morales. (2021). "Royalty a la Minería. Reservas Mineras", *Presentación ante la Comisión de Minería y Energía del Senado de Chile*, 25 de agosto.
- Perez Ruiz, E. (2017). Mining Spillovers in Chile. *IMF Working Papers*, 17(177).
- Romer, P. (2016). The Trouble With Macroeconomics. *Commons Memorial Lecture of the Omicron Delta Epsilon Society*.

- Sax, C., & Eddelbuettel, D. (2018). Seasonal Adjustment by X-13ARIMA-SEATS in R. *Journal of Statistical Software*, 87(11), 1-17.
- Soto, R. (2009). Dollarization, economic growth, and employment. *Economic Letters*, 105(1), 42-45.
- Stiglitz, J. E. (2018). Where modern macroeconomics went wrong. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 70-106.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1988). Variable Trends in Economic Time Series. *Journal of Economic Perspectives*, 2(3), 147-174.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica*, 61(4), 783-820.
- Vines, D., & Wills, S. (2018). The rebuilding macroeconomic theory project: an analytical assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2), 1-42.
- Wood McKenzie. (2021). Royalty Minero en Chile. Una apuesta controversial en un momento histórico. *Presentación ante la Comisión de Minería y Energía del Senado de Chile*, 8 de julio.

Anexo 1: Definiciones y derivación de la Matriz Inversa de Leontief (MIL)

Este Anexo presenta la derivación de la Matriz Inversa de Leontief (MIL) a partir de la matriz insumo-producto (MIP). La presentación sigue a Miller y Blair (2009).

Se considera una economía con n sectores. Sea x_i la producción total del sector i , z_{ij} el uso del bien i en la producción del bien j , es decir, la demanda de i como bien intermedio por parte del sector j , y f_i la demanda como bien final (y no como bien intermedio) por el bien i . La producción de un bien i se distribuye en la producción de bienes intermedios y como bien final:

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i \quad (\text{A1.1})$$

Para n sectores podemos escribir el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x_1 &= z_{11} + \dots + z_{1j} + \dots + z_{1n} + f_1 \\ &\quad \vdots \\ x_i &= z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i \\ &\quad \vdots \\ x_n &= z_{n1} + \dots + z_{nj} + \dots + z_{nn} + f_n \end{aligned} \quad (\text{A1.2})$$

Definimos el coeficiente técnico a_{ij} como la cantidad del bien i necesario para producir una unidad del bien j :

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (\text{A1.3})$$

Reemplazando (A1.3) en (A1.2):

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \\ &\quad \vdots \\ x_i &= a_{i1}x_1 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n + f_i \\ &\quad \vdots \\ x_n &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{nj}x_j + \dots + a_{nn}x_n + f_n \end{aligned} \quad (\text{A1.2}')$$

El sistema de ecuaciones (A1.2') es un sistema de n ecuaciones con $2n$ incógnitas. Si los a_{ij} son conocidos y conocemos la demanda de cada bien como bien final f_i , podemos despejar la cantidad

que produce cada sector, x_i , la que satisface tanto la demanda como bien intermedio como aquella como bien final.

Usando notación matricial, sea $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$, $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$ y $\mathbf{f} = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$, el sistema (A1.2') lo

podemos expresar como:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{f} \quad (\text{A1.4})$$

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A}) \mathbf{x} = \mathbf{f}$$

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f} \quad (\text{A1.4}')$$

Donde \mathbf{I} es una matriz identidad de orden n , y $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{L}$ es la matriz de Leontief (MIL).

Por lo tanto, conociendo \mathbf{L} , es posible saber el impacto en producción de todos y cada uno de los sectores i de un cambio en la demanda por bienes finales representada por \mathbf{f}_1 .

Anexo 2: Estimaciones sectoriales de demanda por trabajo

Con el fin de determinar el impacto de una alteración en la actividad minera en el nivel de empleo de diversos sectores de la economía, este anexo presentará una serie de estimaciones de demanda por empleo homogéneo, en cada uno de estos, empleando técnicas econométricas de series de tiempo. Así, su organización será la siguiente: en primer lugar, comenzamos con un marco teórico desde el cual se derivan las expresiones que pretendemos estimar, en segundo lugar, describiremos los datos utilizados, así como las decisiones metodológicas que se tomaron sobre ellos, en tercer lugar discutiremos la metodología de estimación a utilizar, y finalmente entregamos los resultados de su implementación.

Marco teórico

La demanda por trabajo en cada agregación de actividad económica corresponde a la suma de la demanda por trabajo de cada una de las firmas que pertenecen a ella. Adaptando el planteamiento de Martínez et al. (2001) y Soto (2009), vamos a suponer que para cada sector existen tres factores productivos: trabajo (L), capital (K), y un bien importado (M) para producir un bien (Y). Cada uno de estos factores productivos tiene un precio relativo que denotaremos por w , r , y x respectivamente, mientras que el precio de Y es P . Además, para efectos de esta exposición, omitimos indexar los sectores hasta que ello sea necesario.

Dicho lo anterior, partiendo del problema dual de una firma representativa, su minimización de costos sujeta a cierto nivel de actividad es la siguiente:

$$\begin{aligned} \min_{\{L, K, M\}} C &= w \cdot L + r \cdot K + x \cdot M \\ \text{s. a. } f(L, K, M) &= Y \end{aligned} \quad (EA21)$$

Donde, asumiendo que los precios relativos de sus factores productivos son exógenos, así como una tecnología de producción determinada por $f(\cdot)$, se obtiene la combinación óptima de factores productivos (L^* , K^* , M^*) y la función de costos:

$$C(w, r, x, Y) = w \cdot L^* + r \cdot K^* + x \cdot M^* \quad (EA22)$$

Notar que en la expresión anterior, L^* , K^* y M^* dependen implícitamente de los precios de los factores y del nivel de producción. De este modo, mediante el lema de Shepard es posible obtener la demanda de cada factor productivo, donde en particular, la demanda por trabajo corresponde a:

$$\frac{\partial C(w, r, x, Y)}{\partial w} = L^d(w, r, x, Y) \quad (EA23)$$

La expresión (EA23) resume la cantidad de trabajo óptima que demandará una firma luego del problema de optimización desarrollado. (Martínez, Morales, & Valdés, 2001)

Una forma en que frecuentemente se lleva (EA23) a los datos (Hamermesh, 1993), consiste en una especificación log-lineal de la forma:

$$\log L_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 \log w_t + \alpha_2 \log r_t + \alpha_3 \log x_t + \alpha_4 \log Y_t + \varepsilon_t^d \quad (EA24)$$

Con ello, α_1 , α_2 , α_3 y α_4 son elasticidades asociadas a salarios, costo de capital, costo de los insumos importados y producción respectivamente, todo lo demás constante, mientras que ε_t^d es un residuo estocástico.

En el desarrollo recién expuesto hay una serie de supuestos de trabajo que en más de una ocasión han sido materia de discusión. En primer lugar, los factores productivos corresponden a una simplificación, por el hecho de que cada uno representa una versión homogénea del factor que se alude. Así por ejemplo, el factor trabajo para cada sector económico (y para cada firma dentro de ese sector), corresponde en realidad a una agregación de individuos heterogéneos, con distintas habilidades, niveles educativos, áreas de especialización y años de experiencia, entre otros, en que cada uno tiene un rol que cumplir dentro de una organización. La demanda por trabajo, a nivel de una firma, es por lo tanto una demanda por distintos tipos de trabajadores que esta es capaz de combinar, y a nivel de actividad económica corresponde a una agregación entre firmas. Esto es así para cada factor productivo. Lo anterior implica que cualquier relación estimada en base a este tipo de simplificación entrega órdenes de magnitud generales, en este caso, sobre el empleo agregado para cada sector, respecto a cómo es afectado por un cambio que también corresponde a una variable agregada, como un índice de remuneraciones, por ejemplo.

En segundo lugar también existe un supuesto detrás de la agregación de firmas (que indexamos por i) dentro de cada sector. Una especificación como (EA24), a nivel de un sector j corresponde a:

$$\log \left(\sum_{i \in j} L_{ti}^d \right) = \alpha_0 + \alpha_1 \log \left(\sum_{i \in j} Y_{ti} \right) + \dots$$

Lo anterior es una agregación lineal de una relación no-lineal (Hamermesh, 1993). Así, independientemente de qué tan *representativa* sea la firma representativa de cada industria, no es clara la relación entre un α_1 obtenido de nuestra especificación y un eventual parámetro equivalente estimado a nivel de cada firma que pertenezca al mismo sector j .

Dicho lo anterior, los datos disponibles para este trabajo son de corte longitudinal. En esta línea, la literatura en que se han empleado series de tiempo para estimar elasticidades de la demanda por trabajo —a nivel de industrias, sectores e incluso países— ha debido hacer uso de estos mismos supuestos. A mayor abundamiento, creemos que esta especificación será adecuada para lo que aquí se desea obtener, esto es: órdenes de magnitud en los que la demanda general por trabajo de cada sector se vea afectada, producto de un shock exógeno inducido sobre el sector minero que luego se propaga.

Datos

Para la estimación de (*EA24*), se utilizarán datos de la economía nacional, todos provenientes de fuentes públicas.

En particular, tal como en Soto (2009) como una *proxy* del costo de capital utilizamos la tasa de interés de colocación promedio del sistema financiero, en UF, para operaciones entre 90 días y un año, obtenida desde el Banco Central. Esta definición omite dos elementos. El primero corresponde a la evolución de la rentabilidad esperada del capital, neta de depreciación, y el segundo corresponde a la evolución del precio relativo de los bienes de capital. Al respecto, Martínez et. al. (2001) desarrollan ambos conceptos¹⁶, en el contexto de una estimación de demanda por trabajo para la economía chilena en su conjunto, utilizando series trimestrales del deflactor de la formación bruta de capital fijo. Considerando que no se cuenta con deflatores de la formación de capital a nivel sectorial, es que preferimos ser agnósticos respecto su dinámica, la cual bien podría ser heterogénea entre ellos. De forma análoga, como una *proxy* de la evolución del costo de bienes importados, se utilizó el tipo de cambio real, también obtenida desde el Banco Central.

Respecto a aquellos datos que son específicos para cada sector, el Cuadro A2.1 a continuación resume qué datos se utilizaron como variables para la evolución del empleo, las remuneraciones, y el nivel de actividad. De éste se desprende, en primer lugar, que con el fin de obtener series de representación de la trayectoria de la economía chilena fue necesario realizar un empalme de datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). En segundo lugar, también fue necesario realizar una serie de agregaciones, tanto a series de empleo y remuneraciones, provenientes del INE, así como a series de actividad económica sectorial trimestral provenientes del Banco Central.

Respecto al empalme, para el empleo se utilizó la misma metodología¹⁷ que la Comisión Nacional de Productividad (CNP) emplea para su construcción de indicadores de productividad total de factores (PTF). Así, el período comprendido entre los años 2010 y 2016 corresponde a la serie de tiempo de ocupados publicada por el INE, por cada sector, de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev3 (CIIU Rev3), generadas desde la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE). Estas series, fueron empalmadas hacia atrás, hasta 2006¹⁸, usando la variación mensual del número de ocupados de cada sector, obtenidos de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del INE, la cual se encuentra descontinuada. Hacia adelante, hasta agosto de 2019¹⁹, el empalme se realizó de

¹⁶ La variable que construyen los autores para el costo de capital (ck_t) es la siguiente:

$$ck_t = \left[r_t + \delta - \frac{p_{t+1}^e(k) - p_t(k)}{p_t(k)} \right] \cdot [1 - \tau_t] \cdot p_t(k)$$

Con r_t la tasa de interés de colocaciones que ya describimos, τ_t la tasa de primera categoría vigente y $p_t(k)$ el precio de los bienes de capital. Notar que el tercer término dentro del primer paréntesis corresponde a un proceso de rentabilidad esperada del capital.

¹⁷ <https://www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2019/12/Manual-Construcci%C3%B3n-de-cifras.pdf> [última visita el 12/11/2021].

¹⁸ El ejercicio se realizó hacia atrás hasta 1990. Sin embargo, los datos utilizados para nuestros efectos parten en 2006.

¹⁹ El ejercicio se realizó hasta julio de 2021. Sin embargo, los hechos de público conocimiento ocurridos en Chile en el último trimestre de 2019, y el inicio de la pandemia en curso del COVID-19, a partir de 2020, nos obligan a utilizar una muestra que termina en el período mencionado.

forma análoga, considerando que a partir de 2013 y hasta la actualidad, las cifras sectoriales de empleo de la NENE se encuentran clasificadas bajo una actualización de la CIIU Rev3, realizada en 2012²⁰.

El empalme de los índices de remuneraciones se realizó de la misma manera. Así, las cifras construidas tienen como base el año 2016, utilizando la variación porcentual del índice de base 2009 para retropolar la serie entre 2009 y 2015, y lo mismo usando el índice de base enero 2006 para el período entre 2006 y 2008.

La agregación de series, por el lado del empleo en el sector servicios, consistió simplemente en la suma de las actividades que se detallan en el Cuadro A2.1. Lo anterior obedece, principalmente a que para el período entre 2010 y 2016 no es posible separar o filtrar el empleo de actividades de servicios empresariales –aquel que es de nuestro mayor interés– del agregado “Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler”. Dicho esto, se realizó un análisis del número de ocupados para cada agregación o desagregación en los períodos previos y posteriores a éste, con el fin de determinar cuáles debían ser incluidos en nuestras series de tiempo. Por el lado de los salarios, la agregación de actividades se realizó utilizando los ponderadores de cada una de ellas dentro del índice general de remuneraciones vigente para cada base. Así, esto corresponde a un promedio ponderado. Finalmente, para la agregación de las series de PIB trimestral sectorial se utilizó la metodología empleada por el Banco Central²¹ y por la CNP.

A la lista ya expuesta, cabe agregar las series anuales del índice de PTF construido por la CNP, con el fin de no dejar fuera la dinámica de la productividad de cada sector, elemento que puede tener implicancias importantes en la demanda de factores productivos.

Es importante notar que se ha privilegiado la utilización de índices de producción o actividad, por sobre índices de valor agregado (PIB) por dos razones en particular. La primera de ellas consiste en la frecuencia de los datos. Todos los índices de actividad mencionados tienen frecuencia mensual, mientras que aquellos de valor agregado son de frecuencia trimestral, lo que implica una relación de 3 a 1 en términos del número de observaciones. La segunda razón descansa en qué indicador es el adecuado para representar la escala productiva que demanda empleo en cada sector. Nuestra visión es que en varios de ellos aquello que es relevante corresponde a la producción de unidades físicas, mientras que, para otros, como el comercio, las comunicaciones y los servicios aquello que es relevante es el valor agregado.

²⁰ Notar que lo anterior implica que en el período comprendido entre los años 2013 y 2016, los datos de empleo sectorial se encuentran publicados simultáneamente bajo los dos esquemas de clasificación.

²¹ https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Metodologias/CCNN/anuales/see090_anexo_calculo.pdf [última visita el 12/11/2021].

Cuadro A2.1: Variables de evolución de salarios y de actividad económica según sector.

Sector	Empleo	Salarios	Actividad
Minería	Empalme de evolución de ocupados a nivel sectorial, según CIU Rev3 y CIU Rev4 de Nueva Encuesta Nacional de Empleo y Encuesta Nacional de empleo	Empalme de índices de remuneraciones nominales base enero 2006, base 2009, y base 2016 para cada sector.	Índice mensual de producción minera.
Industria manufacturera			Índice mensual de producción industria manufacturera.
Electricidad, gas y agua			Índice mensual de producción de electricidad, gas y agua.
Construcción			Índice mensual de actividad en la construcción.
Transporte y comunicaciones			Agregación de PIB trimestral, volumen, referencia 2013, para sectores: (i) Transportes, y (ii) Comunicaciones.
Comercio restaurantes y hoteles			PIB trimestral sectorial, volumen, referencia 2013.
Servicios inmobiliarios, empresariales y financieros	Agregación y empalme de evolución de ocupados a nivel sectorial, según CIU Rev3 y CIU Rev4 de Nueva Encuesta Nacional de Empleo y Encuesta Nacional de empleo para sectores de: (i) Intermediación financiera, (ii) Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, (iii) Actividades profesionales científicas y técnicas, (iv) Actividades de servicios administrativos y de apoyo.	Agregación y empalme de índices de remuneraciones nominales base enero 2006, base 2009, y base 2016 para sectores de: (i) Intermediación financiera, (ii) Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, (iii) Actividades profesionales científicas y técnicas, (iv) Actividades de servicios administrativos y de apoyo.	Agregación de PIB trimestral sectorial, volumen a precios del año anterior encadenados, referencia 2013, para sectores de: (i) Servicios financieros y empresariales, y (ii) Servicios de vivienda e inmobiliarios.

Fuente: Elaboración propia.

Todas las series de actividad corresponden a series desestacionalizadas dispuestas por cada institución que las publica, mientras que las series generadas de empleo y de remuneraciones fueron desestacionalizadas por nosotros utilizando un algoritmo X-13 ARIMA SEATS implementado en R en la librería *seasonal* (Sax & Edelbuettel, 2018). Para ello se utilizaron, en general, las opciones por defecto y automáticas provistas por el programa²², a excepción de los efectos calendario de feriados específicos para el país, para lo cual se incorporó el calendario hasta 2028 construido por el Banco Central. Por último, cabe agregar que los índices de remuneraciones fueron deflactados usando la evolución del índice de precios al consumidor.

²² Elección automática entre efectuar o no una transformación logarítmica de cada serie, así como la selección de los diferentes elementos de los modelos SARIMA para filtrar las series.

Estimación

Para efectos de estimación, la especificación detallada en (EA24) sufre potencialmente de un problema de simultaneidad en el proceso de generación de datos, *a lo menos* entre el nivel de empleo (L_t) y remuneraciones (w_t). Lo anterior se debe a que los valores *observados* de ambas variables corresponden a una realización de cada equilibrio entre oferta y demanda de empleo. Así, a menos que la oferta de empleo fuese infinitamente elástica, w_t estará correlacionado con el residuo ε_t^d sesgando nuestras estimaciones.

Para ilustrar lo anterior suponga un shock en la demanda de trabajo de un sector en particular. Este *shock* genera presión sobre el nivel de salarios en el sector, toda vez que la oferta de trabajo tiene pendiente positiva, y en el margen, más individuos entran a este mercado laboral a ofrecer su empleo²³ hasta llegar a equilibrio. Lo anterior se traduce en un nivel de remuneraciones y un volumen de empleo mayores que en el equilibrio anterior, es decir, donde el *shock* en ε_t^d no sólo es absorbido en L_t^d , sino que también afecta w_t , puesto que esta se determina dentro de un sistema. Este problema de simultaneidad sesga los valores estimados de α_1 hacia 0, impidiendo identificar esta elasticidad²⁴, a menos que sea posible modelar la oferta laboral e incorporar este mecanismo en nuestra estimación. Una exposición de este problema, en el contexto de una estimación realizada mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se encuentra en Hamilton (1994, pp. 233-235).

Respecto de este problema, la literatura que ha modelado la dinámica de la oferta y demanda laboral para luego estimarlas como un sistema de ecuaciones es escasa (Hamermesh, 1993, pág. 70). Una alternativa ante ello es hacer uso de métodos de variables instrumentales que permitan la identificación de los parámetros de interés.

Sin embargo, los datos que utilizaremos en nuestras estimaciones son de corte longitudinal, con variables integradas, donde el problema de simultaneidad no es relevante en caso de estar en presencia de una relación de cointegración entre ellas (Hamilton 1994, p.589, Cuddington & Dagher, 2015). Al respecto, Stock & Watson (1988) intentan plasmar esto de forma simple indicando que, en una regresión de series de tiempo, con dos variables que cointegran, dado que ambas series tienen una tendencia conjunta, el residuo obtenido a partir de cualquier otro coeficiente distinto de su verdadero valor estaría integrado.

Dicho lo anterior, una metodología computacionalmente simple, además de flexible para estimar (EA24) como una relación de cointegración es mediante mínimos cuadrados dinámicos (“DOLS” por sus siglas en inglés) de Stock & Watson (1993). Así, nuestra especificación tendrá la siguiente forma genérica:

$$\begin{aligned} \log L_t^d = & \alpha_0 + \alpha_1 \log w_t + \alpha_2 \log r_t \\ & + \alpha_3 \log x_t + \alpha_4 \log Y_t \\ & + \sum_{j=-k}^k \beta_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t^d \end{aligned} \quad (EA25)$$

²³ Un movimiento a lo largo de la curva de oferta laboral.

²⁴ No sólo α_1 estará sesgado, sino que también todos aquellos coeficientes asociados a variables que se encuentren correlacionadas a los salarios.

Donde X_t contiene todas las variables del lado derecho de nuestra especificación inicial y Δ es el operador de primeras diferencias. Una de las ventajas de utilizar DOLS, es que nos permite realizar inferencias basados en los típicos test-t, a diferencia de una estimación por mínimos cuadrados ordinarios, en cuyo caso, a pesar de que los estimadores son super-consistentes en presencia de cointegración, su distribución no es conocida.

Resultados

Como se desprende de la sección anterior, en primer lugar, se debe analizar de manera formal el orden de integración de las variables de interés. El Cuadro A2.2 a continuación nos muestra el resultado del test de Dickey-Fuller (“ADF”) en el logaritmo de cada una de las variables de interés. En él se aprecian los estadígrafos ADF para el logaritmo del costo de capital y del tipo de cambio real, variables que son comunes para todas las estimaciones, y luego para el logaritmo del empleo, remuneraciones deflactadas y nivel de actividad de cada sector. Adicionalmente se ha incluido el precio del cobre, en CLP/lb., puesto que hay antecedentes de que éste juega un rol en la demanda por trabajo del sector más allá de la evolución de la producción física (Cochilco, 2020a).

En general, la determinación del número de rezagos para cada variable está basada en criterios de información de Akaike y Schwarz, mientras que la especificación de cada test, con o sin constante y tendencia determinística, está basado en la inspección gráfica de cada serie, además de la significancia estadística de dichos coeficientes en cada regresión. Sin perjuicio de lo anterior, se realizó un análisis de la sensibilidad de cada test a la especificación utilizada.

Respecto del costo de capital y del tipo de cambio, se aprecia en ambos casos un rechazo a la hipótesis nula de una raíz unitaria. Lo mismo sucede respecto al precio del cobre, el empleo en la industria de Comercio restaurantes y hoteles, la actividad en Transporte y Comunicaciones y de Servicios empresariales, así como de los salarios en el sector de Electricidad, gas y agua.

Dicho lo anterior, para cada sector existen a lo menos dos variables de interés para las cuales no es posible rechazar la hipótesis de que corresponden a procesos con una raíz unitaria, lo cual es relevante para poder hacer uso de las técnicas de estimación que se plantearon anteriormente. Para cada una de ellas, además se volvió a correr el test en primeras diferencias (no reportado), encontrando que en dichos casos se rechazaba la nula, lo que apunta a que son variables $I(1)$.

Una vez analizados los órdenes de integración se procedió a estimar cada demanda mediante DOLS como en (EA25), donde los resultados se encuentran en el Cuadro A2.3. En éste se exponen los coeficientes estimados para cada variable de interés, y en paréntesis se aprecian los errores estándar para cada uno. Notar que los errores estándar han sido computados de forma robusta a posibles problemas de heterogeneidad y autocorrelación arbitraria, lo que, sumado a que la distribución de los parámetros estimados mediante DOLS es normal-mixta, nos permite hacer inferencias basados en los típicos valores críticos para un test-t.

Dicho lo anterior, en términos generales encontramos valores razonables y con el signo esperado para nuestras variables de interés. En particular, se observa una elasticidad precio de la demanda (respecto a remuneraciones) negativa para todos los sectores a excepción de las industrias de Electricidad, gas y agua. Así, es posible que para dicho sector los datos no permitan la identificación de la demanda por trabajo, y que ello sea más bien un parámetro de oferta. Notar, sin embargo,

que para dicha industria el análisis del orden de integración de las remuneraciones indica que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis de una raíz unitaria. De ser así, es posible que en este caso sí exista un problema de simultaneidad que nuestra metodología no logra resolver.

Cuadro A2.2: Test de raíz unitaria (ADF) sobre variables de interés.

	ADF	Rezagos	Especificación	Rechaza H_0^*
$\log r_t$	-3,13	2	μ	si
$\log x_t$	-3,80	1	μ	si
<i>Minería</i>				
$\log L_t^d$	-0,73	3		no
$\log w_t$	-0,95	0	τ	no
$\log Y_t$	-3,27	3	τ	no
$\log P_t^{cu} **$	-3,24	1		si
<i>Industria manufacturera</i>				
$\log L_t^d$	-1,58	2		no
$\log w_t$	-2,76	0	τ	no
$\log Y_t$	-2,70	2	τ	no
<i>Comercio restaurantes y hoteles</i>				
$\log L_t^d$	-4,04	0	τ	si
$\log w_t$	-2,82	0	τ	no
$\log Y_t$	-1,78	1	τ	no
<i>Transporte y comunicaciones</i>				
$\log L_t^d$	-2,52	2	τ	no
$\log w_t$	-2,17	0	τ	no
$\log Y_t$	-3,89	0	τ	si
<i>Construcción</i>				
$\log L_t^d$	-2,44	1	τ	no
$\log w_t$	-2,50	2	τ	no
$\log Y_t$	-2,77	6	τ	no
<i>Servicios empresariales</i>				
$\log L_t^d$	-2,54	3	τ	no
$\log w_t$	-2,68	0	τ	no
$\log Y_t$	-4,14	0	μ	si
<i>Electricidad, gas y agua</i>				
$\log L_t^d$	-2,32	4	τ	no
$\log w_t$	-3,85	1	τ	si
$\log Y_t$	-2,42	0	τ	no

Notas: μ denota test con constante, τ denota test con tendencia. *Rechazo de hipótesis evaluada al 5%. ** Se considera el precio del cobre, en CLP/lb. para la minería en vista de que es una variable a considerar en la estimación.

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos desde el Banco Central, Instituto Nacional de Estadísticas y Cochilco.

Además del caso mencionado, otro sector en el cual no es posible obtener una elasticidad precio estadísticamente significativa corresponde a la industria manufacturera. Sin perjuicio de lo anterior, en caso de que el problema no fuera la significancia estadística, la estimación puntual obtenida, de -0,02 tampoco tiene significancia económica.

Respecto al parámetro de mayor interés para este estudio, el impacto del nivel de actividad de cada sector sobre la demanda por trabajo, todas nuestras estimaciones tienen el signo esperado, y son significativas en términos estadísticos, a excepción, nuevamente, del sector de industrias de Electricidad, gas y agua.

Los parámetros de costo de capital y tipo de cambio real tienen el signo esperado solamente en el sector minero y de industrias manufactureras. En el caso de la minería, sin embargo, es importante tener presente que la propia actividad minera y el precio del cobre generan un impacto sobre esta variables, cuestión que puede afectar la estimación.

Volviendo al signo de los parámetros estimados para otras industrias, es perfectamente posible que en algunas de ellas los bienes de capital sean complementarios al empleo. Sin perjuicio de lo anterior, los parámetros estimados son de órdenes de magnitud bajos y las estimaciones son, en general, robustas a su omisión de cada especificación.

Cuadro A2.3: Resultados de las estimaciones de demanda por trabajo para cada sector.

	Minería	Industria manuf.	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte y comunic.	Constr.	Servicios prof.	Electricidad, gas y agua
$\log w_t$	-2,18 (1,31)	-0,02 (0,07)	-0,87 (0,24)	-1,88 (0,56)	-0,39 (0,11)	-0,56 (0,23)	1,35 (0,56)
$\log Y_t$	1,16 (0,58)	0,65 (0,08)	0,71 (0,11)	1,08 (0,20)	1,14 (0,1)	1,20 (0,13)	0,19 (0,50)
$\log r_t$	0,42 (0,13)	0,05 (0,01)	-0,15 (0,02)	-0,11 (0,01)	-0,02 (0,02)	-0,07 (0,02)	-0,07 (0,05)
$\log x_t$	0,38 (0,63)	0,26 (0,06)	-1,01 (0,3)	-0,04 (0,09)	-0,01 (0,1)	0,28 (0,22)	-0,21 (0,51)
$\log PTF_t$	-0,93 (0,50)	-0,79 (0,21)	-0,41 (0,11)	0,34 (0,08)	0,00 (0,07)	-0,19 (0,40)	-0,66 (0,37)
$\log P_t^{cu}$	0,23 (0,14)						
(Le, La)	(3,3)	(6,6)	(2,2)	(3,2)	(2,2)	(2,2)	(2,2)
R^2	0,55	0,83	0,97	0,88	0,97	0,97	0,82
T	157	151	50	49	159	50	123
$ADF(\varepsilon)$	-3,73	-3,54	-6,27	-9,09	-4,96	-7,10	-5,05

Notas: Errores estándar ajustados por heterocedasticidad y autocorrelación serial (HAC) entre paréntesis (Le, La) corresponde los máximos *leads* y *lags* contenidos en cada especificación.

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos desde el Banco Central, Instituto Nacional de Estadísticas y Cochilco.

La incorporación de la evolución de la PTF como variable de ajuste, independientemente de que sea un índice de frecuencia anual, resultó ser valiosa en varias estimaciones. El signo en cada sector es el esperado, a excepción de la industria de transporte y comunicaciones. En este caso el resto de las elasticidades igualmente son robustas a la exclusión de esta variable, y la razón de incluirla radica en que la evolución de la industria de comunicaciones en los últimos años, en términos de innovaciones y avances tecnológicos podría estar capturada en ella.

Por último, cabe destacar la inclusión de la variable del precio del cobre en la demanda por trabajo en la minería. Su incorporación tiene un efecto relevante en el poder explicativo de la especificación estimada, sin perjuicio de que el coeficiente aquí reportado no pasa una prueba de significancia estadística al 5% al menos. Es importante notar, además, que el valor puntual de nuestra estimación, de 0,23, se encuentra dentro del rango de valores estimados en Cochilco (2020a).

El panel inferior del Cuadro A2.3 podemos ver que las especificaciones estimadas tienen un alto grado de ajuste a los datos, pudiendo explicar una parte importante de su variación. Así, el modelo con el menor poder explicativo resulta ser la estimación en la industria de la minería, sin perjuicio de aún encontrarse en valores razonables. Por último, se realizaron test ADF sobre los residuos de cada estimación, con el fin de determinar si la relación es estable. En todos los casos se rechazó la hipótesis nula de raíces unitarias en los residuos.

Anexo 3: Visualización series de tiempo empleadas en estimaciones de demanda por trabajo

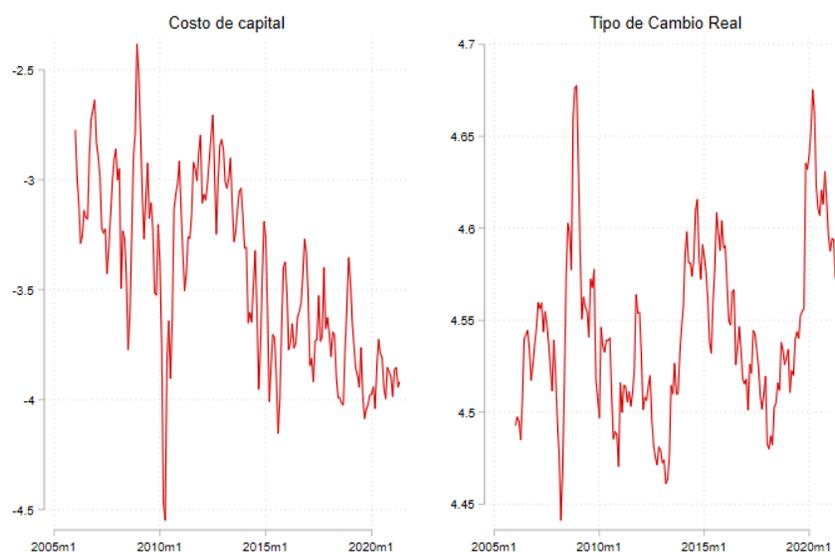
Este anexo contiene una serie de gráficos en los cuales es posible visualizar la trayectoria de las series de tiempo construidas para las estimaciones de demanda que se detallaron en el Anexo 2. En primer lugar, se presenta la trayectoria de las dos series que son de uso común a través de los distintos sectores cubiertos, para luego pasar a presentar la trayectoria de las variables específicas a cada sector y que entran a las estimaciones de demanda planteadas.

Cabe mencionar, que a continuación se observarán series de tiempo tanto de frecuencia mensual como trimestral, por las razones que se explicaron en el Anexo 2 respecto a disponibilidad de datos y a la búsqueda de una variable adecuada que represente la escala de actividad de cada sector.

Por otra parte, la ventana de tiempo de cada visualización, terminada en julio de 2021, es más amplia que aquella utilizada en nuestras estimaciones, la que cortamos en agosto de 2019. Esto sólo con el objetivo de poner a disposición la dinámica completa de las series de tiempo utilizadas.

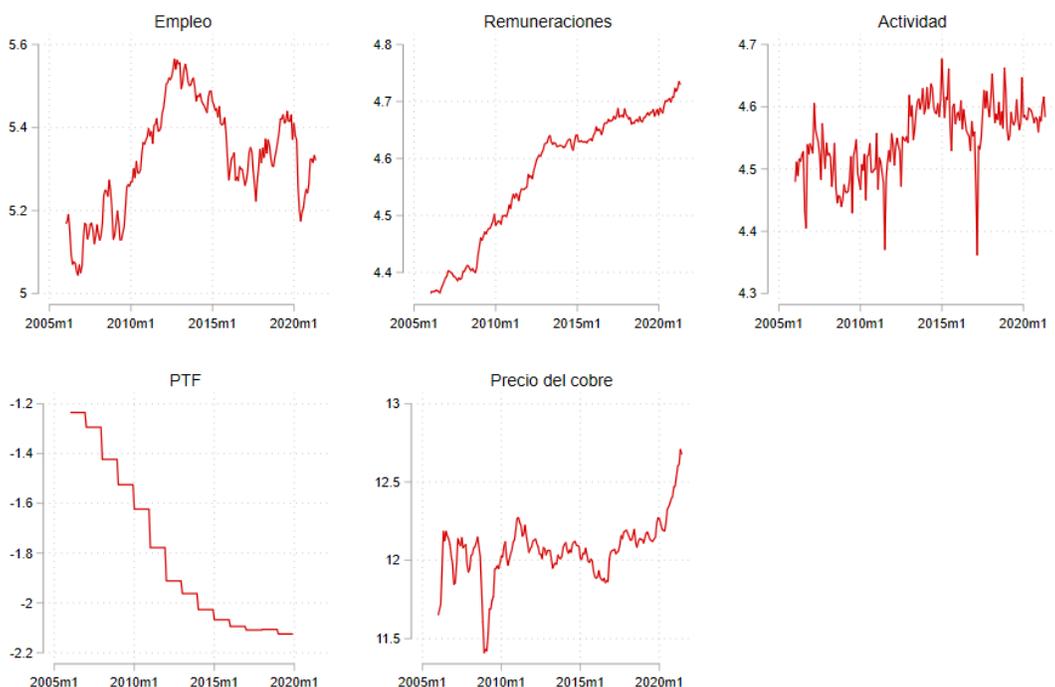
Por último, todas las series tienen una transformación logarítmica.

Gráfico A3.1: Evolución del logaritmo del costo de capital y del tipo de cambio real, mensual.



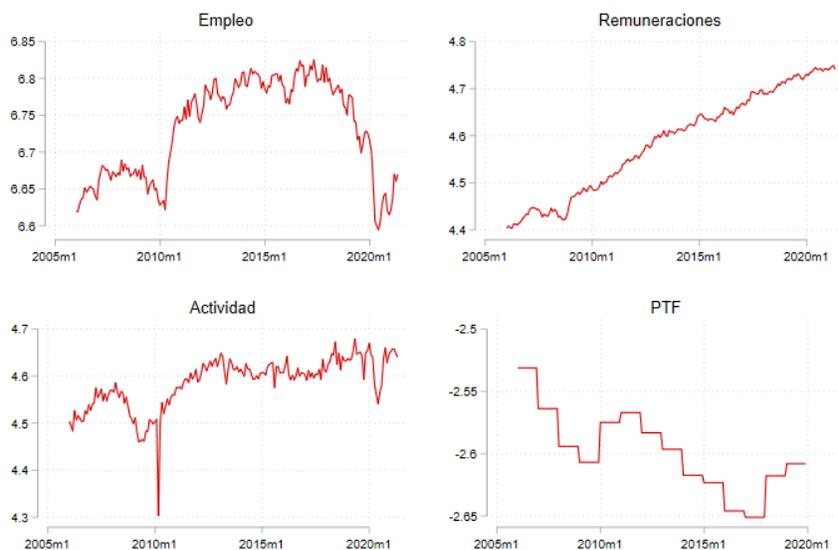
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

Gráfico A3.2: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF de la minería y precio del cobre, logaritmos.



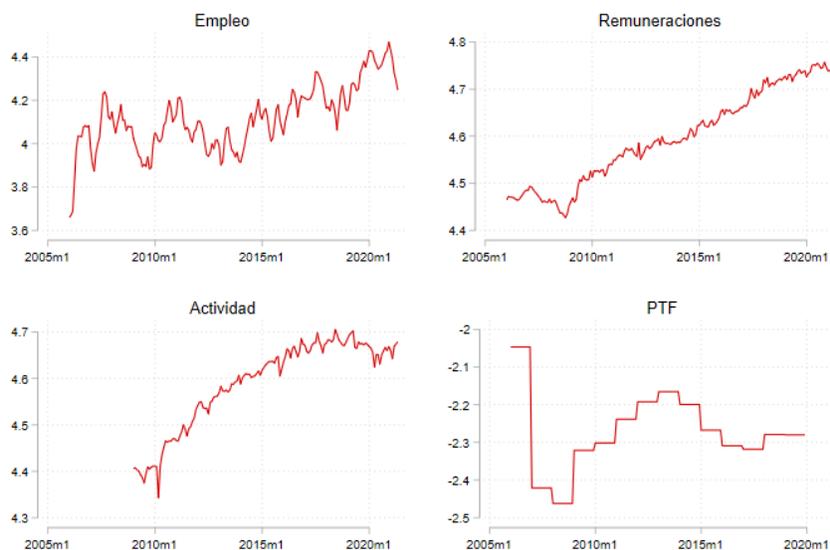
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas y Cochilco.

Gráfico A3.3: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF de la industria manufacturera, logaritmos.



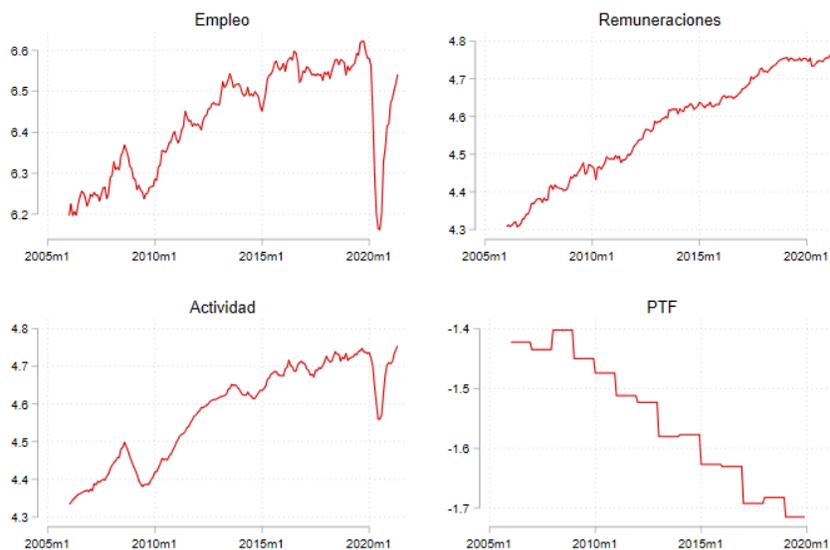
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile e Instituto Nacional de Estadísticas.

Gráfico A3.4: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF en las industrias de la electricidad, gas y agua, logaritmos.



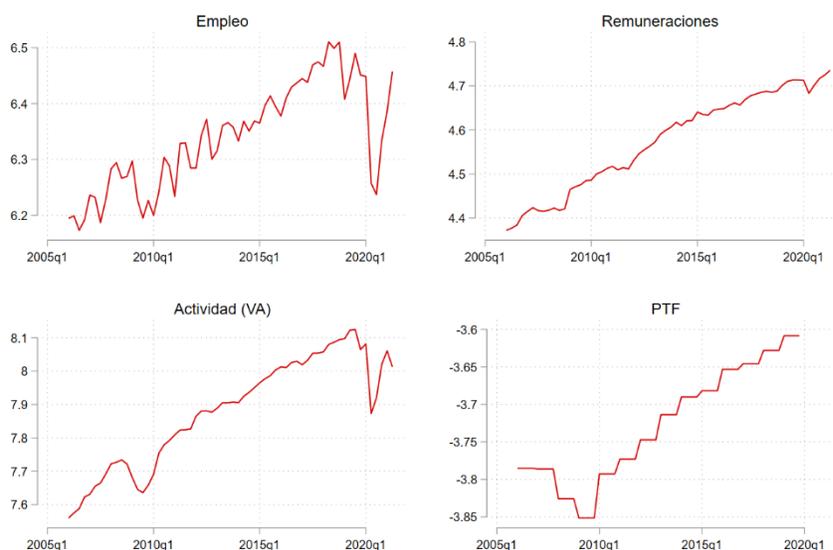
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile e Instituto Nacional de Estadísticas.

Gráfico A3.5: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF en la construcción, logaritmos.



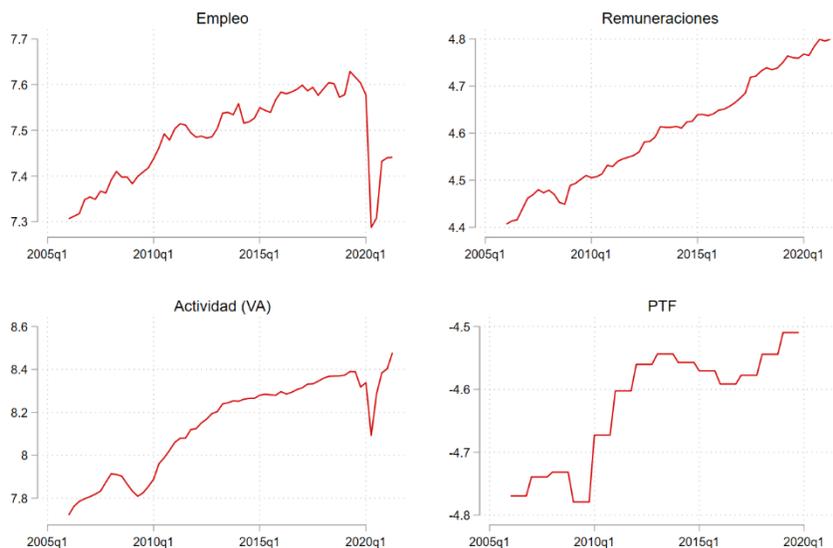
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas y Cámara Chilena de la Construcción.

Gráfico A3.6: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF en las industrias de transporte y comunicaciones, logaritmos.



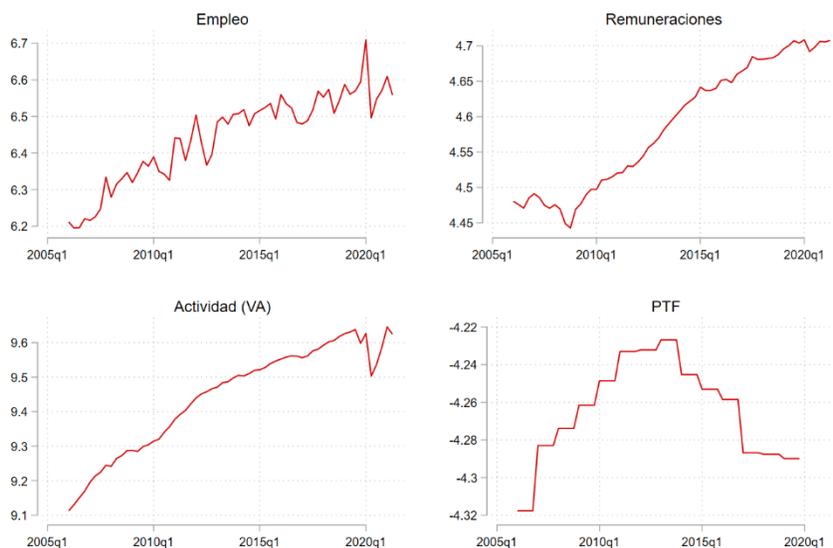
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile e Instituto Nacional de Estadísticas.

Gráfico A3.7: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF en las industrias del comercio, restaurantes y hoteles, logaritmos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile e Instituto Nacional de Estadísticas.

Gráfico A3.8: Evolución del empleo, remuneraciones reales, producción, y PTF en servicios empresariales, logaritmos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile e Instituto Nacional de Estadísticas.