



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS
ECONÓMICAS**

Licenciatura en Economía

ANÁLISIS DE ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS Y MULTIPLICADORES DE EMPLEO Y PRODUCCIÓN A PARTIR DE LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO DE CHILE 2013

Trabajo de Investigación

POR

Adrián Pascual Ricardo Velázquez

N° de registro: 23368

E-mail: adr_velazquez@hotmail.com

Profesor Director

Lic. Pablo Frigolé

Profesor Codirector

Lic. Daniel Rada

Mendoza - 2019

RESUMEN

A partir del modelo Insumo Producto se puede estudiar el efecto sobre el total de la economía de shocks exógenos en la demanda final de bienes de un determinado sector. Para ello se recurre al cálculo de “multiplicadores” que reflejan la amplificación del shock inicial en un sector sobre el resto de la economía a través del flujo de comercio intersectorial. Otro análisis que suele hacerse es el estudio de los llamados “encadenamientos” productivos, por medio del cual se busca identificar la interdependencia que presentan los diferentes sectores, debido a sus requerimientos de insumos.

Este tipo de metodología de análisis es de gran utilidad ya que permite identificar los sectores productivos hacia los cuales podrían dirigirse políticas públicas de apoyo y estímulo, para promover un mayor crecimiento en la actividad económica y en la generación de puestos de trabajo.

El trabajo de investigación consiste en un análisis cuantitativo, que abarca el cálculo y análisis de indicadores (encadenamientos y multiplicadores de producción y empleo) a partir de los datos disponibles de la matriz insumo producto de Chile del año 2013, con el objetivo de determinar cuáles son los sectores económicos de este país que estimulan un mayor crecimiento en la producción de otros sectores y en la generación de empleo en su economía.

Del análisis de los indicadores se concluye que los sectores que promueven un mayor incremento de producción en la economía son el Agropecuario-silvícola y pesca; la Industria manufacturera; el sector de Electricidad, gas, agua y gestión de desechos; el de Transporte, comunicaciones y servicios de información; la Construcción; y el sector de Comercio, hoteles y restaurantes. De éstos, los dos últimos también estimulan una mayor generación de empleo de mano de obra, y los cuatro primeros son sectores clave por sus encadenamientos tanto hacia atrás como hacia adelante.

Palabras claves: encadenamientos productivos – multiplicadores de empleo – multiplicadores de producción – matriz insumo producto - Chile 2013

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL MODELO INSUMO PRODUCTO	4
CAPÍTULO II. MODELOS ABIERTO Y CERRADO PARA CHILE 2013	8
1. PLANTEO DEL MODELO ABIERTO	8
2. PLANTEO DEL MODELO CERRADO	12
CAPÍTULO III. CÁLCULO DE MULTIPLICADORES DE LA PRODUCCIÓN	16
1. MULTIPLICADORES SIMPLES DE LA PRODUCCIÓN	16
2. MULTIPLICADORES TOTALES DE LA PRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO IV. CÁLCULO DE MULTIPLICADORES DE EMPLEO	19
1. MULTIPLICADORES SIMPLES DE EMPLEO	19
2. MULTIPLICADORES TOTALES DE EMPLEO	20
3. MULTIPLICADORES DE EMPLEO NORMALIZADOS	21
CAPÍTULO V. CÁLCULO DE ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS	24
1. ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS HACIA ATRÁS	24
2. ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS HACIA ADELANTE	28
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	40
ANEXO	42

INTRODUCCIÓN

Desde que un estudiante de Economía ingresa a la universidad se enfrenta al estudio y aplicación de modelos económicos. Esto lo acompañará durante toda su carrera como estudiante y también como profesional.

Pero, ¿qué es un modelo económico?

Un modelo económico es una representación simplificada de un proceso o fenómeno económico, [...] de la relación entre distintas variables que explican cómo opera la economía o un fenómeno en particular de ella.

Los modelos económicos permiten estudiar fenómenos complejos y hacer predicciones acerca del comportamiento futuro de las variables. Dado que la realidad es muy compleja, el modelo se centra en capturar sólo las variables más relevantes del fenómeno estudiado. Permitiendo, de este modo, una mayor comprensión y simplicidad.¹

Es decir, los modelos económicos facilitan el estudio de los fenómenos económicos. Si bien requieren la asunción de supuestos simplificadores, permiten realizar análisis y llegar a determinadas conclusiones que de otro modo sería prácticamente imposible de realizar.

En el presente trabajo de investigación se analizará el llamado “Modelo Insumo Producto” y se aplicará a los datos de la economía de Chile correspondientes al año 2013.

Se eligió este modelo porque es una herramienta de análisis sencilla de comprender en cuanto a su desarrollo matemático, al menos para quien posea conocimientos básicos de álgebra matricial, y permite llegar a conclusiones importantes sobre la estructura económica de un país o región.

Como expresa Fabris (2016, pág. 201), refiriéndose a este modelo, “los organismos internacionales insisten regularmente en publicar manuales e instructivos con la finalidad de difundir la metodología, pero la recepción de este esfuerzo por parte de la comunidad económica dista de ser lo entusiasta que sería de esperar”. Por lo cual, con este trabajo se quiere también contribuir a la revalorización de este modelo.

¹ Definición extraída de Economipedia, <https://economipedia.com/definiciones/modelo-economico.html>

A partir del modelo insumo producto se puede estudiar el efecto sobre el total de la economía de shocks (cambios) exógenos en la demanda final de bienes de un determinado sector². Para ello se recurre al cálculo de “multiplicadores” que reflejan la amplificación del shock inicial en un sector sobre el resto de la economía a través del flujo comercial intersectorial.

Otro análisis que suele hacerse es el estudio de los llamados “encadenamientos” productivos, por medio de lo cual se busca identificar la interdependencia entre los diferentes sectores, teniendo en cuenta que la materia prima se transforma en un bien final de consumo a través de una cadena de producción que involucra actividades de distintos sectores.

Este tipo de metodología de análisis es de gran utilidad ya que permite realizar un estudio de la estructura económica para identificar los sectores productivos que promueven mayor producción en el resto de los sectores y los que generan mayor empleo en la economía, determinando así los sectores hacia donde podrían dirigirse las políticas públicas si el objetivo fuera lograr un proceso de transformación productiva de la economía que conduzca a un desarrollo sostenido.

Este modelo ha sido aplicado al análisis de la economía argentina por otros investigadores. Los trabajos más recientes son los de Beyrne (2015) y Fabris (2016).

Fabris desarrolla el análisis matemático asociado a varias de las aplicaciones del modelo de insumo producto, tales como multiplicadores de producto, de empleo y encadenamientos productivos, ejemplificando con una versión reducida de la MIP (matriz insumo producto) 1997 de Argentina.

Por su parte, Beyrne hace una construcción de la matriz insumo producto para el año 2004 a partir de los cuadros de oferta y utilización realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y analiza además los encadenamientos productivos intersectoriales y los multiplicadores de cada sector.

Ya que resulta de interés estudiar economías con estructuras productivas diferentes, es decir con otras especializaciones sectoriales, es que se ha elegido para el presente trabajo poner el foco de estudio en la del vecino país de Chile. El objetivo de nuestra investigación será determinar y analizar cuáles son los sectores económicos de Chile que estimulan un mayor crecimiento en la producción de otros sectores y en la generación de empleo en el país, de acuerdo a la MIP de 2013, que es la última disponible. Es decir, se pretende calcular los valores de los encadenamientos productivos y de los multiplicadores de empleo y producción de los doce sectores en que se encuentra dividida la economía, y realizar un ordenamiento y clasificación de los sectores a partir de esos indicadores.

² Los sectores productivos o económicos son las distintas ramas o divisiones de la actividad económica, atendiendo al tipo de proceso que se desarrolla y al bien o servicio que se genera.

Los datos que se requieren para el trabajo de investigación están disponibles en la página web del Banco Central de Chile y son de libre acceso. Dichos datos se encuentran en formato de tablas en planillas de cálculo Excel. Allí se presenta la matriz insumo producto doméstica a precios básicos para los doce sectores económicos de la economía de Chile, correspondiente al año 2013.

En este sentido, el trabajo de investigación implicará un análisis cuantitativo, involucrando la construcción de indicadores a través de los datos disponibles y análisis de los mismos. Tanto los multiplicadores como los encadenamientos pueden ser expresados en indicadores numéricos calculados mediante operaciones matriciales, partiendo de los datos de una matriz insumo producto. Para el cálculo de los indicadores se utilizará las funciones apropiadas para realizar operaciones matriciales a través de la planilla de cálculo MS Excel. Se trata de un análisis cuantitativo descriptivo ya que busca especificar las características de los encadenamientos productivos y de los multiplicadores de empleo y producción, mediante la determinación y análisis de los indicadores correspondientes.

Por último, cabe en este momento citar los capítulos en que se ha dividido este trabajo. En el capítulo I se presenta la metodología insumo producto. En el capítulo II se plantea el modelo abierto y el modelo cerrado aplicados a los datos del año 2013 de la economía chilena. En los capítulos III, IV y V se calculan los multiplicadores de la producción, de empleo y los encadenamientos productivos, respectivamente. Finalmente, en el capítulo VI se exponen las conclusiones y en el último apartado se cita la bibliografía consultada.

CAPÍTULO I. EL MODELO INSUMO PRODUCTO

El modelo insumo producto es una metodología de análisis que permite estudiar las interrelaciones y la interdependencia entre los sectores productivos de la economía de una zona geográfica determinada en un periodo de tiempo específico. Fue desarrollado por el economista Vasily Leontief, quien en 1941 publicó su obra “The Structure of the American Economy, 1919-1929”, en la cual aplicaba este análisis a la economía estadounidense.

Para poder construir este modelo es necesario contar con los datos, expresados en unidades monetarias, de las transacciones intersectoriales³. Dichas transacciones constituyen las compras y ventas de insumos que realizan los distintos sectores de la economía cuando llevan a cabo sus procesos productivos. Esto es, los insumos que necesita cada sector son producidos por otros sectores y es por ello que tienen lugar las compras y ventas entre sectores, configurando lo que se denomina demanda intermedia. Esta demanda se diferencia de la demanda final que realizan los hogares, las empresas, el gobierno y el resto del mundo, cuando no demandan los productos con fines de transformación, sino de utilización para consumo final.

Como explica Beyrne (2015, págs. 4-5),

La construcción de un modelo de Insumo-Producto se realiza a partir de los cuadros de Oferta y Utilización, los cuales exponen detalladamente la producción de cada rama de la economía y la utilización de cada producto expresado a precios de comprador, es decir con impuestos, gastos de transporte y márgenes de comercio incluidos. Con el fin de alcanzar coeficientes más depurados para el análisis de cada sector de la economía, se requiere transformar estos datos para que queden expresados a precios básicos. El precio básico de un bien o servicio es el precio que paga el comprador a un productor, sin contemplar el impuesto al valor agregado, menos los márgenes de comercio y transporte (hasta aquí llamado precio de productor), restándole los impuestos y sumándole los subsidios sobre los productos. A su vez, es necesario realizar ciertos cálculos de

³ Esta información es reunida por los organismos gubernamentales, en el caso de Chile por el Banco Central a través de su División de Estadísticas.

álgebra matricial para lograr como resultado una matriz simétrica donde se encuentren expuestas las compras y las ventas de cada sector de la economía.

Una matriz insumo producto se interpreta del siguiente modo (ver Cuadro 1)⁴. Cada columna contiene las compras de insumos que realiza cada sector a sí mismo y al resto de sectores, además de otros pagos. Entre estos otros pagos se encuentra la remuneración al factor trabajo, el pago de impuestos, de intereses (remuneración del capital) y de importaciones, es decir gasto en insumos importados. Finalmente, la suma de todos estos importes es el valor total de la producción.

Cuadro 1. Esquema de una matriz insumo producto

	Demanda intermedia					Demanda final				Total
	Sector 1	Sector 2	.	.	Sector n	Hogares	Empresas	Gobierno	Resto del mundo	
Sector 1										
Sector 2										
.										
.										
.										
Sector n										
Trabajo										
Impuestos										
Intereses										
Importaciones										
Total										

Por otro lado, cada fila contiene la venta de producción que realiza cada sector, ya sea aquella que es demandada para ser utilizada como insumo por sí mismo y por el resto de los sectores, y también la producción que es demandada como bien final por las familias, las empresas, el gobierno y el resto del mundo (exportaciones).

Por medio del modelo insumo producto se puede analizar el efecto sobre el total de la economía de shocks exógenos en la demanda final de un determinado sector. Para ello se recurre al cálculo de “multiplicadores” por medio de los cuales se cuantifica dicho efecto. Se denomina multiplicador porque refleja la multiplicación o amplificación del shock inicial en un sector sobre el resto de la economía a través del flujo comercial intersectorial, causando efectos directos e indirectos. Básicamente, el efecto total se puede descomponer en tres tipos de efectos: efecto inicial, efecto directo y efecto indirecto. Además, esos efectos pueden ser en la producción, en el ingreso, en el empleo, o en el valor agregado. El presente trabajo se limitará al análisis de los multiplicadores de producción y empleo.

⁴ Todos los cuadros en este trabajo son de elaboración propia.

Si consideramos el multiplicador de la producción, el efecto inicial corresponde al incremento de la producción del sector en cuestión como consecuencia de un aumento de una unidad monetaria en la demanda final de dicho sector. Por su parte, el efecto directo lo constituye el incremento en la producción de los sectores que le suministran insumos al sector inicial. Y por último, el efecto indirecto es aquel incremento en la producción de todos los sectores que proveen insumos a los sectores considerados en el efecto directo.

“El multiplicador de producción de un determinado sector se define como el valor de producción total que se genera en todos los sectores de la economía para satisfacer un aumento de una unidad monetaria extra en la demanda final de la producción del sector en cuestión” (Beyrne, 2015, pág. 7). Por su parte, el multiplicador de empleo de un determinado sector se define como la cantidad adicional de trabajo, medido por su remuneración, es decir el incremento en la masa salarial, que se genera en toda la economía como consecuencia de un aumento de una unidad monetaria en la demanda final del sector en cuestión.

Además de los multiplicadores de producción y empleo, en este trabajo analizaremos otros indicadores para caracterizar el perfil productivo de la economía chilena a partir de su matriz insumo producto del año 2013. Estos indicadores son los llamados encadenamientos productivos. Se dice que un sector presenta encadenamientos hacia atrás cuando requiere de los insumos que producen otros sectores para elaborar su producción. Mientras que presenta encadenamientos hacia adelante cuando suministra sus productos que sirven de insumos para el proceso productivo de otros sectores. De esta manera se configuran las llamadas cadenas productivas, que vinculan los distintos sectores a través de sus procesos productivos. Como veremos, existen sectores que requieren más insumos que otros, y también sectores que son más requeridos que otros como oferentes de insumos.

Tanto los multiplicadores como los encadenamientos pueden ser expresados en indicadores numéricos calculados mediante operaciones matriciales, partiendo de los datos de una matriz insumo producto.

Como expresa Schuschny (2005, pág. 26),

El análisis de insumo-producto tiene por su simpleza, grandes ventajas, así como adolece de algunas importantes limitaciones:

(i) Las tablas agregan en un producto promedio numerosos productos, transformándolos en sustitutos perfectos e impidiéndonos analizar la cadena de valor intra-sectorial. En contraste con esto, los productos de distintos sectores no son sustituibles.

(ii) El supuesto de coeficientes técnicos fijos, invalida la posibilidad de que operen economías (o des-economías) de escala, y nos impone la suposición de que todas las firmas tienen la misma tecnología de producción y los mismos niveles de eficiencia.

(iii) Otra limitación importante reside en la forma en que se tratan los bienes de capital: en los cuadros de insumo-producto activos, como las construcciones, las maquinarias durables, los vehículos, etc., es decir, los integrantes de la formación bruta del capital fijo, son tratados como componentes de la demanda final y, por eso, identificados como meros productos, en lugar de ser considerados como factores primarios que podrían aportar productividad.

(iv) La forma en que las tablas están valuadas, en términos monetarios, puede también ser una fuente de importantes errores: se supone que los flujos monetarios que la matriz de Leontief representa, son equivalentes a los flujos físicos de bienes y servicios. Esto supone que el sistema de precios es perfectamente homogéneo, lo cual no sucede en la práctica.

A pesar de estas limitaciones, el modelo tiene una gran utilidad, ya que permite identificar los sectores productivos que están más integrados, los que promueven mayor producción en el resto de los sectores y los que generan mayor empleo en la economía, como consecuencia de un incremento de su producción. Es decir, esta metodología permite realizar un análisis de la estructura productiva de una economía, precisar los eslabonamientos intersectoriales e identificar los sectores impulsores de la actividad y aquellos que son clave para la oferta de insumos, los cuales podría impulsar el Estado mediante políticas públicas y así promover un mayor crecimiento en la actividad económica y en la generación de puestos de trabajo.

CAPÍTULO II. MODELOS ABIERTO Y CERRADO PARA CHILE 2013

1. PLANTEO DEL MODELO ABIERTO

Siguiendo a Fabris (2016), plantearemos un modelo abierto y otro cerrado. La diferencia entre ambos es la incorporación del trabajo como otro sector más de la economía en el modelo cerrado, lo cual tiene unas consecuencias en el análisis que se detallarán en la siguiente sección.

De la matriz insumo producto de Chile para el año 2013⁵ extraemos una matriz de transacciones intersectoriales (matriz Z), que contiene sólo los montos de compras y ventas entre sectores, más precisamente cada elemento z_{ij} representa el valor de los insumos provenientes del sector i (fila) utilizados por el sector j (columna) para obtener su producción. También extraemos un vector (vector x) conformado por los valores de producción de cada sector, expuestos en la última fila y en la última columna de la matriz insumo producto. Siguiendo a Fabris (2016, pág. 205) “en este trabajo los vectores a utilizar serán vectores columna. Como para consignar los valores resulta más económico en cuanto a espacio utilizar vectores fila, indicaremos éstos como el traspuesto del vector columna correspondiente. Así x' será el vector fila correspondiente a x ”. En el Cuadro 2 se muestra la matriz Z y el vector x' .

Cuadro 2. Matriz Z y vector x'

Matriz de transacciones intersectoriales (matriz Z) (en miles de millones de pesos de 2013)												
Sectores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.657	3	5.921	28	7	229	4	3	1	21	36	17
2	87	1.863	1.410	17	98	50	27	18	4	43	17	5
3	2.094	1.368	6.500	479	4.084	2.369	1.644	115	23	563	1.013	243
4	80	1.462	1.320	2.954	91	423	226	59	73	140	297	312
5	23	16	48	84	2.599	250	138	19	1.633	77	239	250
6	554	722	1.772	218	1.126	2.134	1.527	172	46	674	850	164
7	412	905	2.690	257	402	3.041	3.851	462	44	950	402	336
8	321	149	723	174	594	1.099	532	1.219	497	406	195	23
9	37	78	238	22	64	1.457	415	112	180	510	485	78
10	325	2.408	3.086	394	1.182	2.883	1.952	1.012	234	2.671	886	425
11	8	33	124	10	21	110	142	35	8	64	730	25
12	15	31	84	15	3	113	83	8	3	20	33	28

Vector x' de producción (en miles de millones de pesos de 2013)												
	11.304	26.338	47.308	9.579	21.103	30.659	26.821	11.225	12.634	21.681	21.337	9.026

⁵ Ver Anexo.

Es necesario, además, detallar a qué sectores corresponden los números 1 al 12, lo que se expone en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Códigos de sectores económicos

1	Agropecuario-silvícola y Pesca
2	Minería
3	Industria manufacturera
4	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos
5	Construcción
6	Comercio, hoteles y restaurantes
7	Transporte, comunicaciones y servicios de información
8	Intermediación financiera
9	Servicios inmobiliarios y de vivienda
10	Servicios empresariales
11	Servicios personales
12	Administración pública

Una vez considerados estos elementos, se puede proceder a calcular la matriz de coeficientes técnicos, también llamada de requerimientos directos. Para ello, en cada columna de la matriz Z , se divide cada elemento por el total de producción del sector correspondiente a esa columna, es decir por el elemento respectivo del vector x' . Esta operación se puede hacer matricialmente definiendo una matriz cuadrada cuya diagonal esté formada por los elementos del vector x' , que llamaremos matriz xd . En el Cuadro 4 se muestra dicha matriz y también su matriz inversa, que será utilizada para los cálculos siguientes.

La matriz de coeficientes directos, que se identificará como matriz A , resulta de multiplicar la matriz Z por la matriz $(xd)^{-1}$, lo cual equivale a dividir cada elemento por el total de producción de la columna,

$$A = Z * (xd)^{-1}$$

Esta matriz A se observa en el Cuadro 5. Así, cada elemento a_{ij} de esta matriz representa el valor de los insumos provenientes del sector i utilizados para producir una unidad monetaria de valor de la producción del sector j .

Cuadro 4. Matriz xd y matriz (xd)⁻¹

Matriz xd											
11.304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	26.338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	47.308	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	9.579	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	21.103	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	30.659	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	26.821	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	11.225	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	12.634	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.681	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.337	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.026

Matriz (xd) ⁻¹											
8,84634E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3,79673E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2,11379E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,000104393	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4,7387E-05	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3,26168E-05	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3,72843E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	8,90853E-05	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	7,91497E-05	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,61228E-05	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,68662E-05	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000110789 ⁶

Cuadro 5. Matriz de coeficientes directos (matriz A)

Sectores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,14660	0,00013	0,12516	0,00292	0,00035	0,00747	0,00015	0,00029	0,00005	0,00097	0,00168	0,00188
2	0,00766	0,07072	0,02980	0,00180	0,00465	0,00164	0,00102	0,00162	0,00035	0,00198	0,00082	0,00057
3	0,18523	0,05192	0,13739	0,04999	0,19353	0,07726	0,06131	0,01026	0,00183	0,02598	0,04748	0,02695
4	0,00704	0,05552	0,02790	0,30837	0,00430	0,01378	0,00841	0,00530	0,00580	0,00646	0,01394	0,03461
5	0,00201	0,00059	0,00102	0,00878	0,12315	0,00814	0,00513	0,00170	0,12925	0,00353	0,01121	0,02774
6	0,04900	0,02741	0,03745	0,02276	0,05338	0,06960	0,05692	0,01530	0,00363	0,03108	0,03982	0,01813
7	0,03647	0,03437	0,05687	0,02679	0,01907	0,09919	0,14357	0,04117	0,00352	0,04383	0,01886	0,03725
8	0,02836	0,00564	0,01528	0,01816	0,02813	0,03585	0,01985	0,10861	0,03931	0,01873	0,00912	0,00250
9	0,00325	0,00294	0,00502	0,00234	0,00306	0,04751	0,01549	0,00994	0,01425	0,02350	0,02272	0,00864
10	0,02875	0,09143	0,06523	0,04108	0,05601	0,09403	0,07279	0,09013	0,01855	0,12322	0,04150	0,04712
11	0,00068	0,00126	0,00262	0,00108	0,00099	0,00359	0,00531	0,00313	0,00060	0,00293	0,03420	0,00282
12	0,00135	0,00118	0,00177	0,00155	0,00012	0,00369	0,00310	0,00074	0,00021	0,00091	0,00154	0,00314

Para seguir definiendo los elementos necesarios para los cálculos, se debe considerar el vector de demanda final, en el que cada elemento expresa, para cada sector, la suma de los valores de los productos demandados por las familias, las empresas, el gobierno y el sector externo. Así, el vector f' de demanda final de Chile 2013 (expresado en miles de millones de pesos de ese año) es:

3375,611	22698,100	26813,305	2141,990	15728,265	20701,925	13066,506	5294,941	8959,541	4223,283	20027,340	8590,591
----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------

⁶ En la matriz (xd)⁻¹, 8,84634E-05 significa 8,84634 x 10⁻⁰⁵, y así se interpretan los demás números con similar expresión, en notación científica.

Ahora sí estamos en condiciones de representar en términos matriciales las relaciones de producción y consumo presentes en la matriz insumo producto, mediante la definición de la siguiente identidad:

$$x = A * x + f$$

Donde podemos observar que los valores de producción para cada sector (x), son iguales a la suma de la demanda intermedia (A * x) y la demanda final (f).

A partir de esta identidad y mediante operaciones matriciales podemos plantear el modelo abierto en forma matricial:

$$x = (I - A)^{-1} * f$$

$$x = L * f$$

Donde I es la matriz identidad de la misma dimensión de la matriz A, es decir de 12x12, y la matriz $(I - A)^{-1}$ es llamada matriz de Leontief (matriz L).

Este planteamiento del modelo insumo producto es de gran utilidad ya que permite analizar las variaciones en el vector f y sus efectos en el vector x, es decir las variaciones de la producción desencadenadas por variaciones en la demanda final. Dado que mediante esta operación resulta el impacto total sobre la producción, esta matriz L reúne los efectos directos e indirectos. De hecho, se denomina matriz de coeficientes directos e indirectos. La matriz de Leontief para la economía chilena en 2013 se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Matriz de coeficientes directos e indirectos (Matriz L)

Sectores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,21430	0,01402	0,18066	0,02113	0,04345	0,02883	0,01670	0,00505	0,00677	0,00927	0,01396	0,01082
2	0,01972	1,07974	0,04150	0,00692	0,01589	0,00709	0,00545	0,00340	0,00285	0,00450	0,00397	0,00305
3	0,28299	0,08814	1,22461	0,10603	0,28588	0,12839	0,10553	0,02852	0,04342	0,05065	0,07653	0,05466
4	0,02976	0,09383	0,05929	1,45430	0,02475	0,03266	0,02322	0,01308	0,01300	0,01590	0,02732	0,05532
5	0,00738	0,00493	0,00688	0,01770	1,14510	0,02154	0,01299	0,00620	0,15086	0,01065	0,01917	0,03544
6	0,08658	0,04782	0,07376	0,05027	0,08972	1,09956	0,08500	0,02948	0,01868	0,04770	0,05539	0,03225
7	0,08966	0,06644	0,10980	0,06684	0,06691	0,15008	1,19505	0,06734	0,01828	0,07146	0,04110	0,05857
8	0,05242	0,01765	0,03725	0,03869	0,05130	0,05803	0,03719	1,12919	0,05301	0,03123	0,01949	0,01116
9	0,01388	0,01084	0,01593	0,01034	0,01409	0,06067	0,02713	0,01728	1,01803	0,03192	0,02967	0,01379
10	0,08750	0,13725	0,12618	0,09401	0,11965	0,15234	0,12421	0,12914	0,04460	1,16173	0,07023	0,07348
11	0,00295	0,00280	0,00498	0,00294	0,00327	0,00605	0,00776	0,00465	0,00140	0,00440	1,03641	0,00390
12	0,00294	0,00212	0,00333	0,00300	0,00146	0,00507	0,00444	0,00137	0,00055	0,00163	0,00222	1,00374

2. PLANTEO DEL MODELO CERRADO

Si al modelo visto hasta el momento le agregamos el sector laboral, esto es la mano de obra como un sector más de la economía, pasamos a plantear el llamado modelo cerrado. Esto tendrá en el análisis las consecuencias que mencionaremos más adelante.

Para realizar las operaciones correspondientes al planteo del modelo cerrado necesitamos reformular los vectores y matrices. Así, en la matriz de relaciones intersectoriales incorporamos la fila correspondiente al sector trabajo, la cual contiene los valores totales de las remuneraciones pagadas por cada sector productivo. Además, agregamos una columna que incluye la demanda final de los hogares. Esta inclusión se justifica porque “dichos valores son necesarios para costear la existencia del sector laboral” (Fabris, 2016, pág. 209). Para la economía de Chile en 2013, dicha matriz, que llamaremos Z_c , se muestra en el Cuadro 7.

También es necesario que definamos el nuevo vector de producción, que incorpora el total para la columna nueva, y al que simbolizaremos xc' . Por otro lado, debemos modificar el vector de demanda final, restando del total el valor ya incorporado en la matriz Z_c , esto es, el valor de la demanda final de las familias. A este vector, fc' , junto con el vector xc' y la matriz Z_c la observamos en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Matriz Z_c , y vectores xc' y fc'

Matriz de transacciones intersectoriales del modelo cerrado (matriz Z_c)													
Sectores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cons. Fam.
1	1.657	3	5.921	28	7	229	4	3	1	21	36	17	1.244
2	87	1.863	1.410	17	98	50	27	18	4	43	17	5	15
3	2.094	1.368	6.500	479	4.084	2.369	1.644	115	23	563	1.013	243	12.354
4	80	1.462	1.320	2.954	91	423	226	59	73	140	297	312	2.013
5	23	16	48	84	2.599	250	138	19	1.633	77	239	250	11
6	554	722	1.772	218	1.126	2.134	1.527	172	46	674	850	164	16.019
7	412	905	2.690	257	402	3.041	3.851	462	44	950	402	336	8.352
8	321	149	723	174	594	1.099	532	1.219	497	406	195	23	4.917
9	37	78	238	22	64	1.457	415	112	180	510	485	78	8.831
10	325	2.408	3.086	394	1.182	2.883	1.952	1.012	234	2.671	886	425	1.116
11	8	33	124	10	21	110	142	35	8	64	730	25	9.618
12	15	31	84	15	3	113	83	8	3	20	33	28	309
Trabajo	1.652	2.379	4.911	617	5.086	7.687	4.142	2.859	379	6.477	11.819	4.879	0

Vector xc'													
11.304	26.338	47.308	9.579	21.103	30.659	26.821	11.225	12.634	21.681	21.337	9.026	64.798	

Vector fc'													
2.131	22.684	14.459	129	15.717	4.683	4.715	378	129	3.107	10.409	8.282	0	

Procedemos a continuación a calcular la matriz de requerimientos directos (coeficientes técnicos) que simbolizaremos Ac. Los elementos de dicha matriz son el resultado de dividir cada elemento de la matriz Zc por el valor del vector xc correspondiente a cada columna. Este resultado se puede obtener matricialmente, para lo cual debemos definir una matriz cuadrada cuya diagonal está formada por los elementos del vector xc' y calcular su matriz inversa, que llamaremos (xcd)⁻¹. Estas matrices, junto a la matriz de coeficientes técnicos se observan en el Cuadro 8. La matriz Ac resulta de la siguiente operación:

$$Ac = Zc * (xcd)^{-1}$$

Cuadro 8. Matrices xcd, (xcd)⁻¹ y Ac

Matriz de producción xcd												
11.304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	26.338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	47.308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	9.579	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	21.103	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	30.659	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	26.821	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	11.225	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	12.634	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.681	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.337	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.026	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64.798

Matriz (xcd) ⁻¹												
8,84634E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3,79673E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2,11379E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,000104393	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4,7387E-05	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3,26168E-05	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3,72843E-05	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	8,90853E-05	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	7,91497E-05	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,61228E-05	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,68662E-05	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000110789	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,54325E-05

Matriz de requerimientos directos (coeficientes técnicos) Ac													
Sector	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cons. Fam.
1	0,14660	0,00013	0,12516	0,00292	0,00035	0,00747	0,00015	0,00029	0,00005	0,00097	0,00168	0,00188	0,01920
2	0,00766	0,07072	0,02980	0,00180	0,00465	0,00164	0,00102	0,00162	0,00035	0,00198	0,00082	0,00057	0,00022
3	0,18523	0,05192	0,13739	0,04999	0,19353	0,07726	0,06131	0,01026	0,00183	0,02598	0,04748	0,02695	0,19065
4	0,00704	0,05552	0,02790	0,30837	0,00430	0,01378	0,00841	0,00530	0,00580	0,00646	0,01394	0,03461	0,03106
5	0,00201	0,00059	0,00102	0,00878	0,12315	0,00814	0,00513	0,00170	0,12925	0,00353	0,01121	0,02774	0,00017
6	0,04900	0,02741	0,03745	0,02276	0,05338	0,06960	0,05692	0,01530	0,00363	0,03108	0,03982	0,01813	0,24721
7	0,03647	0,03437	0,05687	0,02679	0,01907	0,09919	0,14357	0,04117	0,00352	0,04383	0,01886	0,03725	0,12889
8	0,02836	0,00564	0,01528	0,01816	0,02813	0,03585	0,01985	0,10861	0,03931	0,01873	0,00912	0,00250	0,07588
9	0,00325	0,00294	0,00502	0,00234	0,00306	0,04751	0,01549	0,00994	0,01425	0,02350	0,02272	0,00864	0,13628
10	0,02875	0,09143	0,06523	0,04108	0,05601	0,09403	0,07279	0,09013	0,01855	0,12322	0,04150	0,04712	0,01723
11	0,00068	0,00126	0,00262	0,00108	0,00099	0,00359	0,00531	0,00313	0,00060	0,00293	0,03420	0,00282	0,14843
12	0,00135	0,00118	0,00177	0,00155	0,00012	0,00369	0,00310	0,00074	0,00021	0,00091	0,00154	0,00314	0,00476
Trabajo	0,14617	0,09034	0,10380	0,06442	0,24100	0,25074	0,15442	0,25471	0,02996	0,29872	0,55392	0,54057	0,00000

Con estas matrices y vectores definidos estamos en condiciones de plantear el modelo cerrado en forma matricial. Como en el caso del modelo abierto, se plantea la identidad

$$xc = Ac * xc + fc$$

Luego, realizando operaciones matriciales se llega a

$$xc = (I - Ac)^{-1} * fc$$

$$xc = Lc * fc$$

Donde I es una matriz identidad de igual dimensión que la matriz Ac, es decir de 13x13 y Lc es la matriz de coeficientes directos e indirectos (matriz de Leontief) del modelo cerrado. Esta última se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Matriz de Leontief del modelo cerrado

Sectores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cons. Fam.
1	1,24565	0,03414	0,20764	0,04020	0,08650	0,07112	0,04670	0,04320	0,01850	0,05159	0,08280	0,07618	0,10772
2	0,02523	1,08328	0,04624	0,01028	0,02346	0,01452	0,01072	0,01010	0,00492	0,01194	0,01607	0,01454	0,01893
3	0,41849	0,17509	1,34121	0,18849	0,47198	0,31117	0,23518	0,19342	0,09410	0,23357	0,37410	0,33716	0,46561
4	0,06295	0,11513	0,08785	1,47450	0,07033	0,07744	0,05498	0,05347	0,02541	0,06071	0,10021	0,12452	0,11405
5	0,02207	0,01436	0,01952	0,02664	1,16528	0,04136	0,02705	0,02408	0,15635	0,03049	0,05144	0,06608	0,05050
6	0,22467	0,13643	0,19258	0,13430	0,27937	1,28583	0,21712	0,19753	0,07033	0,23412	0,35864	0,32014	0,47450
7	0,19128	0,13164	0,19723	0,12868	0,20646	0,28714	1,29227	0,19099	0,05629	0,20862	0,26424	0,27040	0,34915
8	0,10732	0,05288	0,08449	0,07210	0,12669	0,13208	0,08971	1,19600	0,07354	0,10534	0,14004	0,12560	0,18863
9	0,08740	0,05801	0,07918	0,05508	0,11505	0,15983	0,09747	0,10674	1,04553	0,13116	0,19110	0,16705	0,25260
10	0,14423	0,17366	0,17499	0,12854	0,19757	0,22887	0,17849	0,19819	0,06582	1,23832	0,19482	0,19177	0,19495
11	0,07246	0,04740	0,06478	0,04523	0,09872	0,09980	0,07426	0,08923	0,02740	0,09822	1,18904	0,14879	0,23882
12	0,00643	0,00436	0,00633	0,00512	0,00625	0,00977	0,00778	0,00561	0,00186	0,00633	0,00988	1,01101	0,01198
Trabajo	0,43969	0,28213	0,37832	0,26756	0,60384	0,59307	0,42069	0,53506	0,16446	0,59354	0,96553	0,91664	1,51081

Llegado a este punto del análisis, cabe aclarar que existen algunas diferencias en el modelo cerrado aquí expuesto, para el cual se ha seguido la definición que hace Fabris (2016), y la concepción de modelo cerrado que desarrolla Chiang (2006). En palabras de Chiang (2006, pág. 119), “si el sector exógeno del modelo abierto de insumo-producto es absorbido en el sistema simplemente como otra industria, el modelo se convierte en un modelo cerrado”. Es decir, no hay sector exógeno en el modelo cerrado de Chiang. En cambio, Fabris considera modelo cerrado a la incorporación sólo del sector trabajo como otra industria, pero deja en el sector exógeno aquellos sectores que reciben otros pagos, como el pago de impuestos, de intereses (remuneración del capital) y de importaciones, es decir gasto en insumos importados. Esto tiene como consecuencia que el vector de demanda final fc en Chiang quede con todos sus elementos nulos, mientras que en Fabris no, ya que aún sigue estando la demanda final de los sectores exógenos. En términos matemáticos, en el modelo cerrado de Chiang el sistema de

ecuaciones representado por la expresión matricial $xc = Ac * xc + fc$ es un sistema homogéneo, y existen infinitos vectores xc que satisfacen el vector de demanda final fc . En cambio, en el modelo cerrado desarrollado por Fabris el sistema de ecuaciones es no homogéneo y por lo tanto existe un solo vector xc que satisface fc .

CAPÍTULO III. CÁLCULO DE MULTIPLICADORES DE LA PRODUCCIÓN

1. MULTIPLICADORES SIMPLES DE LA PRODUCCIÓN

Como lo hemos desarrollado anteriormente, se verifica que $x = L * f$, lo cual implica que $\Delta x = L * \Delta f$. Mediante la última expresión queda reflejado el efecto multiplicador de cambios en la demanda final sobre la producción en toda la economía.

Para calcular estos efectos, consideremos en principio un incremento de una unidad monetaria en la demanda final del sector 1, en nuestro caso el sector agropecuario-silvícola y pesca. Dicho aumento se representa mediante el vector Δf con un 1 en la variación de la demanda final del sector 1 y ceros en el resto de los elementos del vector. Al multiplicar la matriz de Leontief por dicho vector, da como resultado el vector Δx , tal como se observa en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Incrementos en la producción por incremento unitario en la demanda del sector 1

1,21430	= L *	1
0,01972		0
0,28299		0
0,02976		0
0,00738		0
0,08658		0
0,08966		0
0,05242		0
0,01388		0
0,08750		0
0,00295		0
0,00294		0

Luego, la variación total en la producción será igual a la suma de las variaciones en cada sector, esto es $1,21430 + 0,01972 + \dots + 0,00294 = 1,89008$. Este resultado es el multiplicador simple de la producción del sector 1, es decir por cada unidad monetaria de incremento en la demanda final de este sector, la producción en la economía aumenta en total 1,89008 unidades monetarias.

Nótese que estos elementos del vector Δx se corresponden con los valores de la columna de la matriz L referidos al sector 1 (dicha matriz se muestra en el Cuadro 6). Esto se verifica para cada sector, por lo que bastará con sumar los valores de cada columna de L para calcular el multiplicador de producción de cada sector. Matricialmente, esta operación se realiza pre multiplicando la matriz L por un vector fila formado por elementos iguales a 1, con tantos elementos como sectores se consideran. Dicho

vector lo simbolizaremos i' . Estas operaciones y el resultado se muestran en el Cuadro 11. Los elementos del vector msp' corresponden a los multiplicadores simples de la producción de cada sector. Cada multiplicador reúne los efectos directos e indirectos de las variaciones de la demanda final de un sector en particular, es decir el aumento de la producción en el sector con el objeto de satisfacer esa demanda y los demás efectos que se desencadenan en la economía a causa de este incremento inicial en la producción, por medio de la compra y venta de insumos.

Cuadro 11. Cálculo de los multiplicadores simples de la producción

$i' =$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$i' * L =$	msp'											
$msp' =$	1,89008	1,56559	1,88416	1,87218	1,86147	1,75031	1,64466	1,43470	1,37144	1,44104	1,39546	1,35619

Vemos que los mayores valores de los multiplicadores simples de la producción lo tienen el sector 1 (Agropecuaria-silvícola y Pesca), y le siguen los sectores 3 (Industria manufacturera), 4 (Electricidad, gas, agua y gestión de desechos), 5 (Construcción), 6 (Comercio, hoteles y restaurantes) y 7 (Transporte, comunicaciones y servicios de información).

2. MULTIPLICADORES TOTALES DE LA PRODUCCIÓN

Si consideramos el modelo cerrado obtendremos los llamados multiplicadores totales de la producción, los cuales además de los efectos directos e indirectos presentes en los multiplicadores simples, incluyen efectos “inducidos”. Como explica Fabris (2016, pág. 213), estos efectos se deben a que “la inclusión del sector trabajo genera una ‘realimentación’ en el sentido de que el incremento en la demanda final de cualquier sector, incrementa la actividad del sector trabajo y por tanto las remuneraciones⁷ en el sector, dando lugar automáticamente a un aumento en la demanda de las familias”. Por este motivo los multiplicadores totales son mayores a los simples, como veremos a continuación.

⁷ Los pagos totales al factor trabajo, o masa salarial.

Se puede realizar los cálculos de todos los multiplicadores totales del mismo modo que se hizo con los simples, pre multiplicando la matriz de Leontief por un vector de unos, pero esta vez tendremos en cuenta la matriz de Leontief del modelo cerrado, identificada en este trabajo con L_c y el vector de unos, simbolizado ahora como ic' , tendrá 13 elementos, ya que incluirá al sector trabajo. Los cálculos se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Cálculo de los multiplicadores totales de la producción

ic' =	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ic' * L_c =	mtp'												
mtp' =	3,04787	2,30851	2,88035	2,57673	3,45151	3,31199	2,75241	2,84362	1,80449	3,00396	3,93789	3,76988	3,37825

En el podio de estos indicadores encontramos al sector 11 (Servicios personales), 12 (Administración pública) y 5 (Construcción). Por otra parte, cabe aclarar que se suele calcular los multiplicadores de todos los sectores de la economía excepto el del sector laboral, sombreado en el Cuadro 12.

Como habíamos dicho, los multiplicadores totales son mayores a los simples. Como expresa Fabris (2016, pág. 214), “en general se considera que el valor adecuado se encuentra en un valor intermedio entre ambos. Por otra parte es de señalar un supuesto importante en que se basa el análisis de multiplicadores y que podría limitar en una economía real el efecto expansivo pronosticado: se supone que todos los sectores pueden ampliar su producción, es decir que poseen capacidad ociosa que puede utilizarse para dicho incremento. En el sector laboral esto implicaría la existencia de población desempleada que se incorpora a la masa laboral activa al ser requerida. En una economía real trabajando sin capacidad ociosa, es decir con pleno empleo, la necesidad de incrementar la producción provocaría una competencia por los insumos y por la mano de obra⁸. Este efecto no está contemplado en el análisis”.

⁸ Promoviendo, así, alzas en los precios de los insumos y salarios.

CAPÍTULO IV. CÁLCULO DE MULTIPLICADORES DE EMPLEO

1. MULTIPLICADORES SIMPLES DE EMPLEO

Otro análisis posible mediante el modelo insumo producto es el que se centra en determinar los efectos en el empleo de mano de obra en la economía a partir de un incremento en la demanda final de cada sector productivo. Según el modelo, este efecto dependerá del aumento en la producción en cada sector y de los requerimientos de mano de obra necesarios para llevar a cabo ese aumento.

Por lo tanto, para calcular los multiplicadores simples de empleo deberemos multiplicar la variación de la producción en cada sector por su requerimiento de trabajo por unidad de producto, y sumar todos esos efectos para cada columna de la matriz de Leontief del modelo abierto.

Los requerimientos de trabajo por unidad de producto para cada sector se encuentran en la última fila de la matriz de coeficientes directos A_c (Cuadro 8). Se utilizan todos esos valores excepto el último que corresponde a la columna del consumo familiar. Los cálculos se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Cálculo de multiplicadores simples de empleo

Vector h' (requerimientos de trabajo)											
0,14617	0,09034	0,10380	0,06442	0,24100	0,25074	0,15442	0,25471	0,02996	0,29872	0,55392	0,54057
$h' * L = mse'$											
Multiplicadores simples de empleo											
0,29103	0,18674	0,25041	0,17710	0,39968	0,39255	0,27845	0,35416	0,10885	0,39287	0,63908	0,60672

Vemos que los sectores que presentan mayores multiplicadores simples de la producción son el sector 11 (Servicios personales) y 12 (Administración pública). Mientras que los que tienen los más bajos

valores son el sector 4 (Electricidad, gas, agua y gestión de desechos) y al último el 9 (Servicios inmobiliarios y de vivienda).

Por otro lado, se observa que los multiplicadores de empleo son menores a los multiplicadores de producción. Esto es razonable, ya que los primeros incluyen sólo el valor agregado por el factor trabajo, mientras que los segundos abarcan todo el valor de la producción. Como se vio, en el cálculo de los multiplicadores de producción se pre multiplicaba la matriz L por un vector de unos, mientras que en el caso de los multiplicadores de empleo se pre multiplica por un vector con elementos menores a uno, por lo tanto, las ponderaciones de las variaciones de producción son distintas.

Los multiplicadores de empleo indican el incremento total en la masa salarial, en unidades monetarias, en la economía por unidad monetaria de incremento en la demanda final de cada sector.

2. MULTIPLICADORES TOTALES DE EMPLEO

Si consideramos el modelo cerrado podemos obtener los multiplicadores totales de empleo. La operación matricial a realizar es multiplicar un vector con los requerimientos de empleo por unidad de producto de cada sector (la última fila completa de la matriz de coeficientes directos A_c) por la matriz de Leontief del modelo cerrado. Estos cálculos se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Cálculo de multiplicadores totales de empleo

Vector hc'												
0,14617	0,09034	0,10380	0,06442	0,24100	0,25074	0,15442	0,25471	0,02996	0,29872	0,55392	0,54057	0,00000
$hc' * L_c = mte'$												
mte' : vector de multiplicadores totales de empleo												
0,43969	0,28213	0,37832	0,26756	0,60384	0,59307	0,42069	0,53506	0,16446	0,59354	0,96553	0,91664	0,51081

Observamos que los sectores que muestran mayores multiplicadores totales de empleo son el sector 11 (Servicios personales), 12 (Administración pública) y 5 (Construcción), que coinciden con los

que presentan los más altos multiplicadores totales de la producción. Por otro lado, los sectores que tienen los más bajos mte son el sector 4 (Electricidad, gas, agua y gestión de desechos) y el sector 9 (Servicios inmobiliarios y de vivienda).

Además, se puede ver que el ordenamiento en los multiplicadores absolutos⁹ es el mismo, tanto en los multiplicadores simples como en los multiplicadores totales de empleo.

Como en el caso de los multiplicadores totales de producción, en los multiplicadores totales de empleo tampoco se estila calcular el multiplicador del propio sector trabajo (sombreado en el Cuadro 14).

3. MULTIPLICADORES DE EMPLEO NORMALIZADOS

Otra forma de expresar el efecto que tienen los incrementos de la demanda final sobre el empleo de la economía es a través de lo que se denomina multiplicadores “normalizados”, relacionando el incremento en el empleo con el requerimiento inicial del mismo. Así, para realizar el cálculo de estos indicadores se divide cada multiplicador de empleo (ya sea simple o total) por el requerimiento de mano de obra del sector correspondiente. De este modo, los multiplicadores de empleo normalizados indican el incremento en la masa salarial, en unidades monetarias, por cada unidad monetaria de requerimiento de mano de obra de cada sector, debido al incremento de una unidad monetaria en la demanda final de cada rama productiva.

Matricialmente esto se consigue construyendo una matriz diagonal cuyos elementos sean estos requerimientos de empleo, que son los elementos de los vectores h' y hc' , respectivamente según se trate del modelo abierto o cerrado. Luego multiplicamos el vector de multiplicadores de empleo (simples o totales) por la inversa de dicha matriz diagonal. A los indicadores resultantes los denominaremos multiplicadores de empleo tipo I y II, y su cálculo se observa en los Cuadro 15 y 16.

⁹ Absolutos significa no normalizados. Los normalizados se explican en el siguiente apartado.

Cuadro 15. Cálculo de multiplicadores de empleo tipo I

Matriz diagonal hd

0,14617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,09034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,10380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,06442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0,24100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,25074	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0,15442	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,25471	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,02996	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29872	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55392	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54057	0	0

Matriz hd⁻¹

6,84142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	11,06959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	9,63389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	15,52206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4,14936	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3,98819	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	6,47590	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	3,92608	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	33,37759	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,34761	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,80532	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,84991	0	0

$mse' * hd^{-1} = me_I$

me_I: multiplicadores de empleo tipo I (normalizados del modelo abierto)

1,99105	2,06718	2,41243	2,74896	1,65843	1,56558	1,80322	1,39045	3,63324	1,31516	1,15374	1,12238
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Cuadro 16. Cálculo de multiplicadores de empleo tipo II

Matriz diagonal hcd

0,14617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,09034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,10380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,06442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0,24100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,25074	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0,15442	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,25471	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,02996	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29872	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55392	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54057	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00000	0	0

Matriz hcd⁻¹

6,84142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	11,06959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	9,63389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	15,52206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4,14936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3,98819	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	6,47590	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	3,92608	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	33,37759	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,34761	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,80532	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,84991	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1E+139

$mte' * hcd^{-1} = me_{II}$

me_{II}: multiplicadores de empleo tipo II (normalizados del modelo cerrado)

3,00810	3,12311	3,64471	4,15315	2,50557	2,36529	2,72432	2,10070	5,48912	1,98695	1,74308	1,69570	1,081E+139
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	------------

Del análisis de los valores, tanto de los multiplicadores de empleo tipo I como los de tipo II, podemos afirmar que en ambos casos el ordenamiento de los sectores según estos indicadores es el mismo. Esto también ocurría con los multiplicadores de empleo absolutos (no normalizados).

Asimismo, observamos que los sectores que ocupan el primer y segundo lugar en el ordenamiento de mayor a menor multiplicador normalizado, son los que se ubicaban en el último y penúltimo lugar en la lista de multiplicadores absolutos de empleo. Estos sectores son el sector 9 (Servicios inmobiliarios y de vivienda) y el sector 4 (Electricidad, gas, agua y gestión de desechos), respectivamente.

CAPÍTULO V. CÁLCULO DE ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS

1. ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS HACIA ATRÁS

Como se indicó en el capítulo I, otro indicador que se puede calcular a partir del modelo insumo producto es el que se conoce con la denominación de “encadenamiento”. Por medio de éste se analiza el vínculo que existe entre un sector y el resto, ya sea en su rol de demandante de insumos (encadenamiento hacia atrás) o de proveedor de insumos (encadenamiento hacia adelante). En este caso sólo se plantea el modelo abierto, que se circunscribe exclusivamente a las relaciones entre los sectores productivos propiamente dichos.

Para calcular los encadenamientos hacia atrás se procede a sumar los requerimientos de insumos que necesita cada sector para obtener su producción, expresados en unidades monetarias de insumo por unidad monetaria de producción. Para ello podemos recurrir a los datos que reúne la matriz de coeficientes directos. Al sumar los valores de cada columna nos da como resultado el total de requerimientos de insumos de cada sector. A estos indicadores se les llama encadenamientos directos absolutos hacia atrás. Veremos que también se pueden calcular encadenamientos totales que, a diferencia de los directos, se calculan a partir de la matriz de Leontief.

El valor del encadenamiento directo hacia atrás de un sector es el valor total de los insumos que necesita para producir una unidad monetaria de su producción, en tanto que el valor del encadenamiento total hacia atrás es el valor del total de insumos que requiere un sector para elaborar el total de producción que lleva a cabo para satisfacer el incremento de una unidad monetaria en su demanda final, incluyendo el efecto inicial, el efecto directo e indirecto.

Además, se pueden determinar encadenamientos normalizados, los cuales, a diferencia de los absolutos, se expresan en términos del promedio de los encadenamientos, para hacerlos comparables entre sectores. Cuando son mayores que la unidad significa que son mayores al promedio. En los cuadros

17, 18, 19 y 20 se exponen las operaciones necesarias para determinar los encadenamientos hacia atrás: los directos absolutos, directos normalizados, totales absolutos y totales normalizados, respectivamente.

Cuadro 17. Cálculo de encadenamientos directos absolutos hacia atrás

Vector i'											
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$i' * A = bd'$											
bd': encadenamientos directos absolutos hacia atrás											
0,49639	0,34312	0,50551	0,48563	0,48674	0,46177	0,39304	0,28819	0,21733	0,28313	0,24289	0,21136

Cuadro 18. Cálculo de encadenamientos directos normalizados hacia atrás

bd _p : promedio de encadenamientos directos absolutos hacia atrás											
bd _p = 0,36792											
bdn': encadenamientos directos normalizados hacia atrás											
bdn' = bd' / bd _p											
1,34916	0,93259	1,37394	1,31992	1,32292	1,25508	1,06827	0,78328	0,59068	0,76954	0,66017	0,57445

Cuadro 19. Cálculo de encadenamientos totales absolutos hacia atrás

$i' * L = bt'$											
bt': encadenamientos totales absolutos hacia atrás											
1,89008	1,56559	1,88416	1,87218	1,86147	1,75031	1,64466	1,43470	1,37144	1,44104	1,39546	1,35619

Cuadro 20. Cálculo de encadenamientos totales normalizados hacia atrás

bd_p : promedio de encadenamientos totales absolutos hacia atrás

$$bt_p = 1,62227$$

btn' : encadenamientos totales normalizados hacia atrás

$$btn' = bt' / bt_p$$

1,16508	0,96506	1,16143	1,15405	1,14744	1,07892	1,01380	0,88437	0,84538	0,88829	0,86019	0,835981602
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------------

A continuación, en los Cuadros 21 y 22, se presentan los sectores ordenados en función de sus encadenamientos hacia atrás, de mayor a menor valor.

Cuadro 21. Ordenamiento de sectores en función de los encadenamientos directos hacia atrás absolutos (bd) y normalizados (bdn)

N° sector	bd	N° sector	bdn
3	0,50551	3	1,37394
1	0,49639	1	1,34916
5	0,48674	5	1,32292
4	0,48563	4	1,31992
6	0,46177	6	1,25508
7	0,39304	7	1,06827
2	0,34312	2	0,93259
8	0,28819	8	0,78328
10	0,28313	10	0,76954
11	0,24289	11	0,66017
9	0,21733	9	0,59068
12	0,21136	12	0,57445

Cuadro 22. Ordenamiento de sectores en función de los encadenamientos totales hacia atrás absolutos (bt) y normalizados (btn)

N° sector	bt	N° sector	btn
1	1,89008	1	1,16508
3	1,88416	3	1,16143
4	1,87218	4	1,15405
5	1,86147	5	1,14744
6	1,75031	6	1,07892
7	1,64466	7	1,01380
2	1,56559	2	0,96506
10	1,44104	10	0,88829
8	1,43470	8	0,88437
11	1,39546	11	0,86019
9	1,37144	9	0,84538
12	1,35619	12	0,83598

Como era de esperar, no varía el ordenamiento entre los indicadores absolutos y normalizados, ya que al dividir cada indicador absoluto por una constante positiva (el promedio), y obtener así el indicador normalizado, no se modifica su posicionamiento en la lista ordenada.

Por otro lado, cabe analizar qué ocurre al pasar de indicadores directos a totales. Eso se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Ordenamiento de los sectores en función de los encadenamientos hacia atrás normalizados directos (bdn) y totales (btn)

N° sector	bdn	N° sector	btn
3	1,37394	1	1,16508
1	1,34916	3	1,16143
5	1,32292	4	1,15405
4	1,31992	5	1,14744
6	1,25508	6	1,07892
7	1,06827	7	1,01380
2	0,93259	2	0,96506
8	0,78328	10	0,88829
10	0,76954	8	0,88437
11	0,66017	11	0,86019
9	0,59068	9	0,84538
12	0,57445	12	0,83598

En el Cuadro 23, en cada tabla, vemos dos grupos de sectores: por un lado, aquellos que tienen encadenamientos mayores a 1, y por otro, los que tienen encadenamientos menores a 1. Se observa que al pasar de encadenamientos directos a totales esos grupos siguen estando integrados por los mismos sectores, aunque no necesariamente conservan el ordenamiento dentro de cada grupo.

2. ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS HACIA ADELANTE

En el caso de estos encadenamientos se tiene en cuenta la relación que tienen los sectores como oferentes de insumos al resto de la economía. Aquí no podremos hacer uso de las matrices A ni L, porque dichas matrices han sido construidas y reflejan una información que no es la necesaria para el sentido de análisis que se presenta con los encadenamientos hacia adelante. Se podría pensar que deberíamos sumar los valores de las filas de A para obtener estos encadenamientos, pero si así fuera estaríamos sumando los requerimientos de insumos producidos por cada sector necesarios por unidad de producción de los distintos sectores, con lo cual estaríamos suponiendo un incremento simultáneo de una unidad de producción en cada sector, de lo cual se cuestiona su realismo, como lo indica Fabris (2016).

“Esta crítica llevó a adoptar para el cálculo de los encadenamientos hacia adelante un modelo propuesto por Ghosh en 1958, como contrapartida del modelo de Leontief. Este modelo ‘del lado de la oferta’, como contrapartida del modelo ‘del lado de la demanda’ que sería el modelo de insumo producto original, surge del mismo cuadro de datos, pero organizado de forma diferente” (Fabris, 2016, págs. 223-224).

Lo que se busca con los encadenamientos hacia adelante es calcular, para cada sector, el valor que aporta en la producción en los distintos sectores mediante la utilización por parte de éstos de los insumos que produce. Esto se consigue definiendo una matriz B, obtenida a partir de la matriz Z al dividir los elementos de cada fila por el total de producción del sector correspondiente a dicha fila. Esto se consigue matricialmente pre multiplicando la matriz Z por xd^{-1} , cálculos que se muestran en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Cálculo de la matriz de coeficientes directos de producción (del modelo de Ghosh)

$B = xd^{-1} * Z$

Matriz B

0,14660	0,00031	0,52382	0,00248	0,00065	0,02027	0,00036	0,00029	0,00005	0,00187	0,00318	0,00150
0,00329	0,07072	0,05352	0,00066	0,00373	0,00191	0,00104	0,00069	0,00017	0,00163	0,00066	0,00020
0,04426	0,02891	0,13739	0,01012	0,08633	0,05007	0,03476	0,00243	0,00049	0,01191	0,02142	0,00514
0,00831	0,15265	0,13781	0,30837	0,00948	0,04411	0,02355	0,00621	0,00765	0,01461	0,03104	0,03261
0,00107	0,00074	0,00228	0,00398	0,12315	0,01183	0,00652	0,00090	0,07738	0,00363	0,01133	0,01186
0,01807	0,02355	0,05778	0,00711	0,03674	0,06960	0,04979	0,00560	0,00149	0,02198	0,02771	0,00534
0,01537	0,03376	0,10031	0,00957	0,01500	0,11339	0,14357	0,01723	0,00166	0,03543	0,01500	0,01254
0,02856	0,01323	0,06439	0,01549	0,05288	0,09792	0,04743	0,10861	0,04424	0,03618	0,01734	0,00201
0,00291	0,00613	0,01881	0,00178	0,00510	0,11529	0,03288	0,00883	0,01425	0,04033	0,03838	0,00617
0,01499	0,11107	0,14232	0,01815	0,05452	0,13297	0,09004	0,04667	0,01081	0,12322	0,04084	0,01962
0,00036	0,00156	0,00581	0,00048	0,00098	0,00516	0,00667	0,00165	0,00035	0,00298	0,03420	0,00119
0,00169	0,00343	0,00928	0,00164	0,00029	0,01254	0,00921	0,00092	0,00030	0,00218	0,00364	0,00314

Por otro lado, cada elemento del vector de producción x' es igual a la suma de los valores de los insumos utilizados más los valores de otros pagos realizados por cada sector. Esto se refleja en la siguiente expresión:

$$x' = i' * Z + v'$$

donde v' es llamado vector de oferta (en vez del vector de demanda final f), cuyos elementos son el resultado de restar al valor total de producción de cada sector la suma del valor de los insumos utilizados por éste. A partir de la igualdad anterior y teniendo en cuenta que $B = xd^{-1} * Z$ y que $i' * xd = x'$, se pueden realizar los siguientes desarrollos matriciales:

$$x' = i' * Z + v' = i' * xd * B + v' = x' * B + v'$$

con lo cual

$$x' = v' * (I - B)^{-1} = v' * G$$

donde la matriz G se denomina inversa del producto (en contrapartida de la matriz L, inversa del insumo). Los elementos de G (g_{ij}) se interpretan como el valor total de la producción que surge en el sector j por unidad de insumo primario en el sector i.

El supuesto básico del modelo es la estabilidad de los valores de la matriz B, es decir que si la producción del sector i se duplica, las ventas de dicho sector a los sectores que le compran (y las

ventas al propio sector) también se duplican. En lugar de coeficientes de insumo fijos se suponen entonces coeficientes de producción o asignación fijos. (Fabris, 2016, pág. 224)

La matriz G para el caso de la economía chilena en 2013 se muestra en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Matriz G (inversa del producto)

1,21430	0,03267	0,75608	0,01790	0,08111	0,07819	0,03963	0,00501	0,00757	0,01778	0,02635	0,00864
0,00846	1,07974	0,07454	0,00252	0,01273	0,00825	0,00554	0,00145	0,00137	0,00370	0,00321	0,00105
0,06762	0,04907	1,22461	0,02147	0,12752	0,08321	0,05983	0,00677	0,01160	0,02321	0,03452	0,01043
0,03512	0,25800	0,29281	1,45430	0,05452	0,10454	0,06502	0,01533	0,01714	0,03600	0,06085	0,05213
0,00395	0,00615	0,01542	0,00803	1,14510	0,03129	0,01651	0,00330	0,09032	0,01095	0,01938	0,01516
0,03192	0,04108	0,11381	0,01571	0,06176	1,09956	0,07436	0,01079	0,00770	0,03373	0,03855	0,00949
0,03779	0,06525	0,19366	0,02387	0,05265	0,17156	1,19505	0,02818	0,00861	0,05776	0,03270	0,01971
0,05279	0,04142	0,15699	0,03302	0,09643	0,15849	0,08885	1,12919	0,05966	0,06033	0,03704	0,00897
0,01242	0,02260	0,05964	0,00784	0,02353	0,14722	0,05759	0,01536	1,01803	0,05478	0,05011	0,00985
0,04562	0,16674	0,27531	0,04154	0,11646	0,21542	0,15365	0,06686	0,02599	1,16173	0,06912	0,03059
0,00156	0,00346	0,01104	0,00132	0,00323	0,00870	0,00975	0,00245	0,00083	0,00447	1,03641	0,00165
0,00369	0,00620	0,01746	0,00318	0,00341	0,01722	0,01321	0,00170	0,00077	0,00390	0,00525	1,00374

Ahora bien, habiendo definido las matrices B y G, estamos en condiciones de obtener los encadenamientos hacia adelante. Los encadenamientos absolutos directos hacia adelante se calculan multiplicando la matriz B por un vector columna de unos de dimensión 12x1, lo que permite obtener otro vector columna también 12x1 cuyos elementos son la suma de los elementos de cada fila de la matriz B. Igual metodología se sigue para los encadenamientos absolutos totales hacia adelante, pero con la matriz G. En el caso del cálculo de los encadenamientos normalizados se divide cada encadenamiento absoluto por el promedio de los encadenamientos. Los vectores de encadenamientos hacia adelante se muestran en el Cuadro 26.

Cuadro 29), no conservando necesariamente el posicionamiento dentro de cada grupo, como ocurría también con los encadenamientos hacia atrás.

Cuadro 27. Ordenamiento de sectores en función de los encadenamientos directos hacia adelante absolutos (fd) y normalizados (fdn)

N° sector	fd	N° sector	fdn
10	0,80521	10	1,98185
4	0,77639	4	1,91092
1	0,70138	1	1,72630
8	0,52830	8	1,30029
7	0,51282	7	1,26221
3	0,43322	3	1,06628
6	0,32477	6	0,79935
9	0,29086	9	0,71588
5	0,25468	5	0,62685
2	0,13821	2	0,34018
11	0,06139	11	0,15111
12	0,04826	12	0,11878

Cuadro 28. Ordenamiento de sectores en función de los encadenamientos totales hacia adelante absolutos (ft) y normalizados (ftn)

N° sector	ft	N° sector	ftn
4	2,44575	4	1,44009
10	2,36902	10	1,39491
1	2,28523	1	1,34557
8	1,92318	8	1,13239
7	1,88680	7	1,11097
3	1,71985	3	1,01267
6	1,53846	6	0,90586
9	1,47898	9	0,87084
5	1,36555	5	0,80406
2	1,20258	2	0,70809
11	1,08487	11	0,63879
12	1,07974	12	0,63576

Cuadro 29. Ordenamiento de los sectores en función de los encadenamientos hacia adelante normalizados directos (fdn) y totales (ftn)

N° sector	fdn	N° sector	ftn
10	1,98185	4	1,44009
4	1,91092	10	1,39491
1	1,72630	1	1,34557
8	1,30029	8	1,13239
7	1,26221	7	1,11097
3	1,06628	3	1,01267
6	0,79935	6	0,90586
9	0,71588	9	0,87084
5	0,62685	5	0,80406
2	0,34018	2	0,70809
11	0,15111	11	0,63879
12	0,11878	12	0,63576

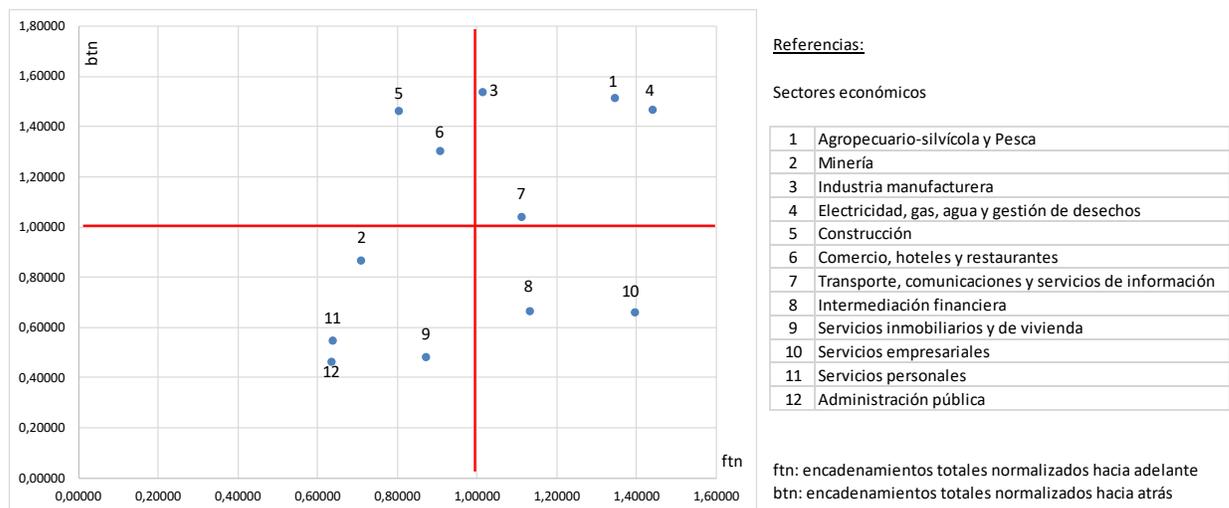
Estas conclusiones que se han sacado, respecto al ordenamiento de los sectores en función de sus encadenamientos (tanto “hacia atrás” como “hacia adelante”), serán de utilidad a continuación, cuando sólo nos concentremos, por practicidad en la exposición, en el análisis de los encadenamientos totales normalizados, ya que las deducciones que sacaremos a partir de ellos serán válidas aún para cualquier tipo de indicador de encadenamiento que se hubiese considerado.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

A partir del análisis de los indicadores calculados en las secciones anteriores, se puede realizar un ordenamiento y clasificación de los sectores productivos de Chile para el año 2013.

En primer lugar, consideremos el Gráfico 1. En él se representan los valores de los encadenamientos totales normalizados hacia adelante y hacia atrás para los doce sectores de la economía chilena en 2013. En el eje de abscisas se miden los valores de los encadenamientos hacia adelante y en el de ordenadas los de los encadenamientos hacia atrás. De este modo, las coordenadas de cada punto graficado representan los valores de esos encadenamientos para cada sector, identificado por su correspondiente número de referencia. Se han destacado con rojo las líneas que indican valores iguales a 1 para los encadenamientos, para visualizar mejor aquellos puntos que están por debajo o encima de esos valores.

Gráfico 1. Encadenamientos totales normalizados hacia adelante y hacia atrás para cada sector.



A partir del Gráfico 1 se construye el Cuadro 30, en el cual se encuentran clasificados los sectores según su indicador de encadenamiento productivo. En dicha clasificación se ha tenido en cuenta las denominaciones empleadas por Fabris (2016) y Beyrne (2015). Se ha dividido el Cuadro 30 en cuatro cuadrantes, según tengan los sectores encadenamientos hacia atrás o hacia adelante mayores o menores que la unidad, es decir mayores o menores al promedio de los encadenamientos de los doce sectores.

En este orden de ideas, se llama sectores dependientes a aquellos que presentan altos encadenamientos hacia atrás y hacia adelante. Dependen considerablemente de la oferta intersectorial al necesitar de los insumos que les proveen otros sectores, y dependen de la demanda intersectorial ya que gran parte de su actividad se ve estimulada por el requerimiento que hacen de su producción otros sectores, que utilizan estos bienes como insumos en sus propios procesos productivos.

En el año 2013, los sectores de la economía de Chile que presentaron altos encadenamientos hacia atrás y hacia adelante fueron el Agropecuario-silvícola y pesca, la Industria manufacturera, el sector de Electricidad, gas, agua y gestión de desechos, y el de Transporte, comunicaciones y servicios de información. A estos sectores “dependientes” Beyrne los denomina “sectores clave”, “porque intervienen en gran parte de los flujos intersectoriales. Hacia estos sectores deberían focalizarse las políticas públicas si lo que se quiere es generar impactos relevantes en el conjunto de la economía” (Beyrne, 2015, pág. 8).

Por otro lado, se encuentran aquellos sectores que, aunque presentan altos encadenamientos hacia atrás, tienen bajos encadenamientos hacia adelante. Por la primera característica se los considera, junto a los sectores mencionados en el párrafo anterior, “sectores impulsores” en el sentido de que al requerir en gran medida de insumos de otros sectores motorizan la actividad de esos eslabones precedentes del entramado productivo. Los sectores dependientes de la oferta intersectorial para el caso de Chile son la Construcción y el sector Comercio, hoteles y restaurantes.

Otro grupo de sectores que aparecen en el Cuadro 30 son los llamados independientes, los cuales presentan bajos valores de ambos indicadores, es decir que tienen una baja participación tanto en la demanda como en la oferta de insumos intermedios al resto de los sectores económicos, destinándose su producción principalmente a satisfacer la demanda final, no la intermedia. En este grupo se encuentra la Minería, los Servicios inmobiliarios y de vivienda, los Servicios personales y el sector de Administración Pública.

En el Cuadro 30, por último, se observan los sectores que, si bien poseen bajos encadenamientos hacia atrás, tienen altos encadenamientos hacia adelante. Comparten así con los sectores dependientes la cualidad de ser “estratégicos”, en el sentido de ser importantes para el desarrollo de otros sectores de la economía que demandan sus productos para utilizarlos como insumos intermedios. Para el caso analizado de Chile, estos sectores, dependientes de la demanda intersectorial, son la Intermediación financiera y los Servicios Empresariales.

Cuadro 30. Clasificación de sectores según encadenamientos productivos

		Encadenamientos hacia adelante	
		Bajo (<1)	Alto (>1) "Sectores estratégicos" (Beyrne)
Encadenamientos hacia atrás	Alto (>1) "Sectores impulsores" (Beyrne)	Dependientes de la oferta intersectorial (Fabris)	Sectores dependientes (Fabris) Sectores clave (Beyrne)
		- Construcción - Comercio, hoteles y restaurantes	- Agropecuario-silvícola y Pesca - Industria manufacturera - Electricidad, gas, agua, y gestión de desechos - Transporte, comunicaciones y servicios de información
	Bajo (<1)	Sectores independientes (Fabris y Beyrne)	Dependientes de la demanda intersectorial (Fabris)
		- Minería - Servicios inmobiliarios y de vivienda - Servicios personales - Administración pública	- Intermediación financiera - Servicios empresariales

Otra interesante conclusión se infiere al analizar los resultados de los multiplicadores simples de la producción. Estos indicadores ordenados y los correspondientes sectores se muestran en el Cuadro 31. Allí se observa que los primeros seis puestos de ese ordenamiento lo ocupan los seis sectores que tienen altos encadenamientos hacia atrás (ver también Cuadro 30). Es decir que los llamados “sectores impulsores” son precisamente los que generan un mayor efecto en la producción total de la economía cuando incrementan su propia producción ante un aumento en la demanda final de su producto. Esto se debe, como se dijo, a que estimulan significativamente a los sectores precedentes en los eslabones productivos, al demandar en gran cantidad insumos intermedios que éstos producen.

Cuadro 31. Multiplicadores simples de la producción (msp)

N° sector	Sector	msp	N° orden
1	Agropecuario-silvícola y Pesca	1,89008	1
3	Industria manufacturera	1,88416	2
4	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	1,87218	3
5	Construcción	1,86147	4
6	Comercio, hoteles y restaurantes	1,75031	5
7	Transporte, comunicaciones y servicios de información	1,64466	6
2	Minería	1,56559	7
10	Servicios empresariales	1,44104	8
8	Intermediación financiera	1,43470	9
11	Servicios personales	1,39546	10
9	Servicios inmobiliarios y de vivienda	1,37144	11
12	Administración pública	1,35619	12

Consideremos a continuación los valores de los multiplicadores totales de producción (mtp), que se muestran en el Cuadro 32. Es útil analizarlos a la par de los multiplicadores totales de empleo (mte), expuestos en el Cuadro 33. Observemos que los tres primeros sectores en el ordenamiento de los mtp se corresponden con los tres primeros de los mte, que son el sector de Servicios personales, la Administración pública y la Construcción. Esta coincidencia adquiere sentido si tenemos en cuenta que los multiplicadores totales de la producción se han calculado incorporando al sector laboral como una industria más en el modelo, con lo cual se suman los efectos “inducidos” en la demanda de las familias y la producción que provoca el incremento en el empleo de mano de obra. De ahí que aquellos sectores que estimulan un mayor crecimiento del empleo son los que terminan generando un mayor incremento en la producción, en el marco del modelo cerrado.

Cuadro 32. Multiplicadores totales de la producción (mtp)

N° sector	Sector	mtp	N° orden
11	Servicios personales	3,93789	1
12	Administración pública	3,76988	2
5	Construcción	3,45151	3
6	Comercio, hoteles y restaurantes	3,31199	4
1	Agropecuario-silvícola y Pesca	3,04787	5
10	Servicios empresariales	3,00396	6
3	Industria manufacturera	2,88035	7
8	Intermediación financiera	2,84362	8
7	Transporte, comunicaciones y servicios de información	2,75241	9
4	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	2,57673	10
2	Minería	2,30851	11
9	Servicios inmobiliarios y de vivienda	1,80449	12

Cuadro 33. Multiplicadores totales de empleo (mte)

N° sector	Sector	mte	N° orden
11	Servicios personales	0,96553	1
12	Administración pública	0,91664	2
5	Construcción	0,60384	3
10	Servicios empresariales	0,59354	4
6	Comercio, hoteles y restaurantes	0,59307	5
8	Intermediación financiera	0,53506	6
1	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,43969	7
7	Transporte, comunicaciones y servicios de información	0,42069	8
3	Industria manufacturera	0,37832	9
2	Minería	0,28213	10
4	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	0,26756	11
9	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,16446	12

Finalmente, un último análisis que cabe hacer es la comparación de los distintos multiplicadores de empleo. En el Cuadro 34 se exponen los valores de estos indicadores y la ubicación que ocupa cada sector en el ordenamiento de los mismos. Una de las observaciones que surge es que el cociente entre el multiplicador total de empleo (mte) y el multiplicador simple de empleo (mse) es el mismo para todos los sectores e idéntico al cociente entre el multiplicador de empleo tipo II (me_II) y el multiplicador de empleo tipo I (me_I). Este cociente es igual a 1,51081, es decir $1 + 0,51081$. Recordemos que 0,51081 es el multiplicador total de empleo del sector laboral (ver Cuadro 14, celda sombreada), con lo cual se infiere que la variación porcentual del multiplicador de empleo de cada sector al pasar del modelo

abierto al modelo cerrado es precisamente el multiplicador de empleo del sector laboral, que es el sector que se incorpora en el modelo cerrado. Además, es de destacar que los sectores que mayor multiplicador absoluto de empleo tienen (Servicios personales y Administración Pública), evidencian los menores multiplicadores normalizados. Mientras que los que están en las más bajas posiciones en los multiplicadores absolutos (Servicios inmobiliarios y de vivienda y Electricidad, gas, agua y gestión de desechos), pasan a ocupar los primeros lugares en los multiplicadores normalizados.

Cuadro 34. Comparación de multiplicadores de empleo

N° sector	Sector	mse	n° orden	mte	n° orden	me_I	n° orden	me_II	n° orden
1	Agropecuario-silvícola y Pesca	0,29103	7	0,43969	7	1,99105	5	3,00810	5
2	Minería	0,18674	10	0,28213	10	2,06718	4	3,12311	4
3	Industria manufacturera	0,25041	9	0,37832	9	2,41243	3	3,64471	3
4	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	0,17710	11	0,26756	11	2,74896	2	4,15315	2
5	Construcción	0,39968	3	0,60384	3	1,65843	7	2,50557	7
6	Comercio, hoteles y restaurantes	0,39255	5	0,59307	5	1,56558	8	2,36529	8
7	Transporte, comunicaciones y servicios de información	0,27845	8	0,42069	8	1,80322	6	2,72432	6
8	Intermediación financiera	0,35416	6	0,53506	6	1,39045	9	2,10070	9
9	Servicios inmobiliarios y de vivienda	0,10885	12	0,16446	12	3,63324	1	5,48912	1
10	Servicios empresariales	0,39287	4	0,59354	4	1,31516	10	1,98695	10
11	Servicios personales	0,63908	1	0,96553	1	1,15374	11	1,74308	11
12	Administración pública	0,60672	2	0,91664	2	1,12238	12	1,69570	12

Para terminar, cabe plantearse que sería interesante realizar para futuras investigaciones un análisis pormenorizado del desempeño de estos indicadores hacia adentro de cada sector, con el fin de determinar qué actividades en particular son las que encabezan estos multiplicadores y encadenamientos en la economía de Chile.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Banco Central de Chile. (diciembre 2011). *Cuentas Nacionales de Chile. Compilación de Referencia 2008*. Recuperado el 1 de agosto de 2019, de <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/CCNN/cdr/InformesAnteriores.html>
- Banco Central de Chile. (diciembre 2016). *Cuentas Nacionales de Chile. Compilación de Referencia 2013*. Recuperado el 1 de agosto de 2019, de <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/CCNN/cdr/InformesAnteriores.html>
- Banco Central de Chile. *Cuentas Nacionales de Chile 2008-2013*. Recuperado el 1 de agosto de 2019, de <https://www.bcentral.cl/web/guest/-/cuentas-nacionales-de-chile-2008-20-7>
- Banco Central de Chile. *Tablas insumo producto 12 actividades*. Estadísticas en Excel. Compilación de Referencias. Recuperado el 7 de julio de 2019, de <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Excel/CCNN/cdr/excel.html>
- Banco Central de Chile. *Tablas insumo producto 111 actividades*. Estadísticas en Excel. Compilación de Referencias. Recuperado el 7 de julio de 2019, de <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Excel/CCNN/cdr/excel.html>
- Banco Mundial, Comisión Europea, FMI, OCDE, ONU. (2016). *Sistema de Cuentas Nacionales 2008*. Nueva York. Recuperado el 8 de agosto de 2019, de <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008Spanish.pdf>
- Beyrne, Guillermo. (2015). *Análisis de encadenamientos productivos y multiplicadores a partir de la construcción de la matriz de insumo-producto Argentina 2004*. Documento de Trabajo N°13. Buenos Aires: Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo, Ministerio de Economía.
- Chiang, Alpha y Wainwright, Kevin (2006). *Métodos fundamentales de economía matemática*. Cuarta Edición. México DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (octubre de 2013). *Los cuadros de oferta y utilización, las matrices de insumo-producto y las matrices de empleo*. Cuaderno estadístico N°41. Santiago de Chile: CEPAL.
- Economipedia. *Modelo económico*. Recuperado el 3 de noviembre de 2019, de <https://economipedia.com/definiciones/modelo-economico.html>
- Fabris, Julio E. (2016). *Multiplicadores y encadenamientos de la economía argentina. Un análisis a partir de la matriz de insumo producto*. Revista de Investigación en Modelos Matemáticos Aplicados a la Gestión y la Economía, Año 3, N° 3, 201-233. Buenos Aires: Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión (FCE – UBA).
- Haro García, Rodolfo de Jesús. (2008). *Metodologías para la estimación matemática de la matriz de insumo-producto simétrica*. México D.F.: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2016). *Cuentas nacionales: metodología de estimación: base 2004 y serie a precios constantes y corrientes*; Metodología INDEC N° 21, 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: INDEC.

- Leontief, W. (1983). *Análisis económico input-output*. España: Editorial Orbis.
- Pino Arriagada, Osvaldo. (2004). *Análisis de encadenamientos productivos para la economía regional, base 1996*. Theoria, Vol. 13: 71-82. Concepción (Chile): Universidad del Bío-Bío.
- Propatto, Juan Carlos Aldo. (2007). *El sistema de cuentas nacionales: guía de ejercicios prácticos*. 1a ed. Buenos Aires: Ed. Macchi.
- Schuschny, A. (2005). *Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Sosa Amigo, Sergio Alejandro. (2007). *Análisis Estructural Input-Output: Antiguos Problemas y Nuevas Soluciones*. (Tesis de doctorado, Universidad de Oviedo, España). Recuperado el 1 de agosto de 2019, de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/11106/UOV0021SASA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tarancón Morán, Miguel Ángel. (marzo de 2003). *Técnicas de Análisis Económico Input-Output*. Toledo, España: Editorial Club Universitario.

ANEXO

Matriz de insumo-producto

Doméstica a precio básico, actividad por actividad
Supuesto: estructura de ventas fija por producto
(miles de millones de pesos de 2013)

Actividad													Total	Consumo de hogares	Consumo de IPSFL	Consumo de gobierno	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Exportaciones	Producción precio básico
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
1	1.657	3	5.921	28	7	229	4	3	1	21	36	17	7.928	1.244	0	47	236	204	1.645	11.904
2	87	1.863	1.410	17	98	50	27	18	4	43	17	5	3.640	15	0	1	544	166	21.972	26.338
3	2.094	1.368	6.500	479	4.084	2.369	1.644	115	23	563	1.013	243	20.495	12.354	0	51	1.945	421	12.042	47.308
4	80	1.462	1.320	2.954	91	423	226	59	73	140	297	312	7.437	2.013	0	52	55	1	22	9.579
5	23	16	48	84	2.599	250	138	19	1.633	77	239	250	5.375	11	0	0	15.714	0	3	21.103
6	554	722	1.772	218	1.126	2.134	1.527	172	46	674	850	164	9.957	16.019	0	308	2.343	0	2.031	30.659
7	412	905	2.690	257	402	3.041	3.851	462	44	950	402	336	13.754	8.352	0	9	1.202	0	3.504	26.821
8	321	149	723	174	594	1.099	532	1.219	497	406	195	23	5.930	4.917	0	100	27	0	250	11.225
9	37	78	238	22	64	1.457	415	112	180	510	485	78	3.675	8.831	0	0	87	0	41	12.634
10	325	2.408	3.086	394	1.182	2.883	1.952	1.012	234	2.671	886	425	17.458	1.116	0	26	2.518	0	564	21.681
11	8	33	124	10	21	110	142	35	8	64	730	25	1.310	9.618	1.084	8.060	81	0	1.184	21.337
12	15	31	84	15	3	113	83	8	3	20	33	28	436	309	0	8.221	25	0	36	9.026
Total	5.611	9.037	23.915	4.652	10.271	14.158	10.542	3.235	2.746	6.139	5.183	1.908	97.396	64.798	1.084	16.875	24.778	791	43.294	249.017
Importaciones precios cif	969	2.139	9.680	1.345	1.768	1.387	4.687	753	41	542	451	577	24.339							
Impuestos sobre productos	34	2	31	6	44	31	667	337	42	267	673	353	2.488							
Derechos de importación	27	16	51	31	24	16	117	2	0	6	8	2	302							
Valor agregado	4.663	15.144	13.631	3.544	8.995	15.068	10.809	6.898	9.805	14.728	15.022	6.188	124.492							
Remuneraciones de asalariados	1.652	2.379	4.911	617	5.086	7.687	4.142	2.859	379	6.477	11.819	4.879	52.887							
Excedente bruto de explotación	2.887	12.727	8.465	2.887	3.762	7.129	7.029	3.926	8.897	8.186	3.026	1.296	70.218							
Impuestos netos sobre la producción	123	37	255	40	148	251	-362	113	530	65	176	13	1.388							
Producción precios básicos	11.304	26.338	47.308	9.579	21.103	30.659	26.821	11.225	12.634	21.681	21.337	9.026	249.017							

Fuente: Banco Central de Chile.

DECLARACIÓN JURADA RESOLUCIÓN 212/99 CD

El autor de este trabajo declara que fue elaborado sin utilizar ningún otro material que no haya dado a conocer en las referencias que nunca fue presentado para su evaluación en carreras universitarias y que no transgrede o afecta los derechos de terceros.

Mendoza, 18 de diciembre de 2019



Adrián Pascual Ricardo Velázquez

Firma y aclaración

23.368

Número de registro