

---

## medio ambiente y desarrollo

# **I**mpactos económicos y sociales de *shocks* energéticos en Chile: un análisis de equilibrio general

Raúl O’Ryan  
Carlos de Miguel  
Mauricio Pereira  
Camilo Lagos

Santiago de Chile, mayo de 2008



Este documento fue preparado por Raúl O’Ryan, Mauricio Pereira y Camilo Lagos, de la Universidad de Chile, y por Carlos de Miguel, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en respuesta a una solicitud de asistencia técnica del Banco Central de Chile y con su apoyo financiero. Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de Carmen Gloria Escobar, Manuel Marfán, Juan Pablo Medina, Klaus Schmidt-Hebbel, Claudio Soto y Rodrigo Valdés del Banco Central de Chile y de David Holland de la Universidad del Estado de Washington

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN versión impresa 1564-4189      ISSN versión electrónica 1680-8886

ISBN: 978-92-1-323201-9

LC/L.2901-P

N° de venta: S.08.II.G.37

Copyright © Naciones Unidas, mayo de 2008. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen</b> .....	5
<b>I. Introducción</b> .....	7
<b>II. La economía chilena y el sector energético</b> .....	9
2.1 Contexto socio-económico .....	9
2.2 Contexto energético.....	10
<b>III. Modelos de equilibrio general y características de la modelación</b> .....	13
3.1 Aplicaciones en Chile y a temas energéticos .....	13
3.2 El modelo ECOGEM-Chile.....	15
3.2.1 Aspecto generales.....	15
3.2.2 Reglas de cierre y condiciones de equilibrio.....	16
3.3 Importancia de los sectores energéticos en la SAM 2003....	17
<b>IV. Impactos socioeconómicos de <i>shocks</i> energéticos en base a análisis de equilibrio general</b> .....	19
4.1 Escenario central: impactos de <i>shocks</i> de precios del crudo, combustibles y gas natural .....	20
4.1.1 Impactos macroeconómicos .....	20
4.1.2 Impactos sectoriales .....	23
4.1.3 Impactos distributivos .....	27
4.2 Escenarios con opciones de políticas públicas alternativas.....	28
4.2.1 Impactos macroeconómicos .....	29
4.2.2 Impactos sectoriales .....	30
4.2.3 Impactos distributivos .....	31

4.3. Análisis de sensibilidad .....	32
4.3.1 Sustitución de insumos energéticos .....	32
4.3.2 Incorporación de desempleo .....	34
4.3.3 Escenario de mediano plazo .....	37
<b>V. Conclusiones: implicancias económicas y sociales de shocks energéticos .....</b>	<b>41</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>43</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>46</b>
Anexo 1: Sobrestimación del impuesto específico .....	47
Anexo 2: Importaciones en escenario central .....	49
Anexo 3: Precios relativos en el escenario central .....	50
<b>Serie Medio ambiente y desarrollo: números publicados .....</b>	<b>53</b>

## Resumen

---

El escenario de alzas en el precio del petróleo y de sus derivados genera diversos efectos que se transmiten a toda la economía chilena. Lo anterior junto con la restricción a la importación de gas natural desde Argentina plantea interrogantes sobre la magnitud de los efectos agregados, sectoriales y distributivos de estos cambios energéticos. Este trabajo analiza desde un punto de vista de equilibrio general computable estático los efectos directos e indirectos de estos *shocks* internacionales, permitiendo un análisis detallado de los potenciales impactos. El incremento de los precios internacionales del petróleo y de los combustibles genera un impacto levemente negativo sobre el PIB, lo que se explica por el efecto recesivo sobre el consumo. Los sectores más negativamente afectados son el de combustibles, sectores eslabonados a éste como el transporte y la electricidad y aquellos orientados a la provisión de bienes y servicios para el consumo final. En términos de patrón productivo este escenario externo reforzaría las ventajas comparativas tradicionales de Chile guiando su producción hacia los sectores primarios y de recursos naturales. Dentro de los sectores energéticos, el del carbón aparece como beneficiado, ganando participación en la matriz energética. Los impactos sobre el ingreso de los más pobres y su distribución son claramente negativos: contractivos y regresivos. Cuando se incorpora además la restricción a la provisión de gas natural al escenario de aumento del precio de los hidrocarburos, se magnifican los resultados anteriores.



## I. Introducción

---

El escenario de alzas en el precio del petróleo y por consiguiente de sus derivados genera diversos efectos que se transmiten a toda la economía chilena. Lo anterior junto con la restricción a la importación de gas natural desde Argentina plantea interrogantes sobre la magnitud de los efectos agregados, sectoriales y distributivos de estos significativos cambios en el sector energético.

Precisamente por lo amplio de los efectos, en el presente estudio se cuantifican éstos utilizando un enfoque de equilibrio general. En particular se analizan los efectos directos e indirectos que generan en la economía chilena *shocks* en el sector energético internacional. Para ello se utiliza un modelo de equilibrio general estático que, utilizando una matriz de contabilidad social desagregada para tal efecto, permite un análisis detallado del sector energético y sus interrelaciones con el resto de la economía.

Los objetivos específicos de este estudio son:

Construir una matriz de contabilidad social (SAM por sus siglas en inglés) para el año 2003 aprovechando la reciente publicación de la matriz insumo producto del mismo año.

Adaptar el modelo ECOGEM-Chile para incorporar en mayor detalle las condiciones actuales de la economía chilena, en particular el desarrollo del sector Gas Natural.

Incorporar la SAM 2003 al nuevo modelo de equilibrio general y realizar las calibraciones para estos nuevos datos.

Simular el impacto de *shocks* en el precio del petróleo y disponibilidad de gas a nivel agregado, sectorial y de los hogares.

Para abordar lo anterior, en el capítulo II se analiza el contexto económico nacional y el contexto energético de los últimos años. En particular se examina la evolución de las importaciones de energéticos y la importancia relativa del sector Gas Natural que aumentó de manera significativa desde el año 1996, año de la anterior matriz insumo producto.

En el capítulo III se analiza brevemente el estado del arte de la aplicación de modelos de EGC en Chile y se analizan los principales modelos con aplicaciones energéticas. Además, se describen en detalle las modificaciones hechas al modelo ECOGEM-Chile para responder las preguntas del estudio, en particular la separación de los sectores de petróleo y gas, y se analizan las principales características de los sectores energéticos en el año 2003. Respecto de estos últimos se incorporan posibilidades de perfecta o imperfecta movilidad de capitales y diversas elasticidades para la sustitución entre insumos energéticos.

En el capítulo IV se realizan simulaciones que permiten examinar el impacto de corto plazo de variaciones en el precio internacional del petróleo, de sus derivados y del gas. Estas simulaciones consideran escenarios con y sin desempleo, además se incorpora una mayor movilidad de capital, se analizan diversas posibilidades de sustitución de insumos energéticos y se incorporan varias alternativas de cierre al modelo. Los resultados consideran los efectos sobre las principales variables macroeconómicas como el PIB y el mercado del trabajo; los efectos sectoriales y el impacto sobre los diversos quintiles de ingreso.

Finalmente en el capítulo V se detallan las conclusiones del estudio y se dan recomendaciones de trabajo y a futuro.

## II. La economía chilena y el sector energético

---

### 2.1 Contexto socio-económico

El desempeño de la economía chilena en los últimos diez años ha sido positivo, creciendo en promedio 4% al año, mostrando claros signos de recuperación del período de desaceleración económica que experimentó entre los años 1998 y 2003.<sup>1</sup> Sin embargo, a pesar de que se proyectaron tasas de crecimiento en torno al 5,5% para el resto de la década,<sup>2</sup> el crecimiento del producto para el 2006 alcanzó sólo un 4,0%, y si bien las proyecciones para el 2007 se sitúan en un rango de entre 5% y 6%, se refleja aún un cierto grado de incertidumbre respecto del crecimiento futuro<sup>3</sup> básicamente un mayor pesimismo respecto de este crecimiento.

El reciente mejoramiento de los términos de intercambio, por la vía del fuerte incremento del precio internacional del cobre, el cuál acumuló un crecimiento del 82% entre los precios promedio del 2005 y los del 2006, ha permitido un incremento notorio en los ingresos

---

<sup>1</sup> En este período la economía mostró un crecimiento promedio anual de tan solo 2,6%, muy por debajo del 8% de crecimiento promedio que alcanzó entre 1989 y 1998. Incluso la desaceleración económica alcanzó una tasa de crecimiento negativa de -0,8% en 1999 (Banco Central, 2006).

<sup>2</sup> Eyzaguirre, 2005.

<sup>3</sup> Las cifras de crecimiento desde el 2003 en adelante están ajustadas al nuevo año base 2003. (Banco Central, 2007).

fiscales, alcanzando el 2006 un superávit fiscal de USD 11.200 millones lo que equivale a un del 7,9% del PIB.

Lo anterior, viene a fortalecer una política fiscal “robusta” (OECD, 2005). En particular destaca que a partir del año 2000, la política fiscal en Chile comenzó a ser guiada en base al indicador de Balance Estructural del Gobierno Central, con un objetivo de superávit de 1% del PIB (anunciándose una baja a 0,5% a partir del 2008). Esto ha permitido evitar la prociclicidad de las finanzas públicas, dando estabilidad al gasto público, lo que se espera se mantendrá a futuro.

Desde los inicios de los noventa, el Banco Central ha apostado a cumplir con metas anuales de inflación. Como resultado de esta política, la inflación disminuyó de un 27% en 1990 a 1,1% en el 2003 y actualmente se mantiene cercano al 3%.<sup>4</sup> La inversión bruta interna ha aumentado ostensiblemente en el período, alcanzando un promedio de 26,2% del PIB entre los años 1990-2003, un incremento muy significativo comparado al promedio del 16% de los años ochenta, sin embargo en los últimos años (2003-2006) su participación en el PIB bajó a 19,8% en promedio.

El buen desempeño macroeconómico también se ha traducido en un aumento promedio anual de los salarios reales durante los años 90 de 3,2%, crecimiento inferior al de la productividad. El desempleo cayó de un promedio del 18% en la década de los años ochenta a un 6% en la de los noventa, creándose en esa década aproximadamente 1.400.000 empleos. Sin embargo, desde 1999 y hasta el 2004, el desempleo se ha mantenido cerca del 10% y, a pesar de esfuerzos del gobierno y un crecimiento sostenido, ha sido difícil reducirlo. Recién durante el año 2005 se observa alguna reducción, alcanzándose valores en torno al 8%.<sup>5</sup>

## 2.2 Contexto energético

El contexto económico analizado anteriormente se ha traducido en una fuerte expansión de la demanda de energía primaria. Entre 1996 y el 2005, el consumo de energía primaria creció a una tasa promedio anual de 4,7%, lo que supera el promedio de crecimiento económico para el mismo período. En términos de fuentes energéticas primarias, el consumo de petróleo crudo creció en un 2,9%, el de gas natural en un 17,6%, el resto de las fuentes energéticas crecieron en un 1,4% (CNE, 2007a).

En términos del consumo final por sectores, el siguiente cuadro presenta los usos de energía secundaria en Chile durante el 2005. Se observa que los derivados del petróleo representan sobre el 50% del consumo final, y el de electricidad bordea el 20% del mismo con un incremento promedio de un 6,7% anual. El gas natural, introducido en Chile a partir del año 1997, representa un 6,4% del consumo final, y ha alcanzado como promedio un 22% de crecimiento anual.

---

<sup>4</sup> No obstante, durante el segundo semestre del 2007 las expectativas de la inflación anual promedio para el año 2008 se han corregido en torno al 5,5%, entre las causas se ha argumentado el alza que han experimentado los combustibles y las alzas en los precios de los alimentos perecibles y no perecibles.

<sup>5</sup> La descomposición de la tasa de desempleo permite apreciar que el desempleo de personas con estudios universitarios es considerablemente mayor a los promedios nacionales, alcanzando el 12,5% el 2003. El desempleo en personas con baja calificación (estudios primarios) era de un 6% y entre los semi-calificados (estudios secundarios) un 10% (MIDEPLAN, 2005).

**CUADRO 1**  
**CONSUMO FINAL DE ENERGÉTICOS SECUNDARIOS, 2005**  
*(En porcentajes)*

	Derivados del Petróleo <sup>a</sup>	Electricidad	Carbón	Gas Natural	Leña	Otros	Consumo Final <sup>b</sup>
Participación en el Consumo Final	52,0	18,9	2,0	6,4	18,4	2,3	100
Tasa de Crecimiento Anual (1996-2005)	2,0	6,7	-2,0	22,8	2,0	-1,6	3,2

Fuente: CNE, 2007a:

<sup>a</sup> Derivados del Petróleo incluye: Petróleo diesel, Petróleos Combustibles, Gasolinas, GLP, Kerosenes, Nafta, Gas de Refinería.

<sup>b</sup> Consumo Final corresponde al consumo en Sector Transporte; Industrias y Minas y Comercial, Público y Residencial.

La economía chilena es dependiente de la provisión importada de insumos energéticos. Esta dependencia energética se expresa en que el 2005, el país importaba el 98% de las necesidades de petróleo, un 75% del gas natural y un 92% de consumo de carbón (CNE, 2007a). Esta dependencia en términos de provisión de energéticos primarios hace a la economía vulnerable a los vaivenes de precios y oferta externa. A lo anterior se suma problemas de abastecimiento en el caso de los hidrocarburos, vinculados por un lado a la disponibilidad de recursos y por otro, a problemas coyunturales.<sup>6</sup>

En particular, el 100% de las importaciones de gas natural provienen de Argentina. En los últimos años, estas importaciones han tenido abruptos cortes y restricciones en virtud de los problemas de abastecimiento interno en Argentina. En el 2005, estas restricciones alcanzaron en momentos un 50% respecto a los requerimientos normales, en el 2006 estas restricciones alcanzaron el 60%, y en lo transcurrido del 2007 se ha alcanzado en varias oportunidades un corte del 100% de las importaciones comprometidas (CNE, 2007b). Si bien estas restricciones han afectado tangencialmente el consumo domiciliario, los más afectados han sido el sector industrial y en particular, el de generación de energía.

Como una manera de diversificar las fuentes de abastecimiento de gas natural, a la fecha se han anunciado dos proyectos de Gas Natural Licuado (GNL), los que tienen por finalidad la construcción de la infraestructura básica para la importación de GNL a través de transporte marítimo y su distribución en Chile como gas natural gaseoso. El primer proyecto, a desarrollarse en Quintero, fue anunciado a mediados del 2004 y en mayo del 2006 fue puesta la “primera piedra” de la planta. Se espera que esté operativa para el 2009.<sup>7</sup> Un segundo proyecto será construido en Mejillones y está orientado a suministrar energía al norte de Chile. Se espera que la primera etapa de construcción de esta planta este operativa a fines del 2009.<sup>8</sup>

En términos de precios, se esperaba a inicios del proyecto, que éstos bordearán los 4,5 US\$/MBtu. Sin embargo, la evolución del precio internacional de GNL sigue la evolución de precios del gas en USA (Henry-Hub), el que alcanzó como promedio los 6,7 US\$/MBtu en el 2006 y 8,8 US\$/MBtu. Estos precios son muy superiores a los precios del gas importado desde Argentina, los que promediaron el 2006 los 2,8 US\$/MBtu (CNE, 2007b).

<sup>6</sup> Un completo análisis de los problemas de dependencia energética y sustentabilidad de la misma puede verse en Pedro Maldonado, 2006.

<sup>7</sup> Detalles del proyecto en la web de ENAP ([www.enap.cl](http://www.enap.cl)).

<sup>8</sup> Detalles del proyecto en la web de CODELCO ([www.codelco.cl](http://www.codelco.cl)).

Por otro lado, el precio del petróleo ha experimentado un sostenido aumento desde el 2003. El precio promedio anual Brent (dólares nominales por barril de crudo), se incrementó entre el 2003 y 2004 en un 32%, entre el 2004 y 2005 este incremento fue de 42% y entre el 2005 y 2006 el aumento fue de un 20%. Lo anterior significa que entre el 2003 y 2006, el precio promedio anual del crudo se incrementó en un 125%, llegando a los 62 US\$ por barril en Diciembre del 2006.<sup>9</sup> Estos incrementos de precios del petróleo tienen un impacto directo sobre la economía. A modo de ejemplo, el precio de paridad de la gasolina automotriz se ha incrementado en un 94% entre el 2003 y el 2006.

Chile importó el año 2005 casi el 98% del petróleo consumido. Por ello, las alzas de precios tienen un fuerte impacto en los precios internos de la economía, incrementando los costos en casi todos los sectores de la actividad económica, afectando en particular, actividades sensibles para la población como son los costos del transporte y la energía, entre otros.

Las proyecciones internacionales de altos precios del petróleo, al menos para el 2008, y la inestabilidad en la provisión energética desde Argentina, hacen necesario estimar los potenciales impactos económicos que escenarios, conjuntos e independientes, de alzas de precios del petróleo y restricciones en la importación de gas natural podrían producir a nivel sectorial y macroeconómico en la economía chilena.

---

<sup>9</sup> Las últimas cifras disponibles, para junio del 2007, muestran que el precio ha superado los 72 dólares por barril.

### III. Modelos de equilibrio general y características de la modelación<sup>10</sup>

---

En la actualidad se observa un renovado interés en el uso de modelos de equilibrio general computable para el análisis económico, en particular, aplicaciones a los temas de comercio. La literatura que utiliza este tipo de modelos para la evaluación de los impactos de políticas públicas o diferentes *shocks* externos sobre variables socio-económicas y ambientales es abundante.

#### 3.1 Aplicaciones en Chile y a temas energéticos<sup>11</sup>

En el caso de Chile, la mayor parte de las aplicaciones corresponden a temas comerciales: Harrison, Rutherford y Tarr (1997, 2003), Beghin *et al.* (1996, 2002), Bussolo, Mizala y Romaguera (1998), Hilaire y Yang (2003), Schuschny, Durán y de Miguel (2007a, 2007b), Holland *et al.* (2005), entre otros. A través del modelo ECOGEM-Chile, O’Ryan, de Miguel y Millar (2006), evalúan

---

<sup>10</sup> Para profundizar en los detalles metodológicos del modelo ECOGEM-Chile, utilizado en los ejercicios de simulación realizados para este estudio, se complementó con el documento técnico “Modelo ECOGEM-Chile y Matriz de Contabilidad Social (SAM)” realizado por los autores para el Banco Central de Chile, en diciembre de 2007.

<sup>11</sup> Para ver una descripción más detallada de sobre los modelos existentes para Chile en su conjunto y sus aplicaciones energéticas, ver el documento técnico al que se hizo referencia en la nota anterior.

distintos escenarios comerciales para Chile: reducción arancelaria unilateral, acuerdos de libre comercio de Chile con los EEUU y la Unión Europea y el efecto combinado de estos acuerdos con una subida del IVA o de la IED.

Fuera del ámbito comercial, las aplicaciones realizadas en Chile son menores. Ruiz y Yarur (1990), analizan mediante un modelo dinámico recursivo los efectos en la economía de un cambio en la política tributaria. Dessus *et al.* (1999) cuantifican los efectos socioeconómicos de implementar distintos impuestos a las emisiones de CO<sub>2</sub>. O’Ryan, de Miguel y Miller (2003), con el modelo ECOGEM-Chile, analizan los impactos de aplicar distintos instrumentos fiscales para reducir las emisiones de contaminantes y en O’Ryan, de Miguel, Miller y Munasinghe (2005) se evalúan las interrelaciones en entre políticas ambientales y sociales.<sup>12</sup>

El uso de modelos de equilibrio general para examinar temas energéticos no es tan abundante en el mundo como en el campo comercial, fiscal o social. Además en muchos casos, la modelación de los temas energéticos es un instrumento para evaluar políticas ambientales para reducir la contaminación y, en particular, evitar el cambio climático, más que un fin en si mismo (Pigott *et al.* 1992, Goulder 1993, Rose *et al.* 1995, Rutherford *et al.* (1997), Vennemo (1997), Galinis *et al.* (2000), entre otros). Es por ello que los modelos con desarrollos “ambientales” suelen ser los más adecuados para enfrentar la temática energética al tener desagregaciones y formas funcionales más detalladas a estos sectores. Además existen algunas aplicaciones centradas en recursos naturales, que se enfocan principalmente en el impacto que tiene la extracción de éstos sobre las economías que son intensivas en su explotación, principalmente a través de ingresos y precios.<sup>13</sup>

La aplicación de modelos de equilibrio general con estructura estándar no es muy recomendable para problemas energéticos al carecer de posibilidades de sustitución entre los distintos tipos de energía o cualquier otro insumo. En estos modelos, los insumos intermedios, incluyendo la energía entran en la esfera de la producción como un bien intermedio agregado cuya sustitución es imperfecta (cuando no imposible). Por ello se han desarrollado modelos para analizar los temas energéticos que resuelven ese problema al modelar en detalle los sectores energéticos en la función de producción, tanto en desagregación como en su ubicación como factores. Entre ellos destacan: El Modelo GREEN, desarrollado por Burniaux *et al.* (1991),. A partir de este modelo se han desarrollado numerosas aplicaciones y nuevos desarrollos (destacando el modelo MIT-EPPA - Yang *et al.* (1996), Babiker *et al.* (2001), Paltsev *et al.* (2005), McFarland *et al.* (2004)); El Modelo GEM-E3, desarrollado por Capros *et al.* (1995); El Modelo GTAP-E, que es una adaptación del modelo GTAP, realizada por Burniaux *et al.* (2002); Los modelos PACE (Böhringer *et al.* (2004) y AIM (Matuoka *et al.* (1995)) que profundizan en el detalle de los sectores energéticos, incluyendo respectivamente los biocombustibles y las energías nucleares y renovables, para enfrentar los temas del calentamiento global; Finalmente el Modelo TEQUILA (Trade and Environment Equilibrium Analysis Model), desarrollado por Beghin *et al.* (1996), que analiza en forma especial a los sectores energéticos, además incorpora coeficientes de emisión para una amplia gama de contaminantes y permite incorporar políticas de eficiencia tecnológica. Este modelo fue desarrollado por la OECD, al igual que el GREEN, con el fin de ser adaptado para seis países: México, Costa Rica, Chile, China, Indonesia y Vietnam. El modelo ECOGEM-Chile se fundamenta en él.

<sup>12</sup> Por otra parte, Chumacero y Schmidt-Hebbel (2005) hacen una revisión bastante exhaustiva de las diferentes familias de modelos de equilibrio general aplicadas en Chile.

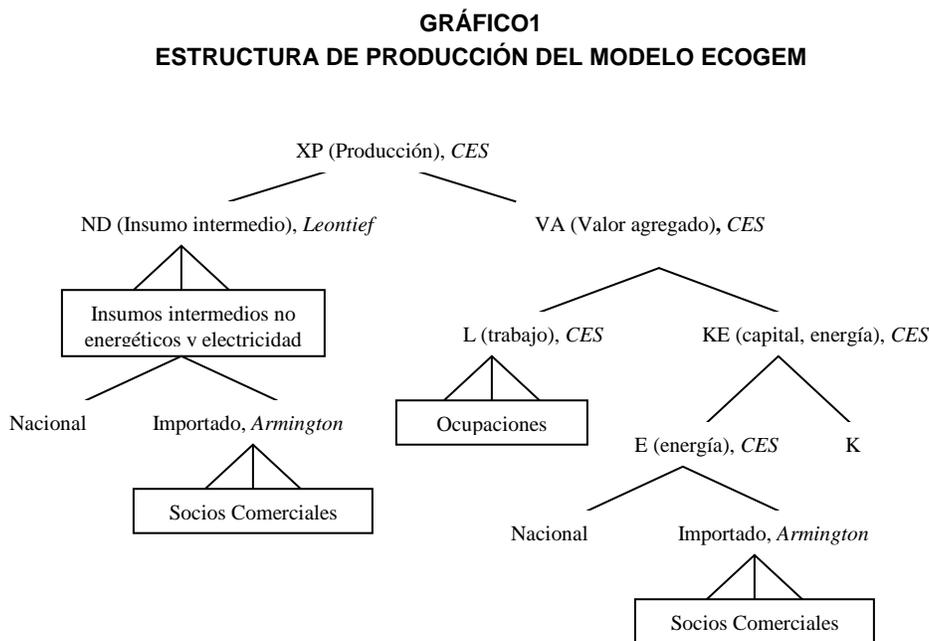
<sup>13</sup> Por ejemplo, Clemente, Faris y Puente (2002) analizan el impacto que genera la implementación de un fondo de estabilización del precio del petróleo en la economía de Venezuela.

## 3.2 El modelo ECOGEM-Chile<sup>14</sup>

El modelo ECOGEM-Chile, en su versión estática, está caracterizado por su multisectorialidad, separación de los hogares según quintiles de ingreso, desagregación de la información según socios comerciales relevantes, especificación de distintos factores productivos, etc. Es un modelo fundamentado básicamente en la teoría neoclásica, donde el ahorro determina la inversión y se supone que existe equilibrio competitivo en todos los mercados después de un proceso en el que los sectores minimizan sus costos y los agentes maximizan su utilidad.

### 3.2.1 Aspectos generales

El modelo utilizado en este estudio incluye información que representa a Chile para el año 2003, con datos para 74 sectores económicos. Hay que notar que este modelo analiza en forma especial el uso de los insumos energéticos.<sup>15</sup> Los sectores productivos operan bajo retornos constantes a escala. La tecnología está dada por una función de producción CES (elasticidad de sustitución constante). La modelación de la función de producción de un bien se presenta en el gráfico 1:



Fuente: O’Ryan *et al.* (2003).

<sup>14</sup> El modelo se fundamenta en el desarrollado en la OECD, por Beghin, Dessus, Roland-Holst y van der Mensbrugge (1996). Además se dispone de un documento técnico que detalla las características del modelo y los cambios específicos a esta aplicación.

<sup>15</sup> El modelo ECOGEM incorpora el tratamiento de los impuestos específicos *ad valorem* y no *ad quantum* como es el caso del impuesto a los combustibles en Chile. En el documento técnico de este estudio se analiza la forma de estimar las diferencias en términos de recaudación y en el anexo 1 de este documento se muestran las diferencias para este trabajo.

En el diagrama anterior se aprecian los factores energéticos, capital y trabajo, donde cada uno de los factores se agrupa entre sí por medio de una función CES. Mientras que el uso de los insumos intermedios, se relacionan mediante proporciones fijas.

Para la aplicación desarrollada en este trabajo, se ha considerado al sector eléctrico como un insumo intermedio, por tanto entra en las funciones de producción sectoriales en proporciones fijas (Leontief), limitando la posibilidad de sustitución con otros insumos energéticos. Esto reconoce el hecho de que la electricidad y el resto de energéticos utilizados en procesos productivos no son claramente sustituibles y que dentro de los insumos energéticos usados para producir electricidad, la hidroelectricidad tiene una limitada capacidad de expansión en el corto plazo, por lo que no puede responder inmediatamente ante carencias en otras alternativas de generación.

Los demás insumos energéticos -que para el caso de Chile son petróleo, combustibles, gas natural y carbón- son modelados en forma independiente del resto de los productos destinados para consumo intermedio. De esta forma para éstos sí se permite cierto grado de sustitución entre ellos y con el resto de los factores productivos. Para efecto de la distinción entre corto y largo plazo, se ha supuesto que el grado de sustitución entre insumos energéticos en el corto plazo es cero y en el largo plazo uno.

Además, la función de producción distingue entre el uso de productos nacionales e importados, esta diferencia se materializa por medio de una función de Armington, es decir, considera sustitución imperfecta entre productos nacionales e importados. En el caso del petróleo y del gas natural se ha determinado rebajar en un tercio el valor del parámetro que determina el grado de sustitución de Armington reflejando con ello la imposibilidad de lograr una mayor producción doméstica de estos productos ante una caída de sus importaciones.

### 3.2.2 Reglas de cierre y condiciones de equilibrio

Como condición de cierre para las finanzas públicas, el modelo permite dos alternativas: en el primer caso se define el ahorro de gobierno como fijo, igual al nivel original previo a cualquier simulación, permitiendo el ajuste a través de algún impuesto o transferencia del gobierno. En el segundo caso se permite variar el ahorro de gobierno, con lo que se mantendría el gasto de gobierno, las tasas impositivas y las transferencias como fijas. Esta última condición de cierre del gobierno es la que se ha utilizado para los escenarios centrales de este estudio. Además se han desarrollado simulaciones complementarias en las que se asume que el ahorro de gobierno es fijo y se permiten rebajas de IVA ó aumentos de las transferencias a los hogares, como mecanismo para mantener el balance fiscal inicial.

En el mercado laboral existen dos escenarios alternativos para decidir el equilibrio. El primero supone pleno empleo, donde se iguala la oferta y la demanda por trabajo y se dejan los salarios flexibles. El segundo fija el salario nominal en un cierto nivel posibilitando desempleo. En este trabajo se han simulado ambas posibilidades.

En relación al mercado de capitales, se supone que existe un solo tipo de capital, el que puede ser más o menos móvil entre los sectores productivos dependiendo de la elasticidad impuesta. Se han supuesto dos grados de movilidad, una baja para el escenario de corto plazo y una mayor movilidad para caracterizar condiciones de mediano plazo.

La demanda de inversión se determina mediante la identidad ahorro-inversión, incluyéndose al ahorro (el de los hogares, el del gobierno y los flujos de capitales extranjeros netos o ahorro externo). En este modelo el ahorro externo no se considera dependiente de variables endógenas (por ej. riesgo país, tasas de interés, etc.), sino que está dado exógenamente. Esta condición de cierre implica que la inversión es determinada por el ahorro.

Para la ecuación de cierre del modelo se ocupa la ecuación de la balanza de pagos; con esta ecuación se logra cumplir la ley de Walras.<sup>16</sup> Además el numerario es el deflactor del PIB, es decir, es el precio que se toma como referencia para los precios de la economía. Por tanto hay que tener en cuenta que todos los precios y variaciones de precios que entrega el modelo son en relación al numerario.<sup>17</sup>

### 3.3 Importancia de los sectores energéticos en la SAM 2003

En la SAM 2003, que utiliza como base la matriz de insumo producto del mismo año, tanto la producción como el consumo de Petróleo y Gas natural se encuentran agregados en el sector de “Extracción de petróleo y gas natural” Para analizar los efectos diferenciados de ambos sectores fue necesario desagregar esta cuenta.<sup>18</sup> Para ello, se utilizó como información primaria el Balance Nacional de Energía del año 2003, publicada por la Comisión Nacional de Energía (CNE).

Para analizar las principales características de los sectores de petróleo y gas natural se calculan las proporciones con respecto al valor bruto de la producción de cada sector energético del consumo intermedio nacional, del importado y del valor agregado<sup>19</sup> (incluyendo su distribución entre el pago al capital y el pago al trabajo). Lo anterior se aprecia en el cuadro 2.

**CUADRO 2**  
**ESTRUCTURAS DE PRODUCCIÓN DE LOS SECTORES ENERGÉTICOS**  
(En porcentajes)

	Extracción de Carbón	Extracción de Petróleo	Extracción de Gas Natural	Elaboración de Combustible
Consumo Intermedio Nacional	46	14	14	8
Consumo Intermedio Importado	2	4	4	53
Impuesto al valor agregado	0	4	4	8
Impuestos específicos	0	0	0	16
Valor agregado <sup>20</sup>	52	78	78	15
Capital <sup>21</sup>	0	48	48	15
Trabajo	52	30	30	1

Fuente: Elaboración propia en base a SAM 2003.

<sup>16</sup> Como se describe en el documento técnico de respaldo, las variables endógenas son: el tipo de cambio nominal, las exportaciones e importaciones reales (los precios internacionales son determinados exógenamente) y otros precios relacionados con el pago a los factores.

<sup>17</sup> Tradicionalmente se utiliza el tipo de cambio como numerario. Sin embargo se ha elegido como numerario al deflactor del PIB para analizar las implicaciones sobre el sector externo ligadas al tipo de cambio al estarse estudiando shocks de precios internacionales. Los efectos reales son independientes del numerario elegido y sólo cambian las variaciones de los precios relativos, ahora referidos al deflactor.

<sup>18</sup> En el documento técnico de respaldo se incluye una descripción de la metodología empleada en la apertura de este sector.

<sup>19</sup> El valor agregado se define como la suma entre el pago a los factores capital (incluyendo depreciación) y trabajo y el pago por impuestos a la producción.

<sup>20</sup> Es medido como el pago a los factores capital y trabajo más el impuesto a la producción.

<sup>21</sup> El pago al factor capital incluye depreciación. Para el caso del carbón se ha supuesto que este monto es infinitésimo dado que el modelo no acepta la posibilidad de montos negativos en esta cuenta aunque éstos sean extremadamente pequeños.

Se aprecia que el proceso de producción energético es intensivo en el uso de capital, salvo el sector de “Extracción de carbón”<sup>22</sup>. En efecto, si el sector de Petróleo aumenta el valor bruto de su producción en una unidad el 48% de este aumento iría destinado a renta del capital y solo el 30% como pago al factor trabajo<sup>23</sup>.

Los sectores de “Extracción de carbón”, “Extracción de petróleo” y “Extracción de gas natural” son fuertes demandantes de insumos domésticos. En particular, en el sector de “Extracción de carbón” el 46% del valor bruto de su producción se origina de insumos productivos nacionales. Por el contrario, el consumo intermedio del sector “Elaboración de combustibles” (53%) es importado en su mayoría, casi exclusivamente petróleo.

En el cuadro 3, se aprecia que la economía chilena importa la mayoría de los productos del carbón, del petróleo y del gas natural. El consumo de combustibles recae más en la producción nacional que cubre el 81% del mercado.

**CUADRO 3**  
**PARTICIPACIÓN DE LAS IMPORTACIONES EN EL TOTAL**  
**(IMPORTADO MÁS PRODUCIDO DOMÉSTICAMENTE)**  
(En porcentaje)

	Carbón	Petróleo	Gas Natural	Combustible
Porcentaje de importaciones	85	99	79	19

Fuente: Elaboración propia en base a SAM 2003.

A su vez, la demanda de los productos energéticos tanto nacionales como importados se orienta principalmente al consumo intermedio de otros sectores productivos. Tal como se aprecia en el cuadro 4, la producción de los productos de Carbón, Petróleo y Gas Natural es utilizada por otras industrias productivas, la misma tendencia ocurre pero en menor proporción con el sector de Combustibles.

**CUADRO 4**  
**DESTINO DEL CONSUMO DE SECTORES ENERGÉTICOS**  
(En porcentajes)

	Consumo intermedio	Demanda Final <sup>24</sup>
Extracción de Carbón	106	-6
Extracción de Petróleo	100	0
Extracción de Gas Natural	92	8
Elaboración de Combustible	62	38
Suministro de Electricidad	80	20
Suministro de gas	75	25

Fuente: Elaboración propia en base a SAM 2003.

<sup>22</sup> Que fue ajustado a un valor cercano a cero como se discute en la sección 4.4 debido que en la matriz de insumo producto 2003 este monto era negativo.

<sup>23</sup> Este ejemplo solo incorpora el efecto directo.

<sup>24</sup> La demanda final incluye variación de existencias

## IV. Impactos socioeconómicos de *shocks* energéticos en base a análisis de equilibrio general

---

Para evaluar los impactos sobre la economía chilena de alzas en el precio del petróleo y restricciones de gas natural argentino, se han desarrollado tres escenarios alternativos. El primero de ellos consiste en un aumento de los precios internacionales del petróleo, en un 30%,<sup>25</sup> y de los combustibles en un 25%. El segundo escenario reproduce el supuesto de restricciones al abastecimiento de gas natural procedente de Argentina, lo que obliga a sustituirlo por otros energéticos, incluyendo el gas natural licuado. Este se asume disponible internacionalmente pero a precios cuatro veces superiores al precio del gas natural utilizado en Chile.

El tercero combina los dos escenarios antes descritos y es el *escenario central* del estudio. Con respecto a este último se desarrollan distintos análisis de sensibilidad, en torno a sus reglas de cierre y elasticidades. En todos los casos se asume que la capacidad de compensar estos *shocks* mediante aumento en la producción de crudo y gas natural chileno es muy limitada.

Se ha supuesto que las posibles variaciones en las distintas fuentes de ingreso público no afectan al gasto del gobierno y que por tanto éstas se saldan mediante variaciones en el ahorro/desahorro público. Posteriormente se relajará este supuesto analizando los efectos de mantener el ahorro de gobierno fijo al permitir variaciones en el IVA y en las transferencias a los hogares.

Para cada escenario alternativo se analizan impactos de “corto plazo” es decir asumiendo baja flexibilidad en ciertos mercados. Específicamente se ha considerado para el corto plazo baja movilidad de capital y baja sustitución entre insumos energéticos. Finalmente se realizan análisis

---

<sup>25</sup> Aumento de los precios internacionales entre el 2004 y 2003 en términos reales del crudo WTI. Para el caso de los combustibles se realizó una aproximación de los incrementos del Kerosene (28%), Diesel (24%) y gasolinas (24%), CNE (2006).

de sensibilidad con respecto a estos parámetros para ver como influyen en los resultados finales. Además se hace la distinción entre una economía con pleno empleo y con desempleo. Cabe señalar que para un análisis del impacto de más largo plazo del cambio de precios de energéticos es recomendable utilizar un modelo de equilibrio general dinámico.

A continuación se comparan los tres escenarios de *shocks* energéticos antes descritos, en un contexto de corto plazo, sin posibilidad de sustitución de insumos energéticos y con pleno empleo. En el epígrafe 4.2, se examinan en más detalle los impactos en el escenario base ante diversas reglas de cierre del gobierno, mientras que en el 4.3 se desarrolla un análisis de sensibilidad y analiza el impacto de diversos supuestos de empleo. Para cada caso se presentan los principales resultados macroeconómicos, sectoriales y distributivos.

## 4.1 Escenario Central: impactos de *shocks* de precios del crudo, combustibles y gas natural

En esta sección se asume un aumento conjunto de precios del petróleo en un 30%, de los combustibles en un 25% y un aumento de cuatro veces en el precio del gas natural, reflejando restricciones importantes a la importación de este último que deben sustituirse por importaciones de gas natural licuado u otros insumos energéticos. Cuando corresponda, se examina la importancia de cada aumento de precio en forma individual para establecer cual factor es el que más influye en el resultado obtenido.<sup>26</sup>

### 4.1.1 Impactos macroeconómicos

Los *shocks* analizados tienen importantes impactos sobre los precios de importación, tipo de cambio, precios internos, ingreso y PIB reales, y otras variables macroeconómicas relevantes. Estas se discuten a continuación en base a los resultados presentados en el cuadro 5.

El aumento del precio de los energéticos genera en forma inmediata una caída de los términos de intercambio (-7.8%). En este resultado influyen de manera similar el aumento de precios de cada energético. Por ejemplo, si se considera solo el aumento del precio de los hidrocarburos esta caída es de -3.5%. Además el tipo de cambio aumenta en relación al numerario, en el caso del *shock* de precios un 2.1% y cuando se incorpora la restricción de gas natural un 5%. El resultado final de esto es que el precio de las importaciones de Chile aumenta en un 14%.<sup>27</sup>

Este aumento en los precios, que se transmiten directamente a sus precios internos, genera costos más altos en diversos insumos productivos. En particular el mayor cambio en los precios internos<sup>28</sup> se observa en el precio de los combustibles (42%). Asimismo los precios internos de sectores energéticos (petróleo aumenta su precio en un 6.5% y gas natural en un 19%) y de aquellos muy dependientes de los combustibles como el transporte terrestre (11.4%) y la electricidad (27%), también experimentan alzas importantes.<sup>29</sup>

Este cambio en los precios relativos reduce los márgenes y rentabilidades de la mayoría de los sectores de la economía como se discute más adelante. Estos se ajustan y para ello, dadas las restricciones del corto plazo, sustituyen capital menos rentable por trabajo, hasta alcanzar el nuevo equilibrio donde los costos laborales son levemente más altos. Asimismo, los consumidores

<sup>26</sup> En el anexo 3 se detalla, para cada sector, la evolución del *shock* a través de sus precios relativos.

<sup>27</sup> Corresponde al índice de precios de las importaciones, y esta variación es con respecto a la variación del deflactor del PIB.

<sup>28</sup> En este caso se denominan precios internos a los precios que enfrenta el consumidor final.

<sup>29</sup> Idem 21.

enfrentan precios más altos en su canasta de consumo. En consecuencia, se observa una caída en los ingresos reales de los hogares<sup>30</sup> de un 4%.

Lo anterior genera una contracción de la absorción, de -2.8% cuando se analizan los *shocks* conjuntamente y de un -1.3% cuando solo se analiza el aumento del precio del petróleo y del combustible. Este se explica básicamente por la fuerte caída del consumo de los hogares de -4% y -2% respectivamente.

La inversión, que depende del ahorro disponible en la economía, presenta una ligera variación negativa cuando no se incluye la restricción de gas natural (-0.4%). Esto se explica por el hecho que la caída del ahorro tanto de hogares como de empresas, no alcanza a ser compensada por el aumento del ahorro público.<sup>31</sup> Este último efecto resulta de los mayores ingresos por aranceles e impuestos específicos, que suben en un 6.5% y un 2.4%, respectivamente, lo que más que compensa la reducción que se produce en la recaudación de los impuestos a los ingresos.<sup>32</sup>

El resultado anterior se ve magnificado cuando se incorpora además la restricción de gas natural. En efecto, la inversión se contrae cerca de tres veces más (-1.1%) debido a que el ahorro de las empresas y los hogares cae fuertemente. El aumento en el ahorro de gobierno no alcanza a mitigar esta caída.

El efecto final sobre las principales variables macroeconómicas se presenta en los cuadros 5 y 6. El aumento del precio del petróleo en 30% y de combustibles en 25% tiene un impacto recesivo, constatándose una leve reducción del PIB en términos reales de -0,2% y una caída algo mayor del valor bruto de la producción de -0.3%. Cuando se añade la restricción de gas natural este efecto es mayor: -0.5% en el PIB real y -0.4% en el Valor Bruto de la Producción.

---

<sup>30</sup> El supuesto de pleno empleo obliga a mantener a todas las personas contratadas dentro de la economía. Los grados de libertad entonces incluyen el reasignar trabajadores entre sectores y reducir salarios.

<sup>31</sup> Recordar que en esta simulación el gasto de gobierno se asume constante.

<sup>32</sup> Véase el anexo 1 para profundizar en el análisis impositivo y sus limitaciones.

**CUADRO 5**  
**EFFECTOS MACROECONÓMICOS**

*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
PIB real a precios de mercado	51 160	-0,2%	-0,3%	-0,5%
PIB nominal a precios de mercado	51 160	0,3%	0,3%	0,7%
Consumo	32 109	-1,8%	-2,1%	-3,9%
Inversión	10 310	-0,4%	-1,1%	-1,1%
Gobierno	6 146	0,0%	0,0%	0,0%
Exportaciones	18 685	0,3%	1,6%	2,4%
Importaciones	16 581	-2,6%	-1,9%	-4,1%
Valor bruto de la producción	98 676	-0,3%	-0,2%	-0,4%
Absorción	48 566	-1,3%	-1,6%	-2,8%
Términos de intercambio	100	-3,5%	-4,5%	-7,8%
Tipo de cambio <sup>a</sup>	1,0	2,1%	2,9%	5,0%
Índice de precios de las exportaciones <sup>a</sup>	100	2,1%	2,9%	5,0%
Índice de precios de las importaciones <sup>a</sup>	100	5,8%	7,8%	13,9%
Índice de precios del consumidor <sup>a</sup>	100	2,0%	2,6%	4,7%
Ingreso real de los hogares	34 193	-1,8%	-2,1%	-4,0%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>a</sup> Variación en función del deflactor del PIB.

**CUADRO 6**  
**EFFECTOS FISCALES**

*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Ahorro de gobierno	655	17,4%	9,2%	32,2%
Impuestos directos (empresas y hogares)	2 296	0,0%	-0,1%	-0,1%
Impuesto a la producción	1 867	2,4%	-0,4%	3,7%
IVA	3 770	2,0%	2,7%	4,7%
Tarifas	526	6,5%	10,6%	17,3%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

Cabe destacar que los factores que explican una mayor caída en el caso del shock combinado son algo diferentes a los que explican la caída frente a un shock en el precio de hidrocarburos. En este último caso el menor consumo de los hogares es el factor preponderante. Al incorporar la imposibilidad de importar gas natural hay efectos importantes además sobre la inversión.

### 4.1.2 Impactos sectoriales

Los impactos sobre los sectores dependen de su grado de relación con los sectores energéticos afectados. Estos efectos son sobre las rentabilidades, valor bruto de la producción (VBP) y valor agregado sectoriales. Estos se presentan en los cuadros 7, 8 y 9 respectivamente, considerando los 12 principales sectores de la economía.<sup>33</sup>

En términos de la rentabilidad de la economía en su conjunto, el *shock* de un aumento en los precios de hidrocarburos hace que ésta se reduzca en 0,2%.<sup>34</sup> Un *shock* combinado que incluye la restricción de gas natural lleva a una caída en la rentabilidad relativa de un 0,7%. Al analizar los sectores económicos en términos de su agregación típica de 12 sectores se aprecia una caída en la rentabilidad relativa de los sectores de transporte y servicios (con rentabilidades entre -0.3% y -1.5%); y un aumento en la de los sectores de recursos naturales (con aumentos dentro del rango de 0.1% y 1.8%).

Si bien la mayoría de los sectores presentan reducciones en su rentabilidad, los diferenciales en rentabilidades relativas contribuyen a que algunos de ellos experimenten caídas en VBP, mientras que otros las aumenten. La absorción se reduce para todos los sectores fruto del impacto recesivo a nivel doméstico del *shock*. Dentro de este cuadro, se constata que los sectores de recursos naturales presentan un mayor dinamismo que se debe al favorable impacto sobre las exportaciones del aumento del tipo de cambio.

En efecto, el aumento en el tipo de cambio y la rentabilidad de los sectores de recursos naturales genera un aumento de un 3% en el valor agregado de estos sectores y una caída en éste de un 0.5% en el resto de los sectores. Estos resultados se potencian cuando se incorpora la restricción del gas natural. En términos absolutos, el sector minero, en particular del cobre, presenta un aumento importante en su valor agregado.

Por otro lado los sectores perdedores son fundamentalmente aquellos que dependen del consumo de los distintos hogares y de la inversión. En particular se observa la mayor contracción en el sector de propiedad de la vivienda, cuya producción va destinada en su totalidad a demanda final y principal demandante del sector de construcción. Éste presenta una caída del 3.8% en su rentabilidad y del 6% en su valor agregado.

En definitiva los *shocks* de hidrocarburos dirigen a la economía chilena hacia un patrón productivo más dependiente aún de los sectores primarios, donde el país presenta ventajas comparativas.

<sup>33</sup> También se dispone de resultados para los 74 sectores.

<sup>34</sup> Esta rentabilidad total se estima utilizando un índice del tipo Laspeyres, el que permite calcular ésta agregando ponderadamente las rentabilidades sectoriales.

**CUADRO 7**  
**EFFECTOS SOBRE LA RENTABILIDAD RELATIVA SECTORIAL**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Agropecuario Silvícola	1,0	0,1%	0,4%	0,4%
Pesca Extractiva	1,0	0,4%	1,4%	1,6%
Minería	1,0	1,8%	0,7%	2,4%
Industria Manufacturera	1,0	-0,2%	-1,0%	-0,8%
Electricidad. Gas y Agua	1,0	-0,5%	0,5%	0,1%
Construcción	1,0	-0,5%	-1,2%	-1,5%
Comercio. Hoteles y Restaurantes	1,0	-0,3%	-0,7%	-1,0%
Transporte y Comunicaciones	1,0	-1,1%	-1,0%	-2,0%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1,0	-0,1%	-0,5%	-0,6%
Propiedad de Vivienda	1,0	-1,5%	-2,3%	-3,8%
Servicios Sociales y Personales	1,0	-0,8%	-1,4%	-2,1%
Administración Pública	1,0	-0,3%	-0,7%	-0,9%
Economía	1,0	-0,2%	-0,6%	-0,7%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

**CUADRO 8**  
**EFFECTOS SOBRE EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN SECTORIAL**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Agropecuario Silvícola	3 905	0,4%	2,0%	2,2%
Pesca Extractiva	1 389	1,4%	4,2%	5,0%
Minería	8 435	4,2%	2,1%	5,8%
Industria Manufacturera	23 672	-0,1%	-1,4%	-0,8%
Electricidad. Gas y Agua	3 325	-0,4%	3,3%	3,0%
Construcción	7 267	-0,6%	-1,2%	-1,4%
Comercio. Hoteles y Restaurantes	11 798	-0,2%	-0,1%	-0,4%
Transporte y Comunicaciones	11 022	-3,7%	-0,7%	-4,7%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	12 346	0,3%	0,5%	0,8%
Propiedad de Vivienda	3 674	-2,5%	-3,3%	-6,0%
Servicios Sociales y Personales	8 378	-0,9%	-1,2%	-2,1%
Administración Pública	3 464	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

**CUADRO 9**  
**EFFECTOS SOBRE EL VALOR AGREGADO**

*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo. combustibles y gas natural
Agropecuario Silvícola	1 715	0,7%	2,5%	3,0%
Pesca Extractiva	596	1,4%	4,3%	5,1%
Minería	4 067	4,2%	2,6%	6,4%
Industria Manufacturera	7 171	0,3%	-0,3%	0,3%
Electricidad. Gas y Agua	1 362	-0,8%	2,5%	1,8%
Construcción	3 378	-0,6%	-1,2%	-1,4%
Comercio. Hoteles y Restaurantes	4 622	-0,2%	-0,1%	-0,3%
Transporte y Comunicaciones	4 460	-1,8%	-0,3%	-2,2%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	7 238	0,3%	0,5%	0,7%
Propiedad de Vivienda	2 451	-2,5%	-3,3%	-6,0%
Servicios Sociales y Personales	5 754	-0,9%	-1,1%	-2,1%
Administración Pública	2 183	0,0%	0,0%	0,0%
Valor agregado RR.NN. <sup>a</sup>	6 378	3,0%	2,7%	5,4%
Valor agregado resto	38 619	-0,5%	-0,4%	-0,9%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>a</sup> Incluye a los sectores "Agropecuario-Silvícola", "Pesca extractiva" y "Minería".

En término de las importaciones, el *shock* de hidrocarburos genera una caída de un 3.5% de las importaciones de gas natural y de un 8% y 9% de las importaciones de petróleo y combustibles respectivamente. Cuando se incorpora el aumento del precio del gas se revierte la caída de las importaciones de combustibles las que pasan a subir un 9%, mostrando el grado de sustitución existente entre estos energéticos.<sup>35</sup>

Los cuadros 10 y 11 muestran los principales efectos de los cambios en el precio de los energéticos importados sobre los sectores energéticos nacionales y los sectores más eslabonados con éstos. En efecto, los sectores que los tienen como su principal insumo (por ejemplo, los transportes) o los posibles sustitutos (por ejemplo, el carbón) son los más afectados en cuanto a rentabilidad y valor bruto de la producción. Dentro del transporte, el marítimo y el aéreo son los más negativamente afectados.<sup>36</sup>

En el escenario de aumento de precios del petróleo y derivados, los sectores energéticos en cierta medida sustitutos, como carbón y gas natural, presentan resultados disímiles. El primero incrementa el valor de su producción en un 1.8% y el segundo lo disminuye en un -0.9%. En términos de contribución al impacto total (variación ponderada por el peso del sector en la

<sup>35</sup> Véase el anexo 2.

<sup>36</sup> Estos efectos probablemente están sobrestimados al no considerar el hecho que el costo de los combustibles sube además para la competencia externa.

producción total), la caída en el valor de la producción del sector de los combustibles y del transporte marítimo son las más relevantes.<sup>37</sup>

Cuando se incorpora además el *shock* de gas natural, las rentabilidades de los sectores energéticos y relacionados cambian fuertemente. En primer lugar la rentabilidad local de gas natural aumenta a un 35.3% generando un importante incremento en el valor de la producción de este sector. Sin embargo dado el bajo monto asociado a este sector este incremento no afecta en forma significativa el VBP de la economía. El sector del petróleo disminuye el incremento de su rentabilidad a un 9.5% y los sectores de suministro de gas y de transporte disminuyen aún más su rentabilidad y el valor bruto de su producción.

**CUADRO 10**  
**EFFECTOS SOBRE LA RENTABILIDAD DE LOS SECTORES ENERGÉTICOS Y RELACIONADOS**  
(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)

Sectores	Rentabilidad			
	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Carbón	1	-0,4%	0,0%	-0,4%
Petróleo	1	16,8%	-12,7%	9,5%
Gas Natural	1	-0,6%	35,0%	35,3%
Combustibles	1	-4,2%	-9,5%	-10,0%
Electricidad	1	-0,2%	1,5%	1,4%
Suministro de gas	1	-1,4%	-3,2%	-3,7%
Transporte ferroviario	1	-0,2%	-1,1%	-1,2%
Transporte por carretera <sup>38</sup>	1	-0,2%	-1,2%	-1,2%
Transporte marítimo	1	-12,6%	-3,0%	-16,6%
Transporte aéreo	1	-4,2%	-1,2%	-5,5%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>37</sup> Nótese que el sector del petróleo destina prácticamente el total de su producción a la elaboración de combustibles.

<sup>38</sup> Este sector incluye “Otro transporte terrestre de pasajeros” y “Transporte camionero de carga”.

**CUADRO 11**  
**EFFECTOS SOBRE EL VBP DE LOS SECTORES ENERGÉTICOS Y RELACIONADOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

Sectores	Valor bruto de la producción			
	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Carbón	14	1,8%	3,2%	4,9%
Petróleo	19	37,9%	-23,1%	22,4%
Gas Natural	81	-0,9%	87,0%	88,3%
Combustibles	2 907	-7,9%	-16,9%	-17,6%
Electricidad	2 768	0,1%	4,8%	5,0%
Suministro de gas	128	-2,5%	-5,1%	-5,8%
Transporte ferroviario	129	0,6%	-0,5%	-0,1%
Transporte por carretera	4 345	-0,1%	-0,7%	-0,7%
Transporte marítimo	1 150	-23,1%	-4,5%	-29,1%
Transporte aéreo	1 210	-7,5%	-0,8%	-8,9%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

### 4.1.3 Impactos distributivos

Los impactos distributivos y sobre la pobreza de las alzas de precio de energéticos son claramente negativos. Si bien el ingreso nominal<sup>39</sup> de los distintos hogares aumenta, el poder adquisitivo que se pierde asociado a mayores precios en la cesta de consumo de referencia para cada quintil es claramente negativo y regresivo.

Las caídas de ingreso real son sustancialmente mayores en los quintiles de menor ingreso, efecto que se ve notoriamente incrementado cuando al aumento en el precio del petróleo y combustibles se le añade la restricción de gas natural (-9.8% en el quintil más pobre versus -3.5% en el más rico). Ello resulta en una pérdida de utilidad de los quintiles en todos los escenarios, en particular de los más pobres, como se observa en el cuadro 12.

<sup>39</sup> Nominal en el contexto de equilibrio general implica al nuevo nivel de precios relativos prevalecientes en la economía luego del shock. Un efecto real sobre una variable implica comparar a precios relativos originales antes del shock. No tiene relación con la inflación ya que estos son modelos reales.

**CUADRO 12**  
**EFFECTOS DISTRIBUTIVOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Salario*	1	0,2%	0,7%	0,8%
Ingreso real Quintil1	1 359	-2,9%	-5,6%	-9,8%
Ingreso real Quintil2	2 012	-2,5%	-3,7%	-7,0%
Ingreso real Quintil3	2 870	-1,9%	-2,0%	-4,0%
Ingreso real Quintil4	4 287	-1,7%	-1,6%	-3,2%
Ingreso real Quintil5	23 665	-1,7%	-1,9%	-3,5%
Ingreso nominal Quintil1	1 359	0,1%	0,5%	0,5%
Ingreso nominal Quintil2	2 012	0,2%	0,7%	0,8%
Ingreso nominal Quintil3	2 870	0,2%	0,7%	0,9%
Ingreso nominal Quintil4	4 287	0,2%	0,7%	0,9%
Ingreso nominal Quintil5	23 665	0,1%	0,2%	0,3%
Índice de precios Quintil 1	100	3,2%	6,4%	11,4%
Índice de precios Quintil 2	100	2,8%	4,5%	8,4%
Índice de precios Quintil 3	100	2,1%	2,8%	5,1%
Índice de precios Quintil 4	100	2,0%	2,3%	4,3%
Índice de precios Quintil 5	100	1,9%	2,2%	4,0%
Utilidad Quintil1	47	-6,9%	-12,2%	-27,8%
Utilidad Quintil2	67	-4,4%	-6,3%	-13,7%
Utilidad Quintil3	87	-2,0%	-2,0%	-4,2%
Utilidad Quintil4	135	-1,7%	-1,7%	-3,4%
Utilidad Quintil5	879	-1,8%	-2,1%	-3,8%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile

\* Al ser el numerario el deflactor del PIB el salario nominal coincide con salario real

## 4.2 Escenarios con opciones de políticas públicas alternativas

En este apartado se exploran algunas opciones de políticas públicas factibles que permiten variar los impactos socioeconómicos de los *shocks* energéticos simulados. En el cierre del escenario central se asume que el gasto de gobierno se mantiene constante y por lo tanto todos los ajustes se dan a través del ahorro de gobierno, el que se traduce finalmente en una mayor o menor demanda por inversión. Corresponde entonces a un cierre donde el ahorro del gobierno es flexible. Los cierres alternativos asumen que el ahorro real de gobierno se mantiene constante y que: (1) los ajustes fiscales se dan a través de cambios en las transferencias a los hogares; o (2) que se realizan mediante variaciones en el valor agregado.

Para examinar el impacto de las distintas reglas de cierre del sector público, se considera el escenario de corto plazo, en que se aplican todos los *shocks* de forma simultánea.

### 4.2.1 Impactos macroeconómicos

Se aprecia que en términos del producto no existen variaciones significativas ante las diversas opciones de políticas públicas. La única diferencia está relacionada con la inversión y el consumo, ya que en los escenarios alternativos la inversión cae más que en el escenario central pero esta caída es compensada por un aumento en el consumo. Esto constituye un claro ejemplo de sustitución de consumo presente por futuro. Lo anterior se debe a que ahora el leve aumento del ahorro público se traspasa a los hogares mediante mayores transferencias o menores impuestos indirectos.

En estos dos escenarios alternativos el *shock* energético impulsa una menor caída en la recaudación por impuestos directos en general. Cuando aumentan las transferencias se produce una mayor recaudación por impuestos directos a las personas, siendo similares al escenario base el resto de los efectos fiscales. Cuando se reduce el IVA la recaudación por este concepto cae en un 1.3%, frente al aumento que se produce en los otros escenarios, mientras que la recaudación por los otros impuestos se mantiene en rangos similares al del cierre base con ahorro flexible.

**CUADRO 13**  
**EFFECTOS MACROECONÓMICOS CON CIERRES ALTERNATIVOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Shock de petróleo, combustibles y gas natural		
		Ahorro flexible	Transferencias flexibles	IVA flexible
PIB real a precios de mercado	51 160	-0,5%	-0,5%	-0,5%
PIB nominal a precios de mercado	51 160	0,7%	0,7%	0,2%
Consumo	32 109	-3,9%	-3,5%	-3,6%
Inversión	10 310	-1,1%	-2,8%	-2,5%
Gobierno	6 146	0,0%	0,0%	0,0%
Exportaciones	18 685	2,4%	2,3%	2,3%
Importaciones	16 581	-4,1%	-4,2%	-4,2%
Valor bruto de la producción	98 676	-0,4%	-0,5%	-0,4%
Absorción	48 566	-2,8%	-2,9%	-2,9%
Términos de intercambio	100	-7,8%	-7,8%	-7,8%
Índice de precios de las exportaciones (a)	100	5,0%	5,1%	4,8%
Índice de precios de las importaciones (a)	100	13,9%	14,0%	13,7%
Índice de precios del consumidor (a)	100	4,7%	4,8%	4,2%
Balanza por cuenta corriente	2 104	-10,9%	-10,4%	-10,2%
Tipo de cambio	1,0	5,0%	5,1%	4,8%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>a</sup> Variación en función del deflactor del PIB.

**CUADRO 14**  
**EFFECTOS FISCALES CON CIERRES ALTERNATIVOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Shock de petróleo, combustibles y gas natural		
		Ahorro flexible	Transferencias flexibles	IVA flexible
Ahorro de gobierno	655	32,2%	0,0%	0,0%
Impuestos directos (empresas y hogares)	2 296	-0,1%	0,2%	0,0%
Impuesto a la producción	1 867	3,7%	4,0%	3,6%
IVA	3 770	4,7%	4,8%	-1,3%
Tarifas	526	17,3%	17,3%	16,9%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

### 4.2.2 Impactos sectoriales

En general no se aprecian cambios significativos en los cambios sectoriales cuando se incorporan las alternativas de política pública. Sin embargo algunos sectores específicos si tienen efectos diferentes al escenario central. Por ejemplo, el sector de construcción contrae su VBP en -2,8% al considerar transferencias flexibles, bastante mayor al 1,4% del escenario central, debido a que en él se materializan las mayores o menores demandas por inversión. Se observan pequeños cambios en los sectores cuyos productos van destinados principalmente a consumo final, que se ven ahora en una mejor situación.

**CUADRO 15**  
**EFFECTOS SOBRE EL VBP SECTORIAL CON CIERRES ALTERNATIVOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Shock de petróleo, combustibles y gas natural		
		Ahorro flexible	Transferencias flexibles	IVA flexible
Agropecuario Silvícola	3 905	2,2%	2,3%	2,2%
Pesca Extractiva	1 389	5,0%	5,0%	5,4%
Minería	8 435	5,8%	5,5%	5,4%
Industria Manufacturera	23 672	-0,8%	-0,8%	-0,8%
Electricidad, Gas y Agua	3 325	3,0%	3,2%	3,0%
Construcción	7 267	-1,4%	-2,8%	-2,6%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	11 798	-0,4%	-0,3%	-0,2%
Transporte y Comunicaciones	11 022	-4,7%	-4,5%	-4,4%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	12 346	0,8%	0,8%	0,8%
Propiedad de Vivienda	3 674	-6,0%	-5,4%	-5,4%
Servicios Sociales y Personales	8 378	-2,1%	-1,9%	-1,9%
Administración Pública	3 464	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

### 4.2.3 Impactos distributivos

En los cierres alternativos se aprecia una clara mejora en términos del ingreso real para la mayoría de los quintiles respecto del escenario central, si bien en todos los casos los ingresos reales son menores a la situación previa al *shock* energético. Al permitir un aumento de las transferencias de los quintiles más pobres pierden menos ingreso, lo que genera un impacto progresivo respecto del escenario central. Cuando el ajuste es a través de una rebaja en el IVA todos los quintiles mejoran su ingreso respecto al escenario central, pero es más regresivo.

**CUADRO 16**  
**EFFECTOS DISTRIBUTIVOS CON CIERRES ALTERNATIVOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Shock de petróleo, combustibles y gas natural		
		Ahorro flexible	Transferencias flexibles	IVA flexible
Salario*	1	0,8%	0,5%	0,6%
Ingreso real Quintil1	1 359	-9,8%	-3,9%	-9,4%
Ingreso real Quintil2	2 012	-7,0%	-4,7%	-6,6%
Ingreso real Quintil3	2 870	-4,0%	-3,0%	-3,7%
Ingreso real Quintil4	4 287	-3,2%	-2,9%	-2,9%
Ingreso real Quintil5	23 665	-3,5%	-3,6%	-3,1%
Ingreso nominal Quintil1	1 359	0,5%	6,8%	0,4%
Ingreso nominal Quintil2	2 012	0,8%	3,2%	0,6%
Ingreso nominal Quintil3	2 870	0,9%	2,1%	0,7%
Ingreso nominal Quintil4	4 287	0,9%	1,3%	0,7%
Ingreso nominal Quintil5	23 665	0,3%	0,3%	0,3%
Índice de precios Quintil 1	100	11,4%	11,1%	10,8%
Índice de precios Quintil 2	100	8,4%	8,3%	7,8%
Índice de precios Quintil 3	100	5,1%	5,2%	4,6%
Índice de precios Quintil 4	100	4,3%	4,3%	3,7%
Índice de precios Quintil 5	100	4,0%	4,0%	3,5%
Utilidad Quintil1	47	-27,8%	-19,7%	-25,1%
Utilidad Quintil2	67	-13,7%	-11,0%	-12,6%
Utilidad Quintil3	87	-4,2%	-3,1%	-3,9%
Utilidad Quintil4	135	-3,4%	-3,0%	-3,1%
Utilidad Quintil5	879	-3,8%	-3,9%	-3,4%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

\* Al ser el numerario el deflactor del PIB el salario nominal coincide con el salario real

En general las políticas alternativas de gobierno ayudan a disminuir los efectos negativos sobre el ingreso de los hogares, aunque el efecto del aumento de los precios del petróleo, combustibles y gas natural sigue siendo contractivo y regresivo.

### 4.3 Análisis de sensibilidad

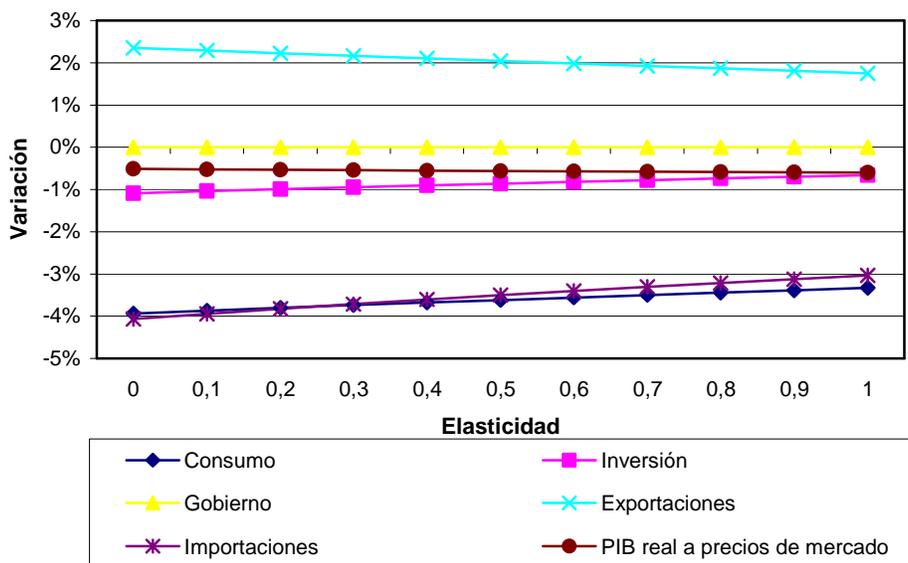
Para examinar la robustez de los resultados obtenidos se desarrollan a continuación diversos análisis de sensibilidad respecto del escenario central. Primero, se analiza cual es el efecto de asumir un mayor grado de sustitución entre productos energéticos. Para este efecto se consideran diversas elasticidades de sustitución de energéticos. En segundo lugar se analizan los cambios más relevantes cuando el mercado del trabajo se modela asumiendo que existe desempleo.<sup>40</sup> Finalmente, se analiza un escenario de “mediano plazo” en que se permite una mayor movilidad de capitales y se impone una mayor sustitución de insumos energéticos que en el escenario base.

#### 4.3.1 Sustitución de insumos energéticos

Al subir las elasticidades de sustitución entre insumos energéticos<sup>41</sup> se observa la sensibilidad de algunas variables ante tales cambios. Del gráfico 2 se aprecia que en términos agregados las variables más sensibles a cambios en la elasticidad son el consumo, las exportaciones y las importaciones. En un menor grado se ve afectada la inversión y no se afecta el gasto de gobierno (por supuesto de cierre) ni el PIB real.

En general los efectos son menores. Al variar el grado de sustitución entre cero (escenario central) y uno se observa que las importaciones presentan hasta un 1% más de cambio con la máxima elasticidad. Las exportaciones presentan hasta un 0.6% más y el consumo hasta un 0.6% menos.

GRÁFICO 2  
EFECTOS MACROECONÓMICOS ANTE DISTINTOS GRADOS DE SUSTITUCIÓN DE ENERGÉTICOS



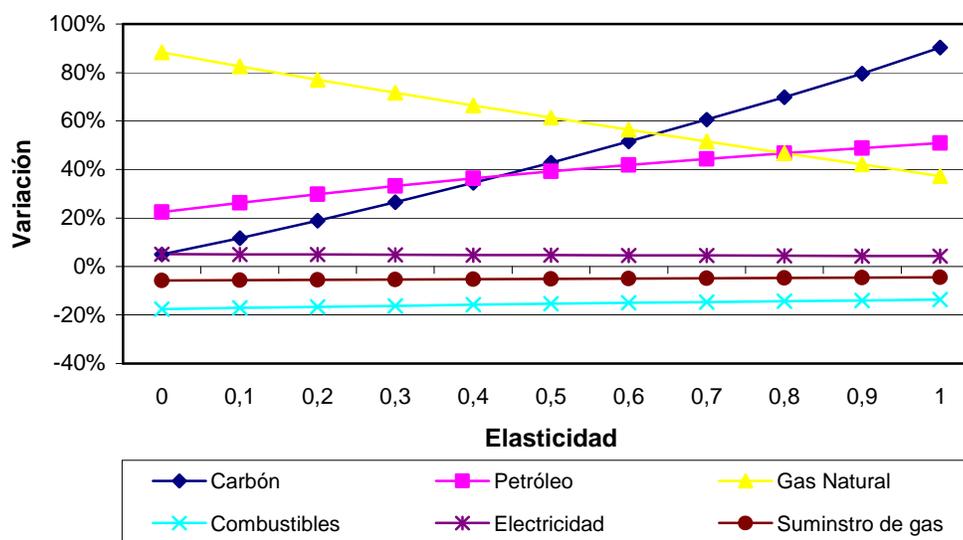
Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>40</sup> En este caso se impone que el salario nominal esta fijo y se permite variar el número de trabajadores.

<sup>41</sup> Cabe recordar que se han elegido como insumos energéticos Petróleo, Gas Natural, Combustible y Carbón.

En términos de la producción sectorial la mayoría de los sectores no energéticos no ven afectado su valor bruto de producción. En el caso de los sectores energéticos, sí se observan impactos claros (gráfico 3). Al considerar una baja elasticidad, los sectores que se ven más afectados ante el shock de precios son Gas natural, seguido por Petróleo y Combustible. Sin embargo con un alto nivel de sustitución es la producción de carbón la que más varía, incrementándose de manera significativa, seguida por Petróleo. Lo anterior se explica en que un mayor grado de sustitución entre insumos energéticos genera menos rigideces en la economía, dado que es posible utilizar en mayor medida los recursos alternativos. Ello como hemos visto mejora los impactos macroeconómicos y, como veremos, los sociales.

**GRÁFICO 3**  
**EFFECTOS SOBRE EL VBP SECTORIAL ANTE DISTINTOS GRADOS DE SUSTITUCIÓN DE ENERGÉTICOS**

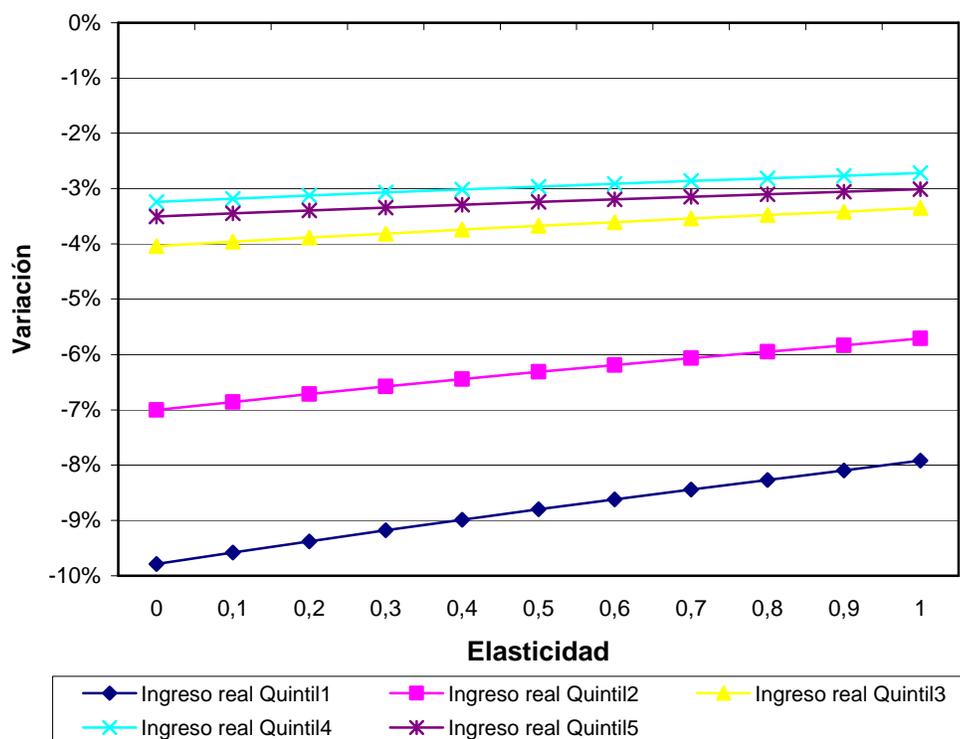


Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

El ingreso real de los distintos quintiles presenta distintos grados de sensibilidad ante variaciones en la elasticidad de sustitución entre energéticos. En general, ante un mayor grado de sustitución, todos los quintiles presentan una mejoría en su nivel real de ingresos respecto del escenario sin sustitución.<sup>42</sup> Además, esta mejoría es progresiva, favoreciendo a los quintiles de menos ingresos. Con ello el primer quintil puede mejorar, respecto de un escenario sin flexibilidad, hasta en un 1.9% su nivel de ingresos mientras que el quinto quintil puede mejorar hasta un 0.5% su nivel de ingresos.

<sup>42</sup> En términos absolutos todos los quintiles siguen perdiendo ingresos respecto de la situación original sin shock de precios.

**GRÁFICO 4**  
**EFFECTOS DISTRIBUTIVOS ANTE DISTINTOS GRADOS DE SUSTITUCIÓN DE ENERGÉTICOS**



Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

De esta forma se observa que una mayor elasticidad de sustitución de insumos energéticos permite eliminar diversas restricciones en la economía y por lo tanto permite reasignar a un menor costo los insumos productivos generando un mayor nivel de bienestar social.

### 4.3.2 Incorporación de desempleo

El escenario base, al asumir pleno empleo, se ajusta por medio de reducciones en el salario. En el modelo, al imponer la existencia de desempleo, se permite que el nivel de empleo total y sectorial cambie, pero se mantiene constante el salario nominal de los trabajadores. Al existir mano de obra disponible se disminuyen los costos asociados a la producción sectorial al facilitarse las sustituciones de factores productivos intra e inter sectoriales. Este efecto, hace que el impacto negativo sobre el PIB real del *shock* de precios de productos energéticos se reduzca levemente (desde -0,5% con pleno empleo a -0,4%) fruto principalmente de la menor caída en la inversión (la caída es de solo un -0,2%) asociada a un menor desahorro del sector empresarial (cuadro 17).

**CUADRO 17**  
**EFFECTOS MACROECONÓMICOS, ESCENARIO CON DESEMPLEO**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Pleno empleo	Desempleo
PIB real a precios de mercado	51 160	-0,5%	-0,4%
PIB nominal a precios de mercado	51 160	0,7%	0,8%
Consumo	32 109	-3,9%	-4,1%
Inversión	10 310	-1,1%	-0,2%
Gobierno	6 146	0,0%	0,0%
Exportaciones	18 685	2,4%	2,6%
Importaciones	16 581	-4,1%	-4,0%
Valor bruto de la producción	98 676	-0,4%	-0,3%
Absorción	48 566	-2,8%	-2,8%
Términos de intercambio	100	-7,8%	-7,8%
Índice de precios de las exportaciones <sup>a</sup>	100	5,0%	5,2%
Índice de precios de las importaciones <sup>a</sup>	100	13,9%	14,2%
Índice de precios del consumidor <sup>a</sup>	100	4,7%	4,8%
Tipo de cambio <sup>a</sup>	1,0	5,0%	5,2%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>a</sup> Variación en función del deflactor del PIB.

Por su parte los sectores tienen más posibilidades de reducir sus costos salariales (ya que el salario real cae) y por tanto las rentabilidades de los sectores aumentan (véase cuadro 18). Respecto al valor de la producción, en general los sectores ganadores y perdedores se mantienen y el efecto agregado es similar. Las diferencias que pueden apreciarse tienen que ver con las mayores posibilidades de adaptarse a la nueva situación moviendo los factores productivos o variando sus precios y la distribución del valor agregado existente en cada sector. Desde un punto de vista social este escenario es más negativo al mostrar mayores caídas en el ingreso real disponible de las personas, en particular de los más pobres.

**CUADRO 18**  
**EFFECTOS SOBRE RENTABILIDADES, ESCENARIO CON DESEMPLEO**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Pleno empleo	Desempleo
Agropecuario Silvícola	1,0	0,4%	1,2%
Pesca Extractiva	1,0	1,6%	2,4%
Minería	1,0	2,4%	2,9%
Industria Manufacturera	1,0	-0,8%	0,0%
Electricidad, Gas y Agua	1,0	0,1%	0,8%
Construcción	1,0	-1,5%	-0,5%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	1,0	-1,0%	-0,2%
Transporte y Comunicaciones	1,0	-2,0%	-1,2%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1,0	-0,6%	0,2%
Propiedad de Vivienda	1,0	-3,8%	-3,2%
Servicios Sociales y Personales	1,0	-2,1%	-1,5%
Administración Pública	1,0	-0,9%	-0,3%
Economía	1,0	-0,7%	0,0%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

**CUADRO 19**  
**EFFECTOS SOBRE EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN, ESCENARIO CON DESEMPLEO**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Pleno empleo	Desempleo
Agropecuario Silvícola	3 905	2,2%	2,4%
Pesca Extractiva	1 389	5,0%	5,4%
Minería	8 435	5,8%	5,4%
Industria Manufacturera	23 672	-0,8%	-0,6%
Electricidad, Gas y Agua	3 325	3,0%	2,9%
Construcción	7 267	-1,4%	-0,7%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	11 798	-0,4%	-0,1%
Transporte y Comunicaciones	11 022	-4,7%	-4,5%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	12 346	0,8%	1,0%
Propiedad de Vivienda	3 674	-6,0%	-6,2%
Servicios Sociales y Personales	8 378	-2,1%	-2,2%
Administración Pública	3 464	0,0%	0,1%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

### 4.3.3 Escenario de mediano plazo<sup>43</sup>

Al incorporar mayor movilidad del capital y un mayor nivel de sustitución de los insumos energéticos se aprecia que la economía aumenta su eficiencia al aumentar considerablemente la rentabilidad sectorial ya que se reducen restricciones asociadas a la movilidad de factores productivos. Sin embargo el PIB real cae más en este “mediano plazo” influenciado principalmente por la caída en los salarios nominales y reales, efecto que es mayor que el aumento de la rentabilidad sectorial. Esto también se refleja en que se duplica la contracción del valor bruto de la producción en la economía (de un -0.4% en el corto plazo a un -0.8%).

Este es un efecto de equilibrio general interesante: si bien el capital se desplaza hacia sectores de mayor rentabilidad, ello también lleva a una caída en los salarios. El resultado agregado es que se reduce el PIB debido a que la caída en los ingresos laborales es mayor que el aumento en la rentabilidad asociada al factor capital. En definitiva la economía producirá en forma más eficiente un menor nivel de productos.

El nivel de inversión en el mediano plazo es relativamente mucho mayor que en el corto plazo lo que se debe al aumento del ahorro de las empresas. Se aprecia además una caída en el tipo de cambio (cae de un 5% en el corto plazo a un 3.9%) a causa del mayor nivel de precios en la economía, lo que genera una caída en las exportaciones.

**CUADRO 20**  
**EFFECTOS MACROECONÓMICOS, ESCENARIO DE MEDIANO PLAZO**  
(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Corto plazo	Mediano plazo
PIB real a precios de mercado	51 160	-0,5%	-0,7%
PIB nominal a precios de mercado	51 160	0,7%	0,5%
Consumo	32 109	-3,9%	-3,8%
Inversión	10 310	-1,1%	0,0%
Gobierno	6 146	0,0%	0,0%
Exportaciones	18 685	2,4%	0,8%
Importaciones	16 581	-4,1%	-4,3%
Valor bruto de la producción	98 676	-0,4%	-0,8%
Absorción	48 566	-2,8%	-2,5%
Términos de intercambio	100	-7,8%	-6,0%
Índice de precios de las exportaciones <sup>a</sup>	100	5,0%	3,9%
Índice de precios de las importaciones <sup>a</sup>	100	13,9%	10,5%
Índice de precios del consumidor <sup>a</sup>	100	4,7%	4,2%
Tipo de cambio <sup>a</sup>	1,0	5,0%	3,9%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

<sup>a</sup> Variación en función del deflactor del PIB.

<sup>43</sup> La denominación de mediano plazo hace referencia a la mayor flexibilidad en la movilidad del capital y posibilidades de sustitución de insumos energéticos. En ningún caso se refiere a un proceso temporal donde se produzca acumulación de capital, cambios de productividades o variaciones en otras variables.

**CUADRO 21**  
**EFFECTOS SOBRE RENTABILIDADES, ESCENARIO DE MEDIANO PLAZO**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Corto plazo y pleno empleo	Mediano plazo y pleno empleo
Agropecuario Silvícola	1,0	0,4%	0,3%
Pesca Extractiva	1,0	1,6%	0,5%
Minería	1,0	2,4%	1,1%
Industria Manufacturera	1,0	-0,8%	0,0%
Electricidad, Gas y Agua	1,0	0,1%	0,2%
Construcción	1,0	-1,5%	-0,1%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	1,0	-1,0%	-0,1%
Transporte y Comunicaciones	1,0	-2,0%	-0,6%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1,0	-0,6%	0,0%
Propiedad de Vivienda	1,0	-3,8%	-0,6%
Servicios Sociales y Personales	1,0	-2,1%	-0,3%
Administración Pública	1,0	-0,9%	0,0%
Economía	1,0	-0,7%	0,1%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

En términos sectoriales se aprecian fuertes reasignaciones en cuanto al uso de insumos energéticos. Las importaciones de gas natural caen en torno al 53% en el mediano plazo (cifra muy superior a la caída del 16% en el corto plazo) mientras que las importaciones de carbón, principal sustituto del petróleo y del gas natural, aumentan en torno al 85% (frente al 2% del corto plazo). Las importaciones de petróleo caen menos en largo plazo (-6%) respecto del escenario de corto plazo (-17%). Por otro lado el aumento en las importaciones de combustibles disminuye desde un 9% en el corto plazo a un 4% en el largo plazo.

**CUADRO 22**  
**EFFECTOS SOBRE EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN, ESCENARIO DE MEDIANO PLAZO**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Corto plazo	Mediano plazo
Agropecuario Silvícola	3 905	2,2%	2,5%
Pesca Extractiva	1 389	5,0%	4,8%
Minería	8 435	5,8%	9,9%
Industria Manufacturera	23 672	-0,8%	-0,6%
Electricidad, Gas y Agua	3 325	3,0%	3,0%
Construcción	7 267	-1,4%	-0,5%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	11 798	-0,4%	-0,9%
Transporte y Comunicaciones	11 022	-4,7%	-11,3%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	12 346	0,8%	0,3%
Propiedad de Vivienda	3 674	-6,0%	-5,5%
Servicios Sociales y Personales	8 378	-2,1%	-2,2%
Administración Pública	3 464	0,0%	0,0%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

Hay además cambios en los impactos distributivos. Si bien en el “mediano plazo” el impacto sobre el salario nominal promedio de la economía es peor que en el corto plazo, los ingresos reales presentan una menor caída en los dos quintiles más pobres mientras que ésta es mayor en los quintiles de ingreso medio.

**CUADRO 23**  
**EFFECTOS DISTRIBUTIVOS DE MEDIANO PLAZO**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo, combustibles y gas natural	
		Corto plazo	Mediano plazo
Salario*	1	0,8%	-0,1%
Ingreso real disponible total	34 193	-4,0%	-3,9%
Ingreso real Quintil1	1 359	-9,8%	-8,3%
Ingreso real Quintil2	2 012	-7,0%	-6,4%
Ingreso real Quintil3	2 870	-4,0%	-4,3%
Ingreso real Quintil4	4 287	-3,2%	-3,7%
Ingreso real Quintil5	23 665	-3,5%	-3,4%
Ingreso nominal Quintil1	1 359	0,5%	0,0%
Ingreso nominal Quintil2	2 012	0,8%	0,0%
Ingreso nominal Quintil3	2 870	0,9%	0,0%
Ingreso nominal Quintil4	4 287	0,9%	0,0%
Ingreso nominal Quintil5	23 665	0,3%	0,1%
Índice de precios Quintil 1	100	11,4%	9,0%
Índice de precios Quintil 2	100	8,4%	6,9%
Índice de precios Quintil 3	100	5,1%	4,5%
Índice de precios Quintil 4	100	4,3%	3,8%
Índice de precios Quintil 5	100	4,0%	3,6%
Utilidad Quintil1	47	-27,8%	-17,8%
Utilidad Quintil2	67	-13,7%	-10,5%
Utilidad Quintil3	87	-4,2%	-4,4%
Utilidad Quintil4	135	-3,4%	-3,9%
Utilidad Quintil5	879	-3,8%	-3,7%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

\* Al ser el numerario el deflactor del PIB el salario nominal coincide con el salario real

## V. Conclusiones: implicancias económicas y sociales de *shocks* energéticos

---

El fuerte incremento en la tasa de crecimiento de la demanda energética de Chile, cercana al 6% anual, y la dependencia de nuestra economía de fuentes energéticas externas han provocado la preocupación de todos los sectores económicos y productivos del país. Más aún, en un contexto internacional de altos precios del petróleo y los combustibles e inestabilidad en la provisión gasífera desde Argentina. En este trabajo se han estimado los potenciales impactos socioeconómicos de esta coyuntura sobre la economía chilena, en particular, los macroeconómicos, sectoriales y distributivos. Debido a lo amplio de los efectos, tanto directos como indirectos, en el presente estudio se utiliza para su cuantificación un modelo de equilibrio general computable estático. El escenario central para el análisis, y sobre el que se realizan las comparaciones de los impactos derivados de la simulación de distintas opciones de política y/o supuestos sobre los parámetros del modelo, asume un incremento de los precios internacionales del petróleo y de los combustibles, de un 30% y un 25% y un aumento de un 400% del precio del gas (que equivale al costo alternativo de una ausencia de suministro de gas natural de Argentina). Este escenario asume pleno empleo elasticidades de sustitución de corto plazo en los productos energéticos, muy limitada movilidad del capital y ahorro del gobierno flexible en función de las variaciones de la recaudación.

Frente al incremento de los precios internacionales del petróleo y de los combustibles el impacto sobre el PIB es leve y negativo (-0,2%), lo que se explica por el efecto recesivo del *shock*

sobre la absorción en particular sobre el consumo. El ahorro público aumenta fruto de la mayor recaudación por aranceles e IVA pese a la reducción de la recaudación de impuestos directos. Los sectores más negativamente afectados son los combustibles, sectores eslabonados como el transporte y la electricidad y aquellos orientados a la provisión de bienes y servicios para el consumo final. En términos de patrón productivo este escenario externo reforzaría las ventajas comparativas tradicionales de Chile guiando su producción hacia los sectores primarios y de recursos naturales. Dentro de los sectores energéticos, el del carbón aparece como beneficiado. Los impactos sobre el ingreso de los más pobres y su distribución con claramente negativos (contractivos y regresivos). El ingreso nominal de los distintos hogares cae en forma pareja en poco más de un 2%, aunque el poder adquisitivo que se pierde asociado a mayores precios en la cesta de consumo de referencia para cada quintil es claramente regresivo. Por tanto, la caída del ingreso real es sustancialmente mayor en los quintiles de menores ingresos.

Cuando se incorpora además la restricción a la provisión de gas natural desde Argentina al escenario de aumento del precio de los hidrocarburos, se magnifican los resultados anteriores. La caída del producto en el corto plazo llega a un 0,5% ya que ahora la demanda de inversión se ve más negativamente afectada. El ingreso real cae más de tres veces en los quintiles más pobres y más de dos en los más ricos, siendo el efecto aún más regresivo.

Las políticas públicas inciden en los efectos anteriores. Por ejemplo, si en vez de derivar hacia ahorro las variaciones de su recaudación resultantes de los efectos del *shock* sobre la economía, se aplican políticas destinadas a variar las transferencias a los hogares (en este caso aumentarlas) o el IVA (en este caso reducir la recaudación asociada a este impuesto), los impactos sobre el PIB son los mismos aunque se produce una sustitución de inversión por consumo. Como consecuencia, se más que duplica la caída en la inversión con respecto al escenario central y con ello el sector de la construcción se ve negativamente afectado. Los impactos distributivos dependen de la política aplicada. Aumentar las transferencias mitiga fuertemente el impacto negativo sobre los más pobres del *shock* energético, mientras que reducir el IVA solo reduce levemente la caída del ingreso real de todos los quintiles y es más regresivo que el la política original.

Políticas públicas destinadas a mejorar las posibilidades de sustitución entre insumos energéticos en general reducirá la magnitud de los efectos macroeconómicos y sociales. Por otro lado las fuentes energéticas alternativas, como el carbón ganarán participación en la matriz energética.

Al considerar el escenario central pero con desempleo, los impactos negativos en el PIB son levemente menores, sectorialmente similares y socialmente más negativos y regresivos. Si, alternativamente, pensamos en un contexto de mediano plazo (recordando siempre que es un modelo estático), la economía producirá en forma más eficiente, con una mayor rentabilidad promedio, pero un menor nivel de productos.

Es necesario resaltar que el análisis aquí presentado se fundamente en un modelo de equilibrio general, lo que permite observar efectos directos e indirectos, y algunos *trade-off* entre áreas, sectores y/o agentes económicos. Sin embargo, en el funcionamiento de toda economía hay comportamientos, canales de transmisión y efectos no tan claramente cuantificables. En particular, al ser un modelo estático, no es posible representar los efectos de acumulación dinámicos que estos *shocks* energéticos puede tener sobre la economía. Además, al basarse en una matriz de contabilidad social construida para el 2003, si bien reciente no es idéntica a la situación actual. La cautela con que hay que tomarse, por los motivos mencionados, los valores presentados, no invalida su utilidad para reflejar el orden y distribución que sobre la economía tienen los *shocks* simulados y las alternativas de políticas públicas que pueden adoptarse. Queda para trabajos futuros encarar algunas de estas limitaciones.

## Bibliografía

---

- Babiker, M., J. Reilly, M. Mayer, R. Eckaus, I. Sue Wing, and R. Hyman, (2001), The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Revisions, Sensitivities, and Comparison of Results, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 71, Feb.
- Banco Central de Chile, 2006. Cuentas Nacionales de Chile: Compilación de Referencia 2003.
- Banco Central de Chile, 2006. Anuario de Cuentas Nacionales 2005. Santiago. Chile.
- Banco Central de Chile, 2007. Anuario de Cuentas Nacionales 2006.
- Beghin, J., Dessus, S., Roland-Holst, D. & van der Mensbrugghe, D. (1996), General Equilibrium Modelling of Trade and The Environment, OECD Working Papers No. 116.
- Beghin, J., Roland-Horst, D. & Van der Mensbrugghe, D. (eds.), (2002), Trade and the Environment in General Equilibrium: Evidence from Developing Economies. Kluwer Academics Publishers.
- Böhringer, C., Löschel, A. & Rutherford, T.F., (2004), Efficiency Gains from 'What' - Flexibility in Climate Policy - An Integrated CGE Assessment, ZEW Discussion Paper No. 04-48.
- Brown, D., A. Deardorff y R. Stern, (1992), "A North American Free Trade Agreement: Analytical Issues and a Computational Assessment," *World Economy*, pp. 52-85.
- Burniaux, J.-M., Martin, J.P., Nicholetti, G., Martins, J.O., (1991), GREEN: A Multi-Sector, Multi-Region General Equilibrium Model for Quantifying the Costs of Curbing CO2 Emissions: A Technical Manual. OECD, Economics Department Working Paper 116, París.
- Burniaux, J.-M. & Truong, T. (2002), GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model, GTAP Technical Paper No.16
- Bussolo, M., A. Mizala y P. Romaguera (1998), "Beyond Heckscher-Ohlin: Trade and Labour Market, Interactions in a Case Study for Chile" Serie Documentos de Trabajo. FEDESARROLLO, Agosto.

- Cabezas, Mabel (2003), Tratado de Libre Comercio entre Chile y Estados Unidos: Revisión de estudios que cuantifican su impacto. Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile. Serie No. 239. Noviembre.
- Capros, P., T. Georgakopoulos, D. Van Regemorter, S. Proost, K. Conrad, T. Schimdt, Y. Smeers, N. Ladoux, M. Vielle y P. McGregor (1995), GEM-E3. Computable General equilibrium Model for Studying Economy-Energy-Environment, Interactions, European Commission. EUR 16714 EN.
- CEP (2006), *Presentaciones Seminario*. "Proyecto Gas Natural Licuado". Centro de Estudios Públicos. Santiago. Ver en [www.cepchile.cl](http://www.cepchile.cl)
- CEPAL (2005), Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2004. Santiago. Chile.
- Clemente, L. Faris, R. & Puente, A. (2002), Natural resource dependence, volatility and economic performance in Venezuela: the role of a stabilization fund, Andean Competitiveness Project Working Paper.
- CNE (2006), Balance Nacional de Energía 2005. Comisión Nacional de Energía, Ministerio de Economía. Santiago, 2006.
- \_\_\_ (2007a), Estadísticas Sector Energía en Chile 1990-2005. Comisión Nacional de Energía. Santiago.
- \_\_\_ (2007b), Información página web Comisión Nacional de Energía. [www.cne.cl](http://www.cne.cl)
- Chumacero, Rómulo y Klaus Schmidt-Hebbel (2004), General Equilibrium models: An Overview. Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile. Serie No. 307. Diciembre.
- Coeymans, J.E. y Larraín, F. (1994), "Efectos de un Acuerdo de Libre Comercio entre Chile y Estados Unidos: Un Enfoque de Equilibrio General", Cuadernos de Economía, vol.31, N° 94, pp.357-399.
- Dessus, S. y O'Connor, D. (1999), Climate Policy without Tears: CGE-Based Ancillary Benefits Estimates for Chile, Technical Paper No. 156, OECD Development Centre, Paris, November
- Equilibrium Models for the Chilean Economy, Santiago, April 4/5, 2002.
- Eyzaguirre, N. (2005). Exposición sobre el Estado de la Hacienda Pública. Presentación del Ministro de Hacienda. Octubre 2005.
- Galinis, A. & Van Leeuwen, M. (2000), A CGE Model for Lithuania: The Future of Nuclear Energy, Journal of Policy Modeling, Vol. 22, No. 6, 691-718.
- Goulder, L., (1993), "Energy Taxes, Traditional Efficiency Effects, and Environmental Implications," NBER working paper 4582.
- Harrison, Glenn W., Rutherford, Thomas F y Tarr, David (1997), Trade Policy Options for Chile. A Quantitative Evaluation. Policy Research Working Paper 1783. The World Bank. International Economics Department. International Trade Division. June.
- \_\_\_ (2003), Chile's Regional Arrangements: The Importance of Market Access and lowering the tariff to six percent. Central Bank of Chile. Working Papers No. 238. November.
- Hilaire, Alvin D., y Yongzheng Yang, (2003), "The United States and the New Regionalism/Bilateralism", IMF Working Paper 03/206 (Washington: Fondo Monetario Internacional).
- Hinojosa-Ojeda R., Lewis J. y Robinson S. (1997), "Convergence and Divergence between NAFTA, Chile, and MERCOSUR: Overcoming Dilemmas of North and South American Economic Integration". Integration and Regional Programs Department, Inter-American Development Bank, Working Paper Series 219 (May).
- Holland, D. E. Figueroa, R. Alvarez and J. Gilbert (2002), "Imperfect Labor Mobility, Urban Unemployment and Agricultural Trade Reforms in Chile" prepared for the Central Bank of Chile conference on General Equilibrium Models.
- Maldonado, Pedro (2006). *Desarrollo Energético Sustentable: Un Desafío Pendiente*. Exposición realizada en el Seminario "Seguridad energética, América Latina: Reflejo de las contradicciones de la globalización", junio 2006. Ver en [www.prien.cl](http://www.prien.cl).
- Matuoka, Y., M. Kainuma and T. Morita (1995). Scenario analysis of global warming using the Asian Pacific Integrated Model (AIM), Energy Policy, Vol. 23, 357-371.
- McFarland, J. R., Reilly, J.M. & Herzog, H.J., (2004), Representing energy technologies in top-down economic models using bottom-up information, Energy Economics, Vol. 26, 685-707.
- MIDEPLAN (2005a), Los Objetivos de Desarrollo del Milenio: Primer Informe del Gobierno de Chile. Santiago. Chile.
- \_\_\_ (2005b), Resultados de la Encuesta de Caracterización Socio-Económica 2003 (CASEN). Ministerio de Desarrollo y Planificación. Santiago.
- OECD (2005), Estudios Económicos de la OCDE: Chile. Volumen 19/2005. Noviembre 2005. Suplemento N°1. Paris.

- O'Ryan, R., S. Miller and C. J. de Miguel (2003), "A CGE Framework to Evaluate Policy Options for Reducing Air Pollution Emissions in Chile", *Environment and Development Economics*, 8(2): 285-309.
- O'Ryan R., De Miguel C., Miller S. & Munasinghe M. (2005), *Computable general equilibrium model analysis of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile*, *Ecological Economics*, Vol. 54, 447-472
- O'Ryan, Raul, Carlos J. de Miguel and Sebastian Miller (2006), "The Environmental Effects of Free Trade Agreements: A Dynamic CGE Analysis for Chile" presented at the Environmental and Resource Economists 3rd World Congress, 3-7 July 2006, Kyoto, Japan
- Paltsev, S., J. Reilly, H. Jacoby, R.Eckaus, J. McFarland, M Sarofim, M. Asadoorian & M. Babiker, (2005), *The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Version 4*, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 125.
- Pigott, J., J. Whalley and J. Wigle (1992), "International Linkages and Carbon Reduction Initiatives," in *The Greening of World Trade Issues*, edited by K. Anderson and R. Blackhurst, University of Michigan Press.
- Planistat (2002), "Sustainable Impact Assessment (SIA) of the trade aspects of negotiations for an Association Agreement between the European Communities and Chile (Specific agreement No 1)" Final Report October 2002.
- Rose, A., G. Schluter y A. Wiese (1995), "Motor-Fuel Taxes and Household Welfare: An Applied General Equilibrium Analysis," *Land Economics*, 71(2):229-243.
- Ruiz, J. y I. Yarur (1990), "Un modelo de Equilibrio General para Evaluación de Política Tributaria". Tesis para optar al título de Ingeniero Industrial y al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería mención Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Rutherford, T. F., W. D. Montgomery, & P. M. Bernstein, (1997), *CETM: A Dynamic General Equilibrium Model of Global Energy Markets, Carbon Dioxide Emissions and International Trade*, Working Paper 97-3, University of Colorado, Boulder.
- Sánchez, M. (2006), *Matriz de contabilidad social (MCS) 2002 de Costa Rica, y los fundamentos metodológicos de su construcción*, Serie Estudios y Perspectivas N°47, Sede Subregional de la CEPAL en México.
- Schuschny, A., José E. Durán y Carlos J. de Miguel (2007a), *Política Comercial de Chile y los TLC con Asia: Evaluación de los efectos de los TLC con Japón y China*, presentado en el Encuentro Regional Modelos de Equilibrio General Computable: aportes a la formulación de la política económica en América Latina y El Caribe, CEPAL, 2007
- \_\_\_ (2007b), *El modelo GTAP y las preferencias arancelarias en América Latina y el Caribe: reconciliando su año base con la evolución reciente de la agenda de liberalización regional*. ECLAC, Serie Manuales No. 53. Febrero. [www.eclac.org/publicaciones/xml/7/27947/LCL-L2679-P.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/27947/LCL-L2679-P.pdf)
- Vennemo, H. "A Dynamic Applied General Equilibrium Model with Environmental Feedbacks", *Economic Modelling*; 14 (1), January, pg 77-101.
- Yang, Z., R.S. Eckaus, A.D. Ellerman and H.D. Jacoby (1996), *The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model*, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 6, Cambridge, MA, May.

## **Anexos**

---

## Anexo 1: Sobreestimación del impuesto específico

Los impuestos específicos no se encuentran modelados explícitamente en las ecuaciones del modelo ECOGEM. Si bien es posible hacer esta distinción a partir de la matriz de contabilidad social construida para el año 2003, es necesario agregarlos a los impuestos a la producción con el fin de incorporar los datos en el modelo.

Sólo dos sectores presentan impuestos específicos: Elaboración de productos del tabaco y Elaboración de combustibles. El monto recaudado el año 2003 por tabaco fue de \$324.584 millones, un 63% del valor bruto de su producción. Mientras que el monto asociado a los combustibles es de \$500.358 millones de pesos, un 16% de su valor bruto de la producción. Hay que considerar que este último sector recibe un subsidio (impuesto negativo) a la producción de \$19.639 millones de pesos. Sumando ambos montos se obtiene un pago neto de \$480 719 millones de pesos.

Los impuestos a la producción se presentan *ad valorem* en el modelo y por lo tanto también el monto de los impuestos específicos sumados en esta cuenta. Sin embargo, estos últimos se recaudan en relación a la cantidad vendida.

Como resultado de la simulación que entrega el modelo, los impuestos específicos más los impuestos a la producción del sector de combustible aumentan en un 14.6%, lo que equivale al efecto *ad valorem*. Si se analizan los efectos separados, se constata que los precios aumentan en un 39.6% y la cantidad cae un 17.6%.

Para corregir la estimación *ad valorem* del impuesto específico, el monto del impuesto específico sobre combustibles es amplificado sólo por la variación de la cantidad (-17.6%) y el impuesto a la producción por la variación en el valor (14.6%). Como resultado de esto, en el siguiente cuadro se muestra que la recaudación asociada a los impuestos a la producción y específicos que entrega el modelo después de la simulación central es de \$550.903 millones, mientras que la recaudación que se obtendría al cobrar *ad quantum*, el impuesto específico sería de \$389.821 millones. Como resultado de lo anterior se aprecia que el modelo sobre estima lo recaudado por el sector de combustibles en un 29%:

**CUADRO 24**  
**COMPARACIÓN CON RESPECTO AL AHORRO TOTAL ANTES DEL SHOCK**

	Millones	Variación	Efecto final
Impuesto específico	500 358	-17,59%	412 327
Impuesto a la producción	- 19 639	14,60%	- 22 506
Total corregido			389 821
Total Imp. dir. + imp prod.	480 719	14,60%	550 903

Fuente: Elaboración propia.

La máxima sobre estimación que podría generar el modelo equivale a un 2% de la recaudación total de gobierno y a un 1.6% del ahorro total de la economía, lo que prácticamente no afecta la demanda de inversión, que es el principal canal de transmisión hacia el resto de la economía.

**CUADRO 25**  
**COMPARACIÓN CON RESPECTO AL AHORRO TOTAL ANTES DEL SHOCK**

	Millones de pesos
Ahorro total antes del <i>shock</i>	10 310 308
Recaudación de combustibles del modelo	550 903
Recaudación de combustibles corregida	389 821
Relación con el ahorro total	5,3%
Relación corregida con el ahorro total	3,8%
Sobre estimación del ahorro total	1,6%

Fuente: Elaboración propia.

Dado que estos cálculos se han realizado en un contexto de equilibrio parcial, considerando únicamente la cadena lineal directa de la recaudación por impuestos a los combustibles-el ahorro público-el ahorro total, no se consideran otros efectos que contrapesan la anterior sobre estimación. En particular, los asociados al efecto de los impuestos sobre las decisiones de ahorro-consumo de los hogares. En definitiva, había diferencias en los resultados reportados sobre el PIB, y éstas serían menores en el caso de la inversión.

## Anexo 2: Importaciones en escenario central

**CUADRO 26**  
**EFFECTOS SOBRE LAS IMPORTACIONES**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Agropecuaria Silvícola	292	1,9%	-0,7%	1,3%
Pesca Extractiva	2	1,0%	-3,8%	-3,2%
Minería	2 065	-6,5%	-14,4%	-15,3%
Industria Manufacturera	12 195	-1,5%	0,6%	-1,2%
Electricidad, Gas y Agua	31	-1,7%	42,5%	40,8%
Construcción	0	-2,1%	-3,3%	-4,9%
Comercio, Hoteles y Restaurantes	457	-2,3%	-3,2%	-5,4%
Transporte y Comunicaciones	1 100	-9,8%	-3,2%	-13,5%
Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	920	-2,1%	-2,7%	-4,7%
Propiedad de Vivienda	0			
Servicios Sociales y Personales	40	-3,1%	-3,8%	-6,7%
Administración Pública	0	-2,0%	-1,9%	-3,9%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

**CUADRO 27**  
**EFFECTOS SOBRE LAS IMPORTACIONES EN LOS SECTORES ENERGÉTICOS**  
*(Variaciones porcentuales sobre los niveles del año base, en pesos del 2003)*

	Nivel BAU	Petróleo y combustibles	Gas natural	Petróleo, combustibles y gas natural
Carbón	86	0,4%	1,7%	2,0%
Petróleo	1 546	-7,9%	-15,6%	-16,8%
Gas Natural	344	-3,5%	-16,1%	-16,4%
Combustibles	883	-9,1%	23,8%	9,3%

Fuente: elaboración propia sobre la base de simulaciones con el modelo ECOGEM-Chile.

**Anexo 3: Precios relativos en el escenario central****CUADRO 28  
EFECTOS SOBRE LOS PRECIOS RELATIVOS**

	Precios importaciones	Precios de Armington	Precios usuarios	Precios Productor
Agricultura	5,03%	5,87%	6,07%	5,97%
Fruticultura	5,03%	3,96%	3,85%	4,60%
Ganadería	5,03%	3,72%	3,72%	3,75%
Silvicultura	5,03%	3,12%	3,09%	3,13%
Pesca Extractiva	5,03%	3,68%	3,68%	4,61%
Extracción de Carbón	5,03%	4,91%	4,13%	4,15%
Extracción de Petróleo	36,54%	35,20%	6,53%	6,50%
Extracción de Gas natural	320,13%	268,91%	19,35%	19,35%
Minería del Hierro	5,03%	4,57%	4,57%	4,78%
Minería del Cobre	5,03%	4,74%	4,74%	4,99%
Otras actividades mineras	5,03%	4,19%	4,02%	4,66%
Producción de carnes	5,03%	3,26%	2,90%	3,29%
Industria pesquera	5,03%	4,57%	4,51%	4,88%
Elaboración de conservas	5,03%	3,67%	3,47%	4,42%
Elaboración de Aceite	5,03%	4,92%	4,74%	4,78%
Industria de la Leche	5,03%	3,35%	3,21%	3,39%
Molinería	5,03%	4,83%	4,79%	4,81%
Elaboración de alimentos para animales	5,03%	5,09%	5,09%	5,09%
Panaderías	5,03%	4,18%	4,17%	4,22%
Azúcar	5,03%	4,87%	4,78%	4,79%
Elaboración de productos alimenticios diversos	5,03%	3,59%	3,15%	3,60%
Elaboración de alcoholes y licores	5,03%	4,21%	3,76%	3,88%
Elaboración de vinos	5,03%	1,60%	1,57%	4,02%
Elaboración de cerveza	5,03%	2,40%	2,28%	2,51%
Elaboración de bebidas no alcohólicas	5,03%	1,30%	1,29%	1,64%
Elaboración de productos del tabaco	5,03%	2,78%	2,68%	2,79%
Fabricación de productos textiles	5,03%	4,68%	4,33%	4,47%
Fabricación de prendas de vestir	5,03%	4,01%	2,59%	2,80%
Elaboración de cuero y sus productos	5,03%	3,32%	2,18%	2,73%
Fabricación de calzado	5,03%	3,83%	2,30%	2,46%
Producción de madera y sus productos	5,03%	3,76%	3,59%	4,48%
Fabricación de papel	5,03%	4,92%	4,88%	4,96%
Imprentas y editoriales	5,03%	2,93%	2,64%	2,83%

(continúa...)

(...continuación)

	Precios importaciones	Precios de Armington	Precios usuarios	Precios Productor
Elaboración de combustible	31,29%	39,31%	42,46%	39,07%
Fabricación de sustancias químicas básicas	5,03%	5,12%	5,28%	5,18%
Fabricación de otros productos químicos	5,03%	3,65%	2,89%	3,17%
Fabricación de productos de caucho	5,03%	4,07%	2,97%	3,54%
Fabricación de productos de plástico	5,03%	4,17%	3,83%	3,98%
Fabricación de vidrio y sus productos	5,03%	7,46%	8,61%	8,23%
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	5,03%	5,18%	5,21%	5,20%
Industrias básicas de hierro y acero	5,03%	4,98%	4,94%	4,96%
Industrias básicas de metales no ferrosos	5,03%	4,44%	4,17%	4,61%
Fabricación de productos metálicos	5,03%	3,82%	3,34%	3,49%
Fabricación de maquinaria y equipo no eléctrico	5,03%	4,60%	3,24%	3,57%
Fabricación de maquinaria y equipo eléctrico	5,03%	4,95%	3,15%	3,39%
Fabricación de equipo de transporte	5,03%	4,70%	2,38%	3,42%
Fabricación de muebles	5,03%	3,11%	2,52%	2,96%
Otras industrias manufactureras	5,03%	4,76%	3,27%	3,63%
Suministro de electricidad	5,03%	27,18%	27,46%	27,37%
Suministro de gas	0,00%	1,35%	1,35%	1,40%
Suministro de agua	5,03%	-0,89%	-0,89%	-0,76%
Construcción	5,03%	2,58%	2,58%	2,58%
Comercio	5,03%	2,73%	2,62%	3,02%
Hoteles	5,03%	2,04%	1,99%	2,05%
Restaurantes	5,03%	2,75%	2,73%	2,80%
Transporte ferroviario	0,00%	5,22%	5,22%	5,21%
Otro transporte terrestre de pasajeros	5,03%	11,36%	11,42%	11,28%
Transporte camionero carga	5,03%	11,00%	11,07%	10,73%
Transporte marítimo	5,03%	5,38%	6,46%	5,19%
Transporte aéreo	5,03%	7,11%	7,36%	6,14%
Actividades conexas de transporte	5,03%	1,95%	0,84%	1,73%
Comunicaciones	5,03%	0,53%	0,35%	0,65%
Intermediación financiera	5,03%	0,88%	0,68%	0,73%
Compañías de seguros	5,03%	2,29%	1,41%	1,82%
Actividades inmobiliarias	5,03%	0,57%	0,55%	0,57%

(continúa...)

(...continuación)

	Precios importaciones	Precios de Armington	Precios usuarios	Precios Productor
Actividades de servicios empresariales	5,03%	2,03%	1,82%	1,98%
Propiedad de vivienda	0,00%	-2,07%	-2,07%	-1,87%
Administración pública	5,03%	2,39%	2,39%	2,42%
Educación pública	0,00%	1,21%	1,21%	1,22%
Educación privada	5,03%	1,06%	1,06%	1,16%
Salud pública	0,00%	2,26%	2,26%	2,27%
Salud privada	5,03%	0,71%	0,71%	0,82%
Actividades de esparcimiento	5,03%	1,46%	1,28%	1,58%
Otras actividades de servicios	5,03%	1,80%	1,79%	1,87%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de simulaciones del modelo ECOGEM-Chile.



NACIONES UNIDAS

Serie

C E P A L

medio ambiente y desarrollo

## Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en  
[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)

136. Impactos económicos y sociales de *shocks* energéticos en Chile: un análisis de equilibrio general. Raúl O’Ryan, Carlos de Miguel, Mauricio Pereira y Camilo Lagos (LC/L.2901-P), N° de venta: S.08.II.G.37, mayo de 2008. Email: carlos.demiguel@cepal.org
135. Externalidades en proyectos urbanos: saneamiento de aguas servidas y del ferrocarril metropolitano en Santiago de Chile (LC/L. 2807-P), N° de venta: S.07.II.G.140 (US\$ 10.00), diciembre 2007. Email: ricardo.jordan@cepal.org.
134. Financiamiento municipal y combate contra la pobreza: ejes de análisis. Oscar Cetrángolo (LC/L.2796-P), N° de venta: S.07.II.G.130 (US\$ 10.00), noviembre 2007. Email: raquel.szalachman@cepal.org
133. Primera evaluación del programa regional de vivienda social y asentamientos humanos para América Latina y el Caribe. Daniela Simioni y Raquel Szalachman (LC/L.2743-P), N° de venta: S.07.II.G.79 (US\$ 10.00), marzo 2007. Email: raquel.szalachman@cepal.org
132. Status and potential of commercial bioprospecting activities in Latin America and the Caribbean. Fernando Quezada (LC/L.2742-P), Sales No.: E.07.II.G.78 (US\$ 10.00), February 2007. E-mail: jose.gomez@cepal.org
131. Nicaragua: el papel de los municipios como instrumento para el combate de la pobreza. Juan C. Gómez Sabaini y Maximiliano Geffner (LC/L.2644-P), N° de venta: S.06.II.G.170 (US\$ 10.00), noviembre 2006. E-mail: raquel.szalachman@cepal.org
130. Pobreza y precariedad urbana en México: un enfoque municipal. Alberto Díaz Cayeros (LC/L.2639-P), N° de venta: S.06.II.G.166 (US\$ 10.00), noviembre 2006. E-mail: raquel.szalachman@cepal.org
129. Guatemala: fortalecimiento de las finanzas municipales para el combate a la pobreza. Juan C. Gómez Sabaini y Maximiliano Geffner (LC/L.2634-P), N° de venta: S.06.II.G.160 (US\$ 10.00), noviembre 2006. E-mail: raquel.szalachman@cepal.org
128. Honduras: el papel de los municipios en el combate a la pobreza. Juan C. Gómez Sabaini y Maximiliano Geffner (LC/L. 2632-P), N° de venta: S.06.II.G.158 (US\$ 10.00), noviembre 2006. E-mail: raquel.szalachman@cepal.org
127. Previendo y regularizando la informalidad del suelo en América Latina. Marco Legal. Nora Clichevsky (LC/L.2592-P), N° de venta: S.06.II.G.121 (US\$ 10.00), agosto 2006. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
126. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después. Nicolo Gligo V (LC/L.2533-P), N° de venta: S.06.II.G.60 (US\$ 10.00), mayo 2006. E-mail: joseluis.samaniego@cepal.org
125. Agriculturalization as a syndrome: a comparative study of agriculture in Argentina and Australia. Sarah Young (LC/L.2531-P), Sales N°: E.06.II.G.58 (US\$ 10.00), May, 2006. E-mail: gilberto.gallopín@cepal.org
124. Previendo la informalidad urbana en América Latina y el Caribe. Nora Clichevsky (LC/L.2472-P), N° de venta: S.05.II.G.218 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
123. Financiamiento municipal y reducción de la pobreza en Argentina. Javier Curcio. (LC/L.2467-P), N° de venta: S.05.II.G.214 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
122. Espacios públicos urbanos, pobreza y construcción social. Olga Segovia, Ricardo Jordán (LC/L.2466-P), N° de venta: S.05.II.G.213 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
121. El sistema municipal y superación de la pobreza y precariedad urbana en Uruguay. David Glejberman (LC/L.2465-P), N° de venta: S.05.II.G.212 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
120. El sistema municipal y superación de la pobreza y precariedad urbana en el Perú. Alberto Flores (LC/L.2464-P), N° de venta: S.05.II.G.211 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
119. Bienes y servicios ambientales en México: caracterización preliminar y sinergias entre protección ambiental, desarrollo del mercado y estrategia comercial. Carlos Muñoz Villarreal (LC/L.2463-P), N° de venta: S.05.II.G.210 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: jose.leal@cepal.org
118. Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento, e integración de políticas. David Manuel-Navarrete, Gilberto Gallopín y otros (LC/L.2446-P), N° de venta: S.05.II.G.193 (US\$ 10.00), diciembre 2005. E-mail: gilberto.gallopín@cepal.org

117. La otra agenda urbana. Tareas, experiencias y programas para aliviar la pobreza y precariedad en las ciudades de América Latina y el Caribe. Joan Mac Donald (LC/L.2445-P), N° de venta: S.05.II.G.192 (US\$ 10.00), noviembre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
116. Coordinación de políticas públicas para el desarrollo sostenible del sector turismo en el Perú. Jorge Mario Chávez Salas (LC/L.2429-P), N° de venta: S.05.II.G.176 (US\$ 10.00), noviembre 2005. E-mail: jose.gomez@cepal.org
115. Fallas de coordinación: desafíos de política para el federalismo fiscal-ambiental argentino Ernesto Rezk (LC/L.2428-P), N° de venta: S.05.II.G.175 (US\$ 10.00), noviembre 2005. E-mail: jacquatella@cepal.org
114. El financiamiento del desarrollo sostenible en el Ecuador. Nelson Gutiérrez Endara, Sandra Jiménez Noboa (LC/L.2396-P), N° de venta: S.05.II.G.139 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: carlos.demiguel@cepal.org
113. Revisión crítica de la experiencia chilena en materia de crédito y microcrédito aplicado a iniciativas de la microempresa y pymes para lograr mejoras en la gestión ambiental. Enrique Román (LC/L.2384-P), N° de venta: S.05.II.G.128 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: jose.leal@cepal.org
112. Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental de la pyme en Chile y promover su oferta de bienes y servicios ambientales. Marcelo Sepúlveda (LC/L. 2382-P), N° de venta: S.05.II.G.126 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: jose.leal@cepal.org
111. El sistema municipal y la superación de la pobreza y precariedad urbana en Chile. Patricia Cortés (LC/L.2381-P), N° de venta: S.05.II.G.125 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
110. El sistema municipal y la superación de la pobreza en Colombia. Alberto Maldonado (LC/L.2380-P), N° de venta: S.05.II.G.124 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
109. O sistema municipal e o combate à pobreza no Brasil. Beatriz Azeredo, Thereza Lobo (LC/L.2379-P), N° de venta: P.05.II.G.123 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: daniela.simioni@cepal.org
108. Oportunidades para a coordenação de políticas agrícolas e ambientais no Brasil. Aécio S. Cunha (LC/L.2358-P), N° de venta: P.05.II.G.96 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: jose.gomez@cepal.org
107. Política fiscal para la gestión ambiental en Colombia. Mary Gómez Torres (LC/L.2357-P), N° de venta: S.05.II.G.95 (US\$ 10.00), octubre 2005. E-mail: jose.gomez@cepal.org
106. Gasto y desempeño ambiental del sector privado en Colombia. Carlos Manuel Herrera Santos (LC/L.2356-P), N° de venta: S.05.II.G.94 (US\$ 10.00), septiembre 2005. E-mail: carlos.demiguel@cepal.org
105. Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias. José Leal (LC/L.2352-P), N° de venta: S.05.II.G.91 (US\$ 10.00), septiembre 2005. E-mail: jose.leal@cepal.org
104. Panorama do comportamento ambiental do setor empresarial no Brasil. Karen Pires de Oliveira (LC/L.2351-P), N° de venta: P.05.II.G.90 (US\$ 10.00), agosto 2005. E-mail: carlos.demiguel@cepal.org
103. El gasto medio ambiental en Perú: exploración inicial. Javier Abugattás (LC/L.2349-P), N° de venta: S.05.II.G.88 (US\$ 10.00), agosto 2005. E-mail: carlos.demiguel@cepal.org
102. Coordinación entre las políticas fiscal y ambiental en el Perú. Manuel Glave Tesino (LC/L.2327-P), N° de venta: S.05.II.G.72 (US\$ 10.00), junio 2005. E-mail: jose.gomez@cepal.org
101. Evaluación de la aplicación de los beneficios tributarios para la gestión e inversión ambiental en Colombia. Diana Ruiz Benavides, Gerardo Viña Vizcaíno, Juan David Barbosa Mariño y Alvaro Prada Lemus. (LC/L.2306-P), N° de venta: S.05.II.G.55 (US\$ 10.00), abril 2005. E-mail: jose.gomez@cepal.org
100. Coordinación de las políticas fiscales y ambientales en la República Dominicana. Magdalena Lizardo y Rolando M. Guzmán (LC/L. 2303-P), N° de venta: S.05.II.G.51 (US\$ 10.00), marzo 2005. E-mail: jose.gomez@cepal.org

- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: publications@cepal.org.

Nombre: .....

Actividad: .....

Dirección: .....

Código postal, ciudad, país: .....

Tel.:.....Fax:.....E.mail:.....