

# Chile: Elaboración de un modelo de equilibrio general computable y su aplicación a la región del Bío Bío

*Cristián Mardones P.*

## RESUMEN

En este trabajo se describe la elaboración de un modelo de equilibrio general computable regional aplicable al análisis de políticas de desarrollo y perturbaciones económicas relevantes con respecto a regiones específicas de Chile. Luego se genera una aplicación para la región del Bío Bío, que revela que el efecto de la actual crisis pesquera —provocada por la escasez del jurel— redundaría en una mayor especialización de la estructura productiva en las industrias de la madera y la celulosa. Además, se determina que sectores de escaso encadenamiento productivo con el sector pesquero se ven profundamente afectados a través de canales indirectos, difíciles de identificar sin un enfoque de equilibrio general.

---

## PALABRAS CLAVE

Desarrollo económico, desarrollo regional, modelos econométricos, política de desarrollo, indicadores económicos, condiciones económicas, exportaciones, importaciones, ingresos, consumo, especialización de la producción, industria, estudios de casos, Chile

## CLASIFICACIÓN JEL

C68, R11, R13

## AUTOR

Cristián Mardones P. Profesor Asistente, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Concepción. [crismardones@udec.cl](mailto:crismardones@udec.cl)

# I

## Introducción

El análisis de políticas económicas regionales en el marco de equilibrio general es intuitivamente atractivo porque permite establecer vínculos indirectos difíciles de detectar cuantitativamente de otra manera. Al capturar efectos de primer y segundo orden, los modelos de equilibrio general computable (CGE, por sus siglas en inglés) permiten identificar mecanismos de transmisión y los efectos globales de una política o perturbación (*shock*) en los mercados internos, interregional, exterior y de factores, considerando explícitamente el comportamiento de los agentes económicos mediante ajustes por la vía de precios que vacían los mercados. Sin embargo, en la práctica son más usuales otras herramientas alternativas de evaluación regional, tales como multiplicadores basados en matrices de insumo-producto o modelos econométricos. Partridge y Rickman (2010) argumentan que el uso limitado de los modelos CGE regionales se explica por su complejidad y deficiencias en su formulación, implementación y descripción.

Principalmente, las aplicaciones con modelos CGE a nivel nacional son en materias de comercio internacional, finanzas públicas, energía, medio ambiente, distribución del ingreso, y pobreza, entre otros (véase Devarajan y Robinson, 2002). Diversas aplicaciones para países latinoamericanos pueden revisarse en De Miguel y otros (2010). La literatura sobre CGE regionales es diversa en temáticas, pero menos abundante<sup>1</sup>. Algunas investigaciones recientes son las de Julia-Wise, Cooke y Holland (2002), que analizan los impuestos a la propiedad en el estado de Idaho; Miguel-Vélez, Cardenete y Pérez-Mayo (2009), que estudian un aumento de los impuestos a los combustibles; Rickman y Snead (2007), quienes examinan los efectos en el crecimiento y la equidad de subsidios al servicio formal de cuidado de niños para familias de bajos ingresos; Liu (2006), que se refiere a la repercusión económica de construir un parque científico industrial en la región sureste de Taiwán; Conrad y Heng (2002), que aluden al papel de la infraestructura pública en el crecimiento regional; Seung y otros (2000), quienes evalúan la repercusión

de la reasignación del agua entre los sectores agrícola y turismo; Patriquin y otros (2002), que utilizan un modelo extendido ambientalmente con capital natural en una región del Canadá; Giesecke (2002), que denota las causas de la divergencia en el crecimiento de dos regiones de Australia, y Kim y Kim (2002), quienes plantean cómo una estrategia de desarrollo regional basada en estímulos a la inversión afecta al crecimiento y la equidad en la República de Corea.

En América Latina, las aplicaciones de modelos de equilibrio general computable para análisis de impacto regional son relativamente escasas y, además, las publicaciones se centran en países como el Brasil y Colombia. En el caso del Brasil, Haddad (1999) —mediante el modelo B-MARIA, basado en el modelo multirregional MONASH-MRF de la economía australiana— evalúa cambios económicos estructurales y en la inequidad dada una liberalización del comercio internacional unilateral; Haddad, Domingues y Perobelli (2002) consideran estrategias alternativas de integración económica sobre la base de un modelo nacional y luego, en una segunda parte, integran un modelo interregional para generar una desagregación vertical (*top-down*) de los resultados nacionales; Domingues y Lemos (2004) también se enfocan en las consecuencias regionales en el Brasil de estrategias de liberalización comercial empleando un modelo multirregional basado en el modelo MONASH-MRF; Domingues y otros (2002) exploran los cambios en los flujos de comercio interregional de 27 estados brasileños. En el caso de Colombia, Iregui (2005) cuantifica los efectos en el bienestar de un proceso de descentralización mediante un modelo de equilibrio general computable multirregional; posteriormente, Haddad y otros (2009) construyen un modelo espacial de equilibrio general para la economía colombiana, en que se consideran un tratamiento detallado del comercio interregional, economías de escala, imperfecciones de mercado y costos de transporte.

En este trabajo se presenta un modelo CGE regional relativamente fácil de implementar para otros países latinoamericanos donde se planteen evaluar repercusiones económicas en una región específica.

En Chile han existido aplicaciones empíricas en que se ha utilizado un enfoque de equilibrio general, pero solo para investigar impactos a nivel nacional, observándose

□ El autor agradece al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT: Proyecto de Iniciación 11110007) por el financiamiento otorgado a esta investigación.

<sup>1</sup> Para una revisión exhaustiva de las aplicaciones, véanse Partridge y Rickman (1998); Rodríguez (2007) y Partridge y Rickman (2010).

en el país una ausencia de investigaciones mediante un CGE regional. A modo de ejemplo se pueden citar los siguientes trabajos: Coeymans y Larraín (1994) analizan la repercusión de la firma del Tratado de Libre Comercio Chile-Estados Unidos de América; Harrison, Rutherford y Tarr (1997, 1998 y 2005) investigan los efectos de la política comercial de apertura unilateral y de la firma de tratados de libre comercio (TLC); Schuschny, Durán y De Miguel (2008) evalúan los efectos de los TLC con países asiáticos; O’Ryan y otros (2011) examinan los efectos socioeconómicos y ambientales de los TLC; Holland y otros (2005) estudian las políticas de precios para productos agrícolas e identifican sus efectos económicos y en la migración urbano-rural; O’Ryan, Miller y De Miguel (2003), O’Ryan y otros (2005) y Dessus y O’Connor (2003) simulan políticas ambientales y su repercusión en la economía; Pereira y otros (2009) se enfocan en la incorporación de regalías para la minería del cobre con el fin de atenuar la “enfermedad holandesa” y aumentar la diversificación de las exportaciones; y Mardones (2010 y 2011) analiza diversas reformas al sistema tributario chileno.

La importancia de contar con modelos de equilibrio general computable regionales es que estos permiten analizar políticas, perturbaciones o ambas, que son propias de una región, como también aquellas de carácter nacional o internacional, pero haciendo hincapié en las repercusiones económicas para una determinada región. Su relevancia se pone de manifiesto al evaluar simulaciones de escenarios contrafactuales que tengan efectos en diversos sectores económicos, factores productivos y hogares representativos, que son imposibles de capturar mediante un análisis de equilibrio parcial.

Los efectos de equilibrio general pueden ser importantes a nivel regional en la medida en que las políticas y perturbaciones afecten a sectores con alto encadenamiento productivo o a regiones cuyas estructuras productivas sean muy especializadas. Las problemáticas específicas a abordar con esta herramienta son variadas, como por ejemplo, determinar cómo una región se verá afectada por políticas sociales, regulaciones ambientales más estrictas, perturbaciones de los precios de fuentes energéticas, políticas de desarrollo que fomenten a sectores económicos particulares<sup>2</sup>, regalías (*royalties*) a actividades económicas, subsidios a la contratación de

mano de obra, entre otras. En general, se puede modelar cualquier impacto en un parámetro o variable exógena, representado en el modelo.

Aun cuando es posible obtener estas aproximaciones respecto de una región con modelos insumo-producto, Rickman (1992) y Gillespie y otros (2001) han mostrado que estos últimos sobrestiman las repercusiones económicas en la ausencia de excesos de oferta, debido a que los supuestos de precios fijos y de oferta perfectamente elástica no permiten estimar el desplazamiento de otras actividades económicas y creación de empleo. Además, la falta de estructura económica no hace posible evaluar políticas fiscales en modelos de insumo-producto (Partridge y Rickman, 2010).

Los modelos CGE regionales utilizados en la literatura pueden clasificarse en dos grandes categorías: región específica y multirregional. La principal restricción que determina que se escoja el primer tipo de modelos en lugar del segundo (aparte de su dificultad de elaboración y programación) es la disponibilidad de datos a nivel regional, en especial matrices de insumo-producto actualizadas para cada región y datos de comercio interregional. En Chile existen matrices de insumo-producto regional —año base: 1996— que se ajustan al modelo región específica, pero el comercio interregional no está disponible, e incluso en el detalle metodológico de su construcción (Riffo y otros, 2006) se menciona que los datos de comercio de una región con otras regiones no son directos, sino que simplemente constituyen una cuenta de ajuste.

Un modelo CGE para una región específica es diseñado en relación con un área particular dentro de un país y se caracteriza por su similitud con un modelo a nivel país, pero su diferencia radica en el tratamiento del sector externo, que en este caso está compuesto por el resto del país y el resto del mundo. Su limitación principal es la incapacidad para evaluar los efectos en otras regiones y en el país como un todo, lo que se vuelve más relevante cuando la región se halla altamente integrada al resto de la economía nacional, mostrando un panorama incompleto de los impactos pues no captura los efectos de retroalimentación (*feedback*) interregionales. No obstante, esta limitación no se eliminaría del todo con un modelo CGE multirregional, ya que por lo general en las aplicaciones empíricas el número de regiones y sectores es pequeño debido a las restricciones computacionales y de datos (Wittwer y Horridge, 2010).

El presente trabajo apunta a llenar el vacío existente en este ámbito mediante la implementación de un CGE

<sup>2</sup> Por ejemplo, en los últimos años en Chile hubo una creciente preocupación por definir estrategias de desarrollo de largo plazo para las regiones del país, cuyo fundamento consiste en tratar de consolidar y potenciar ciertos sectores económicos a través de las agencias de desarrollo regional.

región específica<sup>3</sup> para el análisis de las economías regionales de Chile, a partir de la modificación de las ecuaciones de un modelo CGE estándar a nivel país (Löfgren, Harris y Robinson, 2001); este nuevo modelo es llamado CGEREG. Para mostrar los beneficios de contar con esta herramienta en la evaluación de perturbaciones económicas o de políticas públicas regionales, se genera una aplicación específica a la región del Bío Bío en que se analizan los efectos económicos macro, intersectoriales, laborales y en los hogares de la actual crisis pesquera generada por la escasez del jurel, lo anterior dada la disponibilidad reciente de una matriz de contabilidad social —año base 2006— (Mardones y Saavedra, 2011) para calibrar el modelo propuesto.

Este trabajo es novedoso no solo a nivel regional y nacional, puesto que en la literatura solo existe un estudio publicado en que se modela con la misma

metodología la reducción de las capturas pesqueras y el aumento en el precio de los combustibles en Alaska (Waters y Seung, 2010), aunque en ambos modelos no se especifican interacciones endógenas entre la actividad pesquera y cambios en la biomasa (*stock*) del recurso. Aun cuando existen otros modelos en que se especifican interacciones dinámicas en los sistemas ecológicos y económicos, como Eichner y Pethig (2007) y Finnoff y Tschirhart (2005), aquellos poseen características diferentes de los modelos CGE multisectoriales, como el modelo analizado en este trabajo.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. En la sección II se detalla la estructura del modelo CGE regional propuesto y de la matriz de contabilidad social regional para su calibración. En la sección III se detalla la aplicación del modelo a la región del Bío Bío, la que a través de simulaciones de impactos negativos que afectan a la productividad pesquera representa la escasez del recurso jurel, cuya captura ha caído más de un 45% desde el año 2006. El objetivo es determinar los efectos de esta crisis en el desarrollo económico regional. Finalmente, en la sección IV se presentan las principales conclusiones y futuras extensiones de este trabajo.

<sup>3</sup> La estrategia de modelar una región específica que se relaciona comercialmente con el resto del país y el resto del mundo, concuerda plenamente con la estructura de las bases de datos de matrices de insumo-producto regionales para Chile que ha entregado al público el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en el año 2005.

## II

### Metodología

#### 1. Matriz de contabilidad social

Una condición básica para aplicar un modelo CGE es disponer de datos que permitan calibrarlo. En Chile, el INE (2004) publicó las matrices de insumo-producto regionales —año base 1996—, fundamentales para construir las matrices de contabilidad social regionales (Pyatt y Round, 1985), y que a su vez son los datos necesarios para calibrar un modelo de equilibrio general computable regional. Aunque en los modelos CGE se utiliza generalmente un año base desactualizado (confiando en que la estructura económica se modifica en el mediano y largo plazo), 15 años es un período demasiado prolongado para que la aplicación del modelo constituya una aproximación razonable a la economía regional<sup>4,5</sup>. Por ello, se emplea una matriz de

contabilidad social para la región del Bío Bío —año base 2006— construida por Mardones y Saavedra (2011), quienes actualizan la matriz de insumo-producto regional del INE con información de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2006, Cuentas Nacionales, Aduanas, VI Encuesta de Presupuestos Familiares, Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2006, entre otras fuentes, usando el método indirecto de entropía cruzada (*cross entropy*)<sup>6</sup> desarrollado por Robinson, Cattaneo y El-Said (2001).

La metodología para su construcción consistió, en una primera etapa, en la obtención de una matriz

<sup>4</sup> En MIDEPLAN (2005) se realiza una descripción y un análisis de las economías regionales de Chile a partir de las matrices de insumo-producto regionales (año base 1996).

<sup>5</sup> Rojas (2009) desarrolla una matriz de contabilidad social para la Región Metropolitana de Santiago de Chile (año base 1996), utilizando

como información central la matriz de insumo-producto regional y supuestos sobre relaciones lineales conocidas entre datos nacionales y regionales.

<sup>6</sup> El método de optimización permite obtener una matriz de contabilidad social a partir de una matriz desactualizada al incorporar errores en las variables, restricciones de desigualdad e información actualizada sobre algunas partes de la matriz y no solo de los totales de las filas y columnas.

de contabilidad social (MCS) regional para el año 1996 —elemento inicial requerido para la aplicación de los métodos de actualización— que fue obtenida principalmente sobre la base de la matriz de insumo-producto para la región del Bío Bío, año base 1996 (detalles de su construcción en Riffo y otros 2006). Dada la baja disponibilidad de información sectorial regional, en la MCS se consideraron 20 sectores productivos. Luego, se incorporó información actualizada al año 2006 del valor agregado y consumo intermedio regional sectorial, junto con la utilización de algunas estimaciones, lo que permitió la actualización de la matriz de consumo intermedio (componente de la MCS) mediante el método RAS, método indirecto para la obtención de una matriz insumo-producto. El vector de valor agregado actualizado al 2006 se obtuvo sobre la base de estadísticas del Banco Central de Chile con respecto al producto interno bruto (PIB) regional por clase de actividad económica correspondiente al período 2003-2006. Para el caso de las industrias manufactureras, tanto el valor agregado como el gasto total en compras intermedias de estos sectores se obtuvieron de la ENIA 2006, elaborada por el INE. La utilización de esta matriz, cierta información conocida (como las exportaciones al resto del mundo y la inversión pública) y aproximaciones que involucraron principalmente asumir como constantes algunas proporciones regionales del año 1996 o a nivel nacional, permitieron obtener una MCS regional actualizada con el método de entropía cruzada. Este método, aparte de utilizar la MCS del año 1996 como elemento de entrada, requirió la definición de restricciones dadas por la información conocida (o estimada razonablemente), información que surgió en gran parte de las estimaciones hechas con el método

RAS. Cada una de estas restricciones fue programada con el método de entropía cruzada, tras lo cual se inició el proceso de prueba y error en procura de implementar el mayor número de restricciones posibles, de modo que, el método convergiera a una solución.

Al utilizar un método de actualización indirecto de la MCS puede generarse el problema de que se mantenga la relación inicial entre coeficientes técnicos. Ello implica que aunque se actualicen las cifras, los efectos y las relaciones serán los anteriores y no los actualizados. Este punto fue abordado al emplear un procedimiento de optimización para actualizar la MCS, que incluyó restricciones vinculadas al consumo intermedio y valor agregado de cada actividad sobre la base de datos de la ENIA o en su defecto relaciones basadas en el PIB sectorial regional.

Esto puede corroborarse al observar el cambio en los coeficientes técnicos de la MCS 2006 y 1996. A objeto de simplificar los resultados, en el cuadro 1 se presenta una agregación de los 20 sectores originales en solo cinco denominados como recursos naturales, industria, construcción, comercio y servicios.

A modo de ejemplo, se concluye que en la década existe una transformación económica vinculada a una menor intensidad en la utilización de capital en el sector de recursos naturales y un uso más intenso de capital en el sector industrial, lo que concuerda con lo observado en la región. Específicamente, en el sector pesquero se constata esta misma tendencia de menor intensidad del capital y de aumento en el consumo intermedio de insumos de dicho sector (véase el gráfico 1),

Con respecto a la incorporación del gobierno en la MCS, se puede mencionar que en Chile la recaudación de impuestos y excedentes de explotación, entre otros

CUADRO 1

## Comparación de coeficientes técnicos de la MCS, 1996 y 2006

	RR. NN. MCS 1996	RR. NN. MCS 2006	Industria MCS 1996	Industria MCS 2006	Construcción MCS 1996	Construcción MCS 2006	Comercio MCS 1996	Comercio MCS 2006	Servicios MCS 1996	Servicios MCS 2006
Recursos naturales	0,21	0,23	0,21	0,16	0,02	0,03	0,01	0,04	0,00	0,02
Industria	0,20	0,25	0,20	0,23	0,37	0,38	0,17	0,27	0,16	0,20
Construcción	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
Comercio	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03
Servicios	0,09	0,11	0,11	0,10	0,06	0,07	0,29	0,32	0,12	0,12
Capital	0,29	0,20	0,25	0,28	0,25	0,21	0,22	0,13	0,35	0,29
Trabajo no calificado	0,15	0,10	0,06	0,04	0,20	0,15	0,18	0,08	0,13	0,07
Trabajo semicalificado	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07
Trabajo calificado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,10	0,12

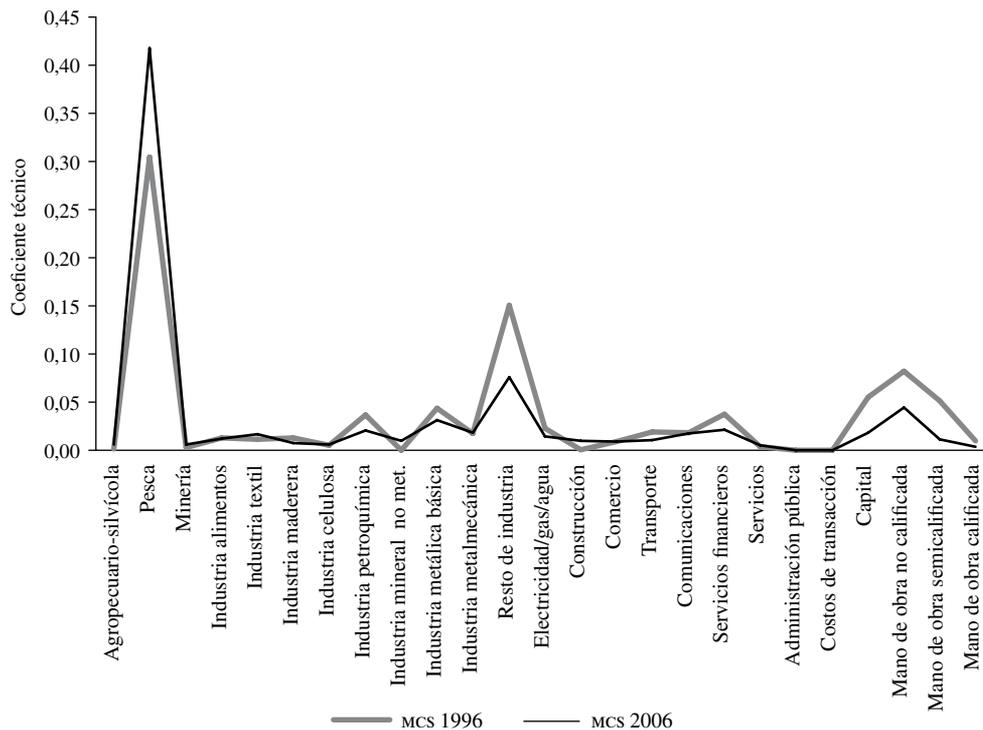
Fuente: elaboración propia.

RR.NN.: Recursos naturales.

MCS: matriz de contabilidad social.

GRÁFICO 1

## Coeficientes técnicos del sector pesca en la MCS, 1996 y 2006



Fuente: elaboración propia.

ingresos, es completamente transferida al gobierno central (excepto la recaudación de los ingresos autónomos de las municipalidades no provenientes del nivel central). Luego esos recursos se transfieren desde el nivel central a cada región a través de una serie de instrumentos como el Fondo de Desarrollo Regional, la Inversión Sectorial de Asignación Regional y la Inversión Regional de Asignación Local, entre otros (para mayores detalles véase Rojas, 2009). Además, la producción de la administración pública es valorada a partir de sus costos.

Debido a lo anterior, se considera que en la Cuenta Gobierno de la MCS de la región del Bío Bío se consolidan los ingresos del gobierno central y de las municipalidades, con el fin de realizar gastos en bienes, prestaciones, asignaciones o transferencias directas, cuya diferencia (ahorro/desahorro) se transfiere al gobierno central mediante el saldo en cuenta corriente con el resto del país. En virtud de ello, en el modelo CGE se incluye un solo agente llamado Gobierno, que redistribuye explícitamente esos recursos sin modelar al gobierno central. Este enfoque es usual en los modelos región específica (véase, por ejemplo, Miguel-Vélez, Cardenete

y Pérez-Mayo, 2009). Al contrario, los modelos “de abajo-arriba” (*bottom-up*) que modelan varias regiones tienden explícitamente a tener un gobierno central y uno regional (Giesecke, 2002), mientras que autores como Kim y Kim (2002) modelan un gobierno para cada región.

Otro punto a destacar en la economía de la región del Bío Bío es el destino de las utilidades de las empresas. Dado que las casas matrices de estas se hallan fuera de la región, pero dentro del país, el 68% del pago al capital de empresas instaladas en la región fluye hacia el resto del país a través de la cuenta de capitales.

Básicamente, el esquema agregado que debe poseer la MCS regional para la calibración del modelo es el siguiente:

## 2. Diseño de modelación

Una manera más o menos rápida de intentar modelar económicamente a una región con la estructura de datos del cuadro 2 consiste en utilizar un modelo estándar a nivel país. Sin embargo, esta opción tiene el inconveniente de que se deben agregar la interacción

CUADRO 2

**Matriz de contabilidad social (MCS) regional agregada**

Cuentas	Actividades	Bienes	Factores	Instituciones	Cuenta de capitales	Resto del país	Resto del mundo
Actividades		Ventas domésticas					
Bienes	Consumo intermedio			Consumo final y gasto de gobierno	Formación bruta de capital y variación de existencias	Exportaciones a resto del país	Exportaciones a resto del mundo
Factores	Pago a factores productivos					Pago a factores desde resto del país	Pago a factores desde resto del mundo
Instituciones	Impuestos a la producción, impuesto al valor agregado	Impuestos a importaciones	Ingreso de los factores a hogares	Transferencias entre instituciones		Transferencias desde resto del país	Transferencias desde resto del mundo
Cuenta de capitales				Ahorro de hogares y gobierno		Ahorro del resto del país	Ahorro del resto del mundo
Resto del país		Importaciones resto del país	Ingreso de los factores a resto del país				
Resto del mundo		Importaciones resto del mundo	Ingreso de los factores a resto del mundo				

Fuente: elaboración propia.

comercial y los flujos de capitales de la región con el resto del mundo y el resto del país. Esta agregación no permitiría simular perturbaciones (*shocks*) internacionales independientes del comercio de la región con el resto del país; además, se obtendrían resultados sesgados por la vía del tipo de cambio, ya que en una modelación adecuada se debería considerar explícitamente que el comercio con el resto del país se realiza utilizando la moneda doméstica (tipo de cambio fijo uno a uno entre la región y el resto del país), mientras que el comercio con el resto del mundo se efectúa con otro tipo de cambio que refleja el producto de la moneda extranjera por la moneda doméstica del país.

La división entre comercio con el resto de país y el resto del mundo involucra la incorporación al modelo estándar a nivel país de nuevas ecuaciones, variables, parámetros y elasticidades (véase el apéndice 1), transformándolo en otro modelo explícitamente regional en que se destacan aquellas modificaciones que modelan las cantidades y precios de exportaciones e importaciones, con aranceles diferenciados para el resto del país; y resto del mundo. Además, se deben incluir dos tipos de cambio y dos saldos en cuenta corriente, uno para el resto del país (por ejemplo, deficitario si el capital es de propiedad del resto del país) y uno para el resto del mundo (por ejemplo, superavitario si la región es exportadora neta). La migración interregional debe ser considerada para reflejar movilidad laboral ante

diferenciales de salarios entre la región y el resto del país; dada la complejidad del proceso y dado que solo se modela explícitamente una región, se asume que la oferta laboral se relaciona positivamente con el movimiento de los salarios regionales con respecto a los del resto del país. El índice de precios al consumidor regional se determina endógenamente en el modelo, mientras que el índice de precios al consumidor (IPC) nacional se asume exógeno (facilita este supuesto el tamaño del PIB regional con respecto al nacional cercano al 9% y la fuerte orientación exportadora de esta región). También se deben modificar las variables y reglas de clausura macroeconómicas regionales, a fin de que los agregados macroeconómicos den cuenta de los cambios anteriores. Aunque el modelo permite diferentes reglas de clausura, tal como la versión CGE estándar a nivel país, para esta aplicación regional se asume que la inversión es una proporción de la absorción, que los tipos de cambios son fijos y los saldos en cuenta corriente flexibles, y que el ahorro del gobierno es flexible ante tasas de impuesto fijas. Todas estas características permiten obtener un modelo que se ajusta de manera más realista a una economía regional.

El resto de las decisiones de diseño del modelo CGE región específica son similares a las de un modelo CGE estándar a nivel país (Löfgren, Harris y Robinson 2001). En estas se incluyen dimensiones básicas como número de consumidores representativos, sectores productivos,

factores productivos, instituciones y sector externo a la región. A continuación se seleccionan las formas funcionales a utilizar para modelar las preferencias de los consumidores, las tecnologías de producción de las firmas y el flujo de recursos entre instituciones, que afectan a los problemas de optimización para los agentes económicos.

### 3. Modelo CGE regional

En el modelo CGE regional (CGEREG) propuesto, la actividad de producción de bienes y servicios crea demanda de factores productivos que generan valor agregado y de bienes y servicios intermedios que son usados como insumos. Los insumos intermedios pueden producirse localmente en la región, o bien ser importados desde el resto del país, del resto del mundo o de ambos. La demanda de los factores productivos trabajo y capital interactúa con la oferta regional de factores productivos en los mercados de factores, determinando los precios de esos factores que vacían el mercado. El pago a los factores productivos para los hogares de la región determina los niveles de ingreso, que a su vez —en función de las preferencias de estos hogares— determinan las demandas de bienes

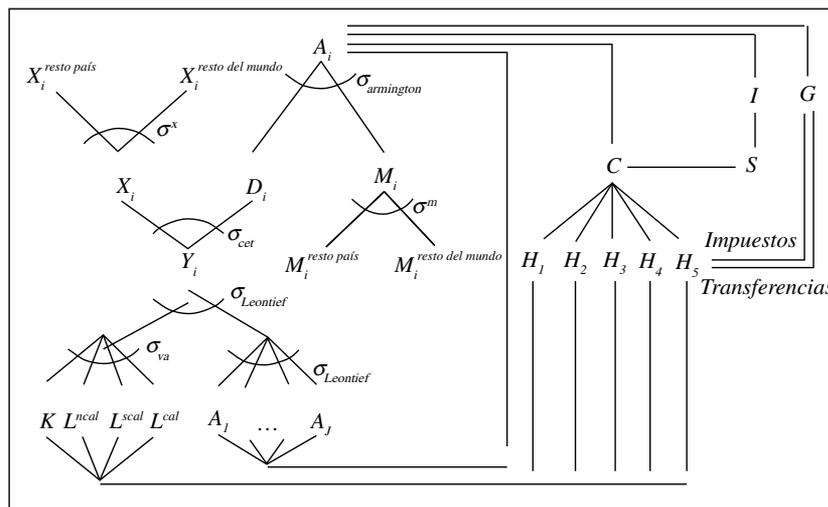
y servicios. El equilibrio ocurre cuando los precios permiten igualar a las ofertas y demandas en todos los mercados (de bienes y factores).

El modelo recrea un sistema económico donde interactúan diversos agentes cuyo comportamiento, basado en la optimización microeconómica, se define a través de la especificación de ecuaciones lineales y no lineales. Estos agentes económicos modifican sus decisiones de consumo y producción ante cambios en los precios relativos vinculados a los productos, insumos o factores productivos, o bien ante perturbaciones exógenas.

Como todo modelo, el CGEREG requiere que se definan formas funcionales específicas para sus variables y parámetros. Las formas funcionales son las estándar utilizadas en economía. Las funciones de demanda se basan en funciones de utilidad Stone-Geary, en tanto que las funciones de producción se basan en funciones con elasticidad constante de sustitución (CES, por sus siglas en inglés) o funciones Leontief. También existen funciones CES que permiten cierto grado de sustitución entre producción regional y externa; esta última también anida una función CES que permite sustituir la producción externa del resto del país y del resto del mundo. A continuación (véase el gráfico 2) se ilustra y describe el comportamiento general del modelo.

GRÁFICO 2

Ilustración simplificada del funcionamiento del modelo CGEREG



Fuente: elaboración propia.

$\sigma_{armington}$ : elasticidad de Armington.

$Leontief$ : función Leontief.

$cet$ : elasticidad constante de transformación.

$cal$ : trabajo calificado.

$ncal$ : trabajo no calificado.

$scal$ : trabajo semicalificado.

$H_1$ : quintil 1,  $H_2$ : quintil 2,  $H_3$ : quintil 3,  $H_4$ : quintil 4,  $H_5$ : quintil 5.

La producción  $Y_i$  puede ser destinada a exportaciones  $X_i$  o a ventas domésticas  $D_i$ , la transformación se produce mediante una función CES con elasticidad constante ( $\sigma_{cet}$ ) sujeta a los precios relativos de ambos destinos. Además, las exportaciones pueden ser destinadas al resto del país  $X_i^{restopaís}$  o al resto del mundo  $X_i^{restodelmundo}$ , lo que depende de una función de transformación CES con elasticidad ( $\sigma^x$ ) sujeta a los precios relativos de ambos destinos externos a la región. Los bienes y servicios ( $A_i$ ) para uso intermedio o final pueden producirse domésticamente o ser importados ( $M_i$ ), la composición varía en función de sus precios relativos y de una función CES con elasticidad de sustitución  $\sigma_{armington}$ . A su vez, las importaciones pueden provenir del resto del país  $M_i^{restopaís}$  o del resto del mundo  $M_i^{restodelmundo}$ , lo que depende de una función de transformación CES con elasticidad ( $\sigma^m$ ) sujeta a los precios relativos de ambos oferentes externos a la región. Los usos finales de los bienes y servicios son consumo privado ( $C$ ), inversión ( $I$ ), gasto del gobierno ( $G$ ) y exportaciones ( $X$ ).

El consumo privado es realizado por hogares representativos de los quintiles de ingreso ( $H_q$ ), los que maximizan su función de utilidad (Stone-Geary) sujeta a su restricción presupuestaria, dando origen a un sistema de gasto lineal extendido. Además, los hogares realizan transferencias a otros hogares, pagan impuestos y reciben transferencias del gobierno, mientras que el resto del ingreso se ahorra. El ahorro generado por los hogares, gobierno, resto del país y resto del mundo en la región se utiliza como capital para inversión (privada, pública e inversión extranjera).

El ahorro o desahorro externo se representan por dos saldos en cuenta corriente y dos tipos de cambio diferenciados para el resto del país y el resto del mundo.

Si el saldo en cuenta corriente es fijo, entonces el tipo de cambio es endógeno, en tanto que si el saldo en cuenta corriente es variable, el tipo de cambio es fijo.

Los hogares poseen factores productivos capital y trabajo (calificado, semicalificado y no calificado), por cuya utilización reciben un pago de las firmas que los emplean en conjunto con bienes intermedios para producir otros bienes y así maximizar beneficios dada la restricción tecnológica disponible, que es una función de producción Leontief que anida funciones de valor agregado (función CES de factores productivos con elasticidad de sustitución  $\sigma_{va}$ ) y de consumo intermedio agregado (función Leontief de los insumos de cada sector económico). Para permitir indirectamente la migración se genera una función de oferta laboral relacionada con los salarios relativos entre la región y el resto del país.

Todo esto recrea un modelo de equilibrio general económico en que los precios se determinan endógenamente dentro el modelo y vacían los mercados de bienes, insumos y factores productivos.

Las ecuaciones, variables y parámetros del modelo CGEREG propuesto se presentan en el apéndice 2. Una vez asegurado que el modelo tiene solución, al verificar que presenta el mismo número de ecuaciones y variables se procede a la programación, que consiste en codificar el nuevo sistema de ecuaciones no lineales que representa al modelo. Luego, en la calibración se infiere el valor de los parámetros de las ecuaciones de comportamiento a partir de los valores de la MCS y se definen los valores para las elasticidades. También es necesario programar las salidas o reportes con los resultados para evaluar si el modelo replica dicha matriz en el escenario base. Finalmente, se generan los escenarios contrafactuales como simulaciones al cambiar los valores de un parámetro o variable exógena.

### III

## Aplicación a la región del Bío Bío, Chile

### 1. Descripción económica de la región del Bío Bío

Entre 2003 y 2009, la participación de la actividad económica de la región del Bío Bío con respecto al total nacional ha descendido de 9,5% a 8,7%. La tasa de crecimiento promedio del PIB regional en el mismo período fue de 2,5%, inferior al 3,8% nacional. En esta región la industria manufacturera es la principal actividad económica y aporta el 36,2% al PIB regional, es decir, más de un tercio, mientras que a nivel nacional esta actividad contribuye al PIB con solo un 16,2%.

El sector pesquero registra una baja participación en el PIB regional (2,7% promedio entre 2003 y 2008), pero tiene el encadenamiento hacia atrás más alto en la región, lo que permitiría atribuir una parte del bajo desempeño económico regional en años recientes a la disminución en la actividad pesquera producto de la escasez del jurel<sup>7</sup>.

En la región, los servicios y el comercio aportan el 56,1% del empleo, la actividad industrial un 13,6%, mientras la pesca tan solo un 1,6%.

Desde el punto de vista del comercio internacional, la actividad económica regional cuenta con una fuerte base exportadora (el año 2009 las exportaciones representaron un 38,3% del PIB de la región del Bío Bío), especialmente sobre la base de la madera, la celulosa, la industria alimentaria, la actividad pesquera, la industria agropecuaria y la petroquímica.

<sup>7</sup> El sector pesquero ha visto reducida su actividad, con un crecimiento negativo de 11,1% en 2007 y de 9,3% en 2008 (aún no hay cifras oficiales para 2009 y 2010).

### 2. Aplicación del modelo a una perturbación regional: la crisis del jurel

El desembarque industrial de pescado en la región del Bío Bío ha caído sistemáticamente en los últimos años. Según cifras del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), dicho desembarque fue de 1.600.132 toneladas en 2006, llegando solo a 1.100.690 toneladas el año 2009 (mientras que las cifras preliminares de 2010 son de 487.901 toneladas, lo que denota una caída sustancial respecto del año 2009, pero además se aprecia el efecto del terremoto del 27F). La principal especie que explica la caída en el desembarque es el jurel cuya captura cayó 45,4% entre 2006 y 2009 (y 83% entre 2006 y 2010). Por otra parte, el desembarque artesanal ha tenido variaciones importantes de 808.667 toneladas en 2006 a 948.470 toneladas en el año 2009 y 596.676 toneladas en 2010, centrando la captura en la sardina común, mientras que la captura del jurel solo representó un 1,7% en 2009 y un 4,8% en 2010.

En términos porcentuales, existe una caída promedio anual de 11,8% en la captura total (artesanal e industrial) y de un 16,3% promedio anual en la captura solo en el sector industrial (véanse los cuadros 3 y 4).

Las exportaciones del sector se están viendo intensamente afectadas en el volumen de todos los productos (véase el cuadro 5).

La situación que vive actualmente la industria pesquera ante la escasez del jurel es muy compleja, comprometiéndose la sostenibilidad de la actividad en el largo plazo debido a la sobreexplotación de este recurso, lo que ha llevado a una reciente discusión sobre

CUADRO 3

**Región del Bío Bío: desembarque industrial, 2006-2010**  
(En toneladas)

Año	Total	Jurel	Anchoveta	Sardina común	Caballa	Merluza común	Merluza de cola	Alfonsino	Otros pescados
2006	1 660 132	1 147 200	161 100	67 747	221 613	37 506	20 110	2 371	2 487
2007	1 564 794	1 062 622	157 986	82 401	210 677	30 473	16 595	2 629	1 412
2008	1 139 731	646 314	173 980	205 782	56 635	30 190	22 488	2 608	1 734
2009	1 100 690	626 806	154 418	219 153	46 175	27 766	24 897	1 108	367
2010	487 901	195 151	70 413	148 522	8 834	26 286	16 982	810	20 904

Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

CUADRO 4

**Región del Bío Bío: desembarque artesanal, 2006-2010**  
(En toneladas)

Año	Total	Sardina común	Anchoveta	Bacaladillo o mote	Machuelo o trite	Jurel	Reineta	Pampanito	Otros pescados
2006	808 667	288 918	185 404	283 793	21 678	16 495	1 809	7 344	3 227
2007	518 746	126 666	339 169	14 587	13 118	15 865	2 742	2 778	3 820
2008	740 586	485 249	163 452	52 733	17 112	8 045	3 137	4 667	6 191
2009	948 470	493 869	241 492	158 486	22 956	10 594	9 969	3 222	7 881
2010	596 676	386 719	121 440	29 445	6 408	28 513	9 233	1 957	12 961

Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

CUADRO 5

**Región del Bío Bío: exportaciones del sector pesca, 2003-2010**  
(En toneladas)

Producto	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Conservas de jurel	72 258	86 770	99 722	88 477	87 225	50 023	48 629	22 832
Filete de merluza	36 838	18 219	10 859	8 330	9 074	6 760	9 214	6 511
Productos frescos y congelados	100 792	140 138	170 730	156 858	172 594	82 258	135 801	60 657
Harina de pescado	307 886	259 537	289 016	264 583	250 485	222 281	358 194	142 184
Otros pesca n.e.p.	40 375	38 274	31 145	18 187	12 002	29 372	33 705	17 872

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), región Bío Bío.

n.e.p.: no especificada en otra parte.

cambios en el régimen de asignación de cuotas. Para comprender el fenómeno se ofrece a continuación un pequeño resumen histórico.

El auge de la actividad se registró en la primera mitad de la década de 1990, llegándose a capturar aproximadamente 4 millones de toneladas anuales. Sin embargo, la actividad se frenó en la segunda mitad de esa década debido al aumento de la temperatura de las aguas provocado por el Fenómeno de El Niño en el año 1997, que alejó al jurel de las costas. Además, la pesca fuera de la zona económica exclusiva de las flotas chilena, rusa y china (estas dos últimas con barcos factoría) generó una disminución sustancial en la biomasa. A partir de 1999, en Chile se establecieron cuotas máximas de captura para el ordenamiento de la actividad, pero la situación actual es tan delicada que si bien en 2010 se autorizó una cuota de extracción del jurel superior a las 1.300.000 toneladas, apenas se extrajeron 224.000 toneladas ese año. Con el fin de conservar el recurso, el Consejo Nacional de Pesca aprobó una rebaja en la cuota de pesca del jurel a solo 315.000 toneladas en 2011.

Cabe destacar que las consecuencias de la crisis del jurel cobran especial importancia en la región del Bío Bío, ya que el 90% de la captura a nivel nacional se

realiza en esta región<sup>8</sup>. Así, la menor disponibilidad del recurso disminuye directamente la productividad de la actividad pesquera. A priori se debiera esperar que esto repercuta en el resto del sistema económico regional a través de los estrechos encadenamientos productivos con las industrias alimentaria, química, metálica y metalmeccánica, entre otras, como también debido a sus efectos en el empleo y el ingreso de los hogares. En este contexto, en el presente trabajo se aplica el modelo CGEREG, simulando un impacto negativo en la productividad de la actividad pesquera a fin de identificar los efectos económicos indirectos de la crisis del jurel.

Con el propósito de validar que la caída en la productividad del jurel sea tratada para efectos de modelación como una caída de la productividad del sector pesquero en su conjunto, se pueden mencionar los siguientes argumentos.

En la región del Bío Bío cerca del 80% de todos los desembarques industriales corresponden al jurel, la sardina común y la anchoveta, que son especies pelágicas. La

<sup>8</sup> Un reportaje con antecedentes se puede ver en <http://www.24horas.cl/videos.aspx?id=92311&tipo=188>

pesquería es “multiespecie”, por lo que se puede concluir que la estructura productiva de la captura industrial es similar. Además, las tres especies se destinan principalmente a la fabricación de harina de pescado, por lo que se presume que los encadenamientos productivos son similares en la región. No obstante, según Peña, Basch y Vergara (2003) existe una significativa heterogeneidad productiva en la flota en términos de diferencias en los rendimientos de pesca logrados por barcos de distinto tamaño y con distinta capacidad de desplazamiento.

En la literatura se encontró solo un artículo publicado en que se estudia la reducción en el 31% de las capturas autorizadas del abadejo de Alaska y un aumento de 125% en el precio de los combustibles con el modelo de equilibrio general computable IMPLAN (Waters y Seung, 2010). La aplicación propuesta en este documento es novedosa, puesto que en ella no se utiliza un modelo existente como en el trabajo previamente mencionado, sino que se construye el modelo empleado.

### 3. Calibración del modelo con una MCS, región del Bío Bío

La MCS región del Bío Bío utilizada para calibrar el modelo de equilibrio general computable regional tiene una desagregación sectorial de 20 sectores económicos: agropecuario y silvícola; pesca; minería; alimentos, bebidas y tabaco; textil, prendas de vestir y cuero; madera y muebles; papel e imprentas; química, petróleo y plástico; fabricación de productos minerales no metálicos; metálica básica; productos metálicos, maquinaria y equipos; resto industria; electricidad, gas y agua; construcción; comercio, restaurantes y hoteles; transporte; comunicaciones; servicios financieros; servicios, y administración pública. El factor trabajo está desagregado en tres categorías ocupacionales (mano de obra calificada, semicalificada y no calificada) y los hogares están divididos en quintiles de ingreso.

Esta matriz fue actualizada por Mardones y Saavedra (2011) a partir de la matriz de insumo-producto regional de 1996 (véase la sección II, número 1). Un detalle agregado de esta matriz se puede apreciar en el apéndice 3.

### 4. Resultados de las simulaciones

El modelo calibrado replica el escenario base para la región del Bío Bío en el año 2006. Dados los antecedentes de caída total en la captura del jurel (artesanal e industrial) del año 2006 al 2009 (se excluye el año 2010 por los efectos del terremoto del 27F), se proyectan de forma tendencial los niveles de captura para un horizonte de mediano plazo. En los resultados se proyecta que existiría una caída acumulada del 40,8% para el desembarque total en la región, con un agotamiento casi total del jurel a partir del año 2012 (véase el cuadro 6).

De esta forma, se podría simular la falta de disponibilidad del recurso pesquero como caídas en la productividad del sector pesca, ya que con los mismos factores productivos la captura es menor (o, alternatively, como la alarmante reducción de la talla observada en los ejemplares capturados). Para sensibilizar los resultados se consideran reducciones de productividad total de factores del sector pesca en 30%, 40% y 50% (con respecto al año base 2006).

Además, dado que se trata de un modelo de equilibrio general computable estático, para evaluar el efecto temporal de la perturbación a más corto y a más largo plazo se prueban escenarios con elasticidades más bajas y altas a fin de variar la velocidad de reacción de reasignación de recursos (véase el apéndice 4)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Es preciso aclarar que esta forma de ver la repercusión de la baja del 40% en la productividad en realidad no ocurre de una sola vez, sino que es paulatina, por lo que sería más correcto dividir la caída en la productividad en forma anual y simularla por medio de un modelo dinámico, ya que con el modelo estático se estaría sobredimensionando el impacto. Una manera de abordar este problema es permitir

CUADRO 6

#### Región del Bío Bío: proyección de desembarque, 2006-2012 (En toneladas)

Año	2006	2007	2008	2009	2010 (p)	2011 (p)	2012 (p)
Total	2 468 799	2 083 540	1 880 317	2 049 160	1 754 919	1 608 705	1 462 491
Jurel	1 163 695	1 078 487	654 359	637 400	382 732	182 431	1 264

Fuente: elaboración propia.

(p): datos proyectados.

Específicamente, para el efecto de más corto plazo se utilizan elasticidades menores entre capital y trabajo (0,6); valor agregado e *input* intermedio agregado (0); elasticidad del gasto en el sistema de demanda (LES, por sus siglas en inglés) (0,6); y elasticidades de comercio de 0,6 para sectores primarios, 0,4 para industria y 0,3 para servicios. Mientras que para el efecto de más largo plazo se usan elasticidades mayores entre capital y trabajo (1,2); valor agregado e *input* intermedio agregado (0,4); elasticidad del gasto en el sistema de demanda LES (1,4); y elasticidades de comercio de 1,8 para sectores primarios, 1,2 para industria y 0,9 para servicios.

A continuación se describen los principales resultados en la economía regional de un impacto negativo en la productividad del sector pesquero provocado por la crisis del jurel.

La actividad pesquera se ve drásticamente reducida por la perturbación, pero si bien se esperaba que esta afectara a sectores relacionados directamente con la

pesca, como la industria de alimentos o metalmecánica, otros sectores se ven incluso más afectados como son el resto de la industria, la construcción, el comercio, los servicios financieros, el transporte y las comunicaciones, entre otros. Estos resultados parecieran no ser muy intuitivos a priori, y difícilmente se podrían identificar con un análisis de equilibrio parcial (en los próximos párrafos se identifica el vínculo indirecto que explica una buena parte de estos efectos). Al contrario, unos pocos sectores incrementan su actividad, entre ellos la minería, la celulosa, la madera y la química. Esto refuerza la idea de una mayor especialización de la estructura productiva de la región del Bío Bío en la industria de la madera y la celulosa, a consecuencia de la crisis del jurel (véase el cuadro 7).

El deterioro en la actividad pesquera provoca una marcada reducción en las exportaciones de la pesca tanto al resto del país como al resto del mundo. Sin embargo, dado el cambio en los precios relativos y la reasignación de recursos existe un incremento en las exportaciones de los sectores maderero, celulosa, químico, minería no metálica, metálica básica, metalmecánica, silvoagropecuario, entre otros. Las variaciones porcentuales del volumen exportado al resto del país y al resto del mundo (véanse los cuadros 8 y 9) son bastante pequeñas entre

una mayor sustitución en el largo plazo con mayores elasticidades. Sin embargo, este último enfoque es solo una aproximación en que no se incluyen los procesos dinámicos ni de acumulación del capital (esta nota al pie obedece al asertivo comentario de un árbitro anónimo que puntualizó este tema).

CUADRO 7

## Región del Bío Bío: nivel de actividad sectorial

Actividad	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Agropecuario-silvícola	677,1	0,0	-0,2	-0,6	0,1	-0,1	-0,6	0,1	-0,1	-0,5
Pesca	548,0	-25,2	-32,2	-38,5	-24,2	-30,7	-36,5	-23,6	-29,8	-35,3
Minería	128,0	1,0	1,8	3,4	1,0	1,7	2,9	1,0	1,7	2,6
Industria de alimentos	921,5	-0,1	-0,3	-0,7	-0,1	-0,3	-0,7	-0,1	-0,3	-0,8
Industria textil	213,8	-0,1	-0,2	-0,5	-0,2	-0,3	-0,7	-0,2	-0,5	-0,8
Industria maderera	992,3	0,4	0,8	1,4	0,7	1,1	1,7	0,9	1,4	2,1
Industria de la celulosa	784,5	0,3	0,6	1,0	0,5	0,8	1,3	0,7	1,1	1,6
Industria petroquímica	1 039,2	0,2	0,4	0,9	0,2	0,4	0,8	0,2	0,4	0,8
Industria mineral no metálica	250,3	-0,3	-0,6	-1,0	-0,4	-0,7	-1,1	-0,4	-0,7	-1,2
Industria metálica básica	417,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7
Industria metalmecánica	283,0	-0,2	-0,4	-1,0	-0,3	-0,6	-1,2	-0,4	-0,8	-1,4
Resto de industria	80,5	-2,1	-2,8	-3,8	-2,1	-2,8	-3,7	-2,1	-2,8	-3,7
Electricidad/gas/agua	589,7	0,0	-0,1	-0,4	0,0	-0,2	-0,5	-0,1	-0,3	-0,6
Construcción	921,5	-0,8	-1,7	-3,5	-1,0	-1,8	-3,2	-1,0	-1,8	-3,1
Comercio	1 234,1	-0,8	-1,3	-2,1	-0,9	-1,3	-2,1	-0,9	-1,4	-2,1
Transporte	760,2	-0,6	-1,1	-1,9	-0,7	-1,1	-1,9	-0,7	-1,2	-1,8
Comunicaciones	288,1	-0,5	-1,0	-1,8	-0,6	-1,1	-1,9	-0,7	-1,2	-1,9
Servicios financieros	788,4	-0,8	-1,3	-2,1	-0,9	-1,4	-2,1	-0,9	-1,4	-2,1
Servicios	1 251,7	-0,4	-0,8	-1,7	-0,5	-1,0	-1,8	-0,6	-1,1	-1,9
Administración Pública	402,2	0,0	-0,3	-1,2	-0,2	-0,6	-1,4	-0,3	-0,8	-1,6

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 8

## Región del Bío Bío: volumen de exportaciones al resto del país

Actividad	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Agropecuario-silvícola	61,0	0,575	1,057	2,038	0,600	0,933	1,427	0,616	0,881	1,203
Pesca	178,2	-44,943	-58,865	-72,425	-42,955	-55,653	-67,624	-41,656	-53,661	-64,841
Industria de alimentos	147,0	0,126	0,303	0,690	0,104	0,191	0,329	0,071	0,094	0,104
Industria textil	42,4	1,034	1,713	2,973	0,897	1,390	2,138	0,795	1,182	1,708
Industria maderera	119,4	0,814	1,363	2,378	1,004	1,619	2,594	1,171	1,852	2,861
Industria de la celulosa	107,9	0,623	1,021	1,737	0,772	1,229	1,943	0,907	1,421	2,177
Industria petroquímica	415,2	0,758	1,270	2,223	0,810	1,319	2,134	0,842	1,351	2,112
Industria mineral no metálica	35,8	1,046	1,776	3,158	0,853	1,367	2,172	0,730	1,127	1,688
Industria metálica básica	141,1	1,138	1,975	3,596	0,938	1,606	2,728	0,793	1,357	2,244
Electricidad/gas/agua	110,8	1,034	1,878	3,557	0,975	1,636	2,732	0,907	1,453	2,276
Construcción	41,9	0,370	0,412	0,339	0,169	0,048	-0,296	0,048	-0,150	-0,590
Comercio	34,2	-0,140	-0,210	-0,319	-0,269	-0,424	-0,675	-0,345	-0,541	-0,851
Servicios financieros	34,5	0,116	0,275	0,620	-0,055	-0,020	0,061	-0,157	-0,192	-0,226
Servicios	35,2	0,954	1,667	3,013	0,716	1,145	1,807	0,548	0,816	1,174

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 9

## Región del Bío Bío: volumen de exportaciones al resto del mundo

Actividad	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Agropecuario-silvícola	33,5	0,577	1,059	2,038	0,600	0,932	1,427	0,615	0,880	1,202
Pesca	3,7	-44,952	-58,861	-72,422	-42,972	-55,657	-67,616	-41,662	-53,658	-64,847
Minería	2,3	2,418	4,188	7,599	2,372	3,881	6,425	2,284	3,707	5,862
Industria de alimentos	329,7	0,126	0,303	0,690	0,104	0,190	0,329	0,072	0,095	0,105
Industria textil	20,0	1,038	1,717	2,979	0,898	1,392	2,140	0,793	1,182	1,706
Industria maderera	656,4	0,813	1,363	2,379	1,004	1,619	2,594	1,171	1,851	2,861
Industria de la celulosa	491,2	0,622	1,021	1,737	0,772	1,229	1,943	0,907	1,421	2,176
Industria petroquímica	267,6	0,758	1,270	2,223	0,810	1,319	2,134	0,843	1,351	2,113
Industria mineral no metálica	11,2	1,041	1,776	3,158	0,852	1,372	2,179	0,726	1,130	1,694
Industria metálica básica	9,6	1,141	1,968	3,591	0,932	1,602	2,722	0,796	1,361	2,241
Industria metalmeccánica	40,1	1,158	1,867	3,137	0,973	1,462	2,161	0,841	1,205	1,665
Resto de la industria	4,7	-0,530	-0,361	0,361	-0,742	-0,742	-0,467	-0,849	-0,934	-0,870
Transporte	9,4	0,638	1,053	1,808	0,437	0,660	0,990	0,309	0,448	0,618
Comunicaciones	4,1	0,758	1,222	2,103	0,514	0,783	1,149	0,367	0,514	0,660

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

ambas regiones, lo que se explica porque los precios relativos interregionales no han sido modificados en la modelación (aun cuando es posible simular precios distintos con el modelo propuesto).

Las importaciones al resto del país de todos los sectores productivos disminuyen debido principalmente a la contracción de los ingresos. La mayor profundidad

en la caída porcentual se produce en los sectores metálica básica; resto de la industria; madera; minería no metálica; servicios; electricidad, gas y agua; textil; química; comunicaciones, y metalmeccánica. Las importaciones provenientes del resto del mundo disminuyen en todos los sectores económicos, salvo en la pesca, aunque el volumen base es tan pequeño que no afecta al patrón

de comercio inicial del sector. Las diferencias en las variaciones porcentuales entre las importaciones desde el resto del país y desde el resto del mundo son bastante pequeñas entre ambas regiones, lo que se debe, al igual que en el caso de las exportaciones, a que los precios

relativos interregionales no han sido modificados en la modelación (véanse los cuadros 10 y 11).

Dado que la región tiene un tipo de cambio fijo con el resto del país (el peso) y un tipo de cambio fijo con el resto del mundo (el peso multiplicado por la

CUADRO 10

## Región del Bío Bío: volumen de importaciones desde el resto del país

Actividad	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Agropecuario-silvícola	40,8	-0,786	-1,834	-4,110	-0,814	-1,689	-3,293	-0,832	-1,624	-2,971
Minería	455,6	-0,384	-0,537	-0,738	-0,345	-0,463	-0,602	-0,319	-0,418	-0,529
Industria alimentos	185,8	-0,892	-2,090	-4,695	-0,974	-2,059	-4,072	-1,042	-2,079	-3,865
Industria textil	103,5	-1,796	-3,149	-5,699	-1,772	-2,972	-4,942	-1,761	-2,889	-4,623
Industria maderera	20,9	-2,420	-3,783	-6,089	-2,479	-3,781	-5,739	-2,538	-3,822	-5,651
Industria celulosa	41,9	-1,779	-2,668	-4,084	-1,833	-2,712	-3,978	-1,881	-2,766	-3,985
Industria petroquímica	279,8	-2,163	-3,295	-5,141	-2,146	-3,204	-4,743	-2,136	-3,155	-4,568
Industria mineral no metálica	11,5	-2,215	-3,753	-6,594	-2,112	-3,451	-5,598	-2,052	-3,278	-5,139
Industria metálica básica	23,4	-3,166	-4,765	-7,333	-3,052	-4,518	-6,625	-2,975	-4,365	-6,263
Industria metalmecánica	427,6	-1,586	-2,816	-5,172	-1,583	-2,691	-4,534	-1,584	-2,629	-4,263
Resto de industria	17,8	-3,342	-4,875	-7,200	-3,173	-4,543	-6,402	-3,072	-4,358	-6,020
Electricidad/gas/agua	3,3	-1,595	-3,037	-6,012	-1,628	-2,918	-5,190	-1,629	-2,859	-4,857
Comercio	114,7	-1,514	-2,432	-4,039	-1,462	-2,285	-3,556	-1,436	-2,213	-3,352
Transporte	179,9	-1,906	-3,209	-5,574	-1,786	-2,895	-4,652	-1,712	-2,720	-4,225
Comunicaciones	48,0	-1,809	-3,160	-5,707	-1,747	-2,921	-4,847	-1,718	-2,805	-4,481
Servicios financieros	159,4	-1,887	-3,010	-4,948	-1,791	-2,778	-4,284	-1,734	-2,650	-3,973
Servicios	18,3	-1,858	-3,443	-6,537	-1,793	-3,165	-5,478	-1,761	-3,024	-5,019
Administración Pública	3,1	-0,353	-0,962	-2,342	-0,481	-1,123	-2,278	-0,610	-1,219	-2,342

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 11

## Región del Bío Bío: volumen de importaciones desde el resto del mundo

Actividad	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Agropecuario-silvícola	19,5	-0,790	-1,836	-4,112	-0,816	-1,689	-3,295	-0,832	-1,628	-2,974
Minería	2,8	-0,353	-0,529	-0,705	-0,318	-0,459	-0,600	20,683	36,053	61,101
Pesca	1,1	24,383	46,584	92,315	22,106	39,753	70,778	-0,318	-0,388	-0,529
Industria de alimentos	15,6	-0,888	-2,089	-4,694	-0,972	-2,059	-4,073	-1,043	-2,080	-3,865
Industria textil	29,0	-1,796	-3,148	-5,699	-1,773	-2,973	-4,942	-1,759	-2,887	-4,622
Industria maderera	8,1	-2,416	-3,777	-6,082	-2,467	-3,780	-5,731	-2,529	-3,819	-5,648
Industria de la celulosa	8,1	-1,776	-2,676	-4,082	-1,826	-2,715	-3,973	-1,889	-2,777	-3,987
Industria petroquímica	49,1	-2,162	-3,294	-5,141	-2,146	-3,205	-4,744	-2,136	-3,154	-4,567
Industria mineral no metálica	8,5	-2,220	-3,754	-6,600	-2,115	-3,461	-5,611	-2,056	-3,285	-5,141
Industria metálica básica	46,6	-3,165	-4,766	-7,334	-3,054	-4,518	-6,623	-2,975	-4,362	-6,260
Industria metalmecánica	131,8	-1,586	-2,816	-5,172	-1,582	-2,691	-4,534	-1,584	-2,629	-4,263
Resto de la industria	5,7	-3,341	-4,873	-7,205	-3,167	-4,542	-6,404	-3,080	-4,368	-6,022
Electricidad/gas/agua	5,1	-1,570	-3,042	-6,024	-1,631	-2,927	-5,206	-1,652	-2,871	-4,856
Comercio	147,6	-1,514	-2,433	-4,039	-1,461	-2,284	-3,555	-1,435	-2,213	-3,351
Transporte	4,5	-1,910	-3,221	-5,575	-1,798	-2,908	-4,661	-1,731	-2,729	-4,238
Comunicaciones	11,4	-1,815	-3,165	-5,707	-1,745	-2,920	-4,840	-1,719	-2,806	-4,481

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

moneda extranjera), los saldos de la cuenta corriente con ambas zonas son endógenos. En el escenario base, las exportaciones al resto del mundo son mayores que las importaciones desde el resto del mundo, y existe por lo tanto una acumulación de reservas (aunque luego esos recursos se transfieren al resto del país). Las exportaciones al resto del país son menores que las importaciones desde el resto del país, por lo que existe un saldo de cuenta corriente negativo de la región.

Las simulaciones muestran que el superávit con el resto del mundo y el déficit con el resto del país se hacen más grandes. El primero obedece a un leve aumento de las exportaciones y una drástica caída de las importaciones desde el resto del mundo. El segundo se explica por una drástica caída en las exportaciones y una más leve caída en las importaciones desde el resto del país (véase el cuadro 12).

La merma en la actividad pesquera repercute en el mercado laboral. Dado que en el modelo se asume una perfecta movilidad de la mano de obra, el exceso de oferta de trabajo se reasigna al resto de los sectores productivos que incrementan su actividad, pero genera una disminución en el precio de los factores productivos para volver a equilibrar el mercado de factores. La caída más pronunciada en el ingreso a los factores

se produce en los niveles de mayor calificación (véase el cuadro 13).

Puesto que el pago a los factores productivos fluye hacia los hogares que poseen esos factores, observamos que la perturbación de la crisis pesquera es progresiva, vale decir, afecta en mayor proporción a las familias con los más altos niveles de ingreso, básicamente porque son estas las que poseen mano de obra más calificada y capital (véase el cuadro 14).

El descenso en el consumo de los hogares es proporcionalmente más agudo en las familias de mayores ingresos, lo que explica los resultados poco intuitivos de las variaciones en la actividad sectorial (véase el cuadro 7), ya que debido a la reducción del ingreso de las familias con alto poder adquisitivo disminuye su consumo en sectores como la construcción (bienes inmuebles), servicios, comercio y servicios financieros, entre otros. Aun cuando también se retrae el ingreso de los quintiles más pobres, su consumo de bienes y servicios en estos sectores tiene menor incidencia (véase el cuadro 15).

Los efectos macroeconómicos a nivel regional (a pesos constantes) revelan una caída en el PIB entre un 0,8% y un 2,0%, dependiendo de las elasticidades utilizadas y la magnitud de la perturbación. Cada uno

CUADRO 12

## Región del Bío Bío: saldo en cuenta corriente

	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Resto del mundo	1 444,3	1,2	2,1	3,8	1,5	2,4	3,7	1,7	2,6	3,9
Resto del país	-2 802,8	1,4	1,3	0,4	1,3	1,2	0,6	1,2	1,2	0,6

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 13

## Región del Bío Bío: ingresos de factores

	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Capital	3 179,8	-1,6	-2,7	-4,4	-1,6	-2,6	-4,0	-1,7	-2,5	-3,8
No calificado	857,3	-1,2	-1,9	-3,2	-1,0	-1,6	-2,4	-0,8	-1,4	-2,1
Semicalificado	629,6	-2,2	-3,7	-6,5	-1,8	-3,1	-5,1	-1,5	-2,7	-4,3
Calificado	572,8	-2,7	-4,8	-8,7	-2,3	-4,0	-6,8	-2,0	-3,5	-5,8

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 14

## Región del Bío Bío: ingresos de los hogares

Hogar	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Quintil 1	185,2	-0,5	-1,3	-3,4	-0,4	-1,2	-2,7	-0,5	-1,2	-2,5
Quintil 2	349,2	-1,6	-2,8	-5,0	-1,4	-2,4	-4,0	-1,3	-2,2	-3,5
Quintil 3	462,7	-2,5	-4,1	-7,0	-2,3	-3,7	-5,8	-2,1	-3,4	-5,2
Quintil 4	646,3	-3,0	-4,9	-8,4	-2,8	-4,5	-7,1	-2,7	-4,2	-6,5
Quintil 5	1 398,1	-3,1	-5,3	-9,1	-2,9	-4,7	-7,6	-2,8	-4,4	-6,9

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 15

## Región del Bío Bío: consumo de los hogares

Hogar	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Quintil 1	327,9	3,6	3,1	-0,2	2,6	2,1	-0,4	1,9	1,3	-1,0
Quintil 2	450,4	1,3	0,4	-2,7	0,8	0,0	-2,3	0,5	-0,4	-2,4
Quintil 3	508,4	-0,8	-2,3	-5,7	-1,0	-2,3	-4,9	-1,1	-2,4	-4,6
Quintil 4	659,0	-2,2	-4,2	-7,8	-2,2	-3,9	-6,7	-2,2	-3,8	-6,2
Quintil 5	1 074,6	-4,3	-6,6	-10,0	-3,8	-5,7	-8,2	-3,5	-5,1	-7,3

Fuente: elaboración propia.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

CUADRO 16

## Región del Bío Bío: efectos macrorregionales

	Escenario base <sup>a</sup>	Elasticidades bajas (en porcentajes)			Elasticidades medias (en porcentajes)			Elasticidades altas (en porcentajes)		
		Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50	Pesca 30	Pesca 40	Pesca 50
Absorción	5 064,3	-0,5	-1,4	-3,2	-0,7	-1,5	-3,0	-0,8	-1,5	-2,9
Consumo	3 006,9	-0,6	-1,6	-3,5	-0,7	-1,6	-3,1	-0,8	-1,6	-3,0
Inversión	1 076,1	-0,8	-2,0	-4,5	-1,0	-2,0	-4,0	-1,1	-2,1	-3,9
Consumo del gobierno	918,8	0,1	-0,2	-1,1	-0,1	-0,5	-1,3	-0,3	-0,7	-1,5
Exportaciones	3 385,6	-1,8	-2,1	-2,0	-1,6	-1,8	-1,8	-1,4	-1,6	-1,6
Importaciones	-2 573,2	-1,5	-2,5	-4,3	-1,5	-2,4	-3,8	-1,5	-2,3	-3,6
Exportaciones al resto del mundo	1 881,6	0,6	1,0	1,8	0,8	1,2	1,9	0,9	1,4	2,0
Exportaciones al resto del país	1 504,0	-4,7	-5,9	-6,7	-4,4	-5,6	-6,4	-4,3	-5,4	-6,2
Importaciones desde el resto del mundo	-437,3	-1,7	-2,8	-4,8	-1,7	-2,7	-4,3	-1,7	-2,7	-4,1
Importaciones desde el resto del país	-2 135,9	-1,4	-2,4	-4,2	-1,4	-2,3	-3,7	-1,4	-2,3	-3,5
PIB regional	5 876,7	-0,8	-1,3	-2,0	-0,8	-1,3	-1,9	-0,8	-1,2	-1,8

Fuente: elaboración propia.

PIB: producto interno bruto.

<sup>a</sup> En millones de pesos.

de los componentes individuales del PIB se ve reducido, salvo las exportaciones al resto del mundo dado el cambio de estructura productiva mayormente enfocada a la industria de la madera y la celulosa. El consumo privado se contrae entre un 0,6% y un 3,5%, la inversión retrocede entre un 0,8% y un 4,5%, el gasto de gobierno sin políticas contracíclicas y proempleo varía entre 0,1% y -1,5%, el volumen de las exportaciones agregadas cae entre un 1,4% y un 2,1%, mientras que las importaciones se reducen entre un 1,5% y un 4,3%. El aumento de las exportaciones al resto del mundo (de un 0,6% a un 2,0%) no alcanza a compensar la declinación en las exportaciones al resto del país (de un 4,3% a un 6,7%), y la reducción de las importaciones desde el resto del mundo (de un 1,7% a un 4,8%) es incluso mayor que la de las importaciones desde el resto del país (de un 1,4% a un 4,2%) (véase el cuadro 16).

Además de simular las repercusiones del impacto en el sector pesquero, es importante evaluar algún tipo de política económica para mitigar el impacto social de la crisis del jurel. Una de las opciones que se han discutido es licitar las cuotas de pesca para mejorar la eficiencia, lo que reduciría la merma en la productividad, mientras que en el caso de los trabajadores del sector pesquero se ha propuesto entregarles capacitación laboral y jubilación anticipada. Al enfocarse en el corto plazo,

la jubilación anticipada parece atractiva para enfrentar rápidamente el problema social; esta política económica puede ser modelada como una transferencia directa a los ingresos de los trabajadores pesqueros. Sin embargo, en el modelo CGEREG no es posible entregar esta transferencia focalizada solo en aquellos trabajadores que laboran en el sector pesquero, sino que se incorporaría como una transferencia promedio a todos los hogares según quintil de ingreso. Una alternativa adoptada en la literatura consiste en utilizar una metodología de microsimulaciones para analizar los efectos con datos desagregados a nivel de hogares.

Específicamente, con las microsimulaciones no paramétricas (véase Ganuza y otros, 2005) se asume que los cambios en la demanda de trabajo y remuneraciones de los distintos tipos de mano de obra generados por el modelo CGEREG pueden ser traspasados a microdatos, utilizando una encuesta de hogares bajo una selección aleatoria de individuos que cambien de sector económico y remuneraciones según lo proyectado por el modelo CGEREG. De esta forma, es posible determinar los efectos desagregados en las remuneraciones e ingresos, y consecuentemente en la pobreza y la distribución del ingreso.

En el cuadro 17 se presentan los resultados de las microsimulaciones sobre pobreza y desigualdad de hogares bajo distintos escenarios. El escenario base

CUADRO 17

**Región del Bío Bío: resultados de microsimulaciones**

Escenario	Pobreza (en porcentajes)	Coefficiente de Gini de ingreso de los hogares
Base	20,68	0,5488
Pesca 30	21,17	0,5488
Pesca 30 subsidio 20%	21,15	0,5487
Pesca 30 subsidio 40%	21,13	0,5486
Pesca 30 subsidio 60%	21,11	0,5486
Pesca 30 subsidio 80%	21,10	0,5485
Pesca 30 subsidio 100%	21,10	0,5485
Pesca 40	21,38	0,5492
Pesca 40 subsidio 20%	21,36	0,5491
Pesca 40 subsidio 40%	21,35	0,5490
Pesca 40 subsidio 60%	21,32	0,5489
Pesca 40 subsidio 80%	21,31	0,5489
Pesca 40 subsidio 100%	21,31	0,5488
Pesca 50	21,69	0,5488
Pesca 50 subsidio 20%	21,67	0,5487
Pesca 50 subsidio 40%	21,66	0,5486
Pesca 50 subsidio 60%	21,63	0,5485
Pesca 50 subsidio 80%	21,63	0,5485
Pesca 50 subsidio 100%	21,62	0,5485

Fuente: elaboración propia.

corresponde a los datos para la región del Bío Bío de la encuesta CASEN 2006 (se utiliza este año de la encuesta para ser consistentes con la MCS utilizada). Los escenarios Pesca 30, Pesca 40 y Pesca 50 corresponden al impacto en el escenario base, dados los cambios en el mercado laboral generados por el modelo CGEREG. Para evitar la presentación de demasiados escenarios, solo se considera Pesca 30 con elasticidades bajas, Pesca 40 con elasticidades medias y Pesca 50 con elasticidades altas. Además, se incluyen escenarios de políticas de transferencias directas a los trabajadores de la pesca de los tres quintiles más pobres, a través de jubilación anticipada desde un 20% hasta un 100% del ingreso original que percibían antes del impacto en la pesquería.

## IV

### Conclusiones

Se desarrolla un modelo de equilibrio general computable regional estandarizado para los datos disponibles de matrices de insumo-producto regionales en Chile, modelo que es llamado CGEREG. Este cumple con el propósito de analizar políticas o impactos económicos especialmente relevantes para enfrentar problemas regionales. Aunque este trabajo no corre la frontera del conocimiento en modelamiento, sí puede tener usos socialmente útiles en un país como Chile donde es escasa la investigación respecto de problemas regionales.

A modo de ejemplo de su potencialidad y beneficios, se genera una aplicación para la región del Bío Bío, dada la disponibilidad de una MCS actualizada al año 2006 con métodos indirectos. Específicamente, se simulan los efectos de la escasez de recursos pesqueros que obedecen a la llamada crisis del jurel, modelándolos como caídas en la productividad del sector pesca.

En el estudio se revela que luego de la crisis pesquera se produce una mayor especialización de la estructura productiva de la región del Bío Bío en la industria de la madera y la celulosa.

Además, el impacto negativo repercute en el mercado laboral afectando en mayor proporción a las

A partir de estos resultados se puede concluir que la pobreza se incrementa entre 0,49 y 1,01 puntos porcentuales, dependiendo de la profundidad del impacto de la crisis pesquera en la productividad, mientras que la desigualdad medida por medio del coeficiente de Gini no se ve modificada. Las políticas de jubilación anticipada mejorarían los indicadores de pobreza y desigualdad, pero en forma marginal; el mayor impacto se registra con una jubilación anticipada del 100%, lo que se explica porque estas se orientan solo a los trabajadores pesqueros de los tres quintiles más pobres, pero además no dan cuenta de la repercusión a mediano y largo plazo en la presión sobre todo el mercado laboral.

remuneraciones de la mano de obra más calificada, por lo que los ingresos de las familias de niveles socioeconómicos más altos son los más perjudicados debido a la crisis del recurso pesquero. Esto se advierte con mayor fuerza en la demanda de productos consumidos por dichas familias, como la construcción, los servicios, el comercio y los servicios financieros, entre otros. Las demás familias ven afectado su consumo, pero proporcionalmente en menor medida.

Este análisis de equilibrio general permitió identificar efectos indirectos no previstos. Incluso se pudo determinar que sectores que tienen poco encadenamiento productivo con el sector pesquero son profundamente afectados a través de la caída de los ingresos de los quintiles más ricos.

Debido a lo anterior, se puede concluir que este modelo CGE regional es un aporte significativo como herramienta para el análisis de choques y políticas económicas regionales en Chile.

Finalmente, se analizan políticas económicas para morigerar la repercusión social de la crisis pesquera en el corto plazo mediante la metodología de microsimulaciones no paramétricas.

## APÉNDICE 1

## Ecuaciones del modelo CGEREG

Representación matemática para una región dada que comercia con dos grandes regiones,  $r$ , resto de país y resto del mundo. Existen  $c$  bienes comercializados en la economía, producidos en  $a$  sectores, utilizando  $f$  sectores productivos, que generan ingresos a  $h$  familias, las que también reciben transferencias de  $i$  instituciones, de otras familias o del gobierno  $gov$ .

## Ecuaciones de precios:

$$PM_c = \sum_{r \in R} \left( \beta_{c',c}^r \cdot PMR_{c,r}^{1-\sigma_c^m} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_c^m}} + \sum_{c' \in C} (PQ_{c'} \cdot icm_{c',c}) \quad 1)$$

$$PE_c = \sum_{r \in R} \left( \alpha_{c',c}^r \cdot PER_{c,r}^{1-\sigma_c^x} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_c^x}} - \sum_{c' \in C} (PQ_{c'} \cdot ice_{c',c}) \quad 2)$$

$$PMR_{c,r} = pwm_{c,r} \cdot (1 + tm_{c,r}) \cdot EXR_r \quad 3)$$

$$PER_{c,r} = pwe_{c,r} \cdot (1 - te_{c,r}) \cdot EXR_r \quad 4)$$

$$PDD_c = PDS_c + \sum_{c' \in C} (PQ_{c'} \cdot icd_{c',c}) \quad 5)$$

$$PQ_c \cdot (1 - tq_c) \cdot QQ_c = PDD_c \cdot QD_c + PM_c \cdot QM_c \quad 6)$$

$$PX_c \cdot QX_c = PDS_c \cdot QD_c + PE_c \cdot QE_c \quad 7)$$

$$PA_a = \sum_{c \in C} PXAC_{a,c} \cdot \theta_{a,c} \quad 8)$$

$$PINTA_a = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot ica_{a,c} \quad 9)$$

$$PA_a \cdot (1 - ta_a) \cdot QA_a = PVA_a \cdot QVA_a + PINTA_a \cdot QINTA_a \quad 10)$$

$$CPI = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot cwtsc \quad 11)$$

$$\overline{DPI} = \sum_{c \in C} PDS_c \cdot dwts_c \quad 12)$$

## Ecuaciones de producción y comercialización:

$$QA_a = \alpha_a^a \cdot \left( \delta_a^a \cdot QVA_a^{-\rho_a^a} + (1 - \delta_a^a) \cdot QINTA_a^{-\rho_a^a} \right)^{\frac{1}{\rho_a^a}} \quad 13)$$

$$\frac{QVA_a}{QINTA_a} = \left( \frac{PINTA_a}{PVA_a} \cdot \frac{\delta_a^a}{1 - \delta_a^a} \right)^{\frac{1}{1+\rho_a^a}} \quad 14)$$

$$QVA_a = iva_a \cdot QA_a \quad 15)$$

$$QINTA_a = inta_a \cdot QA_a \quad 16)$$

$$QVA_a = \alpha_a^{va} \cdot \left( \sum_{f \in F} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right)^{-\frac{1}{\rho_a^{va}}} \quad 17)$$

$$WF_f \cdot \overline{WFDIST}_{f,a} = PVA_a \cdot (1 - tva_a) \cdot QVA_a \cdot \left( \sum_{f \in F} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right)^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}-1} \cdot \left( \sum_{f' \in F} \delta_{f',a}^{va} \cdot QF_{f',a}^{-\rho_a^{va}} \right)^{-1} \cdot \delta_{f',a}^{va} \cdot QF_{f',a}^{-\rho_a^{va}-1} \quad (18)$$

$$QINT_{c,a} = ica_{c,a} \cdot QINTA_a \quad (19)$$

$$QXAC_{a,c} + \sum_{h \in H} QHA_{a,c,h} = \theta_{c,a} \cdot QA_a \quad (20)$$

$$QX_c = \alpha_c^{ac} \cdot \left( \sum_{a \in A} \delta_{a,c}^{ac} \cdot QXAC_{a,c}^{-\rho_c^{ac}} \right)^{-\frac{1}{\rho_c^{ac}-1}} \quad (21)$$

$$\frac{PXAC_{a,c}}{PX_c} = QX_c \cdot \sum_{a' \in A} \left( \delta_{a',c}^{a,c} \cdot QXAC_{a',c}^{-\rho_c^{a,c}} \right)^{-1} \cdot \delta_{a',c}^{a,c} \cdot QXAC_{a',c}^{-\rho_c^{a,c}-1} \quad (22)$$

$$QX_c = \alpha_c^t \cdot \left( \delta_c^t \cdot QE_c^{\rho_c^t} + (1 - \delta_c^t) \cdot QD_c^{\rho_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t}} \quad (23)$$

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left( \frac{PE_c}{PDS_c} \cdot \frac{1 - \delta_c^t}{\delta_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t-1}} \quad (24)$$

$$QX_c = QD_c + QE_c \quad (25)$$

$$QQ_c = \alpha_c^q \cdot \left( \delta_c^q \cdot QM_c^{-\rho_c^q} + (1 - \delta_c^q) \cdot QD_c^{-\rho_c^q} \right)^{\frac{1}{\rho_c^q}} \quad (26)$$

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left( \frac{PDD_c}{PM_c} \cdot \frac{\delta_c^q}{1 - \delta_c^q} \right)^{\frac{1}{1+\rho_c^q}} \quad (27)$$

$$QQ_c = QD_c + QM_c \quad (28)$$

$$QT_c = \sum_{c' \in C'} (icm_{c,c'} \cdot QM_{c'} + ice_{c,c'} \cdot QE_{c'} + icd_{c,c'} \cdot QD_{c'}) \quad (29)$$

$$QMR_{c,r} = \beta_{c,r'} \cdot (PM_{c'} / PMR_{c,r'})^{\sigma_r^m} \cdot QM_{c'} \quad (30)$$

$$QER_{c,r} = \alpha_{c',c}^r \cdot (PE_{c'} / PER_{c,r'})^{\sigma_r^x} \cdot QE_{c'} \quad (31)$$

Ecuaciones de flujos entre instituciones:

$$YF_f = \sum_{a \in A} WF_f \cdot \overline{WFDIST}_{f,a} \cdot QF_{f,a} \quad (32)$$

$$YIF_{i,f} = shif_{i,f} \cdot \left[ (1 - tf_f) \cdot YF_f - \sum_{r \in R} trnsfr_{r,f} \cdot EXP_r \right] \quad (33)$$

$$TRII_{i,i'} = shii_{i,i'} \cdot (1 - MPS_{i'}) \cdot (1 - TINS_{i'}) \cdot YI_{i'} \quad (34)$$

$$YI_i = \sum_{f \in F} YIF_{i,f} + \sum_{i' \in INSDNG'} TRII_{i,i'} + trnsfr_{i,gov} \cdot CPI + \sum_{r \in R} trnsfr_{i,r} \cdot EXR_r \quad (35)$$

$$TINS_i = \overline{tins}_i \cdot (1 + \overline{TINSADJ} \cdot tins01_i) + \overline{DTINS} \cdot tins01_i \quad (36)$$

$$EH_h = \left( 1 - \sum_{i \in INSDNG} shii_{i,h} \right) \cdot (1 - MPS_h) \cdot (1 - TINS_h) \cdot YI_h \quad (37)$$

$$PQ_c \cdot QH_{c,h} = PQ_c \cdot \gamma_{c,h}^m + \beta_{c,h}^m \cdot \left( EH_h - \sum_{c' \in C} PQ_{c'} \cdot \gamma_{c',h}^m - \sum_{a \in A} \sum_{c' \in C} PXAC_{a,c'} \cdot \gamma_{a,c',h}^h \right) \quad (38)$$

$$PXAC_{a,c} \cdot QHA_{a,c,h} = PXAC_{a,c} \cdot \gamma_{a,c,h}^h + \beta_{a,c,h}^h \cdot \left( EH_h - \sum_{c' \in C} PQ_{c'} \cdot \gamma_{c',h}^m - \sum_{a \in A} \sum_{c' \in C} PXAC_{a,c'} \cdot \gamma_{a,c',h}^h \right) \quad (39)$$

$$QINV_c = \overline{IADJ} \cdot \overline{qinv}_c \quad (40)$$

$$QG_c = \overline{GADJ} \cdot \overline{qg}_c \quad (41)$$

$$\begin{aligned} YG = & \sum_{i \in INSDNG} TINS_i \cdot YI_i + \sum_{f \in F} tf_f \cdot YF_f + \sum_{a \in A} ta_a \cdot PA_a \cdot Q_a + \sum_{a \in A} tva_a \cdot PVA_a \cdot QVA_a + \\ & \sum_{r \in R} \sum_{c \in CM} tm_{c,r} \cdot pwm_{c,r} \cdot QMR_{c,r} \cdot EXR_r + \sum_{r \in R} \sum_{c \in CE} te_{c,r} \cdot pwe_{c,r} \cdot QER_{c,r} \cdot EXR_r + \sum_{c \in C} tq_c \cdot PQ_c \cdot QQ_c + \\ & \sum_{f \in F} YIF^{gov,f} + \sum_{r \in R} trnsfr_{gov,r} \cdot EXR_r \end{aligned} \quad (42)$$

$$EG = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QG_c + \sum_{i \in INSDNH} trnsfr_{i,gov} \cdot CPI \quad (43)$$

Ecuaciones de restricciones:

$$QFS_f = qfs0_f \cdot \left[ \sum_{a \in A} \frac{(WF_f \cdot WFDIST_{f,a} \cdot QF_{f,a}) / (QFS_f \cdot CPI)}{wfcountry0_f / cpicountry0} \right]^{etas_f} \quad (44)$$

$$\sum_{a \in A} QF_{f,a} = QFS_f \quad \sum_{a \in A} QF_{f,a} = QFS_f \quad (45)$$

$$QQ_c = \sum_{a \in A} QINT_{c,a} + \sum_{h \in H} QH_{c,h} + QG + QINV_c + qdst_c + QT_c \quad (46)$$

$$\sum_{c \in CM} pwm_{c,r} \cdot QMR_{c,r} + \sum_{f \in F} trnsfr_{r,f} = \sum_{c \in CE} pwe_{c,r} \cdot QER_{c,r} + \sum_{i \in INSD} trnsfr_{i,r} + FSAV_r \quad (47)$$

$$GSAV = YG - EG \quad (48)$$

$$MPS_i = \overline{mps}_i \cdot \left( 1 + \overline{MPSADJ} \cdot mps01_i \right) + DMPS \cdot mps01_i \quad (49)$$

$$\sum_{i \in INSDNG} MPS_i (1 - TINS_i) \cdot YI_i + GSAV + \sum_{r \in R} EXR_r \cdot FSAV_r = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qdst_c + WALRAS \quad (50)$$

$$TABS = \sum_{h \in H} \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QH_{c,h} + \sum_{a \in A} \sum_{h \in H} \sum_{c \in C} PXAC_{a,c} \cdot QHA_{a,c,h} + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QG_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qdst_c \quad (51)$$

$$INVSHR \cdot TABS = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qdst_c \quad (52)$$

$$GOVSHR \cdot TABS = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QG_c \quad (53)$$

Nota técnica 1: Para transformar el modelo estándar de Löfgren, Harris y Robinson (2001) en uno regional se introducen cambios en las ecuaciones (1), (2), (3), (4), (33), (35), (42), (47) y (50), pero además se incluyen las ecuaciones (30), (31) y (44).

## APÉNDICE 2

## Variables del modelo CGEREG

CPI	índice de precios al consumidor regional
DPI	índice de precios al productor regional
DMPS	cambio en la propensión marginal a ahorrar
DTINS	cambio en la tasa impositiva
EG	gasto total del gobierno
EH <sub>h</sub>	gasto en consumo de los hogares
EXR <sub>r</sub>	tipo de cambio en región externa <i>r</i> (resto de país y resto del mundo)
FSAV <sub>r</sub>	ahorro externo en región externa <i>r</i>
GADJ	factor de ajuste para la demanda de gobierno
GOVSHR	proporción del consumo de gobierno sobre la absorción
GSAV	ahorro de gobierno
IADJ	factor de escala en inversión
INVSHR	proporción de la inversión sobre la absorción
MPS <sub>i</sub>	propensión marginal a ahorrar para instituciones domésticas no gubernamentales
MPSADJ	factor de escala para tasa de ahorro
PA <sub>a</sub>	precio del producto de la actividad <i>a</i>
PDD <sub>c</sub>	precio de demanda del bien <i>c</i> producido y vendido domésticamente
PDS <sub>c</sub>	precio de oferta del bien <i>c</i> producido y vendido domésticamente
PER <sub>c,r</sub>	precio de exportaciones del bien <i>c</i> según región de destino (resto del país y resto del mundo)
PINTA <sub>a</sub>	precio del bien intermedio agregado
PMR <sub>c,r</sub>	precio de exportaciones del bien <i>c</i> según región de origen (resto del país y resto del mundo)
PM <sub>c</sub>	precio compuesto de importaciones del bien <i>c</i>
PE <sub>c</sub>	precio compuesto de exportaciones del bien <i>c</i>
PQ <sub>c</sub>	precio compuesto del bien <i>c</i>
PVA <sub>a</sub>	precio del valor agregado
PWE <sub>c,r</sub>	precio de exportaciones según región de destino (resto del país y resto del mundo)
PWM <sub>c,r</sub>	precio de importaciones según región de destino (resto del país y resto del mundo)
PX <sub>c</sub>	precio promedio del bien <i>c</i>
PXAC <sub>a,c</sub>	precio del bien <i>c</i> desde la actividad <i>a</i>
QA <sub>a</sub>	nivel de actividad en la región
QD <sub>c</sub>	cantidad de ventas en la región
QER <sub>c,r</sub>	cantidad de exportaciones a cada región de destino (resto del país y resto del mundo)
QMR <sub>c,r</sub>	cantidad de importaciones de cada región de origen (resto del país y resto del mundo)
QE <sub>c</sub>	cantidad de exportaciones del bien <i>c</i>
QM <sub>c</sub>	cantidad de importaciones del bien <i>c</i>
QF <sub>f,a</sub>	cantidad de factor <i>f</i> demandado de actividad <i>a</i>
QFS <sub>f</sub>	cantidad de factor <i>f</i> ofrecido
QG <sub>c</sub>	cantidad de consumo de gobierno
QH <sub>c,h</sub>	cantidad consumida de bien comercializado <i>c</i> por familia <i>h</i>
QHA <sub>a,c,h</sub>	cantidad consumida de bien doméstico <i>c</i> por familia <i>h</i>
QINT <sub>c,a</sub>	cantidad de demanda intermedia por bien <i>c</i> desde actividad <i>a</i>
QINTA <sub>a</sub>	cantidad de insumo intermedio agregado
QINV <sub>c</sub>	cantidad de demanda de inversión
QQ <sub>c</sub>	cantidad de oferta de bien compuesto
QT <sub>c</sub>	cantidad de transporte y comercialización demandada por bien <i>c</i>
QVA <sub>a</sub>	cantidad de valor agregado
QX <sub>c</sub>	cantidad de producto agregado comercializado
QXAC <sub>a,c</sub>	cantidad de producto de bien <i>c</i> desde actividad <i>a</i>
TABS	absorción total
TINS <sub>i</sub>	tasa de impuesto directa sobre institución <i>i</i>
TINSADJ	factor de escala de impuesto directo
TRII <sub>i,i'</sub>	transferencias a institución <i>i</i> desde institución <i>i'</i>
WALRAS	desbalance ahorro-inversión (debe ser cero en equilibrio)
WF <sub>f</sub>	salario por factor <i>f</i>
WFDIST <sub>f,a</sub>	variable de distorsión de salario en actividad <i>a</i>
YF <sub>f</sub>	ingreso del factor <i>f</i>
YG	ingreso del gobierno
YIF <sub>i,f</sub>	ingreso de la institución <i>i</i> desde el factor <i>f</i>
YI <sub>i</sub>	ingreso de la institución <i>i</i>

Nota técnica 2: Para transformar el modelo estándar de Löfgren, Harris y Robinson (2001) en uno regional se introducen las siguientes variables:  $EXR_r$ ,  $FSAV_r$ ,  $PER_{c,r}$ ,  $PMR_{c,r}$ ,  $PWE_{c,r}$ ,  $PWM_{c,r}$ ,  $QER_{c,r}$ ,  $QMR_{c,r}$ .

## APÉNDICE 3

Matriz de contabilidad social agregada para la región del Bío Bío  
(Año base: 2006)

	ACT	PROD	CSTTR	CAP	TRAB	HOG	GOB	DITAX	ACTAX	VATAX	IMTAX	ROW	ROC	S-I	DSTCK	TOTAL
ACT		12 532,9														12 532,9
PROD	6 668,1		853,2			3 019,6	911,6					1 881,7	1 504,0	1 078,6	62,5	15 979,4
CSTTR		853,2														853,2
CAP	3 191,0															3 191,0
TRAB	2 083,3															2 083,3
HOG				755,4	2 083,3	366,4	8,6									3 213,7
GOB				264,7				112,9	101,8	488,7	13,7					981,7
DITAX						112,9										112,9
ACTAX	101,8															101,8
VATAX	488,7															488,7
IMTAX			13,7													13,7
ROW			470,1													470,1
ROC		2 109,4		2 170,9												4 280,3
S-I						-285,2	61,6					-1 411,6	2 776,3			1 141,1
DSTCK														62,5		62,5
<i>Total</i>	<i>12 532,9</i>	<i>15 979,4</i>	<i>853,2</i>	<i>3 191,0</i>	<i>2 083,3</i>	<i>3 213,7</i>	<i>981,7</i>	<i>112,9</i>	<i>101,8</i>	<i>488,7</i>	<i>13,7</i>	<i>470,1</i>	<i>4 280,3</i>	<i>1 141,1</i>	<i>62,5</i>	<i>45 506,3</i>

Fuente: C. Mardones y J. Saavedra, "Matriz de contabilidad social extendida ambientalmente para análisis económico de la Región del Bío Bío", *Revista de análisis económico*, vol. 26, N° 1, año 2011.

## Nomenclatura:

ACT actividad productiva; PROD productos; CSTTR costo de transacción; CAP capital; TRAB trabajo; HOG hogares; GOB gobierno; DITAX impuesto a la renta; ACTAX impuesto a la actividad; VATAX impuesto al valor agregado; IMTAX aranceles a importaciones; ROW resto del mundo; ROC resto del país; S-I balance ahorro inversión; DSTCK variación de acervo (*stock*) de inventarios

## APÉNDICE 4

## Calibración de elasticidades del modelo

Las elasticidades con las que se calibra el modelo son tomadas de la literatura. La elasticidad entre capital y trabajo es 0,9 (Claro, 2003); la elasticidad entre valor agregado e *input* intermedio agregado es 0 (función Leontief); la elasticidad del gasto en el sistema de (gastos linear) demanda (LES) es igual a 1,0 y el parámetro de Frisch igual a -2,4 (Nganou, 2004); la elasticidad constante de transformación (CET) de la función que divide entre producción doméstica y exportaciones, así como también

la elasticidad de Armington de producción doméstica e importaciones es 1,2 para sectores primarios, 0,8 para la industria y 0,6 para los servicios (Jung y Thorbecke, 2003); estos últimos valores también son utilizados para la división de exportaciones e importaciones entre el resto del país y resto del mundo.

Para sensibilizar los resultados se consideran diversos valores de parámetros y elasticidades que pudiesen generar un impacto relevante.

## Bibliografía

- André, F., M. Cardenete y E. Velázquez (2005), "Performing an environmental tax reform in a regional economy. A computable general equilibrium approach", *The Annals of Regional Science*, vol. 39, N° 2, Berlín, Springer.
- Bussolo, M., M. Chemingui y D. O'Connor (2002), "A multi-region social accounting matrix (1995) and regional environmental general equilibrium model for India (REGEM)", *OECD Development Centre Working Paper*, N° 1, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Claro, S. (2003), "A cross-country estimation of the elasticity of substitution between labor and capital in manufacturing industries", *Cuadernos de economía*, vol. 40, N° 120, Santiago de Chile, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Coeymans, J.E. y F. Larraín (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, Santiago de Chile, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Conrad, K. y S. Heng (2002), "Financing road infrastructure by savings in congestion costs: A CGE analysis", *The Annals of Regional Science*, vol. 36, N° 1, Berlín, Springer.
- De Miguel, C. y otros (eds.) (2010), "Modeling public policies in Latin America and the Caribbean", *serie Libros de la CEPAL*, N° 109 (LC/G.2461-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), septiembre. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E.10.II.G.44.
- Dessus, S. y D. O'Connor (2003), "Climate policy without tears CGE-based ancillary benefits estimates for Chile", *Environmental and Resource Economics*, vol. 25, N° 3, Springer.
- Devarajan, S. y S. Robinson (2002), "The influence of computable general equilibrium models on policy", *TMD Discussion Paper*, N° 98, Washington, D.C., Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.
- Dixon, P., M. Rimmer y M. Tsigas (2007), "Regionalizing results from a detailed CGE model: Macro, industry and state effects in the U.S. of removing major tariffs and quotas", *Papers in Regional Science*, vol. 86, N° 1, Wiley-Blackwell.
- Domingues, E. y M. Lemos (2004), "Regional impacts of trade liberalization strategies in Brazil", *ERSA Conference Papers*, Viena, European Regional Science Association.
- Domingues, E. y otros (2002), "Structural changes in the Brazilian interregional economic system, 1985-1997: Holistic matrix interpretation", *Australian Journal of Regional Studies*, vol. 8, N° 1, St. Lucia, Queensland, Australia and New Zealand Regional Science Association.
- Eichner, T. y R. Pethig (2007), "Harvesting in an integrated general equilibrium model", *Environmental and Resource Economics*, vol. 37, N° 1, Springer.
- Finnoff, D. y J. Tschirhart (2005), "Linking dynamic economic and ecological general equilibrium models", *Working Paper*, Wyoming, University of Wyoming.
- Ganuzo, E. y otros (2005), "Are export promotion and trade liberalization good for Latin America's poor? A comparative macro-micro CGE analysis", *Development Policy Review*, vol. 23, N° 3, Wiley-Blackwell.
- Giesecke, J. (2002), "Explaining regional economic performance: An historical application of a dynamic multi-regional CGE model", *Papers in Regional Science*, vol. 81, N° 2, Wiley-Blackwell.
- Giesecke, J. y J. Madden (2003), "A large-scale dynamic multi-regional CGE model with an illustrative application", *Review of Urban and Regional Development Studies*, vol. 15, N° 1, Wiley.
- Gillespie, G. y otros (2001), "The displacement and multiplier effects of regional selective assistance: a computable general equilibrium analysis", *Regional Studies*, vol. 35, N° 2, Londres, Routledge.
- Groenewold, N., A. Hager y J. Madden (2003), "Interregional transfers: A political-economy CGE approach", *Economics of Governance*, vol. 82, N° 4, Springer, noviembre.
- Haddad, E.A. (1999), *Regional Inequality and Structural Changes: Lessons from the Brazilian Economy*, Aldershot, Ashgate.
- Haddad, E., E. Domingues y F. Perobelli (2002), "Regional effects of economic integration: the case of Brazil", *Journal of Policy Modeling*, vol. 24, N° 5, Amsterdam, Elsevier.
- Haddad, E. y otros (2009), "Spatial aspects of trade liberalization in Colombia: A general equilibrium approach", *Papers in Regional Science*, vol. 88, N° 4, Wiley-Blackwell.
- Harrison, G. W., T.F., Rutherford y D.G. Tarr (2005), "Chile's regional arrangements: The importance of market access and lowering the tariff to six percent", *General Equilibrium Models for the Chilean Economy*, Rómulo A. Chumacero y Klaus Schmidt-Hebbel, Santiago de Chile, Banco Central de Chile.
- \_\_\_\_\_ (1998), "The importance of market access in regional arrangements: The case of Chile", Washington, D.C., Banco Mundial, inédito.
- \_\_\_\_\_ (1997), "Opciones de política comercial para Chile: una evaluación cuantitativa", *Cuadernos de economía*, vol. 34, N° 102, Santiago de Chile, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Higgs, P., B. Parmenter y R. Rimmer (1988), "A hybrid top-down, bottom-up regional computable general equilibrium model", *International Regional Science Review*, vol. 11, N° 3, Sage.
- Holland, D. y otros (2005), "Imperfect labor mobility, urban unemployment and agricultural trade reform in Chile", Rómulo A. Chumacero y Klaus Schmidt-Hebbel, Santiago de Chile, Banco Central de Chile.
- Horridge, M. y G. Wittwer (2008), "SinoTERM, a multi-regional CGE model of China", *China Economic Review*, vol. 19, N° 4, Amsterdam, Elsevier.
- Horridge, M., J. Madden y G. Wittwer (2005), "Using a highly disaggregated multi-regional single-country model to analyse the impacts of the 2002-03 drought on Australia", *Journal of Policy Modeling*, vol. 27, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas) (2004), *Matrices insumo-producto regionales 1996*, Santiago de Chile, junio.
- Iregui, A.M. (2005), "Decentralized provision of quasi-private goods: The case of Colombia", *Economic Modeling*, vol. 22, N° 4, Amsterdam, Elsevier.
- Jones, R. y J. Whalley (1989), "A Canadian regional general equilibrium model and some applications", *Journal of Urban Economics*, vol. 25, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Julia-Wise, R., S. Cooke y D. Holland (2002), "A computable general equilibrium analysis of a property tax limitation initiative in Idaho", *Land Economics*, vol. 78, N° 2, Wisconsin, University of Wisconsin Press, mayo.
- Jung, H. y E. Thorbecke (2003), "The impact of public education expenditure on human capital, growth, and poverty in Tanzania and Zambia: a general equilibrium approach", *Journal of Policy Modeling*, vol. 25, N° 8, Amsterdam, Elsevier, noviembre.
- Kim, E. y K. Kim (2002), "Impacts of regional development strategies on growth and equity of Korea: A multiregional CGE model", *The Annals of Regional Science*, vol. 36, N° 1, Berlín, Springer.
- Liu, C. (2006), "A computable general equilibrium model of the Southern region of Taiwan: The impact of the Tainan science-based industrial park", *Applied Economics*, vol. 38, N° 14, Taylor and Francis.
- Löfgren, H., R.L. Harris y S. Robinson (2001), *A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Models in GAMS*, Washington, D.C., Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.
- Mardones, C. (2011), "Estrategia Robin Hood en Chile: Distribución e incidencia", *El trimestre económico*, vol. 78(4), N° 312, México, D.F., Fondo de Cultura Económica, octubre-diciembre.

- \_\_\_\_\_ (2010), "Evaluando reformas tributarias en Chile con un modelo CGE", *Estudios de economía*, vol. 37, N° 2, Santiago de Chile, Universidad de Chile, diciembre.
- Mardones, C. y J. Saavedra (2011), "Matriz de contabilidad social extendida ambientalmente para análisis económico de la Región del Bío Bío", *Revista de análisis económico*, vol. 26, N° 1, Santiago de Chile, ILADES/Universidad Alberto Hurtado.
- MIDEPLAN (Ministerio de Planificación) (2005), *Aproximación a las economías regionales con base en las matrices de insumo producto regionales del año 1996*, Santiago de Chile.
- Miguel-Vélez, F., M. Cardenete y J. Pérez-Mayo (2009), "Effects of the tax on retail sales of some fuels on a regional economy: a computable general equilibrium approach", *The Annals of Regional Science*, vol. 43, N° 3, Berlín, Springer.
- Naqvi, F. y M. Peter (1996), "A multiregional, multisectoral model of the Australian economy with an illustrative application", *Australian Economic Papers*, vol. 35, N° 66, Wiley-Blackwell.
- Nganou, J. (2004), "Estimating the Key Parameters of the Lesotho CGE Model", documento presentado "Input-Output and General Equilibrium: Data, Modeling, and Policy Analysis", Bruselas, septiembre.
- O'Ryan, R., S. Miller y C.J. de Miguel (2003), "A CGE framework to evaluate policy options for reducing air pollution emissions in Chile", *Environment and Development Economics*, vol. 8, N° 2, Cambridge, Cambridge University Press.
- O'Ryan, R. y otros (2011), "The socioeconomic and environmental effects of free trade agreements: A dynamic CGE analysis for Chile", *Environmental Development Economics*, vol. 16, N° 03, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2005), "Computable general equilibrium model analysis of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile", *Ecological Economics*, vol. 54, N° 4, Amsterdam, Elsevier.
- Partridge, M. y D. Rickman (2010), "Computable general equilibrium (CGE) modelling for regional economic development analysis", *Regional Studies*, vol. 44, N° 10, Londres, Routledge.
- \_\_\_\_\_ (1998), "Regional computable general equilibrium modeling: A survey and critical appraisal", *International Regional Science Review*, vol. 21, N° 3, Sage.
- Patriquin, M. y otros (2002), "Incorporating natural capital into economy-wide impact analysis: A case study from Alberta", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 86, N° 1-2, Springer.
- Peña, J., M. Basch y S. Vergara (2003), "Eficiencia técnica y escalas de operación en pesca pelágica: un análisis de fronteras estocásticas", *Cuadernos de economía*, vol. 40, N° 119, Santiago de Chile, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pereira, M. y otros (2009), "Síndrome holandés, regalías mineras y políticas de gobierno para un país dependiente de recursos naturales: el cobre en Chile", *serie Medio ambiente y desarrollo*, N° 140 (LC/L.3139-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.09.II.G.112.
- Pyatt, G. (1988), "A SAM approach to modeling", *Journal of Policy Modeling*, vol. 10, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Pyatt, G. y J. Round (1985), *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Rickman, D. (1992), "Estimating the impacts of regional business assistance programs: alternative closures in a regional model", *Papers in Regional Science*, vol. 71, Wiley-Blackwell.
- Rickman, D. y M. Snead (2007), "A regional comparative static CGE analysis of subsidized child care", *Growth and Change*, vol. 38, N° 1, Kentucky, University of Kentucky, marzo.
- Riffo, L. y otros (2006), "Matrices de insumo productos regionales", *Revista Estadística y Economía*, N° 25, Santiago de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas.
- Robinson, S. (1989), "Multisectoral models", *Handbook of Development Economics*, vol. 2, H. Chenery y T.N. Srinivasan (eds.), Elsevier Science Publishers.
- Robinson, S., A. Cattaneo y M. El-Said (2001), "Updating and estimating a social accounting matrix using cross entropy methods", *Economic Systems Research*, vol. 13, N° 1, Taylor and Francis.
- Rodríguez, U. (2007), "State-of-the-art in regional CGE modelling", *Agricultural Economics Research Review*, vol. 20, N° 2, Nueva Delhi, Agricultural Economics Research Association.
- Rojas, C. (2009), "Matriz de contabilidad social y análisis de multiplicadores contables para la Región Metropolitana de Santiago", Tesis, Santiago de Chile, Universidad de Chile.
- Seung, C. y otros (2000), "Impacts of water reallocation: A combined computable general equilibrium and recreation demand model approach", *The Annals of Regional Science*, vol. 34, N° 4, Springer.
- Schuschny, A., J. Durán y C. de Miguel (2008), "Política comercial de Chile y los TLC con Asia: Evaluación de los efectos de los TLC con Japón y China", *serie Estudios estadísticos y prospectivos*, N° 66 (LC/L.2951-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Schwarm, W. y H. Cutler (2003), "Building small city and town SAMS and CGE models", *Review of Urban and Regional Development Studies*, vol. 15, N° 2, Wiley.
- Waters, E. y C. Seung (2010), "Impacts of recent shocks to Alaska fisheries: A computable general equilibrium (CGE) model analysis", *Marine Resource Economics*, vol. 25, N° 2, Marine Resources Foundation.
- Wittwer, G. y M. Horridge (2010), "Bringing regional detail to a CGE model using census data", *Spatial Economic Analysis*, vol. 5, N° 2, junio, Taylor and Francis.