
CRECIMIENTO REGIONAL Y ENCLAVE HIDROELÉCTRICO: EL CASO DE LA REGIÓN DE AYSÉN.

CATHERINE MARTÍNEZ¹
JORGE DRESDNER¹

RESUMEN

En este artículo se propone un modelo de equilibrio general, factible de ser aplicado al análisis económico regional en Chile, que describe la interacción entre el mercado del trabajo y el mercado de bienes. Se muestra que con la información estadística disponible es posible estimar con éxito dicho modelo. Se aplica el modelo propuesto a la evaluación de impacto en empleo y producto agregado que tendrá la implementación del Proyecto Hidroeléctrico Río Baker 1 en la Región de Aysén. Los resultados indican que el impacto será positivo en ambas dimensiones, aunque fundamentalmente transitorio y concentrado en el sector Construcción.

Clasificación JEL: R11, R15, J2, L94, Q43.

Palabras Claves: Economía regional, impacto económico, equilibrio general, Represa Río Baker.

ABSTRACT

This paper proposes a general equilibrium model, for the labor and goods markets, feasible to be applied to regional economic analysis in Chile. It is shown that it is possible to estimate successfully this model with the available statistical information. The model is applied to a case study that evaluates the impact that the hydroelectric project Río Baker 1, will have on aggregated output and employment in the Aysén region. The results show that the impact will be positive in both dimensions, although transient and concentrated in the construction sector.

Key words: Regional economics, economic impact, general equilibrium, dam Río Baker

I. INTRODUCCIÓN

El análisis de economía regional tiene un nivel de desarrollo modesto en Chile. Una de las razones que contribuyen a este resultado es la falta de bases de datos regionales con la riqueza y extensión necesarias para el análisis empírico con métodos tradicionales². En contraste, existe una gran demanda por parte de las autoridades y comunidades regionales de análisis específico que sirva de base para la toma de decisiones. En este artículo proponemos y estimamos un modelo de equilibrio general para ser utilizado en el análisis regional en Chile. Este modelo utiliza información disponible para todas, o al menos la mayoría, de las regiones en Chile. La aplicación que se muestra en el artículo se basa en una de las regiones más pequeñas de Chile y con un tema de alta relevancia regional. En el artículo simulamos el efecto sobre empleo y producto que la instalación

¹ Departamento de Economía, Universidad de Concepción, Autor de correspondencia: Jorge Dresdner, Casilla 160-C, Concepción, Chile. Fono (56 41) 220 42 00; Fax (56 41) 225 45 91, jdresdne@udec.cl.

² La mayor parte del análisis de economía regional se ha concentrado en la convergencia de ingresos y salarios. Ver Ochoa (2007).

de una represa hidroeléctrica tendrá sobre la economía de la Región de Aysén. Este trabajo considera las interrelaciones existentes en la región de Aysén entre los distintos sectores económicos y el sector construcción a través de la matriz insumo producto. Adicionalmente, tomando en consideración la disponibilidad de información estadística existente, modela el mercado laboral y el de bienes y servicios regional, los cuales al ser conectados con las interrelaciones productivas regionales, determinan el nivel de empleo y producto de equilibrio. Los resultados sugieren que los efectos sobre ambas variables son positivos, se localizan especialmente en el sector Construcción y son de carácter transitorio.

La determinación de otros posibles impactos en la economía regional no se aborda debido a carencia de información y a la incertidumbre sobre la dimensión de dichos efectos. El primero es el potencial impacto que pueden tener sobre la economía regional mejoras en infraestructura consideradas dentro de este proyecto hidroeléctrico, las cuales pudiesen incidir en el desarrollo de algunas actividades económicas (turismo por ejemplo). El segundo es el impacto que tendrán sobre las actividades existentes hoy en día las transformaciones en las áreas naturales ocasionadas por la construcción de la central. Por ello, y considerando que la producción de energía eléctrica generada una vez que el proyecto se encuentre en operación se destinará al SIC, la evaluación del impacto de este proyecto sobre la economía regional que se realiza en este estudio se limita a la etapa de construcción.

El estudio aporta tres tipos de resultados. Primero, contribuye al desarrollo del análisis de economía regional en el país. Aporta evidencia a la idea de que, mediante un trabajo estadístico cuidadoso, es posible abordar temas importantes para las comunidades regionales a pesar de las restricciones en la información estadística disponible. Segundo, presenta un modelo teórico relevante para el tema abordado y adaptado especialmente a la disponibilidad de información existente. Este modelo es potencialmente replicable para el análisis de otros proyectos similares en la Región de Aysén u otras regiones. Tercero, entrega resultados cuantitativos novedosos que pueden ayudar a la discusión y toma de decisiones de política económica para la XI Región.

La estructura del artículo es la siguiente. En la sección 2 se presenta una breve descripción del problema estudiado. La sección 3 desarrolla la metodología propuesta para estimar las variaciones en empleo y producto que constituyen el objetivo del estudio. En la sección 4 se ofrece el procedimiento de estimaciones y los resultados obtenidos. Finalmente, en la Sección 5 se entregan la discusión de resultados y conclusiones. Se presenta un anexo con la presentación de las fuentes de información y supuestos detrás de la construcción de las series estadísticas empleadas en el trabajo empírico.

II. LA REGIÓN DE AYSÉN Y ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Las necesidades energéticas de Chile han estado creciendo en los últimos años en forma importante y se proyecta que esa tendencia se mantendrá en el futuro. Este hecho ha acentuado su dependencia histórica de fuentes energéticas importadas como los combustibles fósiles (petróleo, gas natural, etc.). El uso de estos combustibles lleva asociado inestabilidad de precios y de suministro, además de importantes problemas ambientales. Todo lo anterior hace de las fuentes hidroeléctricas nacionales sean

alternativas a considerar en términos de implementación y disponibilidad segura para satisfacer la cada vez mayor demanda nacional por energía.

La Región de Aysén posee las fuentes de energía hidráulicas más importantes de Chile. Por ello, es destinataria de una serie de proyectos hidroeléctricos a desarrollar por la empresa HidroAysen S.A., asociación de las empresas Endesa Chile y Colbún. Estos consisten en la construcción de cinco centrales hidroeléctricas en los ríos Baker y Pascua, de modo de aprovechar sus grandes caudales y su baja variabilidad. Estas centrales en conjunto producirán un total de 2750 megawatt (M.W.) que se inyectarán al Sistema Interconectado Central (SIC) y representan una inversión total de 2.430 millones de dólares (HidroAysen S.A., sitio web). Esta producción representará el 64% del aumento en la generación eléctrica necesaria para el período 2013-2017, proyectado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) (Tribunal de Defensa de la Libre Competencia, pág. 39, 2007). La primera de estas represas se conoce como Río Baker 1 y constituye el foco del presente estudio.

El desarrollo de estos proyectos ha traído consigo una serie de interrogantes, en términos de los efectos que ocasionará su existencia y funcionamiento en diversos aspectos de la región de Aysén, donde uno de los principales es el económico. Sin embargo, el impacto que la construcción de estas centrales tendrá sobre la economía de Aysén no ha sido abordado mayormente en el debate público. Se espera que el desarrollo de estos proyectos hidroeléctricos genere efectos positivos sobre el crecimiento regional. Esta idea se sustenta en que la construcción de la central hidroeléctrica requerirá de mano de obra local. Esta actividad, además, puede aumentar la demanda por insumos y productos de otros sectores económicos de la región ajenos a la generación de energía eléctrica. Adicionalmente, la implementación de estos proyectos incluye mejoras en infraestructura, las cuales quedarán a disposición de la región una vez finalizadas las obras. Esto se debe a que el proyecto considera, junto con la edificación de las centrales, la creación de caminos de acceso a ellas y el mejoramiento de otras infraestructuras ya existentes en la Región. Sin embargo, el proyecto no tendrá un impacto directo sobre la oferta de energía eléctrica en la región, una vez que la planta se encuentre en operación, dado que considera que la energía eléctrica que produzca la central Río Baker 1 se destinará completamente al Sistema Interconectado Central (SIC).

La región de Aysén es una de las más extensas en territorio y la menos poblada de Chile. La población tiene una densidad de 0.8 habitantes por kilómetro cuadrado y representa el 0.6% de la población nacional. En términos del producto interno bruto (PIB) del año 2006 la región de Aysén aportó apenas el 0.6% del PIB total. Las características de la Región hacen pensar que un proyecto de inversión como la Central Río Baker 1, que es la primera de las cinco centrales proyectadas, constituya una eventual fuente de mayor dinamismo económico. Pese a todo lo anterior, no se dispone de proyecciones del efecto sobre el producto y el empleo total de la región.

El presente estudio estima los efectos que tendrá la construcción de la central Río Baker 1, sobre el empleo y producto regional.

III. ENFOQUES METODOLÓGICOS DISPONIBLES

En la literatura económica actual existen diversos enfoques para determinar los efectos que un cambio en la producción de un sector tiene sobre la economía. El análisis

empírico regional en Chile se ha visto constreñido por la disponibilidad de información estadística para implementar los enfoques a revisar. La estrategia seguida en este artículo ha sido seleccionar un enfoque metodológico que considere la disponibilidad de información existente y que a la vez permita desarrollar un marco analítico que tenga pertinencia para problemas regionales.

Generalmente estos enfoques, de distinta forma, se basan en la Matriz de Insumo-Producto (MIP). Uno de estos enfoques corresponde a los Modelos Insumo-Producto. Estos últimos se utilizan para ver cambios en la producción agregada debido a shocks de oferta o de demanda que enfrentan los distintos sectores económicos. Para determinar estos cambios se utiliza la interrelación que existe entre los distintos sectores económicos y que se refleja en la MIP. Esta interrelación se genera mediante los requerimientos de utilización de los productos de un sector como insumo para otros sectores. En tanto, para determinar cambios en el empleo se construyen coeficientes fijos de empleo-producto de los sectores de interés. Este modelo ha sido ampliamente utilizado en Chile, en diversos temas tanto a nivel nacional como regional, en análisis de impacto de acuerdos comerciales, de efectos de la migración interregional, entre otros. Un trabajo relacionado con este estudio para Chile es Soto y Bergoing (1998), el cual determina el impacto económico que la minera El Teniente ha tenido sobre la Sexta Región. A nivel internacional, una aplicación, en línea con los objetivos planteados por este trabajo, es Bathia et al. (2005)³, donde se estudia los efectos de una represa multipropósito en funcionamiento en Brasil, la cual entre sus usos tiene la generación de energía eléctrica.

Otra alternativa es el uso de las Matrices de Contabilidad Social (Social Accounting Matrix, SAM). Ellas se basan en la metodología e información de la MIP, a la cual incorporan el marco conceptual de las Cuentas Nacionales. Este enfoque entrega multiplicadores que permiten determinar cambios en la producción, el empleo y el bienestar, y en las cuentas del sector externo y gobierno, entre otros. En Chile, se han construido matrices de contabilidad social, en donde la más reciente es de año base 1986⁴ y caracteriza a toda la economía nacional. Uno de los trabajos pioneros dentro de esta metodología es Pyatt y Round (1985)⁵. Posteriormente, se han hecho variadas aplicaciones. Una de ellas, relacionada al tema de nuestro interés, es Breisinger y Heidhues (2004)⁶, la cual se enfoca en los impactos económicos de la construcción de un proyecto hidroeléctrico estatal en Vietnam.

Tanto los modelos Insumo-Producto como las SAM se enmarcan dentro de un enfoque contable, pues no incorporan explícitamente relaciones de comportamiento de los agentes económicos.

Un tercer enfoque metodológico corresponde a los Modelos de Equilibrio General y, en especial, los modelos de Equilibrio General Computable (EGC). Estos son sistemas que modelan el comportamiento de los agentes en más de un mercado y que

³ Los autores simulan la situación con y sin represa. Se utilizan multiplicadores para evaluar como la represa ha contribuido al ingreso y empleo de una región brasileña.

⁴ Elaborada por Venegas, J. (1995). Fue actualizada para el año 1992 en Bussolo, Mizala y Romaguera (1998), para el estudio de los efectos de diversos acuerdos comerciales firmados por Chile.

⁵ Los autores construyen las primeras SAM para Irán, Sri Lanka y Swazilandia para el estudio de la distribución del ingreso en dichos países.

⁶ Ellos estudian el efecto multiplicador de la mayor demanda en el sector construcción sobre los demás sectores productivos y el consumo de los hogares en el área donde se ubicará una central hidroeléctrica estatal.

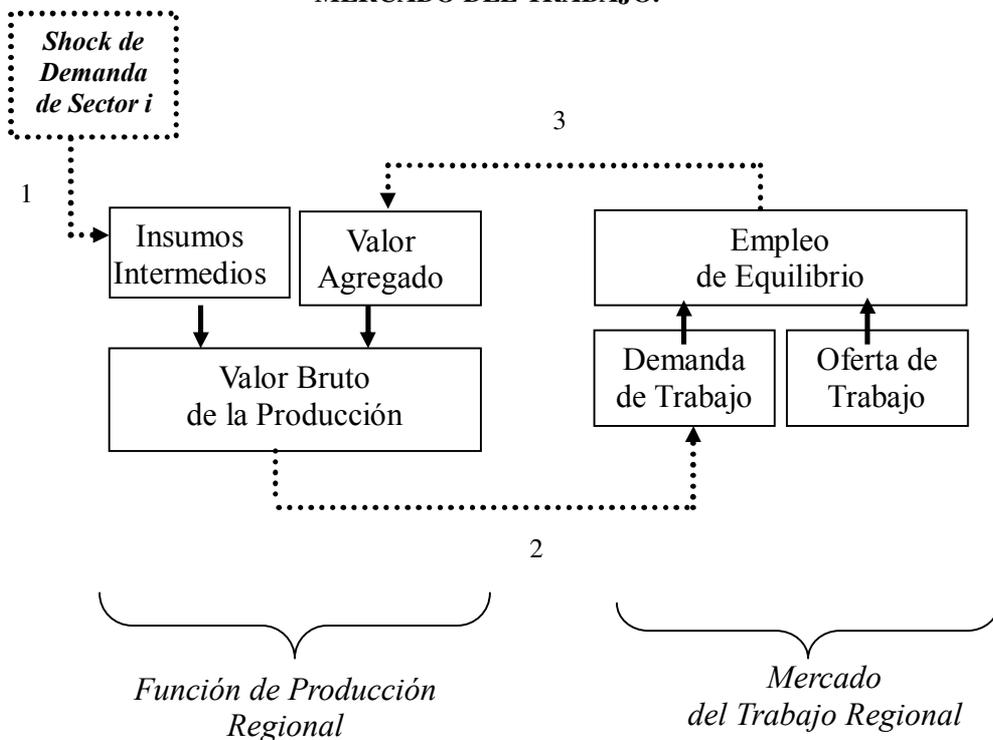
frecuentemente presentan a la economía en forma desagregada. Lo anterior gracias a que se especifican las relaciones de comportamiento en diversos mercados y agentes que operan en una economía; y además porque el modelo se resuelve mediante la obtención de los equilibrios que vacían los mercados en análisis. Estos aspectos se consideran la principal ventaja de estos modelos. En ellos, las matrices de contabilidad social constituyen una de las principales fuentes de información⁷. Usos de este modelo para el caso chileno se tienen en trabajos como Coeymans y Larrain (1994), Harrison et al. (1997), y Bussolo et al. (1998). Una aplicación relacionada a la presente investigación es el trabajo de Robinson et al. (2005), el cual analiza el impacto económico de una represa multipropósito en funcionamiento construida en Egipto, entre cuyos usos está la generación de energía eléctrica. Sin embargo, los modelos ECG han sido criticados por la gran cantidad de información y supuestos que normalmente requieren para ser resueltos (O’Ryan et al, 2000).

En este contexto, el modelo a desarrollar debe estar adaptado a la disponibilidad de información que existe en todas o, al menos, en la mayoría de las regiones en Chile. De esta forma, en el presente trabajo se utilizará un modelo de equilibrio general de dos mercados, el mercado de bienes y servicios y el mercado laboral, los cuales se relacionan dentro del marco de un enfoque de MIP. Se descarta la utilización de un enfoque de SAM, pues para la región no se dispone de una Matriz de Contabilidad Social regional. Se desecha la opción de un modelo de equilibrio general computable más complejo por la cantidad y calidad de información estadística que este modelo requiere.

El efecto de la construcción de la central hidroeléctrica se conceptualiza como un shock de demanda exógeno al modelo. La estructura del modelo (ver Figura N°1) inicialmente se basó en el esquema de los modelos utilizados en Robinson y Gehlar (1995) y Robinson, Strzepek, El-Said y Logfren (2005). Sin embargo, existen diferencias importantes. A dicho esquema se le han realizado extensiones que incorporan relaciones de comportamiento en el mercado laboral y el mercado de bienes y servicios. Este esquema muestra cómo opera la producción a nivel agregado (regional) y sintetiza las relaciones económicas que componen el modelo.

⁷ Revisiones de los diversos usos de estos modelos a nivel internacional se encuentran en O’Ryan *et al.* (2000) y Chumacero y Schmidt-Hebbel (2004).

FIGURA N°1
DETERMINACIÓN DEL PRODUCTO REGIONAL Y SU VINCULACIÓN CON EL
MERCADO DEL TRABAJO.



Fuente: Elaboración propia.

El valor bruto de la producción (VBP) se define como la suma del valor agregado (VA) y los insumos intermedios (IINT). Utilizando el enfoque de la MIP (Leontieff, 1985), podemos escribir

$$VBP = VA + IINT = (I - A)^{-1} D \tag{1}$$

donde todas las magnitudes están medidas en términos reales, I es la matriz identidad, A es la matriz de coeficientes insumo producto de la MIP y D es el vector de demandas finales. Esta función la interpretamos como la determinación por el lado de la demanda de la producción agregada.

La oferta se define a través de una función de producción bruta agregada. Asumiendo que los precios relativos entre insumos intermedios y bienes finales se mantienen constantes, se puede construir un bien “hicksiano” compuesto, lo cual permite representar la producción a través de una función de valor agregado. El valor agregado real (VA) es una función que depende de los insumos Capital (K) y Trabajo (L).

$$VA = VA(K, L) \tag{2}$$

El equilibrio se produce en el mercado de bienes y servicios cuando el nivel de producción demandado por los mercados de bienes finales iguala el nivel de producción agregado generado por las condiciones de oferta. Esto es cuando el nivel de VA de la ecuación (2) es igual al nivel de VA de la ecuación (1).

La oferta agregada de trabajo L^O indica la cantidad de trabajo que están dispuestos los trabajadores a ofrecer colectivamente a los diferentes niveles de salario. Asumiendo que existe la función inversa, se define el salario real de oferta laboral de la región de corto plazo, $(w/p)^O$ como función de la cantidad ofrecida de trabajo L^O (McConnell y Brue, 1997).

$$\frac{w^O}{p} = \frac{w^O}{p} (L^O) \quad , \quad \text{donde se asume que} \quad \frac{\partial (w/p)^O}{\partial L^O} > 0 \tag{3}$$

La demanda condicional de trabajo de corto plazo L^D a su vez se define como una función del factor productivo capital, del precio del factor trabajo $(w/p)^D$ (salario real de demanda) y del nivel bruto de producción (VBP).

$$L^D = L^D(K, (w/p)^D, VBP) \tag{4}$$

Despejando para el salario real de demanda de trabajo $(w/p)^D$, la expresión (4) queda:

$$\frac{w^D}{p} = \frac{w^D}{p} (L^D, K, VBP) \quad , \quad \text{donde} \quad \frac{\partial (w/p)^D}{\partial L^D} < 0, \frac{\partial (w/p)^D}{\partial K} > 0, \frac{\partial (w^D/p)^D}{\partial VBP} > 0 \tag{5}$$

y donde se asume que trabajo y capital son complementarios en la producción.

El nivel de empleo de equilibrio se alcanza cuando los salarios de demanda y oferta son iguales. De esta condición, se obtiene,

$$L = L(K, VBP) \quad , \quad \text{donde} \quad \frac{\partial L}{\partial K} > 0, \frac{\partial L}{\partial VBP} > 0 \tag{6}$$

Finalmente la determinación del capital se asume exógena.

Este modelo conforma un sistema de ecuaciones donde las variables predeterminadas son el capital (K) y el vector de demandas finales (D); y las variables endógenas son el valor agregado (VA), el valor bruto de la producción (VBP) y el trabajo (L). Las ecuaciones estructurales del modelo son las ecuaciones (1), (2) y (6). En este esquema, el valor bruto de la producción (VBP) es afectado inicialmente por un shock de demanda exógeno, el cual afecta a uno de sus sectores. Para responder a este shock, este sector altera su producción, para lo cual requiere cambiar el nivel de uso de insumos (Insumos Intermedios), los que corresponden a la producción de los distintos sectores vinculados a este sector. La matriz insumo producto (MIP) relaciona las diversas actividades de la economía, describiendo el uso de insumos intermedios de

cada actividad económica. Tanto la variación de la producción del sector afectado por el shock como por los sectores que le proveen de sus insumos, afecta la demanda por mano de obra. Luego, este cambio en el VBP impacta, mediante el mercado del trabajo, al empleo de equilibrio (ver ecuación (6)). Los cambios a su vez en la ocupación de equilibrio afectan el mercado de bienes y servicios (ver ecuación (2)). Este proceso converge eventualmente a un nuevo equilibrio en ambos mercados.

Expresando el modelo en primeras diferencias obtenemos:

$$\begin{aligned} dL &= \frac{\partial L}{\partial K} dK + \frac{\partial L}{\partial VBP} dVBP \\ dVA &= \frac{\partial VA}{\partial K} dK + \frac{\partial VA}{\partial L} dL \\ dVBP &= (I - A)^{-1} dD \end{aligned} \quad (7)$$

De (7), sustituyendo el lado derecho de expresión dVBP en lado derecho de expresión dL, y expresando el modelo en su forma reducida obtenemos:

$$\begin{aligned} dL &= \frac{\partial L}{\partial K} dK + \frac{\partial L}{\partial VBP} (I - A)^{-1} dD \\ dVA &= \left(\frac{\partial VA}{\partial K} + \frac{\partial VA}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial K} \right) dK + \left(\frac{\partial VA}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial VBP} \right) (I - A)^{-1} dD \end{aligned} \quad (8)$$

La estimación de los coeficientes del sistema de ecuaciones estructurales (7) es útil para determinar las relaciones entre las variables del modelo. Al reemplazar dichas relaciones en el sistema de ecuaciones reducidas (8), se logrará establecer las variaciones en el empleo (L) y el Valor Agregado (VA) que componen los objetivos de este trabajo.

Nótese que los requisitos de información que se demandan para estimar este modelo se reducen a información de empleo (L), valor agregado (VA), un indicador de stock de capital (K), valor bruto de la producción (VBP) y la matriz insumo producto regional. Toda esta información está disponible o puede estimarse para todas las regiones del país (ver Anexo A).

IV. ESTIMACIONES Y RESULTADOS

Para aplicar el modelo se empleó la Matriz insumo producto 1996, elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas para la región de Aysén. Además, se utilizaron series anuales del valor bruto de la producción, valor agregado, capital y ocupación entre el año 1986 y 2003. El detalle de las obtención de las series se ofrece en el Anexo A.

La aplicación se realizó en dos etapas. Primero se estimó el modelo. Con los parámetros estimados obtenidos de este procedimiento e información adicional, se simuló el efecto que tendrá el aumento de demanda por bienes y servicios del sector construcción, en la etapa de construcción de la central, sobre la producción y empleo regional.

Antes de realizar las regresiones se investigó las propiedades estadísticas de las series. Para ello, se aplicó el contraste de raíces unitarias de Dickey Fuller Aumentado (DFA), a las series en niveles logarítmicos y en primeras diferencias, considerando distintas opciones para variables determinísticas. Los resultados indican que, al 5% de significancia, todas las series utilizadas son integradas de orden 1 (I(1)). En la Tabla 1 se muestran los resultados para el contraste DFA en niveles y primeras diferencias con constante y variable de tendencia.

TABLA N°1

TEST DFA A SERIES EN NIVELES Y EN PRIMERAS DIFERENCIAS, CON CONSTANTE Y TENDENCIA PARA VARIABLES OCUPACIÓN, CAPITAL, VALOR AGREGADO, Y VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN (VBP), EN LOGARITMOS.

Valor estadístico DFA	Serie en niveles	Serie en diferencias
Log Ocupación	-2.5836	-4.4932
Log Capital	-2.1240	-4.3287
Log Valor Agregado	-2.4407	-6.1336
Log VBP	-1.2861	-6.8623
Valores críticos:		
1%	-4.6162	-4.7283
5%	-3.7104	-3.7597
10%	-3.2977	-3.3249

Fuente: Elaboración propia.

Aplicamos una prueba para identificar potenciales relaciones de cointegración. Descartamos utilizar el test de Johansen, porque la muestra disponible es muy pequeña y los requerimientos de grados de libertad de esta prueba son importantes⁸ (ver Harris, 1995). En cambio, utilizamos el test de cointegración de Engle y Granger, cuyo procedimiento es contrastar los residuos de una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de las variables en estudio. La idea es que se trata de una regresión entre variables integradas de orden uno (I(1)). Si los residuos de esta regresión resultan ser I(0), ello entrega cierta evidencia de la existencia de un vector cointegrado entre estas variables, lo cual hace razonable estimar el modelo por métodos econométricos clásicos. A los residuos de esta regresión se le aplicó el test DFA, incluyendo variables determinísticas. La hipótesis nula de presencia de raíz unitaria y, por lo tanto, de ausencia de cointegración, fue rechazada a todos los niveles tradicionales de significancia, lo cual sugiere que existe una relación lineal entre las variables del modelo que si es estacionaria.

Para estimar el modelo se utilizó el sistema de ecuaciones estructurales conformado por las ecuaciones (1), (2) y (6). Para representar la función de producción del VA, se empleó un modelo translogarítmico, el cual es sumamente flexible para adaptarse a distintas especificaciones. Las variables se expresaron en logaritmos, a fin de obtener elasticidades. El modelo estructural estimado es:

⁸ Cabe recordar que se trata de un test con validez para grandes muestras.

$$\begin{aligned}
 LL_t &= \alpha_0 + \alpha_1 LK_t + \alpha_2 LVBP_t + \mu_t \\
 LVA_t &= \beta_0 + \beta_1 LK_t + \beta_2 LL_t + \beta_3 (LL_t)^2 + \beta_4 (LK_t)^2 + \beta_5 LL_t LK_t + e_t \\
 VBP &\equiv VA + IINT \\
 LVBP &\equiv \ln VBP \\
 LVA &\equiv \ln VA
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

donde la letra L delante de la sigla de la variable indica que esta variable está calculada en logaritmos naturales (Ln) En este modelo las variables exógenas son LK e IINT. Las variables endógenas son LL, LVA, y LVBP. μ_t y e_t son errores estocásticos.

Se probó estimar el modelo con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y con Mínimos Cuadrados en tres etapas (MC3E). Los resultados con ambos métodos fueron muy coincidentes para la ecuación de ocupación. Sin embargo, para la ecuación de valor agregado se obtuvieron resultados cuantitativos divergentes. A pesar que los signos de los parámetros estimados eran coincidentes entre ambos métodos, MC3E entregó coeficientes estadísticamente significativos a niveles muy elevados de significancia, a diferencia de la estimación por MCO. Debe considerarse en este punto que las ventajas de los métodos de ecuaciones simultáneas como MC3E son en términos asintóticos, lo cual aquí es discutible dado el pequeño tamaño muestral disponible. Por otra parte, en general, MCO es un método robusto. Todo lo anterior nos llevó a seleccionar finalmente las estimaciones por MCO para la aplicación de la metodología. Dichas estimaciones por MCO se controlaron por autocorrelación de primer orden, obteniéndose las estimaciones que en definitiva se utilizaron en la evaluación posterior (ver Tabla N°2)⁹.

TABLA N°2

ESTIMACIÓN, POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS Y CON CORRECCIÓN POR AUTOCORRELACIÓN DE PRIMER ORDEN, DE LAS ECUACIONES DE L Y VA1. VARIABLES EN LOGARITMOS

<u>Variable</u>	Ecuación de Ocupación	Ecuación Valor Agregado
Constante	6.9027 (9.946)	-470.2194 (-2.777)
Log(Trabajo)		114.3315 (3.151)
[Log(Trabajo)] ²		-6.5659 (-3.411)
Log(Capital)	0.1263 (3.382)	-23.9620 (-6.049)
Log(Trabajo)*Log(Capital)		2.3335 (6.107)
Log(VBP)	0.1829 (2.182)	
Rho	0.3183 (1.384)	-0.1948 (-0.819)
R-Cuadrado	0.9634	0.9949

1 Estadísticos 't' entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

⁹ Los tests de autocorrelación no son conclusivos. Sin embargo, no existen diferencias importantes en las elasticidades calculadas con y sin autocorrelación.

Todos los coeficientes estimados son estadísticamente significativos a niveles de confianza tradicionales. Los signos de los coeficientes de la ecuación de empleo de equilibrio son los esperados de acuerdo a la teoría económica. Se aprecia una relación positiva entre la ocupación de equilibrio y las variables VBP y capital. Ante un aumento del 10% en el uso del capital y el VBP, el nivel de ocupación de equilibrio se incrementa en 1.3%, y 1.8%, respectivamente, en el corto plazo. En el largo plazo, estos impactos se incrementan en 1.8%, y 2.6%, respectivamente.

Los resultados para la función de Valor Agregado entregan estimaciones puntuales de elasticidades trabajo-producto de 0.76 en el corto plazo y de 0.63 en el largo plazo. En tanto, la elasticidad capital-producto estimada fue de 0.61.¹⁰

La simulación del impacto de la construcción de la represa Río Baker 1 sobre la producción y empleo en la economía de la Región de Aysén, supone que el único impacto directo es en la etapa de construcción del proyecto, dado que durante la etapa de funcionamiento de la central, el efecto tal cual está planteado en el proyecto será mínimo sobre la economía regional (ver Tribunal de Defensa de la Libre Competencia, 2007). El 100% de la energía generada será “exportada” al Sistema Interconectado Central (SIC) y por ende no existirán efectos directos sobre la oferta energética regional. Los únicos efectos serán en el empleo e ingresos generados por los trabajadores que operarán la central. Esto se estima que serán muy pequeños, dado el bajo encadenamiento que el sector Electricidad, Gas y Agua (EGA) presenta en la región. Esto se deduce al observar los encadenamientos ‘hacia atrás’ del sector, esto es, el grado de dependencia que el sector tiene, en términos de insumos, de los demás sectores. El encadenamiento ‘hacia atrás’ directo del sector EGA en la región es de 0.27, en tanto que el promedio regional es 0.35. Mientras, el encadenamiento ‘hacia atrás’ total, el que incluye tanto el efecto directo como indirecto de la actividad sobre el resto de la economía, es de un valor de 1.38, cifra inferior al del promedio regional, que es 1.54. Estos valores son modestos en comparación al encadenamiento ‘hacia atrás’ total de otras actividades económicas de la región, como Pesca con un valor de 2.23, Alimentos, Bebidas y Tabaco, con 2.72 y Agricultura, con un valor de 2.13. Además, la cantidad de empleos directos generados por el proyecto, una vez en operación se estima que será muy bajo.

Dadas estas consideraciones, los impactos se representan a través de un cambio exógeno en la demanda final en el sector construcción, durante el período en que se realice la construcción y un cambio tendencial en el stock de capital. De acuerdo a los planes de la empresa los trabajos de construcción de la primera central comenzarán el año 2009 y generarán en promedio 700 puestos de trabajo directos al año. Para chequear la coherencia de los resultados obtenidos de la simulación con estos datos se proyectaron los datos disponibles de empleo, valor agregado y capital hasta el año 2008 (sin proyecto y con proyecto). Para proyectar las series de empleo se utilizaron las proyecciones de crecimiento de la fuerza laboral a nivel nacional del INE. Para la serie de valor agregado se utilizaron las cifras del PIB nacional tendencial calculadas por el Ministerio de Hacienda. Esto supone que la evolución de estas variables para la región de Aysén seguirán las tendencias a nivel nacional. Para la serie de utilización de capital se usó la tasa de variación promedio de los últimos cinco años y se asumió que este

¹⁰ Estas elasticidades se evaluaron en los valores promedios de los cuatro últimos años de las variables, a fin de representar una situación actualizada de las variables.

ritmo de crecimiento se mantendría hasta el año 2008. La idea de proyectar estas variables es para replicar la situación del producto y el empleo en ausencia de la central, de modo de tener un patrón de comparación del efecto que tiene la construcción de la central sobre la economía de Aysén.

Para realizar la simulación se evaluó el sistema de ecuaciones (8). Se reemplazaron los coeficientes estimados de las ecuaciones estructurales, los coeficientes técnicos de la Matriz Insumo-Producto regional inversa y la variación en la demanda final y en el capital. Al utilizar variables en logaritmo, los coeficientes estructurales obtenidos expresan variaciones porcentuales. Por lo tanto, las variaciones en la demanda final y en el capital, presentes dentro de dichas expresiones, también fueron expresadas en términos porcentuales.

La variación de demanda final del sector Construcción se estimó a partir de la información entregada por la empresa HydroAysén S.A. sobre los montos de inversión que se realizará para la construcción de la central. Se utilizó como base la cifra de Construcción y Otras Obras de la Región de Aysén del año 2008 (ver Anexo A) para expresar la cifra de construcción en términos porcentuales. De este modo, la variación en la demanda final del sector Construcción, a raíz de la construcción de la Central Río Baker 1, resultó ser 8.3%. La tasa de variación anual promedio del uso de capital se calculó en 6.5%. Finalmente, los coeficientes técnicos fueron obtenidos de la inversa de la Matriz Insumo-Producto de la región de Aysén.

En la tabla 3 se presentan los resultados de las simulaciones con proyecto para la ocupación. En la primera fila se observa el efecto de cambios en el stock de capital, producto del crecimiento tendencial de la economía. En la segunda fila el cambio en el empleo originado por la construcción de la central. Esta variación en el empleo corresponde a la suma de dos efectos: un efecto directo y un efecto indirecto. El efecto directo corresponde al cambio en el empleo debido a la mayor contratación realizada el sector construcción para las obras de edificación de la Central Río Baker 1. Al mismo tiempo, el sector construcción también requerirá de insumos de otros sectores para realizar estas obras, lo que significa que a su vez estos sectores deberán incrementar su propia producción. Para ello también deberán contratar mayor mano de obra. Esto último corresponde al efecto indirecto.

TABLA N°3
VARIACIÓN SIMULADA EN LA OCUPACIÓN, POR ORIGEN, EN LA REGIÓN DE
AYSÉN

<u>Factor</u>	<u>Variación empleo</u> (N°personas)	<u>Variación empleo</u> (en %)
Efecto Capital	375	0.8 %
Efecto Demanda Final		
-efecto directo	681	1.5 %
-efecto indirecto	14	0.03 %
TOTAL	1070	2.3 %

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla N°3, de mantenerse un crecimiento anual en la utilización del capital en un 6.1%, esto originaría un aumento del empleo para el año 2009 de un 0.8%, es decir aproximadamente 375 puestos de trabajo. Esta cifra es la que se registraría en ausencia del shock de demanda final del sector construcción que origina la edificación de la central Río Baker, u otros shocks de demanda en cualquier otro sector de la economía de Aysén. El efecto directo de la construcción de la central es de 681 plazas¹¹. El efecto sobre el empleo indirecto, en cambio, es muy pequeño en comparación a los dos efectos anteriormente descritos. La estimación puntual del empleo generado por la mayor producción de los sectores que proveerán de bienes y servicios al sector construcción es de 15 puestos de trabajo. Esto significa que el impacto que tendría la edificación de la central en la generación de empleo en sectores económicos distintos a la construcción sería muy discreto. Representa un aumento en el nivel de empleo regional de solo un 0.03%. El efecto total (directo e indirecto) es de 695 puestos de trabajo. Esto debe considerarse como un impacto muy importante en la región, porque de acuerdo al modelo estimado, el número promedio de puestos de trabajo generados anualmente por la región es de aproximadamente la mitad de esta cifra (375 plazas).

Una de las diferencias del modelo estimado en este trabajo, en relación a los cálculos realizado con un modelo de insumo producto, es la introducción de cambios en los salarios reales para adecuar los desequilibrios en el mercado laboral. Especialmente, la magnitud del cambio en la ocupación simulado depende de la elasticidad-oferta de trabajo estimada. Para conocer la importancia que juega este factor en las variaciones en empleo, se estimó también el cambio simulado en el empleo mediante el modelo Insumo-Producto (I-P). Este modelo asume una curva de oferta de trabajo completamente elástica, por lo que se espera que un incremento en la demanda por trabajo se traduzca en mayor generación de empleo en equilibrio que en un modelo de oferta de trabajo parcialmente elástico como el aquí utilizado. Al realizarse la estimación con el modelo I-P, se obtuvo que la variación en empleo total originada por el shock de demanda final en el sector construcción es del orden de 877 personas. De esta cifra, el empleo directo es de 762 personas. En el empleo indirecto se observa una mayor diferencia entre los modelos. En un modelo I-P puro, el empleo indirecto es de 114 plazas. Con el supuesto de elasticidad parcial en la oferta de trabajo utilizado en este estudio, el empleo indirecto es de sólo 15 puestos de trabajo. Lo anterior es consistente con las diferencias esperables entre ambos modelos. Adicionalmente, manifiesta la importancia de modelar la influencia de los precios en el ajuste del mercado de trabajo.

En la Tabla N°4 se presentan los resultados de la variación simulada del PIB de la región de Aysén ocasionadas por la construcción de la central Río Baker 1 y por las variaciones en la utilización de capital.

¹¹ Las empresas que concretarán este proyecto hidroeléctrico estiman que se requerirá un promedio diario de 700 personas en las faenas de construcción de la central Río Baker 1. Por lo tanto, las cifras obtenidas por las simulaciones son consistentes con las necesidades de empleo estimadas por dichas empresas.

TABLA N°4
VARIACIÓN SIMULADA EN EL VALOR AGREGADO, POR ORIGEN, EN LA REGIÓN DE AYSÉN

<u>Factor</u>	<u>Variación Valor Agregado</u> (en millones \$ 1996)	<u>Variación Valor Agregado</u> (en %)
Efecto Capital	7946.98	2.97 %
Efecto Demanda Final	4103.84	1.53 %
-Efecto Directo	4002.4	1.49%
-Efecto Indirecto	101.43	0.004%
Efecto Total	12050.82	4.51 %

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el efecto del incremento en el capital sobre el Valor Agregado de la región es aproximadamente 3% al año. En cambio, el incremento en el valor agregado como consecuencia de la construcción de la central hidroeléctrica es de sólo 1.5% anual. Es decir, el efecto del crecimiento tendencial del capital es casi el doble que el efecto de la construcción de la central. En comparación con el impacto de la construcción de la represa sobre el empleo, en este caso, el efecto sobre el producto es bastante más moderado.

Al igual que con el empleo, el efecto del shock de Demanda Final sobre el Valor Agregado de la región se ha desagregado en efecto directo e indirecto. En la Tabla N°4 se observa que el efecto indirecto sobre el Valor Agregado regional es muy pequeño. Esto indicaría que el shock de demanda final afecta mayormente al Valor Agregado mediante el impacto que genera la mayor producción del sector Construcción que mediante la respuesta de producción de los sectores que proveen de insumos a dicho sector. Lo anterior es consistente con las cifras de empleo directo e indirecto obtenidas anteriormente.

También en este caso se estimó la variación en el VA mediante el modelo I-P. Los resultados muestran un aumento en el VA de un 5.7%, cifra superior a la obtenida con la metodología del presente trabajo. Dicha diferencia se debe, naturalmente, al rol que juegan las elasticidades de oferta en cada modelo.

V. CONCLUSIONES

En este artículo propusimos un modelo económico agregado de equilibrio general, sobre el mercado del trabajo y el mercado de bienes y servicios, para el análisis regional en Chile. Este modelo fue específicamente diseñado para conformar la disponibilidad de información estadística sobre las economías regionales existente en Chile, lo cual lo hace replicable para el análisis de otros impactos en otros sectores y regiones, siendo de esta forma una nueva herramienta para el análisis regional. El modelo se ha aplicado al análisis del impacto que puede tener la instalación de la central Río Baker 1 en la Región de Aysén.

A través de la construcción y estimación de este modelo fue posible obtener las funciones de ocupación de equilibrio y de valor agregado de la Región de Aysén. De la estimación de estas funciones se obtuvieron los valores estimados de las elasticidades trabajo-producto y capital-producto, los cuales fueron posteriormente utilizados para

evaluar el impacto de la construcción de la central Río Baker 1 en la economía de la región de Aysén. Se consideraron dos efectos: la inversión que se realizará en la construcción de la central, la cual se representa como un aumento en la demanda final del sector Construcción; y el crecimiento tendencial en la utilización del capital, que se asume independiente de la construcción de la central.

Los resultados obtenidos indican, en términos de mano de obra, que la construcción de la central tendrá un efecto en el empleo mucho mayor que el ocasionado por la mayor utilización del capital. El incremento en la utilización del capital originará un aumento del empleo durante el año 2009 de 0.8%. En cambio, el efecto directo de la construcción de la central, es decir, el generado por la mayor demanda de mano de obra en el sector construcción, es de 1.5%, casi el doble que el generado por el aumento tendencial en la utilización de capital. De lo anterior se deduce que, el proceso de construcción de la central Río Baker 1 representará una fuente importante de empleo para la región.

Sin embargo, es importante considerar el bajo impacto en el empleo indirecto que genera la construcción de estas obras, el cual es apenas 0.03%. Este hecho permite concluir que la edificación de esta central no impactará en forma importante el empleo de los sectores que proveerán de bienes y servicios al sector construcción.

Las simulaciones sobre los efectos que tendrá la construcción de la central Río Baker 1 sobre el producto regional indican que el impacto del crecimiento tendencial del capital es casi el doble que el efecto de la construcción de la central. En efecto, mientras en el primer caso el producto crece en 3% al año, en el segundo caso esta cifra es de sólo 1,5%. Los efectos indirectos, al igual que en el caso del empleo, son muy pequeños. Este resultado augura que los efectos dinamizadores de la construcción de la central sobre el resto de la economía regional serán pequeños.

Es importante recordar, sin embargo, que la evaluación realizada, y por ende las conclusiones apuntadas, no consideran las externalidades positivas o negativas que pueden existir asociadas a la construcción de esta central, como son las mejoras en infraestructura incluidas en este proyecto y los efectos ambientales adversos que ésta podría eventualmente tener. Como fue señalado anteriormente, la ambigüedad existente en términos de la existencia de dichas externalidades determinó el enfoque aquí utilizado.

Cabe preguntarse que tan permanentes serán los efectos estimados en la economía de la región. La intuición pareciera indicar que su duración será función de la permanencia de las labores de construcción de la central Río Baker 1. Sin embargo, el considerar los efectos que tendrá la construcción y funcionamiento de las restantes centrales proyectadas en la región de Aysén podría cambiar la percepción sobre esta idea. Sin embargo, incorporar el efecto que tendrán las otras centrales sobre la economía de Aysén, claramente, representa un desafío para trabajos posteriores.

REFERENCIAS

BHATIA, R. , M. SCATASTA, R. CESTTI Y R.P.S. MALIK. 2005. Indirect Economic Impacts of Dams. 2 Volúmenes, Banco Mundial, Washington, DC. Volumen I, Cap. II y VI.

BREISINGER, C. Y F. HEIDHUES. 2004. Regional Development Perspectives in Vietnam-Insights from a 2002 Provincial Social Accounting Matrix (SAM). Discussion paper 02/2004, Department of Agricultural Development Theory and Policy, University of Hohenheim.

BUSSOLO, M., A.MIZALA Y P.ROMAGUERA. 1998. Beyond Heckscher-Ohlin: Trade and Labor Market, Interaction in a Case Study for Chile. Serie Documentos Fedesarrollo 9, Agosto.

CHUMACERO, R. Y K. SCHMIDT-HEBBEL. 2004. General Equilibrium Models: An Overview. Documento de trabajo 307, Banco Central 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 94: 357-99.

DÍAZ V., J. .2004. Empalme de Series de PIB Regionales, 1960-2001, base 1996. Mideplan, División de Planificación Regional. Santiago, diciembre.

HARRIS, R. 1995. Cointegration Analysis in Econometric Modelling. Englewood Cliffs NJ, Prentice Hall.

HARRISON, G., RUTHERFORD, T. Y TARR, D. 1997. Opciones de Política Comercial para Chile: Una Evaluación Cuantitativa. Cuadernos de Economía 34: 101-37.

HIDROAYSÉN S.A., Sitio web: Hidroaysén, www.hidroaysen.cl

Instituto Nacional de Estadísticas. 2004. Matriz Insumo-Producto 1996 de la Región de Aysén.

LEONTIEFF, W. 1985. Análisis Económico Input-Output. Ediciones Orbis S.A., Barcelona.

MCCONNELL, C. Y S.BRUE. 1997. Economía Laboral Contemporánea. Editorial McGraw-Hill, Madrid.

NOVALES, A. 1993. Econometría. Ed.McGrawHill, segunda edición.

OCHOA, M. 2007. Presentación realizada en el Taller sobre Investigación Económica Regional organizado por el Banco Central de Chile el 30 de Marzo del 2007.

O'RYAN, R. , DE MIGUEL, C. Y S. MILLER. 2000. Ensayo sobre Equilibrio General Computable: Teoría y Aplicaciones. Documento de trabajo 73, Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile.

PYATT, G. Y J.I. ROUND. 1985. Social Accounting Matrices for Development Planning. en Pyatt, Graham y Jeffery I. Round, eds. , Banco Mundial.

ROBINSON, S. Y C. GEHLAR. 1995. Land, Water, and Agriculture in Egypt: The Economy Wide Impact of Policy Reform. TMD Discussion paper 1, International Food Policy Research Institute: 7-21.

ROBINSON, S. , K. STRZEPEK, M. EL-SAID Y H.LOFGREN. 2005. The High Dam at Aswan: An Analysis of its Benefits and Costs for the Egyptian Economy. en Bathia, R. , M. Scatasta, R.Cestti y R.P.S. Malik 'Indirect Economic Impacts of Dams', Volumen II, Cap. V.

SOTO, R. Y R.BERGOEING. 1998. Una Evaluación Preliminar del Impacto Económico de El Teniente en la Sexta Región. Ilades-Georgetown University, Economics Department, Working Paper 111, marzo: 1-23.

TRIBUNAL DE DEFENSA DE LA LIBRE COMPETENCIA. 2007. Resolución N°22/2007.

VENEGAS, J. 1995. A Social Accounting Matrix (SAM) for Chile. Serie de Estudios Económicos 39. Banco Central de Chile: 6-15.

