

Estudios Económicos  
El Colegio de México, A.C.  
jsempe@colmex.mx  
ISSN (Versión impresa): 0188-6916  
MÉXICO

2001

Ramón G. Guajardo Quiroga/ Patricia I. García  
López

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL SECTOR AGUA EN NUEVO LEÓN Y SUS  
RELACIONES INTERSECTORIALES

*Estudios Económicos*, julio-diciembre, año/vol. 16, número 002

El Colegio de México, A.C.

Distrito Federal, México

pp. 253-270

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>



# ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL SECTOR AGUA EN NUEVO LEÓN Y SUS RELACIONES INTERSECTORIALES

**Ramón G. Guajardo Quiroga**  
**Patricia I. García López\***

*Universidad Autónoma de Nuevo León*

*Resumen:* El estudio traza los efectos de la oferta de agua en el producto, ingreso y empleo del estado de Nuevo León, entidad que se localiza en el noreste de México. Para ello se construye un modelo de insumo-producto regional con énfasis en el sector agua. En primer lugar, se separa el agua del sector de electricidad y gas, y segundo, se le desagrega en cuatro categorías: agua potable, agua subterránea, aguas negras y aguas residuales. Los resultados sugieren que el sector en cuestión, particularmente la provisión de agua potable, tiene impactos económicos significativos sobre el resto de la economía, mismos que actualmente son subestimados por la falta de desagregación.

*Abstract:* This study traces the effect of water supply on output, employment and labor income in the Mexican state of Nuevo Leon. For this purpose, an input-output model with emphasis on the water sector is constructed. Firstly, water is isolated from electricity and gas as these utilities are recorded as a single sector. Secondly, water is disaggregated into four categories: drinking water, aquifers, sewage and treated wastewater. The results suggest that the water sector, particularly the provision of drinking water, has significant knock-on effects on the rest of the economy, which currently are sub estimated due to the lack of disaggregation.

*Clasificación JEL:* C67, Q25, R15

*Fecha de recepción:* 22 VIII 2000

*Fecha de aceptación:* 11 VII 2001

---

\* Profesor y egresada de la Facultad de Economía, guajard@ccr.dsi.uanl.mx. Agradecemos los valiosos comentarios de dos árbitros anónimos.

## 1. Introducción

En este estudio se construye un modelo regional de insumo-producto para el estado de Nuevo León, el cual se caracteriza por sufrir frecuente escasez de agua. Al partir de la problemática que la escasez del recurso representa para la entidad, el modelo que se propone enfatiza las interrelaciones económicas del sector agua con los demás sectores de la economía. Debido a que el impacto económico de la escasez en la oferta de agua está determinado por las interrelaciones económicas del sector agua, tanto con los sectores procesadores, manufactureros, comerciales, servicios, etc. que la demandan como insumo, como con el sector familias que la requieren como producto de consumo final; la planeación del desarrollo económico del estado y la satisfacción del abasto de agua reclaman el conocimiento de dichas interrelaciones.<sup>1</sup>

Se plantea que en regiones donde el recurso agua es en particular escaso, la cuantificación de los impactos económicos derivados de los análisis de insumo-producto en los que este recurso conforma un sector junto con electricidad y gas, pueden subestimar su importancia económica, como resultado de los sesgos de la agregación.<sup>2</sup> Por tanto, se diseñan tres niveles de desagregación del agua y se comparan los resultados en términos de sus interrelaciones con el resto de la economía. El primer escenario incluye el agua como parte del sector electricidad, gas y agua. En el segundo, el sector agua se deslinda del de electricidad y gas. En el tercero, este sector se desagrega en cuatro tipos: agua potable, agua residual, agua subterránea y agua negra. De la solución de los escenarios se analizan los impactos económicos en el producto, ingreso y empleo, como resultado de cambios en la demanda de agua.

La principal contribución del modelo de insumo-producto, con énfasis en el sector agua para el estado de Nuevo León es la cuantificación de los efectos directos y de los indirectos e inducidos, los cuales se generan a través de la economía de la región, resultante de incrementos en la demanda final.<sup>3</sup> En este estudio se gana precisión en la especificación de los impactos económicos tanto del sector agua, como de su desagregación en 4 de sus componentes principales.

---

<sup>1</sup> En este estudio la oferta de agua será utilizada como sinónimo de consumo de agua, dado que el sector exhibe equilibrio con racionamiento debido a la existencia de precios administrados para el agua.

<sup>2</sup> Las estadísticas de cuentas nacionales y los modelos de insumo-producto contruidos para México consideran como un solo sector electricidad, gas y agua.

<sup>3</sup> Para este caso, incrementos en la demanda final consisten en aumentos en el producto del sector agua.

En los estudios para decidir la manera de cómo incrementar la oferta del agua, por ejemplo, reciclar el agua *versus* construir un nuevo embalse o perforación para buscar agua subterránea, los análisis de impacto regional son importantes y, en muchos casos, determinantes para decidir el proyecto que deberá ser seleccionado. La metodología de beneficio-costos (*B-C*) es una herramienta útil, y se complementa con estudios de impacto económico en los cuales se utiliza la metodología de insumo-producto (Elder y Butcher, 1989). Aunque los efectos indirectos e inducidos no se analizan en los estudios de *B-C*, dado que éstos comparan sólo costos directos con beneficios directos, sí juegan un papel importante y, con frecuencia, son definitivos en la evaluación de un proyecto en el ámbito regional, al ofrecer una visión más amplia y complementaria a los estudios tradicionales de *B-C*.

Este artículo consta de 6 secciones: Primero, una breve introducción al tema, enseguida un panorama del problema de la escasez de agua en el estado de Nuevo León, en la tercera se presenta de manera concisa la metodología de insumo-producto. Después, se expone la construcción del modelo de insumo-producto con énfasis en el sector agua para el estado de Nuevo León, en la quinta sección se muestran los resultados y, para finalizar, se remarcan las conclusiones más relevantes.

## 2. Antecedentes de la importancia del agua en Nuevo León

El incremento persistente de la escasez de agua es una de las mayores preocupaciones en el estado de Nuevo León, entidad federativa que se localiza en el Noreste de México. La disminución en el abasto del recurso se manifiesta en diferentes formas, probablemente una de las más claras es el incremento de conflictos sociales en relación con la forma en que el agua es asignada.<sup>4</sup> Además, las oportunidades para aumentar el abasto son cada vez más limitadas y requieren de mayores costos tanto de negociación como de inversión en infraestructura.

El agua es un recurso fundamental en la economía del estado de Nuevo León, entidad que mantiene, como amenaza para su crecimiento económico y bienestar de sus habitantes, una constante escasez del líquido resultante de las condiciones climáticas e hidrográficas de la

---

<sup>4</sup> Ejemplo de esto es el conflicto entre los agricultores de Nuevo León, los Servicios de Agua Potable de Monterrey y los agricultores del Distrito de Riego 26 de Tamaulipas.

región. Para incrementar el abasto de agua el gobierno ha recurrido a grandes inversiones en obras hidráulicas, entre otras, la construcción de la presa Cerro Prieto, con un costo de más de 178 millones de pesos de 1999 y la presa El Cuchillo, con erogación aproximada de 5 mil millones de pesos de 1999. Con estas presas la capacidad potencial de almacenamiento se incrementó de 40 millones de metros cúbicos a más de 2 mil millones de m<sup>3</sup>. Y la capacidad potencial de abasto pasó de 6,500 litros por segundo a más de 18,000 lps. (Oaxaca, Guajardo y Ozuna, 1997).

En años recientes se puso en marcha el proyecto Monterrey IV, dentro del cual, con una inversión de más de 469 millones de dólares de 1996, se construyeron y pusieron en marcha 3 plantas de tratamiento de aguas residuales, con las que se pretende reciclar 8,000 lps. de las mismas, en promedio. Esto contribuiría al ahorro del líquido y ayudaría a disminuir su escasez.<sup>5</sup>

Sin embargo, a la fecha, el abasto de agua no ha podido satisfacer permanentemente la demanda, ya que éste depende además de factores aleatorios, como la precipitación pluvial, y por otras causas, como derechos de propiedad.<sup>6</sup> En la actualidad el abasto real de agua potable en el área metropolitana de Monterrey es de 9,500 lps., mientras que la demanda es de 12,889 lps.<sup>7</sup> Con frecuencia, cuando la capacidad de abasto se ve amenazada por las sequías se recurre al racionamiento y al servicio discontinuo de agua como estrategia de ahorro. En ocasiones, los cortes programados en el suministro han llegado a ser de hasta 16 horas diarias (Oaxaca, Guajardo y Ozuna, 1997).

Tradicionalmente la estrategia utilizada para aumentar el abasto del agua ha sido la construcción de embalses y áreas de captación de escurrimientos. Sin embargo, ya que esto es cada vez más costoso, alternativas tales como el reciclaje de agua parecen ser cada vez más atractivas (Mei, Guisheng y Xianglan, 1991; Quadri, 1999; Guajardo, 1999).

El agua es un recurso de gran importancia en esta región, por ello,

---

<sup>5</sup> Información proporcionada por el Sistema de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM).

<sup>6</sup> El agua de algunas cuencas de escurrimiento ubicadas en Nuevo León pertenece al estado de Tamaulipas (Diario Oficial de la Federación 22 de junio de 1952).

<sup>7</sup> Se calculó suponiendo un consumo de 240 litros por persona al día (20 hrs.) y una población de 3,866,664 habitantes (según proyecciones de población de INEGI).

es de central interés contar con más y mejor información para evaluar proyectos que incrementen su oferta, seleccionando las alternativas más eficientes y, además, compatibles con un desarrollo sustentable.

### 3. Metodología para el análisis económico del agua

El problema de cuantificar el valor del agua para alcanzar su asignación eficiente ha sido el enfoque de numerosos estudios, entre ellos, Briscoe (1996); Waughray, Moran y Lovell (1997), y Oaxaca, Guajardo y Ozuna, (1997). Ellos pretenden determinar el valor directo del recurso medido, principalmente, en función de la disponibilidad a pagar como resultado de la aplicación de la metodología de valuación contingente.<sup>8</sup> Sin embargo, los estudios de impacto regional del agua, en los que el objetivo es estimar el efecto en la actividad económica resultante de la escasez de agua, o de reasignaciones de ésta, han sido modelados con menos frecuencia. El enfoque de analizar las interrelaciones económicas del agua adquiere mayor relevancia cuando la escasez del agua es un factor limitante que amenaza el crecimiento económico de la región.

Los modelos interindustriales de insumo-producto han sido utilizados, con relativa frecuencia, para el análisis de los sistemas de agua, por ejemplo, Mei, Guisheng y Xianglan (1991), aplicaron la metodología para analizar el sistema urbano de agua de Beijing, Anderson, García y Lichty (1989), incorporaron al modelo de insumo-producto la programación lineal para estudiar el sistema de agua del estado de Minnesota en Estados Unidos, y Xikang (2000), el cual utilizó un modelo de insumo-producto combinado con programación lineal y una función de producción translogarítmica para determinar el valor del agua para la provincia de Shanxi en China. En relación con el problema del agua en México, y en particular para el estado de Nuevo León, no se encontró evidencia de estudios en los cuales se enfoque el problema del agua mediante el uso de modelos interindustriales.

Toda empresa o institución, en mayor o menor grado, actúa al mismo tiempo como compradora y vendedora, frente a otras unidades o empresas económicas, dando como resultado una intrincada interrelación e interdependencia económica. Por lo tanto, el modelo a seleccionar debe contar con la característica de describir, simultáneamente, las relaciones de demanda y oferta de los flujos de

---

<sup>8</sup> Determinar la demanda de agua y consecuentemente el precio de mercado no es una tarea fácil. En Nuevo León el precio del agua es un precio administrado.

transacciones entre los sectores productores y consumidores de la economía. Además, cuando el interés se centra no sólo en los cambios directos derivados de cambios en la disponibilidad de un recurso, sino también en los efectos indirectos e inducidos en el resto del sistema económico, generalmente la metodología a seguir es la de insumo-producto (Mei, Guisheng y Xianglan, 1991).

Una de las ventajas de los modelos insumo-producto sobre otras metodologías, incluyendo los modelos de equilibrio general computable y los modelos macroeconómicos, es su mayor capacidad para predecir impactos económicos con más detalle a nivel sector (Frankhauser y McCoy, 1995). La capacidad de las computadoras actuales ha eliminado las tradicionales restricciones dimensionales para la solución de los modelos de insumo-producto. De manera que, en la actualidad, es posible construir modelos con un alto nivel de desagregación cuando se requiere analizar a detalle los impactos económicos, digamos, de una política.

Sin embargo, incrementos en la desagregación tiene costos. El principal es la necesidad de imponer condiciones a la estructura de producción, esto es, coeficientes de insumo-producto constantes. Características como retornos constantes a escala y sustitución de insumos, son también restricciones importantes. Aunque existen algunas formas para resolver estos problemas, al menos parcialmente, las opciones disponibles son todavía limitadas.<sup>9</sup> En general, esto reduce el uso de los modelos de insumo-producto para análisis de corto plazo, en periodos menores de 10 años.<sup>10</sup>

En resumen, la ventaja principal de los modelos de insumo-producto reside en que permite un alto grado de desagregación de los sectores económicos.<sup>11</sup> Behar (1988) señala que a pesar de sus inherentes limitaciones, el modelo de insumo-producto elimina sesgos negativos que surgen de otros análisis en donde son ignorados los enlaces rezagados que resultan de los requerimientos de insumos.

---

<sup>9</sup> Un tratamiento más completo de las ventajas, usos, supuestos y limitaciones y alternativas para flexibilizar los supuestos de los modelos de insumo-producto se encuentra en Miller y Blair (1985).

<sup>10</sup> La mayoría de los autores señalan que 10 años es un límite aceptable en la utilización de los modelos de insumo-producto para estudios que involucren predicción.

<sup>11</sup> Dado que el modelo de insumo-producto es determinístico, no se ve afectado por los problemas de los requerimientos de grados de libertad de los modelos estocásticos.

### 3.1. *El modelo de insumo-producto*

Un modelo de insumo-producto en su forma más simple consiste en un sistema de ecuaciones lineales, en el que cada una de ellas describe la distribución del producto a través de la economía.<sup>12</sup> Las relaciones pueden expresarse en notación matricial tal que,

$$X = AX + Y. \quad (1)$$

Donde  $X$  es un vector de productos a nivel sector,  $A$  es una matriz cuadrada de coeficientes técnicos (directos) de insumo-producto,  $Y$  es un vector de demanda final de producto a nivel sector.

Dado que los valores de los coeficientes técnicos son conocidos, y el nivel de demanda final también es conocido, o asumido, la solución (los niveles de producto del vector  $X$ ) de la ecuación (1) depende de la no-singularidad de la matriz  $A$ , de la siguiente manera,

$$X = AX + Y$$

$$X - AX = Y$$

$$[I - A]^{-1}X = Y$$

$$X = [I - A]^{-1}Y.$$

La matriz  $[I - A]^{-1}$  es comúnmente conocida como la inversa de Leontief o matriz de interdependencia. Cada elemento de esta matriz representa la cantidad de producto directo e indirecto del sector  $i$  requerido para satisfacer las necesidades de la demanda final de una unidad del sector  $j$ .

### 3.2. *Cálculo de los multiplicadores de insumo-producto*

Los multiplicadores del producto se obtienen de la suma de columnas de la matriz  $[I - A]^{-1}$ . El multiplicador del producto para el sector  $j$  contabiliza el valor total en la producción de todos los sectores de la economía necesario para satisfacer el valor de una unidad monetaria (peso, dólar, etc.) de demanda final, por el producto del sector  $j$ .

Los multiplicadores de ingreso relacionan cambios en la demanda final, con los efectos que se producen en el ingreso de las familias,

---

<sup>12</sup> Un tratamiento completo de la metodología de los modelos de insumo-producto se encuentra en Miller y Blair, 1985 y en Naciones Unidas, 1999.



asimismo, trasladan hacia los gastos de demanda final los impactos en cambios en el ingreso de las familias, resultado de las variaciones en la oferta de trabajo. Para estimar el vector de los multiplicadores de ingreso es necesario realizar el cálculo de los efectos directo y total (suma de efecto directo e indirecto) en el ingreso. El efecto directo es la hilera de salarios en la matriz de coeficientes técnicos. El efecto total en el ingreso resulta de multiplicar el vector hilera de ingreso de la matriz de coeficientes técnicos,  $A$ , por la matriz de interdependencia  $[I - A]^{-1}$ . Los multiplicadores de ingreso se obtienen de la división de los efectos totales en el ingreso y los efectos directos para cada sector (Miller y Blair, 1985; Caskie, Davis y Moss, 1999); y reflejan el cambio total en el ingreso en la economía, como resultado del cambio de una unidad monetaria de ingreso en un sector particular.

Los multiplicadores de empleo se derivan de la misma manera que los de ingreso, pero en este caso se utiliza la relación entre producto y número de empleos. Dichos multiplicadores también son la razón de un efecto inicial o directo y el efecto total. El vector empleo directo de la economía se calcula como la razón entre el número de empleos directos de cada sector y el producto de cada sector. El efecto total en el empleo o coeficiente de efecto total en el empleo, se obtiene multiplicando el vector de empleo directo y la matriz  $[I - A]^{-1}$ . De esta manera, el efecto o cambio total en el empleo refleja el número total de empleos requerido en la economía para que un sector entregue una unidad monetaria en valor de producto para demanda final. Los multiplicadores del empleo se obtienen dividiendo los coeficientes de efecto total en empleo, por el correspondiente coeficiente de empleo directo (Miller y Blair, 1985; Naciones Unidas, 1999); y miden el empleo total generado en la economía, resultante del cambio de un empleo en un sector particular.

En los análisis de insumo-producto, de los multiplicadores producto, ingreso y empleo se derivan tanto los multiplicadores llamados tipo I (simple) como los multiplicadores tipo II (totales). El primero, se obtiene de los elementos de la inversa de Leontief para un modelo abierto con respecto al consumo de las familias. Esto es, el consumo de las familias es una variable exógena de  $[I - A]^{-1}$ . En cuanto al segundo, se obtienen del modelo cerrado respecto al consumo de las familias. El vector de consumo de las familias es una variable endógena de  $[I - A]^{-1}$  (Miller y Blair, 1985; Naciones Unidas, 1999).

Los multiplicadores tipo I capturan los efectos directos e indirectos de un cambio exógeno en la demanda final. Los efectos indirectos resultan de la vinculación regresiva interindustrial.<sup>13</sup> Los multipli-

<sup>13</sup> Incrementos en la demanda del producto  $j$  de un sector  $j$  requerirá de in-

cadore tipo II capturan, además de los efectos mencionados, el efecto inducido derivado de los gastos de los ingresos obtenidos a través del pago por los servicios de trabajo (Naciones Unidas, 1999).<sup>14</sup>

#### 4. Construcción del modelo de insumo-producto con énfasis en el sector agua

La construcción periódica de matrices de insumo-producto con técnicas de investigación directa es costosa en términos de tiempo, recursos e información (Babcock, 1993; Braschler y Devino, 1993). Por ello, es conveniente la aplicación de métodos de investigación no-directa o bien, la combinación de ambos (modelos híbridos) para estimarlas.<sup>15</sup> En este estudio se combinan datos obtenidos directamente y datos publicados por organizaciones oficiales.

El proceso de construcción del modelo de insumo-producto del estado de Nuevo León, con énfasis en el sector agua incluye tres etapas: La primera corresponde a la actualización de la matriz insumo-producto para México. En la segunda se efectúa la regionalización de la matriz mencionada y obtener así la del estado de Nuevo León. Finalmente, se construyen tres escenarios con tres niveles de agregación del agua: en el primero, el agua forma parte del sector electricidad, gas y agua; en el escenario 2, el sector agua se deslinda del sector electricidad y gas; y escenario 3, el sector agua se desagrega en cuatro categorías. La clasificación de las compras y ventas de los diferentes tipos de agua, excepto subterránea, se realizó tomando en cuenta el nombre de los clientes o el giro de las empresas proveedoras.

Para analizar tanto la estructura del sector agua en el estado de Nuevo León, como sus relaciones y enlaces con el resto de la economía, éste fue clasificado detalladamente de acuerdo con la información disponible. La dimensión sectorial de los escenarios modelados es la siguiente: Los escenarios tienen, respectivamente, 17, 18 y 21 sectores de demanda interna. Además, los tres incluyen 4 sectores de

---

crementos de aquellos productos de otros sectores, los cuales son utilizados como insumos en la producción adicional del producto  $j$  (*backward linkages*).

<sup>14</sup> El efecto inducido refleja que productos adicionales serán requeridos para satisfacer el gasto anticipado de los consumidores, resultado del incremento en el ingreso.

<sup>15</sup> Los modelos híbridos son una alternativa confiable que combina fuentes de información primarias y secundarias en la construcción de un modelo de insumo-producto (Richardson, 1985).

demanda final: consumo de las familias, consumo del gobierno, exportaciones y formación bruta de capital. Así como, 4 sectores de pagos finales: salarios y otros ingresos de las familias, excedente bruto de explotación, impuestos e importaciones.

En este estudio se parte del modelo nacional de 17 sectores de insumo-producto, el cual fue actualizado para cambios en los precios y tecnología, de 1987 a 1996.<sup>16</sup> En la actualización se utilizó un programa computacional basado en las metodologías que combina el método de Henry y el de McMenamin y Haring.<sup>17</sup> Estos procedimientos permiten realizar ajustes por cambios en precios relativos, y así reducir sustancialmente los problemas de cambio tecnológico en la actualización de matrices (Miller y Blair, 1985). La información sobre demanda final de los sectores económicos para 1996 se obtuvo de las cuentas nacionales para el ingreso y el producto nacional, publicadas por el INEGI, y el Banco de México.

La matriz regional de insumo-producto para Nuevo León se generó a partir de la matriz nacional actualizada para 1996. La regionalización se efectuó bajo el procedimiento *Location Quotients*, que compara la importancia relativa de una industria en una región respecto a su importancia relativa a nivel nación.<sup>18</sup> Este método es relativamente menos demandante de datos y, por lo tanto, puede ser aplicado con datos de las cuentas nacionales publicadas por INEGI, en los que se incluye el producto interno bruto por entidad federativa y a nivel nacional. Además, se reporta como satisfactoriamente preciso. Cartwright, Beemiller y Gustley (1981) encontraron que el procedimiento de *Location Quotients* resultó en multiplicadores entre 5 y 10% mayores que los esperados de modelos obtenidos con muestreo directo.

La construcción de la matriz insumo-producto para Nuevo León, con énfasis en el sector agua, requirió datos primarios (fuente directa) y datos secundarios (fuente indirecta), lo que resultó en un modelo de los llamados híbridos. Los datos del sector agua y sus relaciones de compra de insumos, y venta de agua como producto, se obtuvieron mediante la aplicación de cuestionarios a las organizaciones encargadas de administrar y operar el agua: Comisión Nacional del Agua, CNA, y Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, SADM. El producto interno bruto por sector en el ámbito nacional y estatal, se obtuvo del INEGI. En particular, los datos correspondientes al agua potable,

<sup>16</sup> La actualización a 1987 se encuentra en Guajardo, 1990.

<sup>17</sup> Véase Miller y Blair, 1985

<sup>18</sup> La metodología de *Location Quotients* se encuentra en Miller y Blair, *op. cit.*

agua residual tratada y agua negra fue proporcionada por los SADM y la información sobre el agua de pozos industriales (agua subterránea) se obtuvo de la CNA. La clasificación de las compras y ventas de los diferentes tipos de agua, excepto subterránea, se realizó tomando en cuenta el nombre de los clientes o el giro de las empresas proveedoras. En el caso del sector agua subterránea, el valor de las ventas proviene de la CNA, cuya base de datos cuenta con la clasificación CMAP.<sup>19</sup>

#### 4.1. *Limitaciones del modelo estimado*

Aunque son bien conocidas las ventajas y limitaciones de los modelos de insumo-producto, una explicación sucinta de ellas se presenta en la sección 3.1, en la presente sección se pretende destacar principalmente las limitaciones del modelo de insumo-producto para el estado de Nuevo León con énfasis en el sector agua.

Los problemas que resultan al intentar un trabajo de este tipo son varios, y pueden incidir tanto en la confiabilidad del modelo como en los resultados que de él se desprenden, entre ellos se pueden señalar los siguientes: 1) las cuentas regionales de bienes y servicios por estado no se publican, sólo es posible encontrar cuentas de producto interno bruto, el cual, aunque útil, requiere hacer transformaciones adicionales para estimar el valor bruto de la producción por sector;<sup>20</sup> 2) la reticencia de organizaciones públicas y privadas en proporcionar información; este problema tiene otras implicaciones, pues el no contar con cifras actualizadas y desagregadas en el ámbito de entidad federativa afecta los estudios de insumo-producto de carácter regional; primero, porque incrementa sustancialmente la dificultad para realizarlos y segundo, porque reduce la confiabilidad de los modelos y sus predicciones.

## 5. Resultados

En esta sección se presentan los impactos en el producto, y los efectos totales en el ingreso y en el empleo como resultado de la solución de los

---

<sup>19</sup> Clasificación Mexicana de Actividades y Productos.

<sup>20</sup> Este es igual a la demanda intermedia más demanda final. También puede ser calculado como la suma de consumo de insumos, valor agregado e importaciones.

tres escenarios.<sup>21</sup> Las implicaciones en la magnitud de la reducción del sesgo debido a la agregación del sector agua, al ser parte del sector electricidad, gas y agua, se deducen de la comparación de los resultados provenientes de los tres escenarios.

### 5.1. *Impactos en el producto*

Los multiplicadores del producto indican el valor total en pesos del producto generado en la economía, resultado del cambio de un peso en la demanda final de los productos que genera un sector particular. Estos multiplicadores proveen un indicador del grado de interdependencia del sector, y pueden ser utilizados para medir las contribuciones a la actividad económica generadas por las ventas de un sector. Por ejemplo, el multiplicador 2.82 del sector agua (cuadro 1) indica que un incremento de un millón de pesos en la demanda final del sector agua incrementará el producto de todos los bienes y servicios del estado de Nuevo León en 2.82 millones de pesos (un millón de efecto directo y 1.82 millones de efecto indirecto e inducido).

Los multiplicadores del producto de los tres escenarios muestran diversos grados de interacción. En general, se observa que el agua contribuye con aproximadamente 20% en el valor total de la producción del sector electricidad, gas y agua (cuadro 1). Sin embargo, el agua tiene multiplicadores del producto tipo I y II de mayor magnitud en el escenario 2, que los correspondientes al sector agregado del escenario 1 (17.36% y 38.24%, respectivamente), reflejando la mayor interacción de este recurso como comprador y vendedor en la economía de Nuevo León.<sup>22</sup> De manera similar, el usar los multiplicadores del escenario 1 en lugar de los multiplicadores del escenario 2, implica que los impactos económicos en la generación de producto se subestimen entre 17.36% y 38.24%.<sup>23</sup>

En general, los resultados indican diversidad en los grados de integración de los diferentes tipos de agua en el escenario 3. El sector

---

<sup>21</sup> La presentación de los efectos (impactos) en el ingreso y en el empleo, en lugar de los multiplicadores de ingreso y empleo, se debe a que los primeros reflejan una relación más directa con respecto a cambios en la demanda de los sectores

<sup>22</sup> Una explicación de estos resultados estriba en que, en gran proporción, el gas es un producto importado de Estados Unidos, por lo tanto sus encadenamientos productivos son principalmente como vendedor

<sup>23</sup> Es común que los multiplicadores tipo I y II se utilicen para conformar un intervalo de predicción.

agua potable es el más integrado, seguido en forma decreciente, por los sectores de agua negra, agua residual y agua subterránea.<sup>24</sup>

**Cuadro 1**  
*Multiplicadores del producto y escenarios  
para la economía del estado de Nuevo León*

Escena- rio	Sector	Multi- plicador tipo I	Multi- plicador tipo II	Valor total de la pro- ducción*
1	Electricidad, gas y agua	1.44	2.04	5,409,454
2	Electricidad y gas Agua	1.37 1.69	1.80 2.82	4,158,828 1,250,626
3	Agua potable	1.90	3.10	855,438
	Agua residual	1.34	2.37	111,169
	Agua subterránea	1.03	1.99	200,569
	Agua negra	1.58	2.61	83,450

\*Miles de pesos, a precios corrientes de 1996.

Entre otros resultados provistos por el modelo de insumo-producto en el escenario 2 se encuentra que, en el estado de Nuevo León, el sector agua tiene el multiplicador de producto sectorial de mayor dimensión (2.82), seguido por el sector construcción (2.65).

## 5.2. Impactos en el ingreso

Los efectos totales en el ingreso cuantifican el ingreso que se genera en la economía de Nuevo León, en respuesta a un cambio de un millar de pesos en la demanda final de un sector particular. Por ejemplo, el

<sup>24</sup> Agua subterránea se refiere al agua de pozos profundos que concesiona la CNA a los empresarios de Nuevo León, es de uso directo y actualmente representa, relativamente, un costo menor de producción. En este momento ha cobrado importancia el planteamiento de incorporar el agua subterránea a los servicios de agua potable e intercambiarla por agua residual. Los resultados de este estudio ayudarían a fortalecer el sustento económico de dicho planteamiento.

sector agua en el escenario 2 tiene un efecto total en el ingreso tipo II de 458.8 (efecto directo, indirecto e inducido). Esta cantidad indica que un incremento en la demanda final de un mil pesos en el sector agua, resultará en un aumento de 458.8 pesos en los ingresos para la economía del estado de Nuevo León.

El sector agua en el escenario 2 resultó con efectos en el ingreso superiores en 92% respecto a los del escenario 1, en donde el agua es un sector junto con electricidad y gas. La explicación de este resultado se sustenta en dos causas principales: 1) Mayor integración del sector agua que el de electricidad y gas, y 2) el sector agua es más intensivo en la generación de ingresos que el sector electricidad y gas, tal como se observa en la columna salarios pagados por sector del cuadro 2.<sup>25</sup>

### Cuadro 2

*Impactos en el ingreso total tipo I y II en el modelo de insumo-producto del estado de Nuevo León\**

Escenario	Sector	Efecto ingreso tipo I	Efecto ingreso tipo II	Salarios pagados**
1	Electricidad, gas y agua	218.3	238.8	984,386
2	Electricidad y gas	157.8	172.6	553,798
	Agua	419.4	458.8	430,588
3	Agua potable	443.2	484.9	291,784
	Agua residual	382.1	418.0	38,909
	Agua subterránea	354.4	387.7	70,711
	Agua negra	381.8	417.6	29,184

\*Los impactos totales en el ingreso indican el cambio de éste en la economía de Nuevo León, derivado de un cambio de un mil pesos en la demanda final del sector considerado.

\*\*Miles de pesos, a precios corrientes de 1996.

Respecto al escenario 3, los resultados arrojan diversidad en la dimensión de las magnitudes de los efectos totales en el ingreso. Tam-

<sup>25</sup> El grado de intensidad sectorial de la variable salarios (ingresos) puede obtenerse dividiendo el valor total de la producción sectorial del cuadro 1 y el correspondiente a los salarios pagados por sector del cuadro 2.

bién el sector agua potable cuenta con los mayores impactos en el ingreso, seguido por los de agua residual, agua negra y agua subterránea. Las magnitudes de los mismos dependen, de forma similar, de los factores de integración sectorial e intensidad en la generación de ingresos en los sectores.

Entre otros resultados generales obtenidos por el modelo de insumo-producto en el escenario 2 encontramos que, en el estado de Nuevo León, el sector agua genera el efecto total en el ingreso sectorial de mayor dimensión (458.8), seguido por el de la construcción (290.49).

### 5.3. *Impactos en el empleo*

Los efectos totales en el empleo cuantifican el empleo total que se genera en el estado de Nuevo León, como resultado del incremento de un millón de pesos en la demanda final de un sector en particular. En el cuadro 3 se observa que un incremento en la demanda final del sector electricidad, gas y agua del escenario 1 genera entre 3.21 y 3.96 empleos en el estado de Nuevo León. Mientras que el sector agua del escenario 2 indica que se genera entre 5.99 y 7.43 empleos, dado un incremento de un millón de pesos en la demanda final del sector. La explicación de estas diferencias se sustenta en la mayor integración económica del sector agua; así como en su mayor intensidad en trabajo.<sup>26</sup>

En el cuadro 3, en el último escenario, se observa diversidad en la dimensión de las magnitudes de los efectos totales en el empleo, aunque en todos los casos las magnitudes de los impactos son superiores a los correspondientes al escenario 1. En el escenario 3, también, el sector agua potable cuenta con los mayores impactos en el empleo, seguido por los de agua residual, agua negra y agua subterránea. De manera similar, sus magnitudes dependen de los factores de integración sectorial e intensidad del factor trabajo en el ámbito sectorial.

Otros resultados arrojados por el modelo de insumo-producto en el escenario 2, es que en el estado de Nuevo León el sector agua ocupa el tercer lugar en magnitud del efecto total en el empleo sectorial (7.43), superado sólo por los sectores agrícola (24.50) y de la construcción (13.84).

---

<sup>26</sup> Un indicador de la intensidad en el trabajo sectorial resulta de dividir el valor total de la producción sectorial y el número de empleos directos del sector.



**Cuadro 3**  
*Impactos en el empleo tipos I y II en el modelo de insumo-producto del estado de Nuevo León\**

Escenario	Sector	Efecto empleo tipo I	Efecto empleo tipo II	Empleos directos
1	Electricidad, gas y agua	3.21	3.96	13,556
2	Electricidad y gas	2.37	2.91	7,731
	Agua	5.99	7.43	5,825
3	Agua potable	6.47	7.99	3,999
	Agua residual	4.68	5.99	457
	Agua subterránea	4.88	6.09	969
	Agua negra	5.53	6.84	400

\*Número de empleos generados por un millón de pesos en la demanda final.

## 6. Conclusiones

La construcción de un modelo de insumo-producto con énfasis en el sector agua es una herramienta analítica útil para la planificación del sistema de agua en el estado de Nuevo León. Contribuye, entre otras cosas, a estimar las interrelaciones económicas del agua. Además, la estimación de los multiplicadores económicos del agua pueden ser una ayuda importante para mejorar la evaluación social de proyectos en ese sector. En general, este modelo es un apoyo importante para los encargados de tomar decisiones en la administración y manejo del recurso analizado.

El estudio demuestra que cuando el sector agua es agregado al sector de electricidad y gas, como es el caso de México, los impactos económicos del agua son subestimados debido al sesgo que causa dicha agregación. Este sesgo se estima en 38% para el producto, 92% para el ingreso y 87% para el empleo. Además, cuando el agua es desagregada en cuatro categorías: agua potable, agua residual, agua subterránea y agua negra, el abasto de la primera, en particular, tiene un impacto económico relevante sobre el resto de la economía; el cual actualmente es subestimado debido a la falta de desagregación. El sesgo estimado

representa 52%, 92% y 102% para el producto, ingreso y empleo, respectivamente.

Se muestra que el sector agua tiene un impacto económico importante en la generación de producto, ingreso y empleo en la economía del estado de Nuevo León. Por ejemplo: el sector agua es el mayor generador de producto, seguido por el de la construcción. También, es el más importante generador de ingreso, le sigue a lo lejos el de la construcción. Para finalizar, el sector agua ocupa el tercer lugar en la generación de empleos superado solamente por el sector agrícola y el de la construcción.

## Bibliografía

- Anderson, C. L., L. M. García y R. W. Lichty (1989). "Water Analysis: A Systems Approach Incorporating Liner Programming", *Growth and Change*, vol. 20, núm. 1.
- Babcock, M. W. (1993). "A Survey Approach to Developing an Input-Output Model", en D. M. Otto y T. G. Johnson (comps.) *Microcomputer-Based Input-Output Modeling Applications to Economic Development*, Westview Press.
- Behar, Jaime (1988). *Trade and Employment in Mexico*, Swedish Institute for Social Research, University of Stockholm, tesis doctoral.
- Braschler, C. H. y G. T. Devino (1993). "Non survey Approach to I/O Modeling", en D. M. Otto y T. G. Johnson (comps.) *Microcomputer-Based Input-Output Modeling Applications to Economic Development*, Westview Press.
- Briscoe, J. (1996). *Water as an economic good: The idea and what it means in practice*, World Congress of International Commission on Irrigation and Drainage, El Cairo, Banco Mundial.
- Cartwright, J. V., R. M. Beemiller, y R. D. Gustley (1981). *Regional Input-Output Modeling System*, US Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis.
- Caskie, P., J. Davis y J. E. Moss (1999). "The Economic Impact of BSE: a regional perspective", *Applied Economics*, 31, pp. 1623-1630.
- Elder, E. y W. Butcher (1989). "Including the Economic Impact of Cost Paying in Regional Input-Output Analysis", *Western Journal of Agricultural Economics*, 14(1), pp. 78-84.
- Fankhauser, P. y D. McCoy (1995). "Modeling the Economic Consequences of Environmental Policies", en H. Folmer, H. L. Gabel y H. Opschoor (comps.), *Principles of Environmental and Resource Economics*, Edward Elgar.
- Guajardo Quiroga, Ramón (1999). *El sistema de agua potable en el área metropolitana de Monterrey: Un análisis de optimización intersectorial*, (mimeo).
- (1990). *Economic Impact of the Maquiladora Industry in Mexico*, Texas A and M University, tesis doctoral.
- INEGI (1999). *Anuario estadístico del Estado de Nuevo León, 1999: Fuentes de abastecimiento y volumen promedio diario de extracción de agua*.

- (1999). *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos*.
- (1999). *Sistema de cuentas nacionales de México. Cuentas de bienes y servicios 1988-1997*, tomo I.
- (1999). *Sistema de cuentas nacionales de México: Producto Interno Bruto por entidad federativa 1993-1996. Por gran división y división industrial*.
- Naciones Unidas (1999). *Manual sobre la compilación y el análisis de los cuadros de insumo-producto*.
- Mei, X., N. Guisheng y J. Xianglan (1991). "Application of an Input-Output Model to the Beijing Urban Water-use System", en K. R. Polenske y Chen Xikang (eds.), *Chinese Economic Planning and Input-Output Analysis*, Oxford University Press.
- Miller, R. E. y P. D. Blair (1985). *Input- Output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice-Hall.
- Oaxaca Torres, J., R. Guajardo Quiroga y T. Ozuna (1997). "Valoración contingente del abasto del agua en el área metropolitana de Monterrey", *Ensayos*, vol. XVI, núm. 1.
- Quadri de la Torre, G. (1999) "Eficiencia y uso sustentable del agua en México, *Comercio Exterior*, vol. 49, núm. 4.
- Richardson, H. W. (1985). "Input-Output and Economic Base Multipliers: Looking Backward and Forward" *Journal of Regional Science*, vol. 25, pp. 607-661.
- Waughray, D. K., D. Moran, y C. J. Lovell (1997). "Potential Uses for Contingent Valuation in Evaluation of Dryland resource development projects", en C. Kirkpatrick (comp.) *Sustainable Development in a Developing World: Integrating Socio-economic Appraisal and Environmental Assessment*, Edward Elgar, UK.
- Xikang, C. (2000). Shanxi Water Resource Input-Occupancy-Output Table And Its Applications In Shanxi Province Of China, 13a. Conferencia internacional sobre técnicas de insumo-producto, agosto, Italia, (mimeo).