

Modelo de insumo-producto en formato de matriz de contabilidad social

Estimación de multiplicadores e impactos para México, 2003

Horacio Enrique Sobarzo Fimbres*

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2009; fecha de aceptación: 21 de abril de 2010.

Resumen: A partir de un modelo de equilibrio general aplicado se reproduce un modelo de insumo-producto que sirve de base para estimar los multiplicadores del modelo de Leontief y algunas estimaciones adicionales de impactos para México. Si bien los resultados son conceptualmente iguales que los del modelo de Leontief, su interpretación es más sencilla y completa, y el modelo es más flexible. El modelo resultante mantiene la transparencia y sencillez de un modelo de insumo-producto frente a modelos de equilibrio general más complejos. Los resultados son interesantes, pues estiman posibles impactos de medidas de política económica en el contexto de la crisis mundial actual en el que, por la importancia que ha adquirido recientemente la política de gasto público, el modelo de Leontief ha cobrado relevancia.

Palabras clave: modelos de insumo-producto, cuadros y análisis insumo-producto, modelos de equilibrio general computable y otros.

Social Accounting Input-Output Matrix Model: Estimation of Multipliers and Impacts for Mexico, 2003

Abstract: Using an applied general equilibrium model we reproduce an input-output model which in turn is used to estimate multipliers as well as some additional impacts for Mexico. While the results are conceptually the same as those of a Leontief model, their interpretation is simpler and the model is more flexible. The resulting model keeps the transparency and simplicity of an input-output model, compared with more complex general equilibrium models. The estimations are interesting because they show the possible effects of economic policy in the context of the present world economic crisis in which, because of the recent importance of fiscal policy, the Leontief model seems to have regained relevance.

Keywords: input-output models, input-output tables and analysis, computable and other applied general equilibrium models.

Clasificación JEL: C67, D57, D58.

*Horacio Enrique Sobarzo Fimbres, hsobarzo@colmex.mx, profesor-investigador, Centro de Estudios Económicos, El Colegio de México, México, D.F.

Introducción

En las últimas tres décadas, aproximadamente, la literatura económica ha producido una gran cantidad de modelos económicos multisectoriales, que esencialmente pueden catalogarse como modelos de equilibrio general aplicados (MEGA) o, alternativamente, modelos de precios flexibles (*flex-price models*). Los orígenes de este tipo de modelos se remontan a los trabajos desarrollados a finales de la década de 1960 con el trabajo pionero de Scarf (1969), y posteriormente a la década de 1970. Antes y durante esa época también se desarrollaron múltiples modelos económicos multisectoriales del tipo insumo-producto, inspirados en el trabajo pionero de Leontief (*fix-price models*) (véase Leontief, 1986).

En general, cuando se analiza esta diversidad de modelos se plantean argumentos respecto a las ventajas que ofrece cada categoría. Por ejemplo, se argumenta que los MEGA son superiores, pues incorporan diversos supuestos que los hacen más realistas y que, en resumen, se reflejan en el hecho de que en los MEGA los precios de los bienes se determinan conjuntamente por la interacción de oferta y demanda en los mercados, mientras que en los modelos tradicionales de insumo-producto los precios se determinan sólo por el lado de la oferta. Asimismo, se aduce que los modelos de insumo-producto tienen el atractivo de mantener una mayor sencillez en el momento de interpretar resultados, toda vez que no están supeditados al *juicio* del modelador al adoptar supuestos diversos, muchos de los cuales dependen, incluso, de valores de parámetros no siempre confiables.

Sin embargo, una forma alternativa de pensar en este debate no resuelto es tener en mente que, a final de cuentas, un modelo de insumo-producto es un MEGA con un conjunto de supuestos muy específicos. Un ejercicio interesante acorde con esta visión es el trabajo de McGregor, Swales y Yin (1996). En seguimiento de esta línea, el actual trabajo presenta un MEGA basado en los supuestos que demanda el modelo insumo-producto de Leontief, aplicado al caso de la economía mexicana.

Más allá de los resultados específicos, la ventaja de este enfoque es que, si bien los resultados de la estimación de multiplicadores son conceptualmente los mismos que en el modelo tradicional de Leontief, su interpretación económica es más directa y, de hecho, incorpora algunos elementos adicionales que no están presentes en el modelo de Leontief, al menos en forma directa, como es el caso de que en un solo modelo se incorpora el efecto del consumo privado sobre el valor de los multiplicadores. En el modelo tradicional esto se tiene que hacer en dos etapas, con el llamado modelo

II de Leontief. Además, una vez construido, el modelo permite elaborar de manera sencilla experimentos de política económica muy diversos.

Aunado al punto anterior, el artículo ofrece dos elementos de interés adicional. Primero, presenta estimaciones de multiplicadores y de impactos en la economía mexicana mediante el uso de la matriz de insumo-producto recientemente publicada por el INEGI (2009). Hasta hace muy poco, casi todas las estimaciones de este tipo de indicadores se realizaban con base en versiones actualizadas (mediante el llamado método RAS) de la matriz de insumo-producto publicada en 1980. Y, segundo, las estimaciones en sí mismas resultan relevantes si tenemos en cuenta que en el contexto actual de crisis económica mundial parece haber un renovado interés por el papel de una política fiscal expansiva en muchos países. En particular, ello confiere también un interés renovado a los modelos de insumo-producto, en que la política de gasto público se convierte en un elemento central.

Los resultados son significativos en cuanto sugieren y cuantifican posibles impactos de escenarios de gasto público en infraestructura, y sus efectos sobre el crecimiento del PIB, empleo e ingreso, además de que producen impactos sectoriales detallados.

El artículo se estructura de la siguiente manera. La primera parte presenta una discusión de los supuestos implícitos en los modelos de precios fijos *versus* los modelos de precios flexibles, tomando como base una matriz de insumo-producto esquemática puesta en formato de matriz de contabilidad social (SAM, por sus siglas en inglés). La sección II presenta las principales características del MEGA específico que se utilizó como base para las estimaciones, así como las modificaciones puntuales que se deben hacer a fin de reproducir el modelo como un modelo tipo Leontief. Se comentan también las implicaciones de estimar multiplicadores y estimadores de impacto en un modelo de precios fijos, frente a uno de precios flexibles. La sección III presenta los resultados de cálculos de multiplicadores y algunos impactos adicionales resultantes de estímulos provenientes de inyecciones de inversión pública. Por último, la sección IV resume los principales hallazgos del trabajo.

I. Modelos de precios

I.1. La base de datos; matriz de contabilidad social (SAM)

La base de datos utilizada para el modelo se inserta en una matriz de contabilidad social (SAM), con datos del Sistema de Cuentas Nacionales, incluyendo la matriz de insumo-producto del año 2003 recientemente publicada

Cuadro 1. Matriz de contabilidad social esquemática (SAM)

<i>Ingresos</i>	<i>Gastos</i>							
	<i>Factores</i>			<i>Instituciones</i>				
	<i>Actividades</i>	<i>Bienes</i>	<i>Trabajo</i>	<i>Capital</i>	<i>Familias</i>	<i>Gobierno</i>	<i>Cuenta de capital</i>	<i>Resto del mundo</i>
<i>Actividades</i>		Ventas internas						Exportaciones
<i>Bienes</i>	Demanda intermedia				Demanda privada	Consumo de gobierno	Demanda de inversión	
<i>Trabajo</i>	Salarios							Transferencias netas
<i>Capital</i>	Rentas							Ingreso neto de capital
<i>Familias</i>			Ingreso de trabajo	Ingreso de capital		Transferencias de gobierno		Transferencias netas
<i>Gobierno</i>		Impuestos indirectos (IVA)		Utilidades empresas públicas				
<i>Cuenta de capital</i>					Ahorro privado	Ahorro de gobierno		Ahorro externo neto
<i>Resto del mundo</i>		Importaciones						

Fuente: Elaboración propia.

por el INEGI. La SAM identifica 31 sectores de producción, y se supone que cada uno de ellos produce un solo bien; es decir, no existe producción conjunta.¹ A continuación se presenta una descripción esquemática de la estructura de la SAM, misma que se resume en el cuadro 1. Es importante tener en mente que la SAM esquemática que se presenta es la matriz de insumo-producto puesta en formato distinto, es decir, como una matriz cuadrada.

La producción total de estos bienes es vendida en el mercado interno y en el de exportación. La estructura de costos de las actividades correspondientes se compone de costos intermedios (insumos intermedios nacionales e importados), impuestos a la producción y subsidios, y pagos a los factores de la producción, esto es, al trabajo y al capital. La oferta total de bienes se obtiene al agregar las importaciones a la producción vendida en los mercados internos. La parte de la oferta dirigida a los mercados internos iguala la demanda intermedia y final. Como se puede desprender de esta breve explicación, las submatrices de actividades-bienes y bienes-actividades del cuadro 1 agregan, las matrices de insumo-producto de transacciones nacionales y de importaciones.

El ingreso total proviene de los pagos hechos al trabajo y al capital. El ingreso por ganancias de capital y trabajo va a los hogares. Entonces, los hogares tienen diversas fuentes de ingreso: ingreso por trabajo, ingreso por propiedad de capital, dividendos, transferencias de gobierno y transferencias del exterior (sobre una base neta). El ingreso de los hogares es, a la vez, gastado en consumo y el sobrante es destinado al ahorro.

Finalmente, por el lado de la demanda se identifican tres componentes: demanda intermedia, demanda interna final y demanda de exportaciones. La demanda intermedia viene de los 31 sectores de la producción. La demanda interna final consiste en consumo privado (demanda de los hogares), consumo de gobierno y demanda de bienes de inversión de los sectores productivos. La demanda por exportaciones se origina en el resto del mundo. La suma de todas estas diferentes demandas iguala la oferta total arriba descrita.

1.2. Modelos de precios fijos frente a modelos de precios flexibles

Al seguir a Drud *et al.* (1985)² pensemos en la SAM del cuadro 1 como una matriz de transacciones, T , cuyos elementos en las celdas no vacías se re-

¹ En el cuadro A.1 del apéndice 1 se muestra la agregación de los 79 sectores de la matriz original en una agrupación menor de 31 sectores, que es la que se utiliza aquí.

² Esto es, el llamado enfoque TV. Véase también Pyatt (1988).

presentan como t_{ij} , donde i se refiere a la hilera y j indica la columna. Se dijo ya que la SAM es cuadrada y balanceada. Esto es, para cada hilera existe una columna correspondiente, y el total de cada columna (compras totales) debe necesariamente coincidir con la hilera correspondiente (ingresos totales). De esta forma, si se suman las hileras a lo largo de T se obtiene un vector columna, Y , de ingreso total, el cual, en efecto, contiene el ingreso total recibido por cada cuenta en la SAM. Igualmente, al sumar columnas se genera un vector hilera, Y' , de compras totales.

Si además se define P como un vector de precios de mercancías y producción de los sectores, W como un vector de precios de los factores (capital y trabajo), y Θ como un conjunto de parámetros que definen las tasas de impuestos indirectos y el tipo de cambio, se puede entonces especificar que para cada t_{ij} , elemento de T , se tiene que

$$t_{ij} = t_{ij}(Y; P, W, \Theta) \quad (1)$$

esto es, cada t_{ij} , elemento de T , puede expresarse en función de ingreso y precio.

La ecuación (1) es una representación muy general de nuestro modelo. Para desarrollarlo, se puede hacer notar que el modelaje de la base de datos requiere tres conjuntos de ecuaciones: 1) las referentes al lado de la demanda, 2) las que describen el lado de la oferta y 3) una tercera serie de ecuaciones conocidas como “*closure rules*”, que cierran el modelo.

El lado de la demanda está representado por el vector Y , el cual, como se mencionó, se obtiene de sumar hileras a lo largo de T . Dicho vector se puede expresar como

$$Y = n(Y; P, W, \Theta) + x(P, W, \Theta) \quad (2)$$

donde n es el vector columna que se obtiene al sumar las t_{ij} y que son dependientes de Y , es decir, variables endógenas, mientras que x es el vector columna que se obtiene al sumar las t_{ij} que son independientes de Y , esto es, exógenas. Este conjunto de ecuaciones constituye el lado de la demanda, ya que describe las fuentes de ingreso y cómo se determinan. En términos de la SAM, Y describe los ingresos resultantes de la demanda de mercancías.

Si se observa la suma a lo largo de las columnas, se tienen resultados más interesantes desde el punto de vista de la formación de precios. Piénsese en los elementos de las columnas de la SAM como componentes del

costo total de las actividades. Recuérdese también que el total de cada columna debe coincidir con el total de cada hilera, siendo este último el ingreso total. En otras palabras, costo total debe ser igual a ingreso total. Ahora bien, dado que el ingreso total es igual al precio multiplicado por la cantidad, se desprende que el costo medio (costo total dividido entre la cantidad) debe ser igual al precio (ingreso total dividido entre la cantidad).

$$P = P(Y; P, W, \Theta) \quad (3)$$

La ecuación (3) representa el segundo conjunto de ecuaciones y describe el lado de la oferta de la economía. Como se puede ver, los precios de los bienes dependen entre sí de los precios de los factores de producción, del nivel de ingresos, y del valor de los parámetros que definen la tasa de impuestos indirectos y el tipo de cambio.

La forma de modelar el sistema de precios depende, en última instancia, de los objetivos. La ecuación (3), sin embargo, ofrece dos grandes posibilidades. En primer lugar, si los precios son influenciados por la escala de la producción, esto es, Y , se tiene entonces un modelo de precios flexibles, donde los precios de las mercancías dependen no sólo de ellos mismos, sino también del resto de las variables, y en forma más general del nivel de ingreso de las actividades productivas.

Alternativamente, si se postulan rendimientos constantes a escala y se suponen fijos los precios de los factores y los parámetros definidos por Θ (tipo de cambio e impuestos indirectos), entonces el nivel de precios de los bienes depende únicamente del precio de los otros bienes. Este escenario define el segundo tipo de modelos, es decir, de precios fijos. Las simplificaciones que se desprenden del uso de este tipo de modelos serán discutidas más adelante. Por el momento, sin embargo, debe hacerse notar que las ecuaciones (2) y (3) son insuficientes para cerrar el modelo.

Para ver esto más claramente debe recordarse que las ecuaciones (2) y (3) generan $[P]+[Y]-1$ ecuaciones independientes,³ mientras que el número de variables es $[P]+[Y]+[W]+1$, (P, Y, W y Θ). Se necesita pues un tercer conjunto de ecuaciones para cerrar el sistema. Estas ecuaciones son conocidas como *closure rules*, o reglas de cierre, y su función es especificar cómo cada mercado de factores y la cuenta de capital de la economía se cierran. El tema de *closure rules* en un modelo de precios flexibles no será discu-

³ El número total de ecuaciones es $[P]+[Y]$, pero una de ellas en (2) es linealmente dependiente del resto.

tido aquí, ya que rebasa el ámbito de este trabajo.⁴ Bastará simplemente con señalar las simplificaciones que impone un modelo de precios fijos.

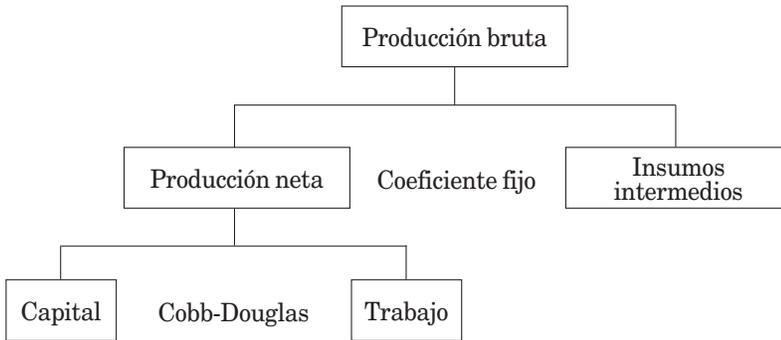
En primer lugar, el supuesto de que los precios no varían con el nivel de actividad tiene que descansar en el supuesto de que los rendimientos a escala son constantes. En segundo lugar, como se explicó arriba, para postular que los precios son independientes del nivel de actividad es necesario suponer que los precios de los factores están fijos. Esto es, los resultados estarán condicionados a valores dados de W . Alternativamente, se puede suponer que existe capacidad ociosa en todos los sectores. En particular, es necesario suponer desempleo permanente en el mercado de trabajo, de forma tal que los salarios, y por lo tanto los costos unitarios, no son afectados por el nivel de actividad. En estas condiciones, los salarios cambiarán sólo en respuesta a la productividad (producto medio del trabajo), y no a los costos marginales. En cualquier caso, lo importante es asegurarse de que los precios del producto neto (factores de producción) son independientes de la escala de producción. En tercer lugar, un modelo de precios fijos supone necesariamente una tasa de cambio fija, de forma tal que cualquier cambio en el nivel de la actividad económica se ajuste a través de cambios en el déficit (superávit) de la balanza de pagos. De otra manera, si el tipo de cambio es variable un incremento en el nivel de producción provocaría un incremento en la demanda por importaciones, presionando así los costos al alza y violando, por lo tanto, el supuesto de que los precios no varían con el nivel de actividad. En consecuencia, el uso de un modelo de precios fijos implica una tasa de cambio fija. Así pues, una vez más, los resultados estarán condicionados a los valores de Θ (y W) o, alternativamente, se puede suponer que siempre es posible pedir prestado al exterior para cubrir cualquier déficit en la balanza de pagos.

II. El modelo

Este apartado presenta una descripción de la estructura del modelo, así como de sus principales características. Una descripción más detallada de la estructura implícita de ecuaciones se presenta en el apéndice 1.

Los sectores combinan insumos intermedios (bienes *compuestos*, hechos de componentes nacionales e importados) en proporciones fijas (tecnología de Leontief). Asimismo, los sectores pagan impuestos a una tasa

⁴ Para una discusión de *closure rules* en el contexto de una SAM, véase Drud *et al.* (1985). Véase también Robinson (1986).

Figura 1. Estructura anidada de las funciones de producción

Fuente: Elaboración propia.

fija, misma que se incorpora como parte de sus costos. En el mercado de factores, el trabajo y el capital se combinan entre sí a través de una función tipo Cobb-Douglas. En la versión de precios flexibles (MEGA), se supone que ambos factores de la producción son fijos en cantidades totales (absolutas) libremente movibles entre sectores y a pleno empleo, si bien en la versión de precios fijos (modelo de insumo-producto) se adopta el supuesto contrario, es decir, que el precio de los factores es fijo y, en consecuencia, existe capacidad excedente de factores. Finalmente, en cada sector el valor agregado resultante se combina en proporciones fijas con el agregado de materias primas (la figura 1 muestra la estructura *anidada* de funciones de producción en cada uno de los sectores productivos).

Siguiendo con la descripción del modelo, la oferta de materias primas de la producción interna y de las importaciones en cada mercado se combina mediante una función de elasticidad de sustitución constante (CES, por sus siglas en inglés), a fin de conformar un bien compuesto. En otras palabras, se adopta el supuesto de Armington (Armington, 1969) de diferenciación de bienes por región de origen: México y el resto del mundo.

En lo que concierne a la generación de ingreso, la matriz que transforma (*mapea*) ingreso factorial en demanda final, como se describe en la sección previa, se supone que ocurre sobre la base de proporción fija. También los ingresos públicos, sin considerar su origen, se destinan al consumo de gobierno y ahorro de gobierno. La cantidad de ingresos recaudada en el sistema se traduce (traslada) en inversión, la que, a su vez, se asigna a través de los sectores en valores fijos de acuerdo con la proporción original.

La demanda se conforma por tres componentes: demanda intermedia, demanda interna final y demanda de exportaciones. La demanda intermedia se modela en proporciones fijas (tecnología de Leontief). La demanda interna final consiste en consumo privado de los hogares, consumo de gobierno e inversión. Los hogares demandan bienes compuestos de acuerdo con la especificación *Cobb-Douglas*. La inversión ya asignada a los sectores de la producción se traduce en demanda de bienes en cantidades de proporciones fijas. El último componente de la demanda final es la demanda de exportaciones. En este caso, se supone que el resto del mundo demanda productos fabricados internamente de acuerdo con la función de demanda, la cual es sensible a una elasticidad de demanda.

La estructura de ecuaciones se resume en el apéndice 1, donde se describen con detalle las ecuaciones de comportamiento de cada una de las celdas de la SAM. Como se observa, el modelo presentado en el apéndice es sencillo y muy estándar, y la manera en que se presenta correspondería a un modelo susceptible de especificarse en formas distintas en aspectos como movilidad sectorial de factores, la llamada regla de cierre, así como algunos supuestos adicionales, por ejemplo, en los mercados de factores, grados de sustituibilidad, etcétera. Sin embargo, a fin de simular el modelo como uno típico de insumo-producto, en la siguiente sección se comentan las adecuaciones requeridas para simular una economía cuyo comportamiento es equivalente al especificado en los modelos de insumo-producto, o modelo de precios fijos.

II.1. Supuestos específicos del modelo de insumo-producto

En el contexto de la discusión presentada en la sección II, en las siguientes líneas se procederá a revisar las ecuaciones que deben modificarse en el MEGA específico a fin de que su resolución sea similar a la que tendría el modelo de insumo-producto. Haremos referencia sólo a las ecuaciones del apéndice que requieren modificación, en el entendido de que el resto de las ecuaciones se mantiene igual.

La primera modificación importante corresponde a la forma en que se modelan los mercados de factores (ecuaciones A.11 y A.12). El supuesto central en el modelo de Leontief es que la economía opera con capacidad excedente en todos los sectores productivos, de forma que cualquier nivel de producción (o demanda a atender) que se especifique de manera exógena pueda atenderse con la capacidad instalada. En términos de los mercados de factores, esto corresponde a suponer que en nuestros dos mercados de factores, trabajo y capital, la variable de ajuste es la cantidad, es decir,

se supone que los precios de los factores, salario y tasa de interés son fijos, y precisamente las cantidades de factores son las variables de ajuste. En el modelo neoclásico tradicional se supone normalmente que las cantidades de factores son fijas, y en consecuencia las variables de ajuste son los precios de los factores.

Una forma alternativa de pensar en esta adecuación es en términos de la causalidad. En los modelos de equilibrio general neoclásicos los precios de los bienes se determinan conjuntamente por la interacción en los mercados de oferta y demanda. En cambio, en el modelo de insumo-producto los precios (unitarios) se determinan sólo por el lado de la oferta (costos de otros insumos), ya que los precios de los factores se suponen fijos. En términos de las ecuaciones A.11 y A.12, esto se logra simplemente al suponer que la variable de ajuste es la cantidad de factores, cuya disponibilidad es total a precios fijos.

Una segunda modificación importante se tiene que hacer en las ecuaciones A.3 y A.4, que corresponde al supuesto Armington (véase Armington, 1969) y que especifica el grado de sustituibilidad entre la producción nacional y las importaciones. En el modelo neoclásico walrasiano esta sustituibilidad se regula al asignar un valor a la elasticidad de sustitución, el cual puede fluctuar entre cero e infinito, donde cero corresponde a un mercado cerrado e infinito a uno totalmente abierto. Este último caso simula el de una economía pequeña, en el sentido de que los precios se determinan en el mercado mundial,⁵ por lo que la economía se supone es tomadora de precios. En el modelo de Leontief se supone que la sustituibilidad entre producción nacional e importaciones es cero, es decir, que en cada mercado los bienes nacionales son complementos perfectos de los bienes importados. En consecuencia, a fin de simular el modelo de Leontief, supondremos que en todos los mercados de bienes la elasticidad de sustitución es igual a cero.

Nótese que este segundo supuesto es necesariamente compatible con el supuesto anterior de que los precios de los factores son fijos, ya que, como se dijo, en el modelo de Leontief los precios de los bienes se determinan solamente por el lado de la oferta (costos) y, para que esto sea factible, se requiere eliminar el impacto de la demanda sobre los precios suponiendo que, sin importar el precio internacional de los bienes, las importaciones son complementarias de la producción nacional y, por lo tanto, se tienen que efectuar a fin de satisfacer los niveles de producción requeridos. Es

⁵ En la práctica, valores de elasticidad superiores a 10 son equivalentes a sustituibilidad perfecta.

decir, el consumidor no puede sustituir entre producción nacional e importaciones, y por lo tanto no puede influir en los precios. Estos impactan sólo mediante los costos.

La tercera modificación se debe hacer en la regla de cierre (ecuación A.29). Típicamente, en un modelo walrasiano neoclásico se adopta el supuesto de que el ahorro exterior (déficit o superávit) de la balanza comercial es fijo y, en consecuencia, el tipo de cambio debe ser variable, pues es éste precisamente la variable de ajuste. La racionalidad de este supuesto es que la economía debe funcionar con los recursos disponibles, y es entonces el tipo de cambio (precios internos de los bienes *versus* precios internacionales) el que debe ajustarse para lograr los cambios simulados. En contraste, en el modelo de Leontief el supuesto implícito es que el tipo de cambio es fijo. En este caso, el ahorro con el exterior (típicamente déficit en un país en desarrollo) se ajusta para cumplir con los niveles de producción simulados. En esencia se supone que, implícitamente, el país tiene acceso a crédito internacional suficiente para saldar su déficit. En términos de nuestras ecuaciones, estas se deben modificar para suponer un ahorro externo variable y un tipo de cambio fijo. Como se verá más adelante, nuestro enfoque de SAM es más realista, toda vez que, si bien los resultados de los multiplicadores son iguales, los resultados del modelo explícitamente cuantifican la cantidad de recursos externos adicionales que se requerirían para lograr los ajustes económicos que las simulaciones implican.

Cuarto, la forma en que típicamente se modelan las exportaciones en un modelo neoclásico es mediante la ecuación A.21. Lo que hace esta última es suponer que si bien el país es pequeño por el lado de las importaciones, por el lado de las exportaciones se supone que, si bien el país no puede afectar el precio mundial, las variaciones en el precio interno se reflejan en las ventas que se hacen al exterior. Así, por ejemplo, si el precio (costo) sube, se logran menores ventas en el mercado mundial. La sensibilidad de esta pérdida de mercado se regula mediante una elasticidad de demanda de exportaciones. Para simular el modelo Leontief se adopta el supuesto de que esta elasticidad es cero.

Por último, debe destacarse que el modelo Leontief forma parte de los llamados modelos multisectoriales de precios fijos que, esencialmente, implican que los precios (unitarios) no varían con el nivel de actividad, lo cual exige necesariamente que se suponga que hay rendimientos a escala constantes. En el caso de los precios de los factores, salarios y tasa de interés cambiarán sólo en respuesta a la productividad (producto medio del factor en cuestión) y no en respuesta a cambios en los costos marginales.

Esto, que es compatible con nuestro primer supuesto, garantiza que los precios del producto neto (valor agregado) sean independientes de la escala de producción, lo cual, de hecho, explica el porqué del nombre “modelos de precios fijos”.

Así pues, como se desprende de la discusión previa, las modificaciones puntuales que se le hacen al MEGA, a fin de transformarlo en un modelo de insumo-producto, son precisamente las que establecen la diferencia entre modelos de precios flexibles y modelos de precios fijos, referida en la sección II.

III. Estimaciones

Rasmussen (1963), Hirschman (1961), y Chenery y Watanabe (1958), entre otros, utilizan los denominados encadenamientos o eslabonamientos sectoriales como método para analizar los efectos de cambios en la demanda final en situaciones diversas, e identificar sectores que pudieran ser relevantes para el funcionamiento de la economía. Es posible distinguir entre dos tipos de encadenamiento: hacia atrás (*backward linkages*), que mide la capacidad de una actividad para provocar o arrastrar el desarrollo de otras, dado que utiliza insumos procedentes de éstas, y hacia adelante (*forward linkages*), que se produce cuando una actividad ofrece determinado producto, que resulta ser el insumo de otro sector, que a su vez opera como estímulo para un tercer sector, que es un insumo del primer sector en consideración. El cálculo de estos eslabonamientos sectoriales se sintetiza en los llamados multiplicadores; llamados multiplicadores hacia atrás cuando lo que se estima son los *backward linkages*, y multiplicadores hacia adelante en referencia a la estimación de los *forward linkages*. Usualmente se calculan los multiplicadores de producto, pero es igualmente posible calcular los multiplicadores de ingreso y de empleo, y su interpretación es análoga al multiplicador de producto, salvo por el hecho de que se refieren a los efectos directos e indirectos (hacia atrás) del empleo y el ingreso.

Por último, es importante destacar que estar en presencia de multiplicadores de gran magnitud no es lo mismo que grandes impactos multiplicadores, ya que los impactos dependen tanto del valor de los multiplicadores como de la magnitud de los estímulos externos que originan el potencial efecto multiplicador. Es por esta razón que la utilización de multiplicadores y encadenamientos conlleva a la crítica de que su uso no toma en consideración los volúmenes de producción de cada sector. Para obtener un indicador de arrastre efectivo y no sólo potencial, en el análisis tradicional de insumo-producto es necesario valorar el peso que el sector posee res-

pecto de toda la actividad económica. Debe también apuntarse que este cálculo no considera los efectos inducidos, dados por la endogeneidad del consumo final y la contratación adicional de mano de obra, que demanda el incremento del consumo final. Para ello se utiliza la llamada matriz de Leontief Tipo II (Schuschny, 2005).

Afortunadamente, estas desventajas o limitaciones del análisis tradicional pueden superarse si se utiliza nuestro enfoque de SAM, al simular el modelo tradicional de insumo producto como una economía que opera con los supuestos del modelo de Leontief. En la siguiente sección se explicará con detalle cómo el modelo en su formato SAM permite simulaciones más puntuales, precisas y con una interpretación económica más sencilla que las que arroja el modelo tradicional de insumo-producto.

En el presente trabajo se decidió trabajar con el vector de inversión porque una simulación central al análisis tiene que ver con la importancia estratégica de la inversión en el contexto actual de México, en que se anticipa una fuerte reactivación del gasto en infraestructura.

III.1. Multiplicadores hacia atrás

Este indicador muestra el efecto agregado sobre la producción de todos los sectores resultante de un incremento (o disminución) de la demanda final de inversión del sector j en cuestión. Es decir, mide la dependencia del sector j en relación con el resto de la economía. Un sector con alto encadenamiento hacia atrás contribuye al arrastre del resto de la economía, pues es una medida de uso de insumos que un sector j hace de otros sectores de la economía y, por ello, promueve la ampliación de la inversión desde el producto terminado hacia los sectores que proveen insumos y materias primas procesadas que se utilizan en su fabricación.

Usualmente se calculan los multiplicadores de producto, pero es igualmente posible calcular los multiplicadores de ingreso y de empleo, y su interpretación es igual al multiplicador de producto, salvo por el hecho de que se refieren a los efectos directos e indirectos (hacia atrás) del empleo y el ingreso.

Los cálculos se muestran en el cuadro 2 y se presentan los multiplicadores para un aumento de 100 por ciento de la inversión en el sector j (o sector de análisis), así como aumentos y reducciones de 10 por ciento. Es importante destacar que los aumentos de 100 por ciento, si bien son poco realistas, son útiles porque muestran la interdependencia entre sectores y son, de hecho, equivalentes a los multiplicadores de insumo-producto, mismos que

Cuadro 2. Multiplicadores hacia atrás

Sectores	Variaciones de la producción en cada sector								
	Incrementos de 100%			Incrementos de 10%			Disminución de 10%		
	Multiplicadores de:			Multiplicadores de:			Multiplicadores de:		
	Pro- ducción	Ingreso	Empleo	Pro- ducción	Ingreso	Empleo	Pro- ducción	Ingreso	Empleo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1 Agricultura y ganadería	1.970	2.009	2.003	1.097	1.101	1.100	0.903	0.899	0.900
2 Otras actividades primarias	2.041	2.083	2.077	1.104	1.108	1.108	0.896	0.892	0.892
3 Petróleo	2.410	2.466	2.458	1.141	1.147	1.146	0.859	0.853	0.854
4 Minería	1.564	1.586	1.583	1.056	1.059	1.058	0.944	0.941	0.942
5 Electricidad	2.002	2.042	2.037	1.100	1.104	1.104	0.900	0.896	0.896
6 Construcción	1.451	1.469	1.466	1.045	1.047	1.047	0.955	0.953	0.953
7 Alimentos	1.920	1.956	1.951	1.092	1.096	1.095	0.908	0.904	0.905
8 Bebidas y tabaco	1.930	1.967	1.962	1.093	1.097	1.096	0.907	0.903	0.904
9 Textiles	3.257	3.347	3.334	1.226	1.235	1.233	0.774	0.765	0.767

Cuadro 2. Multiplicadores hacia atrás (continuación)

Sectores	Variaciones de la producción en cada sector								
	Incrementos de 100%				Incrementos de 10%				
	Multiplicadores de: Pro- ducción		Empleo		Multiplicadores de: Pro- ducción		Empleo		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
10 Prendas de vestir	3.703	3.811	3.796	1.270	1.281	1.280	0.730	0.719	0.720
11 Cuero y calzado	2.200	2.248	2.242	1.120	1.125	1.124	0.880	0.875	0.876
12 Madera	1.904	1.940	1.935	1.090	1.094	1.093	0.910	0.906	0.907
13 Papel	2.132	2.177	2.171	1.113	1.118	1.117	0.887	0.882	0.883
14 Químicos	2.030	2.072	2.066	1.103	1.107	1.107	0.897	0.893	0.893
15 Hule y plástico	2.445	2.502	2.494	1.144	1.150	1.149	0.856	0.850	0.851
16 Minerales no metálicos	1.676	1.704	1.700	1.068	1.070	1.070	0.932	0.930	0.930
17 Metálica básica y productos metálicos	2.065	2.107	2.101	1.106	1.111	1.110	0.894	0.889	0.890
18 Maquinaria y equipo	2.124	2.169	2.163	1.112	1.117	1.116	0.888	0.883	0.884

19	Industria eléctrica y electrónica	7.710	7.979	7.941	1.671	1.698	1.694	0.594	0.578	0.580
20	Equipo de transporte	3.132	3.217	3.205	1.213	1.222	1.221	0.787	0.778	0.779
21	Otras industrias manufactureras	2.679	2.746	2.736	1.168	1.175	1.174	0.832	0.825	0.826
22	Comercio	2.005	2.046	2.040	1.101	1.105	1.104	0.899	0.895	0.896
23	Transporte	2.031	2.072	2.067	1.103	1.107	1.107	0.897	0.893	0.893
24	Transporte de pasajeros	1.962	2.000	1.995	1.096	1.100	1.099	0.904	0.900	0.901
25	Servicios al transporte	2.068	2.110	2.038	1.107	1.111	1.110	0.893	0.896	0.890
26	Comunicaciones e información	1.999	2.038	2.033	1.100	1.104	1.103	0.900	0.896	0.897
27	Servicios financieros	2.045	2.087	2.081	1.105	1.109	1.108	0.895	0.891	0.892
28	Restaurantes y hoteles	1.977	2.016	2.010	1.098	1.102	1.101	0.902	0.898	0.899
29	Otros servicios	2.011	2.051	2.046	1.101	1.105	1.105	0.899	0.895	0.895
30	Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1.957	1.995	1.990	1.096	1.100	1.099	0.904	0.900	0.901
31	Instituciones	2.163	2.210	2.203	1.116	1.121	1.120	0.884	0.879	0.880

Fuente: Elaboración propia.

se refieren a cambios unitarios, es decir, muestran los impactos potenciales. Por su parte, los aumentos y reducciones más moderados (de 10%) serán de utilidad para estimaciones más puntuales en la siguiente sección.

Por último, conviene explicar que para el cálculo de estos multiplicadores se elaboraron 31 simulaciones, una para aumentos en cada sector, ya que el cálculo exige conocer cuánto aumentó la producción (empleo e ingreso) cuando aumenta la inversión del sector j , por lo que su interpretación es cuánto crece el producto (empleo e ingreso) total (directo e indirecto) cuando se modifica en 100 por ciento (o 10 por ciento) la inversión en el sector en cuestión.

Para efectos de exposición nos concentraremos en los multiplicadores de producción que aparecen en la columna 1. Como se observa, el sector cuyo multiplicador es mayor corresponde, con mucho, a la industria eléctrica y electrónica, con un valor de 7.7, lo que sugiere que es justamente esta industria la que posee el mayor poder de arrastre hacia atrás. La forma de interpretar este valor es simple, pues sugiere que, en un modelo tipo Leontief, por cada peso de inversión en este sector se generan 7.7 pesos adicionales entre impactos directos e indirectos, estos últimos asociados a todos los efectos de industrias que proveen de insumos a la industria eléctrica y así sucesivamente hacia atrás, pues se incorporan también los proveedores de los proveedores, etcétera. Le siguen en importancia las industrias de prendas de vestir, textiles y equipo de transporte, con valores de 3.7, 3.2 y 3.1, respectivamente. A estos valores les siguen otras industrias manufactureras y petróleo (2.6 y 2.4).

Resulta interesante la fuerte concentración de capacidad de arrastre en el sector de la industria eléctrica y electrónica, a diferencia del pasado, en que la industria líder en esta capacidad de arrastre era la industria automotriz (equipo de transporte). A su vez, la capacidad de arrastre de las industrias de textiles y prendas de vestir es también un indicador interesante, ya que en estos sectores se incluyen una multitud de industrias pequeñas y medianas.

Alternativamente, estos valores son útiles también si se piensa en una desaceleración de la economía mexicana, pues sugieren que una contracción económica tendrá a su vez impactos de diversa magnitud en términos de variables tan importantes como empleo e ingreso. Desde el punto de vista de la política económica, estos valores pueden ser útiles para detectar sectores clave que requieran cierto tipo de apoyo gubernamental, toda vez que podrían estar sugiriendo sectores cuya reducción en el ritmo de actividad económica podría tener fuertes impactos en la generación de ingreso y empleo.

Por último, además de los valores particulares correspondientes a cada sector, se puede observar que el sector con menor arrastre hacia atrás es el de la construcción. Este resultado no es sorprendente y tiene su explicación en que esta industria demanda poca diversidad de insumos, nutriéndose, en su mayor parte, de relativamente poca variedad de materias primas. No obstante, como se verá más adelante, el resultado contrasta con los valores de los multiplicadores hacia adelante, pues en este caso la industria de la construcción es el principal protagonista.

III.2. Multiplicadores hacia adelante

Para calcular los multiplicadores hacia adelante, la simulación consiste en suponer un incremento en el nivel de actividad (demanda) de todos los sectores simultáneamente, por lo que para su cálculo sólo se requirió una simulación para cada uno de los tres escenarios, 100 por ciento, 10 por ciento y disminución de 10 por ciento.

La interpretación de este multiplicador es ahora distinta del multiplicador hacia atrás, ya que mide la forma en que el sector i se ve afectado por la expansión de la demanda final de todos los sectores y, por eso, mide la dependencia que todos los sectores tienen con el sector i -ésimo. Implícitamente se supone que una mayor oferta de insumos inducirá un aumento de la demanda de ellos.

Una forma de interpretar este valor es que su magnitud sugiere la importancia estratégica como abastecedor de insumos. En sentido estricto, un encadenamiento hacia delante alto indica que el sector es estratégico, en el sentido de que si bien posee baja demanda de insumos es un sector que, al abastecer sustantivamente de insumos a otros sectores, frente a *shocks* de demanda puede potencialmente propiciar posibles cuellos de botella. Es decir, constituye un insumo estratégico en el funcionamiento del resto de los sectores.

Los resultados del cálculo de multiplicadores hacia adelante se muestran en el cuadro 3, columna 1. Como ya se comentó, el sector que tiene el valor más alto es el de la construcción (1.987), seguido de minería (1.79) y, en tercer lugar, la industria de minerales no metálicos. Claramente, la estructura de valores es la esperada, ya que estos sectores producen insumos de uso muy generalizado en el resto de las actividades económicas y son, en consecuencia, catalogados como insumos estratégicos. Entre estos insumos destacan claramente productos como el cemento, minerales y demás; muchos de ellos proveedores de la industria de la construcción.

Cuadro 3. Multiplicadores hacia adelante

Sectores	<i>Variaciones porcentuales de la demanda</i>		
	<i>Incrementos</i>		<i>Disminución</i>
	<i>100%</i>	<i>10%</i>	<i>10%</i>
	<i>(1)</i>	<i>(2)</i>	<i>(3)</i>
1 Agricultura y ganadería	1.459	1.046	0.954
2 Otras actividades primarias	1.428	1.043	0.957
3 Petróleo	1.316	1.032	0.968
4 Minería	1.790	1.079	0.921
5 Electricidad	1.444	1.044	0.956
6 Construcción	1.987	1.099	0.901
7 Alimentos	1.484	1.048	0.952
8 Bebidas y tabaco	1.479	1.048	0.952
9 Textiles	1.197	1.020	0.980
10 Prendas de vestir	1.165	1.016	0.984
11 Cuero y calzado	1.371	1.037	0.963
12 Madera	1.493	1.049	0.951
13 Papel	1.393	1.039	0.961
14 Químicos	1.432	1.043	0.957
15 Hule y plástico	1.308	1.031	0.969
16 Minerales no metálicos	1.658	1.066	0.934
17 Metálica básica y productos metálicos	1.418	1.042	0.958
18 Maquinaria y equipo	1.396	1.040	0.960
19 Industria eléctrica y electrónica	1.066	1.007	0.993
20 Equipo de transporte	1.209	1.021	0.979
21 Otras industrias manufactureras	1.265	1.027	0.973
22 Comercio	1.443	1.044	0.956
23 Transporte	1.432	1.043	0.957
24 Transporte de pasajeros	1.463	1.046	0.954

Cuadro 3. Multiplicadores hacia adelante (continuación)

Sectores	Variaciones porcentuales de la demanda		
	Incrementos		Disminución
	100%	10%	10%
	(1)	(2)	(3)
25 Servicios al transporte	1.417	1.042	0.958
26 Comunicaciones e información	1.446	1.045	0.955
27 Servicios financieros	1.426	1.043	0.957
28 Restaurantes y hoteles	1.456	1.046	0.954
29 Otros servicios	1.440	1.044	0.956
30 Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1.465	1.047	0.953
31 Instituciones	1.383	1.038	0.962

Fuente: Elaboración propia.

Destaca también el hecho de que los valores más bajos son precisamente aquellas industrias que tienen valores de multiplicadores hacia atrás muy elevados, como es el caso de la industria eléctrica y electrónica, prendas de vestir, y cuero y calzado, entre otras. Esto sin duda se debe a que estas industrias suelen ser grandes productoras de bienes de consumo final, y no necesariamente de insumos que abastecen a otros sectores.

Una forma de sistematizar toda la información incorporada en los multiplicadores es el análisis de identificación de sectores mediante el análisis de encadenamientos totales y las correspondientes medidas de dispersión. Si seguimos a Rasmussen (1963) podemos definir una medida de dispersión sectorial respecto al promedio de la economía, tanto para los encadenamientos hacia adelante como para los encadenamientos hacia atrás.

En esta forma, definimos dos valores:

$$\pi_j = \frac{\text{Encadenamiento hacia atrás del sector } j}{\text{Promedio del encadenamiento hacia atrás en la economía}}$$

$$\tau_i = \frac{\text{Encadenamiento hacia adelante del sector } i}{\text{Promedio del encadenamiento hacia adelante en la economía}}$$

Donde valores de $\pi \geq 1$ serían sectores con encadenamientos hacia atrás por arriba del promedio de la economía, y lo opuesto para valores de $\pi < 1$. Por su parte, valores de $\tau \geq 1$ representan sectores cuyo encadenamiento hacia adelante es mayor que el promedio, y viceversa para valores de $\tau < 1$.

Mediante esta tipología podemos entonces clasificar a los sectores económicos de la siguiente manera:

Cuadro 4. Agrupación de sectores

	$\pi_{j < 1}$	$\pi_{j \geq 1}$
	<i>Sectores estratégicos</i>	<i>Sectores clave</i>
	1 6. Construcción	
	2 4. Minería	
	3 16. Minerales no metálicos	
	4 12. Madera	
	5 7. Alimentos	
$\tau_{i \geq 1}$	6 8. Bebidas y tabaco	
	7 30. Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	
	8 24. Transporte de pasajeros	
	9 1. Agricultura y ganadería	
	10 28. Restaurantes y hoteles	
	11 26. Comunicaciones e información	
	12 5. Electricidad	
	13 22. Comercio	
	14 29. Otros servicios	
	15 14. Químicos	

Cuadro 4. Agrupación de sectores (continuación)

	$\pi_{j < 1}$	$\pi_{j \geq 1}$
	<i>Sectores estratégicos</i>	<i>Sectores clave</i>
$\pi_{i \geq 1}$	16 23. Transporte	
	17 2. Otras actividades primarias	
	18 27. Servicios financieros	
	<i>Sectores independientes</i>	<i>Sectores impulsores</i>
$\pi_{i < 1}$	1 17. Metálica básica y productos metálicos	3. Petróleo
	2 25. Servicios al transporte	15. Hule y plástico
	3 18. Maquinaria y equipo	21. Otras industrias manufactureras
	4 13. Papel	20. Equipo de transporte
	5 31. Instituciones	9. Textiles
	6 11. Cuero y calzado	10. Prendas de vestir
		19. Industria eléctrica y electrónica

Fuente: Cálculos propios a partir de la matriz de insumo-producto del año 2003 (MP2003), a precios básicos, confeccionada por el INEGI.

Los sectores denominados estratégicos poseen baja demanda de insumos, pero abastecen sustantivamente de insumos a otros sectores. La denominación de estratégicos apunta al hecho de que son sectores que pueden constituir cuellos de botella productivos frente a *shocks* de demanda.

Los sectores impulsores o de fuerte arrastre, con bajos encadenamientos hacia adelante y altos hacia atrás, son sectores impulsores de la economía, pues suelen poseer consumo intermedio elevado y una oferta de productos que, mayoritariamente, abastece la demanda final.

Los sectores considerados como independientes consumen una cantidad poco significativa de insumos intermedios y dedican la producción a satisfacer, principalmente, la demanda final. Se trata de sectores aislados,

Cuadro 5. Programa de infraestructura aplicado al sector construcción (40 000 millones de pesos). Impactos agregados

<i>Variables</i>	<i>Crecimiento (%)</i>
PIB	1.39
Empleo	1.40
Demanda agregada	1.57
Demanda de energía	1.21

Fuente: Elaboración propia.

que no provocan efectos de arrastre significativos en el sistema económico, ni reaccionan en forma relevante ante el efecto de arrastre provocado por las variaciones de la demanda intermedia de otros sectores.

Por último, al observar la tipología presentada resulta interesante que no se hayan detectado sectores llamados clave, es decir, con fuertes encañamiento hacia atrás y hacia adelante. Si bien no es tema del presente trabajo, este resultado parece confirmar la creciente desintegración industrial que ha tenido lugar durante las últimas dos o tres décadas en el país.

III.3. Algunas simulaciones de impactos

En esta sección se presentan los resultados de dos simulaciones, complementadas con dos ejercicios más cuyos resultados se presentan en el apéndice 2. Es importante mencionar que los ejercicios no son necesariamente los más realistas, y, más que extraer conclusiones de política económica, se intenta mostrar cómo en el esquema de SAM que aquí se adopta se pueden analizar casos más realistas que el modelo tradicional de insumo producto, manteniendo la sencillez y transparencia de este enfoque frente a la mayor complejidad de modelos de equilibrio general. El primer ejercicio consistió en simular un aumento de la inversión en el sector construcción por un monto de 40 000 millones de pesos, que corresponde a lo anunciado por el gobierno federal para el año 2009. El segundo ejercicio consistió en simular la misma cantidad, pero aplicada proporcionalmente a la inversión registrada de cada uno de los 31 sectores contemplados en el modelo. Los ejercicios que se muestran en el apéndice 2 son similares, pero el mon-

to simulado es de 270 000 millones de pesos, que corresponde a lo anunciado para un periodo de cinco años.

El cuadro 5 presenta los resultados agregados de una inversión de 40 000 millones de pesos en el sector construcción, en tanto que los resultados de impactos sectoriales se muestran en el cuadro 6. Como se observa, el PIB crece 1.39 por ciento, el empleo agregado lo hace 1.4 por ciento, en tanto que la demanda agregada crece 1.57 por ciento, y un indicador de demanda de energía lo hace en 1.21 por ciento.

Es importante establecer con claridad el resultado de esta simulación, particularmente en una etapa de crisis mundial en que la economía mexicana se estima que registre un decrecimiento de entre 3 y 4 por ciento. En este contexto, el resultado en todo caso debe interpretarse no como un pronóstico de crecimiento del PIB, sino como un orden de magnitud de la medida en que un agresivo programa de política fiscal podría, eventualmente, paliar los impactos de la crisis en México.

Cuadro 6. Programa de infraestructura aplicado al sector construcción (40 000 millones de pesos). Efectos sectoriales

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
1 Agricultura y ganadería	1.52	1.40
2 Otras actividades primarias	1.37	1.30
3 Petróleo	1.36	0.96
4 Minería	2.48	2.40
5 Electricidad	1.36	1.35
6 Construcción	3.00	3.00
7 Alimentos	1.52	1.47
8 Bebidas y tabaco	1.60	1.45
9 Textiles	0.96	0.60
10 Prendas de vestir	1.25	0.50
11 Cuero y calzado	1.31	1.13

Cuadro 6. Programa de infraestructura aplicado al sector construcción (40 000 millones de pesos). Efectos sectoriales (continuación)

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
12 Madera	1.59	1.50
13 Papel	1.35	1.20
14 Químicos	1.49	1.31
15 Hule y plástico	1.35	0.94
16 Minerales no metálicos	2.26	2.00
17 Metálica básica y productos metálicos	1.66	1.27
18 Maquinaria y equipo	2.50	1.20
19 Industria eléctrica y electrónica	1.12	0.20
20 Equipo de transporte	1.54	0.64
21 Otras industrias manufactureras	1.59	0.81
22 Comercio	1.52	1.35
23 Transporte	1.51	1.31
24 Transporte de pasajeros	1.41	1.41
25 Servicios al transporte	1.36	1.27
26 Comunicaciones e información	1.39	1.36
27 Servicios financieros	1.35	1.29
28 Restaurantes y hoteles	1.39	1.39
29 Otros servicios	1.34	1.34
30 Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1.41	1.41
31 Instituciones	1.16	1.16

Fuente: Elaboración propia.

Los impactos sectoriales (cuadro 6) detallan los efectos sobre las variables demanda y empleo. Claramente, el sector que muestra una mayor reactivación es el propio sector construcción, seguido de maquinaria y equipo, minería y minerales no metálicos, si atendemos los efectos sobre la demanda. Resulta interesante notar que los efectos sobre la demanda no necesariamente mantienen la misma estructura que los efectos sobre el empleo, lo que se explica por las diferencias en intensidad de utilización de mano de obra entre sectores.

El segundo ejercicio, como ya se explicó, consistió en simular el mismo monto de inversión de 40 000 millones de pesos, pero ahora distribuido proporcionalmente entre la inversión de todos los sectores. Los resultados agregados se muestran en el cuadro 7, en tanto que los efectos sectoriales se presentan en el cuadro 8.

Como se observa, los incrementos en el PIB y el empleo son ligeramente inferiores a uno por ciento (0.91 y 0.92%, respectivamente). Ahora bien, los impactos sectoriales son también algo menores que los presentados en el ejercicio anterior, si bien la estructura de impactos sectoriales es muy similar, destacando los impactos en construcción que, en materia de empleo, son del orden de 1.9 por ciento, seguido de maquinaria y equipo, seguido de minería con 1.5 por ciento. Resulta también interesante destacar que los efectos sobre la demanda son diferentes a los efectos en el empleo. Por ejemplo, si bien en términos de demanda agregada el sector de maquinaria y equipo es el segundo en magnitud, en materia de empleo está muy por debajo, en tanto que los impactos en el empleo en sectores como alimentos y bebidas y tabaco son relativamente importantes.

Cuadro 7. Programa de infraestructura aplicado a todos los sectores (40 000 millones de pesos). Impactos agregados

<i>Variables</i>	<i>Crecimiento (%)</i>
PIB	0.916
Empleo	0.921
Demanda agregada	1.030
Demanda de energía	0.795

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8. Programa de infraestructura aplicado a todos los sectores (40 000 millones de pesos). Efectos sectoriales

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
1 Agricultura y ganadería	1.003	0.918
2 Otras actividades primarias	0.903	0.855
3 Petróleo	0.892	0.632
4 Minería	1.630	1.579
5 Electricidad	0.892	0.888
6 Construcción	1.974	1.974
7 Alimentos	0.999	0.968
8 Bebidas y tabaco	1.051	0.957
9 Textiles	0.633	0.395
10 Prendas de vestir	0.820	0.329
11 Cuero y calzado	0.862	0.742
12 Madera	1.046	0.985
13 Papel	0.886	0.787
14 Químicos	0.981	0.864
15 Hule y plástico	0.888	0.616
16 Minerales no metálicos	1.488	1.316
17 metálica básica y productos metálicos	1.092	0.836
18 Maquinaria y equipo	1.643	0.792
19 Industria eléctrica y electrónica	0.734	0.133
20 Equipo de transporte	1.014	0.418

Cuadro 8. Programa de infraestructura aplicado a todos los sectores (40 000 millones de pesos). Efectos sectoriales (continuación)

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
21 Otras industrias manufactureras	1.045	0.530
22 Comercio	1.003	0.886
23 Transporte	0.993	0.863
24 Transporte de pasajeros	0.926	0.926
25 Servicios al transporte	0.897	0.834
26 Comunicaciones e información	0.912	0.892
27 Servicios financieros	0.888	0.852
28 Restaurantes y hoteles	0.912	0.912
29 Otros servicios	0.884	0.881
30 Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	0.930	0.930
31 Instituciones	0.766	0.766

Fuente: Elaboración propia.

Sin duda, del análisis de impactos sectoriales podrían desprenderse algunos resultados relevantes desde el punto de vista de la política fiscal de reactivación. El propósito aquí, en todo caso, es mostrar algunos resultados, y seguramente se requeriría una buena cantidad de ejercicios de simulación adicionales a fin de tener resultados más robustos.

IV. Conclusiones

Para propósitos del presente artículo quizá lo más importante por destacar es que, mediante la utilización del enfoque de SAM, puede elaborarse un modelo de insumo-producto tipo Leontief que permite simulaciones más

flexibles y puntuales, al tiempo que se mantienen la sencillez y la transparencia del modelo Leontief frente a modelos más sofisticados de equilibrio general.

Algunos aspectos que ya se han subrayado son importantes y quizá conviene resumirlos a continuación. Primero, el modelo permite simulaciones más flexibles de escenarios diversos, pero se mantienen la sencillez y la transparencia de los modelos tradicionales de insumo-producto. Segundo, a diferencia del modelo tradicional de insumo-producto, el enfoque SAM aquí adoptado incorpora en los cálculos los impactos de cambio en la demanda final. Tercero, el modelo ajusta el déficit en la balanza comercial y lo genera como un resultado más, lo cual le confiere una interpretación más realista, ya que las variaciones en el déficit indican o sugieren los ajustes que tendrían que ocurrir en la disponibilidad de capital (ahorro externo); ajustes necesarios para que los escenarios planteados ocurran. Estos puntos hacen que los multiplicadores tengan en este esquema una interpretación más económica que la estimación tradicional de impactos.

Referencias bibliográficas

- Armington, P. (1969), "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production", *International Monetary Fund Staff Papers*, 16 (1), pp. 159-178.
- Chenery, H. B. y T. Watanabe (1958), "International Comparison of the Structure of Production", *Econometrica*, 26 (4), pp. 487-521.
- Drud, A., W. Grais y G. Pyatt (1985), "An Approach to Macroeconomic Model Building Based on Social Accounting Principles", Development Research Department of Economics and Research Staff, World Bank, Discussion Paper 150, octubre.
- Hirschman, A. O. (1961), *La estrategia del desarrollo económico*, México, Fondo de Cultura Económica.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2009), *Matriz insumo-producto, México, 2003*.
- Leontief, W. (1986), *Input-Output Economics*, 2a. ed., Oxford, Oxford University Press.
- McGregor, O., J. Swales y Y. Yin (1996), "A Long-Run Interpretation of Regional Input-Output Analyses", *Journal of Regional Sciences*, 36 (3), pp. 479-501.
- Pyatt, G. (1988), "A SAM Approach to Modeling", *Journal of Policy Modeling*, 10 (3), pp. 327-352.

- Rasmussen, P. N. (1963), *Relaciones intersectoriales*, Madrid, Editorial Aguilar.
- Robinson, S. (1986), "Multisectoral Models of Developing Countries: A Survey", Department of Agricultural and Resource Economics, Working Paper 41, Berkeley, University of California.
- Scarf, H. (1969), "An Example of an Algorithm for Calculating Equilibrium Prices", *American Economic Review*, 59 (4), 669-677.
- Schuschny, A. (2005), "Tópicos sobre el modelo de insumo-producto: teoría y aplicaciones", Serie "Estudios estadísticos y prospectivos", núm. 37 (diciembre), Santiago, CEPAL.

Apéndice 1

Cuadro A.1. Agrupación sectorial en la SAM, 2003

<i>Sectores</i>	<i>Actividades</i>	<i>Sector en la MIP 2003</i>
1	Agricultura y ganadería	1, 2
2	Otras actividades primarias	3, 4, 5
3	Petróleo	6, 23
4	Minería	7, 8
5	Electricidad	9
6	Construcción	11, 12, 13
7	Alimentos	14
8	Bebidas y tabaco	15
9	Textiles	16, 17
10	Prendas de vestir	18
11	Cuero y calzado	19
12	Madera	20
13	Papel	21, 22
14	Químicos	24
15	Hule y plástico	25
16	Minerales no metálicos	26
17	Metálica básica y productos metálicos	27, 28
18	Maquinaria y equipo	29
19	Industria eléctrica y electrónica	30, 31
20	Equipo de transporte	32
21	Otras industrias manufactureras	33, 34
22	Comercio	35

Cuadro A.1. Agrupación sectorial en la SAM, 2003 (continuación)

<i>Sectores</i>	<i>Actividades</i>	<i>Sector en la MIP 2003</i>
23	Transporte	36, 37, 38, 39, 41
24	Transporte de pasajeros	40, 42
25	Servicios al transporte	43
26	Comunicaciones e información	44-53
27	Servicios financieros	54, 55, 56, 57
28	Restaurantes y hoteles	73, 74
29	Otros servicios	58-72, 75, 76
30	Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	10
31	Instituciones	77-79

Fuente: Agrupación propia, con base en INEGI (2009).

Estructura de ecuaciones

Precios

Precio de las importaciones en moneda local:

$$PM_i = P_i(1+t_i)TC, \quad (\text{A.1})$$

donde P_i es el precio en dólares del bien i en el mercado mundial, t_i es la tasa de arancel del bien i , y TC es el tipo de cambio (precio de un dólar en pesos).

Precios de las exportaciones:

$$PWE_i = PD_i/(1+s_i)TC, \quad (\text{A.2})$$

donde PWE_i es el precio de venta al resto del mundo en dólares del bien i , PD_i es el precio interno del bien i , y s_i es una tasa de subsidio a las exportaciones.

Precio del bien compuesto:

$$P_i = [\alpha_i^\sigma PD_i^{1-\sigma} + (1-\alpha_i)^\sigma PM_i^{1-\sigma}]^{1/(1-\sigma)}, \quad (\text{A.3})$$

donde α_i y $(1-\alpha_i)$ son parámetros de *proporciones* de bienes internos e importados sobre la oferta total de cada bien. La elasticidad de sustitución, σ_i , se define como $1/(1-\rho_i)$. A la vez, la función CES que aglutina estos bienes es

$$Q_i = [\alpha QD_i^\sigma + (1-\alpha)QM_i^\sigma]^{1/\sigma} \quad (\text{A.4})$$

Nivel de precios (*numeraire*):

$$P = \sum \Omega_i P_i^p, \quad (\text{A.5})$$

donde Ω_i es la *contribución (peso)* del bien i en la canasta de consumo.

Ecuaciones de precio neto (PN):

$$PN_i = PD_i(1-td_i) - \sum a_{ij} P_j, \quad (\text{A.6})$$

donde td_i es la tasa del impuesto indirecto del bien i , y a_{ij} es el coeficiente de insumo-producto.

Producción

Funciones de valor agregado:

$$X_j = \Phi[\lambda_j L_j^\varepsilon + (1-\lambda_j) K_j^\varepsilon]^{1/\varepsilon}, \quad (\text{A.7})$$

donde L_j y K_j son las cantidades de trabajo y capital, respectivamente, usadas por el sector j , Φ es una *escala paramétrica*, y ε_j se define como $(\psi_j - 1)/\psi_j$, donde ψ_j es la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo en el sector j .

Demanda intermedia:

$$\Pi_{ij} = a_{ij} X O_j, \quad (\text{A.8})$$

donde $X O_j$ es la producción bruta del sector j .

Funciones para la agregación (acumulación) de insumos:

$$AI = \min[\Pi/a_{ij}] \quad (\text{A.9})$$

Funciones de producción bruta:

$$X O = \min[AI_j, X_j / v_j], \quad (\text{A.10})$$

donde v_j es el coeficiente de valor agregado por unidad de producción en el sector j .

Mercado de factores

Demandas derivadas industriales para el factor trabajo en el sector j :

$$L_j = (1-\lambda_j) \{ [\lambda_j r / (1-\lambda_j) w]^{\varepsilon/(\varepsilon+1)} + \lambda_j \}^{1/\varepsilon} \cdot X_j / \phi_j, \quad (\text{A.11})$$

donde r y w son los precios del capital y el trabajo, respectivamente.

Demanda derivada industrial para el factor capital en el sector j :

$$K_j = \lambda_j \{ [(1-\lambda_j)w/\lambda_j r]^{\epsilon/(\epsilon+1)} + (1-\lambda_j) \}^{1/\epsilon} \cdot X_j / \phi_j \quad (\text{A.12})$$

Oferta de trabajo:

$$L = \underline{L} \quad (\text{A.13})$$

Oferta de capital:

$$K = \underline{K} \quad (\text{A.14})$$

Ecuaciones de ingreso

Ingreso neto privado:

$$RP = [\sum L_i w + \sum K_i r](1-t_{dir}) + RG, \quad (\text{A.15})$$

donde t_{dir} es la tasa del impuesto directo interno, y el ingreso neto gubernamental, RG , está dado por:

$$RG = (\sum L_i w + \sum K_i r) \cdot t_{dir} + \sum P_i M_i \cdot ER \cdot t_i - \sum PD_i \cdot ER \cdot E_i \cdot s_i + \sum PD_i \cdot t d_i \cdot XO_i, \quad (\text{A.16})$$

el último M_i se refiere a importaciones, t_i es la tasa de arancel, s_i es una tasa de subsidio sobre las exportaciones, E son exportaciones, y t_{dir} es la tasa del impuesto directo sobre el ingreso.

Ecuaciones de inversión

Inversión total:

$$TINV = spRP + F(TC), \quad (\text{A.17})$$

donde $TINV$ es la inversión total, sp es la proporción de ingreso privado ahorrado, y F representa ahorro extranjero en dólares.

Inversión por sector de destino:

$$Y_i = par_i TINV, \quad (\text{A.18})$$

donde par_i es la proporción del sector i sobre la demanda de inversión total.

Ecuaciones de consumo

Consumo privado:

$$CP_i = (parp_i (1-sp)RP)/P_i, \quad (A.19)$$

donde $parp_i$ es el parámetro asociado de la función de utilidad Cobb-Douglas del hogar i .

Demanda intermedia:

$$V_i = \sum \alpha_{ij} XO_j \quad (A.20)$$

Sector externo

Demanda de exportación:

$$E_i = E_0 [\Pi_i / PWE_i]^{\eta_i}, \quad (A.21)$$

donde Π_i es un “consolidado” del precio mundial, que refleja el costo promedio de todos los países, E_0 es un término constante que refleja la demanda mundial total por categoría de bien i y la porción de mercado del país cuando $\Pi_i = PWE_i$. Finalmente, η_i es la elasticidad precio de la demanda de exportación para el bien i .

Función para importaciones:

$$M_i = [\alpha_i PD_i / (1 - \alpha_i) PM_i]^{\alpha-1} \cdot QD_i \quad (A.22)$$

Ecuaciones de demanda

Demanda de bienes internos:

$$QD_i = RU_i (Y_i + CP_i + V_i), \quad (A.23)$$

donde

$$RU_i = QD_i / Q_i = 1/f_i(QM_i/QD_i), \quad (A.24)$$

donde f_i es la función CES que “consolida” bienes internos e importados.

Demanda interna total:

$$XD_i = QD_i + E_i \quad (\text{A.25})$$

Condiciones de equilibrio

Mercado laboral:

$$\underline{L} = \Sigma L_i \quad (\text{A.26})$$

Mercado de capital:

$$\underline{K} = \Sigma K_i \quad (\text{A.27})$$

Mercado de bienes:

$$XO_i = XD_i \quad (\text{A.28})$$

Equilibrio externo:

$$F = \Sigma P_i \cdot M_i - \Sigma PWE_i \cdot E_i \quad (\text{A.29})$$

Apéndice 2

Cuadro A.2.1. Programa de infraestructura aplicado al sector construcción (270 000 millones de pesos). Impactos agregados

<i>Variables</i>	<i>Crecimiento (%)</i>
PIB	9.74
Empleo	9.80
Demanda agregada	10.96
Demanda de energía	8.45

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.2.2. Programa de infraestructura aplicado al sector construcción (270 000 millones de pesos). Efectos sectoriales

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
1 Agricultura y ganadería	10.66	9.76
2 Otras actividades primarias	9.61	9.10
3 Petróleo	9.49	6.72
4 Minería	17.34	16.80
5 Electricidad	9.49	9.45
6 Construcción	21.00	21.00
7 Alimentos	10.63	10.30
8 Bebidas y tabaco	11.18	10.18
9 Textiles	6.73	4.20
10 Prendas de vestir	8.72	3.50
11 Cuero y calzado	9.16	7.89
12 Madera	11.13	10.48
13 Papel	9.42	8.37
14 Químicos	10.44	9.19
15 Hule y plástico	9.44	6.56
16 Minerales no metálicos	15.83	14.00
17 Metálica básica y productos metálicos	11.62	8.90
18 Maquinaria y equipo	17.47	8.43
19 Industria eléctrica y electrónica	7.81	1.41
20 Equipo de transporte	10.78	4.44
21 Otras industrias manufactureras	11.11	5.64
22 Comercio	10.67	9.42
23 Transporte	10.56	9.18

Cuadro A.2.2. Programa de infraestructura aplicado al sector construcción (270 000 millones de pesos). Efectos sectoriales (continuación)

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
24 Transporte de pasajeros	9.85	9.85
25 Servicios al transporte	9.54	8.87
26 Comunicaciones e información	9.70	9.48
27 Servicios financieros	9.45	9.06
28 Restaurantes y hoteles	9.70	9.70
29 Otros servicios	9.41	9.37
30 Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	9.89	9.89
31 Instituciones	8.14	8.14

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.2.3. Programa de Infraestructura aplicado a todos los sectores (270 000 millones de pesos). Impactos agregados

<i>Variables</i>	<i>Crecimiento (%)</i>
PIB	5.50
Empleo	5.53
Demanda agregada	6.18
Demanda de energía	4.77

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.2.4. Programa de infraestructura aplicado a todos los sectores (270 000 millones de pesos). Efectos sectoriales

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
1 Agricultura y ganadería	6.02	5.51
2 Otras actividades primarias	5.42	5.13
3 Petróleo	5.36	3.79
4 Minería	9.78	9.48
5 Electricidad	5.35	5.33
6 Construcción	11.85	11.85
7 Alimentos	5.99	5.81
8 Bebidas y tabaco	6.31	5.74
9 Textiles	3.80	2.37
10 Prendas de vestir	4.92	1.98
11 Cuero y calzado	5.17	4.45
12 Madera	6.28	5.91
13 Papel	5.32	4.72
14 Químicos	5.89	5.19
15 Hule y plástico	5.33	3.70
16 Minerales no metálicos	8.93	7.90
17 Metálica básica y productos metálicos	6.55	5.02
18 Maquinaria y equipo	9.86	4.75
19 Industria eléctrica y electrónica	4.41	0.80
20 Equipo de transporte	6.08	2.51
21 Otras industrias manufactureras	6.27	3.18

Cuadro A.2.4. Programa de infraestructura aplicado a todos los sectores (270 000 millones de pesos). Efectos sectoriales (continuación)

<i>Sectores</i>	<i>Crecimiento (%)</i>	
	<i>Demanda</i>	<i>Empleo</i>
22 Comercio	6.02	5.31
23 Transporte	5.96	5.18
24 Transporte de pasajeros	5.55	5.55
25 Servicios al transporte	5.38	5.00
26 Comunicaciones e información	5.47	5.35
27 Servicios financieros	5.33	5.11
28 Restaurantes y hoteles	5.47	5.47
29 Otros servicios	5.31	5.29
30 Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	5.58	5.58
31 Instituciones	4.59	4.59

Fuente: Elaboración propia.