

# Actualización de la matriz total de insumo-producto de México del 2003. Aplicación de los métodos de doble deflación y RAS

## *An Update of the Mexican Input-Output Table of 2003. An Application of the RAS and the Double Deflation Methods*

Brenda Murillo-Villanueva, Martín Puchet Anyul y Gerardo Fujii-Gamero\*

El análisis de insumo-producto muestra el aparato productivo de un país en un año determinado. Cuando las matrices de insumo-producto (MIP) de diferentes años están valuadas a los mismos precios es posible analizar la evolución de la estructura productiva. Para el caso de México, las MIP más recientes (2008 y 2012) están valuadas a precios del 2008; sin embargo, la del 2003 está a los precios de ese año. En este trabajo se estima la MIP del 2003 a precios del 2008 mediante dos métodos: el de la doble deflación y el RAS. Las estimaciones obtenidas se comparan según criterios de distancia entre matrices. Los resultados sugieren que la del 2003 a precios del 2008 estimada con el método RAS es mejor, ya que utiliza datos actualizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y mantiene el sentido económico.

**Palabras clave:** método de doble deflación; método RAS; criterio de distancia rectilínea.

The input-output analysis shows the productive structure of a country in a given year. When several input-output tables of different years are measured at the same prices, it becomes possible to analyze the evolution of the productive structure. In the Mexican case, the most recent tables (2008 and 2012) are measured at 2008 basic prices; however, the table of 2003 is measured at basic prices of 2003. Therefore, this paper estimates the input-output table of 2003 at 2008 basic prices with the RAS and the double deflation methods. The estimations obtained are compared with distance criteria between tables. The results suggest that the estimation with the RAS method of the input-output table of 2003 at prices of 2008 is better since it uses data from INEGI and keeps up the economic sense.

**Key words:** double deflation method; RAS method; distance criteria.

Recibido: 14 de noviembre de 2018.

Aceptado: 7 de marzo de 2019.

**Nota:** agradecemos los comentarios de dos dictaminadores anónimos que contribuyeron a mejorar el documento.

\* Profesora-investigadora de la Facultad de Economía de la UAEM, [bmurillov@uaemex.mx](mailto:bmurillov@uaemex.mx); profesor titular de la Facultad de Economía de la UNAM, [anyul@unam.mx](mailto:anyul@unam.mx); y profesor titular de la Facultad de Economía de la UNAM, [fujii@unam.mx](mailto:fujii@unam.mx); respectivamente.



The fruit seller or Market stall, 1951 painting by Olga Costa (1913-1993)/ DEA / G. DAGLI ORTI/ceety Images



## 1. Introducción

La matriz de insumo-producto (MIP) es un instrumento que tiene como objetivo principal examinar la interdependencia de las ramas de actividad económica que forman el aparato productivo de un país en un determinado año, el cual fue planteado y desarrollado por el economista W. Leontief entre 1928 y 1941; sin embargo, tiene sus raíces en trabajos de diversos autores, de entre los que destacan tres (ver Kurz, H. D. y N. Salvadori, 2000): en orden cronológico, tenemos que la *Tableau Economique* del fisiócrata François Quesnay, publicada en 1758, representó el primer intento por esquematizar el funcionamiento de un sistema económico integrado por tres tipos de agentes económicos a través de los cuales fluye la producción; este instrumento fue utilizado tiempo después por Marx para representar su estructura de *reproducción simple* en el capitalismo; y, por último, el economista y estadista von Bortkiewicz, quien fuera profesor de W. Leontief, utilizó el esquema de reproducción de Marx para resolver el problema de la transformación (ver Baumol, W. J. y T. Ten Raa, 2009).

Los aportes de estos tres economistas representaron las bases para que años más tarde Leontief construyera las primeras MIP: estuvo motivado por el análisis de la producción a partir de la consideración de que la economía es un sistema que transforma recursos en bienes y servicios finales; le interesaba distinguir las diferentes etapas del proceso productivo y resaltar la idea de que todos los productos, además de ser usados para consumo final, también son utilizados como insumos (ver Leontief, 1936); finalmente, en 1941, publicó las primeras MIP en el libro *Structure of the American Economy*. La matriz de insumo-producto se deriva del aparato conceptual-metodológico del sistema de cuentas nacionales y respeta la noción del equilibrio walrasiano.

El análisis basado en las MIP permite conocer la estructura productiva de un país en un determinado año, evidenciando las relaciones entre las ramas del aparato productivo. Muestra el producto de cada rama que es necesario para satisfacer la demanda intermedia y la final, así como los requerimientos de cada sector de insumos intermedios y primarios para la producción individual. La información detallada contenida en las matrices de insumo-producto permite realizar diversos ejercicios para probar el efecto que variaciones en las variables del modelo, o exógenas a este, tienen sobre la estructura productiva.

En ese sentido, el análisis de insumo-producto resulta fundamental para estudiar la evolución de la estructura productiva de un país en el tiempo. Sin embargo, para ello, se requiere lo siguiente: a) que los flujos que registran los intercambios entre ramas económicas se descompongan en la cantidad intercambiada y su precio o b) que los valores de los intercambios estén valuados a los mismos precios para cada año analizado. De no ser así, la evolución de una variable se explicaría, por un lado, por el cambio en los determinantes de la cantidad misma y, por el otro, debido al cambio en el precio, sin poder discriminar las respectivas magnitudes.

Por ello, lo adecuado en el análisis comparativo de MIP es utilizar información valuada al mismo nivel de precios, toda vez que la matriz de coeficientes (MC) a precios corrientes presenta las estructuras de costos de cada sector de la economía; cada componente del respectivo vector columna muestra cuál fue el gasto en cada insumo que se hizo para producir el valor bruto de la producción (VBP) de una mercancía sea esta un bien o un servicio no factorial. La MC a precios constantes, al eliminar el efecto de las variaciones tanto de los precios de los insumos como del precio del producto, acerca estos coeficientes en volúmenes demandados y ofrecidos a los coeficientes técnicos en cantidades físicas que están en el origen del análisis de insumo-producto.]

Cuando se requiere estudiar el efecto de la técnica de producción y no el de la composición de los costos sobre otra variable, lo adecuado es usar la MC que resulta de estimar las transacciones a precios de un año base o a los constantes; por ejemplo, para estudiar los cambios en el empleo que genera el cambio en la técnica de producción, es imprescindible valorar las matrices a precios constantes (ver Murillo-Villanueva, 2018).

Como se detalla más adelante, las MIP del 2008 y 2012 se encuentran valuadas a precios del 2008. Considerando que la matriz del 2003 muestra diferencias menores en términos de su sistema de clasificación y nivel de desagregación con respecto a las del 2008 y 2012, la actualización de esta permitirá abarcar un periodo relativamente amplio con información homogénea, lo que posibilita analizar un sinnúmero de problemas económicos basados en el estudio de la evolución de la estructura productiva, el cambio en la técnica de producción de los distintos subsectores o la modificación en la distribución de los productos, por ejemplo: el efecto del cambio técnico sobre el empleo (ver Murillo-Villanueva, 2018), el crecimiento económico o el pago a los factores productivos. Por ello, este documento tiene como objetivo obtener la MIP de México del 2003 a precios del 2008 y, para tal fin, se utilizan dos métodos de deflación y se identifica el que mejor la actualiza.

El artículo se estructura de la siguiente manera: en el apartado dos se presentan las principales características de las matrices de insumo-producto disponibles para México, se identifican aquellas con características similares y se mencionan los trabajos de homologación realizados a la matriz del 2003; en el tercero se describen y aplican ambos métodos para el caso de la MIP del 2003; en el cuarto se muestran los resultados obtenidos y se realiza una comparación basada en el criterio de la distancia rectilínea para determinar cuál de las dos estimaciones se desvía menos de la matriz de insumo-producto del 2003 a precios corrientes; y en el último se presentan las conclusiones.

## 2. Matrices de insumo-producto en México

Las MIP pueden ser valuadas de distintas maneras: a precios de comprador,<sup>1</sup> de productor<sup>2</sup> o a básicos<sup>3</sup>; la diferencia entre ellas se encuentra en el tratamiento que se da a los impuestos, subsidios y márgenes del comercio y transporte. En el análisis de insumo-producto conviene trabajar con precios básicos, ya que permiten medir las transacciones sin incluir impuestos, subsidios, costos de transporte ni márgenes de comercialización.

En México, actualmente, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) calcula y publica las MIP con base en la información del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM). A la fecha, dispone de 10 referidas a los años: 1950, 1960, 1970, 1975, 1978, 1980, 2003, 2008, 2012 y 2013. Las primeras dos fueron elaboradas por el Banco de México y permitieron integrar el primer conjunto de cuentas consolidadas del país; las siguientes cuatro las realizó la Dirección General de Estadística (DGE) del hoy INEGI (SPP, 1980); las correspondientes a 1975 y 1978 fueron parte de una actualización de la de 1970, en tanto que la de 1980 presentó características innovadoras en relación con las precedentes. Estas seis matrices (1950, 1960, 1970, 1975, 1978, 1980) se calcularon a precios de productor y en millones de pesos corrientes.

1 Precio de comprador = precio de mercado - IVA.

2 Precio de producto = precio de comprador - márgenes comerciales y de transporte y fletes.

3 Precio básico = precio de productor - impuestos indirectos, a las ventas o IVA no deducible + subvenciones de productos.

Cuadro 1

## Homologación SCIAN

SCIAN 2003	SCIAN 2007	Homologación
<b>516</b> Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de internet <b>517</b> Otras telecomunicaciones	<b>517</b> Otras telecomunicaciones	<b>517</b> Otras telecomunicaciones
<b>931</b> Actividades del gobierno	<b>931</b> Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia <b>932</b> Organismos internacionales y extraterritoriales	<b>931</b> Actividades del gobierno y organismos internacionales

Fuente: elaboración propia con base en las MIP del 2003, 2008 y 2012.

Después de casi un cuarto de siglo, el INEGI calcula y publica la MIP del 2003 valuada a precios básicos y en millones de pesos del 2003. Las siguientes dos matrices (2008 y 2012) tienen la misma estructura que la del 2003, se calculan ambas a precios básicos, pero en miles de millones de pesos a precios del 2008.

Cabe mencionar que, aunque a nivel de subsector, las matrices del 2003, 2008 y 2012 presentan el mismo número de subsectores (79), los de la MIP del 2003 difieren de aquellos incluidos en las matrices del 2008 y 2012 porque la primera utiliza el Sistema de Clasificación de América del Norte (SCIAN) del 2002, mientras que las del 2008 y 2012 usan el SCIAN del 2007. Por último, la matriz del 2013, que fue publicada por el INEGI a inicios del 2018, está valuada en millones de pesos a precios básicos del 2013 y contempla el cambio de año base del 2008 al 2013.

Como se puede notar, el hecho de que las MIP del 2008 y 2012 estén ambas valuadas al mismo nivel de precios y consideran el mismo sistema de clasificación, permite la comparación entre ellas. Sin embargo, esta comparación podría enriquecerse con la homologación de la matriz del 2003. Aunque son varias las diferencias que existen entre esta y las del 2008 y 2012, la más importante de ellas reside en el nivel de precios básicos al que fueron valuadas. Otra diferencia relevante entre la MIP del 2003 y las del 2008 y 2012 es el sistema de clasificación industrial con el que fueron construidas. El cuadro 1 resume la diferencia entre las ediciones del SCIAN y la homologación realizada.

Por otro lado, introducir la matriz del 2013 para un futuro análisis comparativo resulta también muy atractiva. Sin embargo, el hecho de que solo se encuentra un año alejada de la MIP del 2012 y que considere el cambio de año base dificulta su inclusión ya que, para realizar una comparación a precios constantes, sería necesario no solo actualizar la matriz del 2003, sino las del 2008 y 2012 para un análisis a precios básicos del 2013. En ese sentido, en este trabajo se estima la matriz de insumo-producto del 2003 a precios básicos del 2008: esto requiere actualizarla. Dado que entre el 2003 y 2008 se registró un alza en los precios de los productos de los subsectores, las entradas de la MIP del 2003 se deben acrecentar (o inflar). La actualización o deflación de una matriz de insumo-producto puede realizarse de distintas maneras (ver Jackson and Murray, 2004).

En esta investigación se revisaron y aplicaron los dos métodos más utilizados: el de la doble deflación y el RAS. El primero se retomó debido a su simplicidad y validez teórica, mientras que el segundo, muy usado en la bibliografía de análisis de insumo-producto, tiene hoy la facilidad de instrumentarse gracias a la disponibilidad de los datos que requiere.

Al valuar con otros precios matrices de insumo-producto nos podemos enfrentar a dos inconvenientes: por un lado, es probable que las entradas de la MIP cambien significativamente (Wiebe y Lenzen, 2016) y, por el otro, se puede observar una modificación en la magnitud del valor agregado (VA). Dietzenbacher y Hoen (1998 y 1999) y Jackson y Murray (2004), entre otros, argumentan que los resultados de deflactar una matriz mediante RAS son mejores en ambos sentidos que los obtenidos por el método de la doble deflación. Respecto a este último, Durand (1994), Rajakumar y Shetty (2015), entre otros, han advertido de las deficiencias del método para estimar el valor agregado.

### 3. Dos métodos para deflactar matrices: doble deflación y RAS

Las relaciones de interdependencia que se muestran en las MIP se expresan en una serie de identidades contables, de las cuales aquí se destacan las dos más importantes (ver Schuschny, 2005, cap. 1):

$$VBP_i = X_i = X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + C_i + I_i + G_i + H_i + E_i \quad (1)$$

$$VBP_j = X_j = X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{nj} + M_{1j} + M_{2j} + \dots + M_{nj} + W_j + P_j + NT_j \quad (2)$$

La ecuación (1) muestra que la producción de cada sector puede venderse en los mercados de productos intermedios o como producto final. Así, el destino de la producción del sector  $i$  ( $VBP_i$ ) se encuentra en otras industrias ( $X_{ij}; j=1, \dots, n$ ), en el consumo de los hogares ( $C_i$ ), empresas ( $I_i$ ), gobierno ( $G_i$ ), inventarios ( $H_i$ ) o el resto del mundo ( $E_i$ ). Por su parte, la ecuación (2) muestra que el valor de la producción de cada sector  $j$  se utiliza para comprar aquellos factores productivos necesarios para que cada sector produzca; da cuenta de la adquisición de insumos intermedios nacionales ( $X_{nj}$ ) e importados ( $M_{nj}$ ), de los insumos primarios de trabajo ( $W_j$ ) y capital ( $P_j$ ), así como del pago de impuestos netos ( $NT_j$ ).

La información de las identidades (1) y (2) se presenta de dos formas: una es a través de la matriz interna de insumo-producto y la otra, de la total. La diferencia entre ellas reside en el tratamiento que se da a las importaciones. Mientras que en la interna las importaciones se registran mediante un vector fila que muestra la adquisición de insumos intermedios importados, en la total las importaciones de insumos intermedios y bienes finales se suman a los componentes de cada una de las identidades contables de la siguiente manera:

$$VBP_i = X_i = X_{i1} + M_{i1} + X_{i2} + M_{i2} + \dots + X_{in} + M_{in} + C_i + C_i^m + I_i + I_i^m + G_i + G_i^m + H_i + H_i^m + E_i + E_i^m - M_i \quad (3)$$

$$VBP_j = X_j = X_{1j} + \dots + X_{nj} + M_{1j} + \dots + M_{nj} + W_j + P_j + NT_j \quad (4)$$

donde  $M_i = M_{i1} + M_{i2} + \dots + M_{in} + C_i^m + I_i^m + G_i^m + H_i^m + E_i^m$  y donde los componentes  $M_{nj}$  representan los insumos intermedios importados y los componentes con el supra-índice  $m$  ( $C_i^m + I_i^m + G_i^m + H_i^m + E_i^m$ ), los bienes importados destinados a abastecer la demanda final. La matriz total de insumo-producto resulta de la suma de la matriz interna y la de importaciones. La decisión de usar la matriz interna o la total dependerá de los objetivos del investigador;<sup>4</sup> este trabajo plantea la actualización de la matriz total de insumo-producto del 2003.

La actualización o deflación de cualquier variable, en este caso de las transacciones que componen las MIP, se realiza mediante la aplicación de uno o varios índices de precios implícitos (IPI) (ver Díaz-Calleja, 2003). Por lo tanto, al comparar variables valuadas a un mismo precio, el investigador se asegura de captar únicamente los cambios en las cantidades producidas. El método de la doble deflación utiliza IPI, mientras que el RAS los estima.

### 3.1. Método de doble deflación

Se le llama así porque se desarrolla en dos etapas: la primera consiste en deflatar los insumos intermedios ( $Z_{ij}$ ),<sup>5</sup> la demanda final ( $f_i$ )<sup>6</sup> y el VBP ( $X_i$ ) valuados a precios corrientes utilizando, respectivamente, los IPI de los insumos intermedios, la demanda final y el VBP; la segunda etapa es para obtener por diferencia el valor agregado ( $v_j$ )<sup>7</sup> y, por lo tanto, un índice de precios del VA que iguale la identidad fundamental entre el VBP total por la oferta y por la demanda (Miller y Blair, 2009, cap. 4.8).

En este caso, el índice de precios es la razón entre el precio de una mercancía o producto a precios del 2003 y el precio en el nuevo año base (2008). Si definimos  $\pi_i = p_i^b/p_i^t$  como el índice de precios o deflactor para la industria  $i$  donde  $p_i^b$  son los precios del año base (2008) y  $p_i^t$  representan los del año corriente (2003), al multiplicar cada índice de precios por los insumos intermedios, la demanda final y el VBP obtenemos los valores de cada variable valuados a precios del 2008:

$$z^b = \hat{\pi}_z z^t, \quad f^b = \hat{\pi}_f f^t, \quad x^b = \hat{\pi}_x x^t \quad (5)$$

donde  $z^t$  representa la matriz de transacciones intersectoriales;  $\hat{\pi}_z$ , el vector diagonalizado del IPI de insumos intermedios de la industria  $i$ ;  $f^t$  es el vector de la demanda final de la industria  $i$ ;  $\hat{\pi}_f$ , el vector diagonalizado del deflactor de la demanda final de la industria  $i$ ;  $x^t$ , el vector del VBP de la industria  $i$ ;  $\hat{\pi}_x$ , el vector diagonalizado del deflactor del producto de la industria  $i$ ; el supra-índice  $b$  denota precios del año base y el supra-índice  $t$ , precios corrientes. De manera clara, la actualización de una matriz de insumo-producto requiere que el importe que se desea actualizar sea multiplicado por el IPI, mientras que la deflación requeriría dividir al monto por el IPI. A partir de la identidad (2) es posible obtener el valor agregado ( $v^b$ ) actualizado y su índice de precios para

4 Por ejemplo, si el investigador desea conocer el impacto del cambio en alguna de las variables exógenas sobre la economía nacional, se recomienda hacer uso de las matrices internas; pero si desea conocer las técnicas de producción de los distintos sectores será mejor utilizar las matrices totales, ya que también consideran los insumos importados utilizados.

5 La matriz ( $Z_{ij}$ ) representa los valores de las transacciones  $X_{ij}$ .

6  $f_i = C_i + I_i + G_i + V_i + E_i - M_i$ .

7  $v_j = W_j + P_j + NT_j$ .

cada industria ( $\hat{r}$ ). El VA a precios del año base es la diferencia entre el VBP a precios del año base ( $x^b$ ) y el consumo intermedio a precios del año base ( $i'z^b$ ):

$$(v^b)' = (x^b) - i'z^b. \quad (6)$$

El índice de precios del VA resulta del cociente del VA de un año a precios básicos y el VA a los corrientes, matricialmente:

$$\hat{v}^b = \hat{r}\hat{v}^t, \hat{r} = \hat{v}^b (\hat{v}^t)^{-1}. \quad (7)$$

El método de la doble deflación ha sido muy criticado por dos cuestiones: la primera, porque la utilización de un índice de precios de la producción para deflactar una fila completa solo se justifica si el sector produce un único bien y, por lo general, los sectores producen más de uno; la segunda crítica reside en que el valor agregado es obtenido por diferencia, de manera que el error en su medición es igual a la suma de los errores en la medición de la demanda intermedia y la final, así como el producto.<sup>8</sup> En este sentido, las limitaciones del método de doble deflación se encuentran en que supone que hay un único IPI para todas las relaciones de entrega o distribución que un subsector tiene con el resto del aparato productivo y en que su funcionamiento enfatiza, principalmente, en las relaciones de demanda (intermedia y final) dejando de lado el cambio en los precios relativos causados por las relaciones de oferta (consumo intermedio y valor agregado); sin lugar a dudas, esto último ocasiona que las estimaciones de los agregados de consumo intermedio y VA se encuentren alejados de sus valores reales en una magnitud igual a la suma de las desviaciones de todas las relaciones intersectoriales que se explican por considerar solo el ajuste por la demanda.

### ***Aplicación del método de doble deflación a la MIP del 2003***

Se utilizaron los IPI de la demanda intermedia y de la producción (información disponible en el Anexo A) obtenidos del Banco de Información Económica del INEGI (2016a). Para la estimación de la matriz de insumo-producto del 2003 a precios del 2008, se realizó lo siguiente:<sup>9</sup>

- Se estimó la matriz total de transacciones intersectoriales deflactada ( $z^b$ ) mediante la multiplicación del IPI de la demanda intermedia inter-industrial del 2003 base 2008 ( $\hat{z}_i$ ) y la matriz de transacciones a precios del 2003 ( $z^t$ ) (ecuación 5).
- Se obtuvo la demanda final y el VBP a precios del 2008 multiplicando la demanda final ( $f^t$ ) y el VBP a precios del 2003 ( $x^t$ ) por el IPI de la producción  $\hat{x}_x$ .<sup>10</sup>
- Por diferencia, se obtuvo el VA a precios del 2008 ( $v^b$ ) (ecuación 6). Para obtener el desglose de los componentes del VA, se multiplicó la participación de cada componente del VA del 2003 y el total del VA a precios del 2008. La estimación de los componentes del VA a partir de la estructura observada en el 2003 implica que no hubo cambios importantes en los precios relativos de los insumos primarios, trabajo y capital y, por lo tanto, excluye el cambio en los requerimientos de estos insumos a causa de los precios de estos factores. Sin lugar a dudas, sería deseable estimar los componentes del VA considerando los IPI de los factores,

<sup>8</sup> Durand (1994) propone como alternativa la estimación el valor agregado inter-industrial a través de los cuadros de oferta y utilización en lugar de por diferencia, como en el método de doble deflación.

<sup>9</sup> Disponible bajo solicitud a los autores.

<sup>10</sup> No se utilizó el IPI de la demanda final para deflactarla debido a que solo se encontró a un nivel de desagregación de 20 subsectores y la matriz que se pretende deflactar está desagregada en 78 subsectores.



sin embargo, en la práctica, la falta de este tipo de información limita su realización. La información de las participaciones se obtuvo del cuadro de oferta y utilización del 2003 y se encuentra disponible en el Anexo B.

### 3.2. Método RAS

Es una forma de ajuste biproporcional aplicada a las MIP. Fue introducido por Stone (1961), Stone y Brown (1962) y Bacharach (1970). Se le cataloga como un método que, sin utilizar o utilizando parcialmente información censal o de encuestas, actualiza matrices de insumo-producto. Permite estimar  $n^2$  datos usando solo  $3n$  datos (Jackson y Murray, 2004).

Sean  $a_{ij} \in A$  los coeficientes técnicos de la MIP conocida y  $q_{ij} \in Q$  los coeficientes de la matriz que se desea encontrar. Los  $3n$  datos requeridos son los siguientes: a) el vector columna de la demanda intermedia del año objetivo ( $dn_i^{obj}$ ), b) el vector fila de consumo intermedio del año objetivo ( $cn_{ji}^{obj}$ ) y c) el vector columna del VBP del año objetivo ( $x_i^{obj}$ ). El método consiste en obtener la demanda intermedia que se observa si la estructura de insumo-producto no experimentara ningún cambio,<sup>11</sup> es decir, con la estructura productiva ( $A$ ) y el valor de la producción ( $x$ ) originales:  $dn^1 = Ax$ . Las modificaciones del periodo explican las diferencias entre  $dn^{obj}$  y  $dn^1$ , de manera que si:

$$r_1 = \widehat{dn}^{obj} (\widehat{dn}^1)^{-1}, \text{ entonces } Q^1 = r_1 A. \quad (8)$$

Esta es la primera estimación de la nueva estructura de insumo-producto. Las sumas por fila de  $Q^1 x$  ahora igualan los valores conocidos de  $dn^{obj}$ . Sin embargo, las sumas por columna no serán iguales a los valores conocidos de consumo intermedio ( $cn_{ji}^{obj}$ ). A continuación se calcula  $cn^1 = i' Q^1 \hat{x}$  donde  $i' = (1, \dots, 1)$  es el vector suma. Sea:

$$s_1 = \widehat{cn}^{obj} (\widehat{cn}^1)^{-1}, \text{ entonces } Q^2 = Q^1 s_1. \quad (9)$$

donde  $Q^2$  es la matriz cuya suma por columna es igual a  $cn_{ji}^{obj}$ , pero cuya suma por fila es diferente a  $dn_i^{obj}$ . El método RAS consiste en obtener estimaciones sucesivas de  $r_i$  y  $s_i$ , hasta que la diferencia entre  $dn_i^{obj}$  y  $cn_{ji}^{obj}$  con sus respectivas estimaciones ( $r_i$  y  $s_i$ ) sea la menor posible, lo cual sucede cuando la suma por columna es igual a la suma por fila. Por lo normal, el procedimiento converge hacia una estimación estable de  $Q$  después de un número relativamente pequeño de iteraciones.

El problema que resuelve RAS también puede plantearse como uno de optimización (Bacharach, 1970) en el que la matriz estimada  $Q$  se desvía lo menos posible de la observada alcanzando los valores  $dn_i^{obj}$  y  $cn_{ji}^{obj}$ . Este método, a diferencia del de doble deflación, no tiene como finalidad proveer un valor estimado de los respectivos componentes de las demandas intermedia y final, del consumo intermedio, del VA ni del VBP, más bien supone que se cuenta de manera exógena con los valores de dichas variables.

<sup>11</sup> Para mayor detalle, ver Jackson y Murray (2004) o Miller y Blair (2009, cap. 7.4).

Los datos disponibles para esta estimación fueron el consumo intermedio, el VA, el VBP y las importaciones del 2003 a precios básicos del 2008 desagregados en 78 subsectores (información disponible en el Anexo C). Por medio del método RAS, la MIP se consiguió de la siguiente manera:<sup>12</sup>

- Con los datos disponibles y haciendo uso de las identidades contables<sup>13</sup> se obtuvo el monto de la suma de la demanda intermedia y la final.
- Del cuadro de utilización del 2003 del SCNM se obtuvo la participación de la demanda intermedia y de cada componente de la demanda final en el total del VBP (información disponible en el Anexo D). Las participaciones se multiplicaron por el monto obtenido arriba y se obtuvo la demanda intermedia y la final del 2003 a precios constantes del 2008.
- Con los vectores obtenidos de demanda intermedia y consumo intermedio objetivo (del 2003 a precios del 2008),  $dn_i^{obj}$  y  $cn_{ji}^{obj}$ , y con la matriz  $A$  de coeficientes técnicos del 2003 a precios del 2003 fue posible estimar la matriz  $Q$  de coeficientes técnicos del 2003 a precios del 2008. Sin embargo, la condición para que el método RAS converja es que el monto total de  $dn_i^{obj}$  debe ser idéntico al monto total de  $cn_{ji}^{obj}$ . En este caso, los valores discreparon en 5%, por lo que el valor total de  $dn_i^{obj}$  se ajustó hacia arriba.
- Por último, a través del cuadro de utilización del 2003 a precios del 2003, se obtuvo el valor de los componentes del VA en el total del 2008 a precios del 2003. Para ello, se multiplicó la participación de cada componente del VA y el VA deflactado (información disponible en el Anexo B).

### 4. Distancia entre la MIP del 2003 a precios corrientes y sus dos actualizaciones

Se definen tres matrices: la del 2003 a precios del 2003 (A03), la del 2003 a precios del 2008 actualizada por RAS (A03RAS) y la del 2003 a precios del 2008 actualizada por el método de doble deflación (A03DD). Ahora bien, reconsiderando que cuando se obtienen las dos actualizaciones (A03RAS y A03DD), la única información disponible de las razones entre lo que se usa para producir y lo que se produce son las estructuras de costos que genera la matriz a precios corrientes; es claro que esta referencia observada puede cambiar radicalmente mediante los efectos conjuntos de los precios relativos de insumos a productos. No obstante, el único asidero empírico observado de los coeficientes resultantes de las razones en volúmenes (o a precios constantes) entre insumos y productos son los coeficientes de costos a producto que genera la matriz a precios corrientes. Por ese motivo, en este trabajo se eligió el criterio de la mínima distancia entre dicha matriz observada y las resultantes de ambos métodos de estimación. Este criterio de elección, como resulta claro, es endeble excepto por un simple hecho contable: la única información disponible es la de costos y, por lo general, la composición del ingreso por los gastos necesarios para su consecución no está radicalmente alejada de la composición técnica de insumos para la producción (ver Wiebe y Lenzen, 2016).

En ese sentido, una medida de similitud entre dos observaciones, vectores o matrices es la distancia; cuanto más parecidas sean las observaciones comparadas, menor será la distancia entre ellas y viceversa (Puchet, 1987). Existen diversas formas de medirla (Cuadras, 1989 y Gower y Legendre, 1986): las más utilizadas son la euclídea<sup>14</sup> y la rectilínea.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Disponible bajo solicitud a los autores.

<sup>13</sup> Consumo intermedio + valor agregado + importaciones = demanda intermedia + demanda final.

<sup>14</sup>  $d_{(i,j)} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$ .

<sup>15</sup>  $d_{(i,j)} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|$ .

Cuadro 2

**Diferencias relativas porcentuales entre las matrices A03 y A03DD, así como participación en el coeficiente de insumos intermedios totales a precios del 2003**

Clase	Frecuencia	Frecuencia relativa acumulada	Participación de los coeficientes de cada clase en el coef. IT (acum.)
0-10%	2 025	47.67	47.3
11-20%	1 046	72.29	69.1
21-30%	420	82.18	79.0
31-40%	266	88.44	83.9
41-50%	174	92.54	88.5
51-60%	99	94.87	91.0
61-70%	94	97.08	92.7
71-80%	32	97.83	93.5
81-90%	15	98.18	93.8
91-100%	7	98.34	94.3
Más de 100%	70	100.00	100.0
<b>Total</b>	<b>4 248</b>		

Fuente: elaboración de los autores con base en la MIP del 2003 deflactada con el método de doble deflación.

Cuadro 3

**Diferencias relativas porcentuales entre las matrices A03 y A03RAS, así como participación en el coeficiente de insumos intermedios totales a precios del 2003**

Clase	Frecuencia	Frecuencia relativa acumulada	Participación de los coeficientes de cada clase en el coef. IT (acum.)
0-10%	645	15.48	21.2
11-20%	657	31.25	47.1
21-30%	539	44.18	59.6
31-40%	520	56.66	71.0
41-50%	444	67.32	80.2
51-60%	421	77.42	86.0
61-70%	272	83.95	90.3
71-80%	148	87.55	92.2
81-90%	65	89.06	93.3
91-100%	183	93.45	94.8
Más de 100%	273	100.00	99.8*
<b>Total</b>	<b>4 167</b>		

\* El total no es igual a 100.00 debido a las celdas que la actualización por RAS convirtió en cero.

Fuente: elaboración de los autores con base en la MIP del 2003 deflactada con el método RAS.

Cuadro 4

**Diferencias relativas porcentuales de los coeficientes de las demandas intermedia y final, el consumo intermedio y el valor agregado de las matrices A03 y A03DD, así como participación en el total de las variables respectivas**

Clase	Demanda intermedia			Demanda final			Consumo intermedio			Valor agregado		
	F	FRA	PTDI	F	FRA	PTDF	F	FRA	PTCI	F	FRA	PTVA
0.0-0.1	33	42.3	61.2	53	70.7	87.3	31	40.3	39.8	42	53.8	62.8
0.1-0.2	8	52.6	76.5	8	81.3	93.4	23	70.1	68.1	14	71.8	81.3
0.2-0.3	7	61.5	85.0	9	93.3	97.8	8	80.5	79.5	8	82.1	89.2
0.3-0.4	8	71.8	87.9	2	96.0	99.3	8	90.9	91.6	3	85.9	91.8
0.4-0.5	0	71.8	92.6	0	96.0	99.3	3	94.8	95.1	1	87.2	92.8
0.5-0.6	4	76.9	93.1	1	97.3	99.5	3	98.7	99.2	3	91.0	95.3
0.6-0.7	3	80.8	93.1	0	97.3	99.5	1	100.0	100.0	2	93.6	96.9
0.7-0.8	4	85.9	93.1	1	98.7	100.4	0			1	94.9	97.7
0.8-0.9	1	87.2	93.1	0	98.7	100.4	0			1	96.2	98.4
0.9-1.0	2	89.7	93.1	0	98.7	100.4	0			2	98.7	99.3
Más de 1.0	8	100.0	100.0	1	100.0	100.0	0			1	100.0	100.0
<b>Total</b>	<b>78</b>			<b>75</b>			<b>77</b>			<b>78</b>		

Fuente: elaboración de los autores con base en la MIP del 2003 deflactada con el método de doble deflación.

Cuadro 5

**Diferencias relativas porcentuales de los coeficientes de las demandas intermedia y final, el consumo intermedio y el valor agregado de las matrices A03 y A03RAS, así como participación en el total de las variables respectivas**

Clase	Demanda intermedia			Demanda final			Consumo intermedio			Valor agregado		
	F	FRA	PTDI	F	FRA	PTDF	F	FRA	PTCI	F	FRA	PTVA
0.0-0.1	31	39.7	29.8	38	50.7	77.4	36	46.8	54.9	41	52.6	58.2
0.1-0.2	11	53.8	64.0	4	56.0	83.2	16	67.5	74.0	21	79.5	83.4
0.2-0.3	2	56.4	68.8	3	60.0	85.4	8	77.9	83.9	8	89.7	92.0
0.3-0.4	7	65.4	77.3	2	62.7	86.7	5	84.4	88.1	4	94.9	96.3
0.4-0.5	3	69.2	84.2	5	69.3	91.9	8	94.8	94.8	1	96.2	97.5
0.5-0.6	4	74.4	93.3	2	72.0	93.6	2	97.4	97.6	1	97.4	98.3
0.6-0.7	2	76.9	94.6	7	81.3	95.9	1	98.7	99.3	0	97.4	98.3
0.7-0.8	2	79.5	94.7	2	84.0	98.8	0	98.7	99.3	0	97.4	98.3
0.8-0.9	4	84.6	94.7	0	84.0	98.8	1	100.0	100.0	1	98.7	99.3
0.9-1.0	3	88.5	95.9	0	84.0	98.8	0			0	98.7	99.3
Más de 1.0	9	100.0	100.0	12	100.0	100.0	0			1	100.0	100.0
<b>Total</b>	<b>78</b>			<b>75</b>			<b>77</b>			<b>78</b>		

Fuente: elaboración de los autores con base en la MIP del 2003 deflactada con el método RAS.



El primer punto a considerar para medir la similitud entre las matrices está relacionado con el número de celdas iguales a cero: las que en la matriz A03 fueron cero deberán permanecer cero en las matrices deflactadas A03DD y A03RAS; en la A03DD, el número de celdas cuyo valor fue igual a cero se mantuvo;<sup>16</sup> en la A03RAS, el número de celdas igual a cero se incrementó en 81 (la A03 tiene 1 836 celdas en cero, mientras que la A03RAS cuenta con 1 917). Esto se debe a que los cuadros de oferta y utilización del 2003 a precios del 2008 registran que la demanda intermedia de los subsectores (213) *Servicios de la minería* y (483) *Transporte por ferrocarril* fue cero, mientras que en la matriz A03 son diferente de cero. El valor individual de 77 de las 81 celdas eliminadas representó menos de 1% del valor total del consumo intermedio del subsector columna al que pertenecen (solo en el subsector 212, el valor de las celdas que se eliminaron representó 1.5% del valor del consumo intermedio). Por su parte, el valor del consumo intermedio de las 81 celdas eliminadas representa 0.15% del monto de consumo intermedio total de la economía. Esto quiere decir que la importancia relativa de las celdas eliminadas es relativamente baja.

El segundo punto a considerar al comparar las matrices se refiere a la similitud entre los vectores columna que representan parte de la técnica de producción de cada subsector de la matriz. Con base en lo explicado arriba, se buscará que las distancias entre los vectores de coeficientes técnicos de A03 y sus estimaciones respectivas sean menores, de manera que las estimaciones no estén radicalmente alejadas de la composición observada. Para medir la distancia entre coeficientes, se calcularon las diferencias porcentuales relativas entre los coeficientes de las matrices estimadas A03DD y A03RAS y los de la observada A03 según la definición de distancia rectilínea (ecuación 10):

$$D(a_{ij}) = \left( \frac{|a_{ij}^{03DD} - a_{ij}^{03}|}{a_{ij}^{03}} \right) \times 100. \quad (10)$$

La razón por la cual se utilizó el método de la distancia rectilínea se encuentra en que los coeficientes técnicos de las MIP, al no representar puntos de un plano cartesiano sino observaciones, conducen a que la diferencia entre observaciones homólogas resulte la misma con el criterio de distancia euclídea que con el de la rectilínea. Sin embargo, los resultados obtenidos de la euclídea no están acotados, mientras que los conseguidos de la rectilínea (ecuación 10) sí lo están.

Los cuadros 2 y 3 muestran las distancias entre los coeficientes de la matriz A03 y las A03DD y A03RAS, respectivamente. En la primera columna se presentan las distintas categorías en las que se clasifica la diferencia porcentual relativa (ecuación 10) entre coeficientes y que va desde cero hasta más de 100%; en este trabajo, se consideró que los coeficientes más similares serán aquellos que estén alejados de su valor en la matriz A03 en un porcentaje no mayor a 30%; la segunda muestra el número de coeficientes que se encuentran en cada categoría; la tercera indica el porcentaje que representan respecto al total de coeficientes; y en la cuarta se presenta la participación del valor de los coeficientes de cada categoría  $k(c(k))$  en el valor del coeficiente de insumos totales (*coef. IT*) resultante de las transacciones intersectoriales del 2003 a precios del 2003 y que se define como:

$$Particip. \text{ en el coef. } IT^{03} = \frac{\sum_i \sum_j a_{ij}^{03DD}, (i, j) c(k), k=0, \dots, 10}{\sum_j^{78} \sum_i^{78} a_{ij}^{03}} \quad (11)$$

donde el valor del denominador es 34.09.

<sup>16</sup> Esto se debe a que la matriz A03DD es el resultado de la multiplicación de A03 por el índice de precios de la demanda intermedia.

El cuadro 2 muestra las diferencias relativas entre las matrices A03 y A03DD. Como se observa, aquellas celdas que constituyen 79% del coeficiente de insumos intermedios totales de la matriz A03 se captaron con un error porcentual que no excede a 30%, las cuales representan, de manera conjunta, a 82% del total de las celdas (3 491). Por su parte, aquellas celdas cuyo error relativo fue mayor a 30% tienen un peso relativo en las transacciones intermedias muy bajo. Además, se observa que la frecuencia disminuye considerablemente conforme aumenta el error representado por cada clase. Los resultados sugieren una buena aproximación individual de los coeficientes técnicos de la matriz actualizada por doble deflación.

Por su parte, el cuadro 3 presenta las diferencias relativas entre las matrices A03 y A03RAS. Se observa que de las 4 167 celdas diferentes de cero, solo 44% (1 840) muestra una diferencia relativa porcentual respecto a sus valores en A03 que oscila entre 0 y 30% y representa casi 60% del valor del coeficiente de consumo intermedio total, es decir, poco más de la mitad de los coeficientes técnicos estimados se desvían más de 30% respecto a su valor en A03 y su participación en el coeficiente de insumos intermedios totales es menor (59.6%); esto sugiere que, de acuerdo con este criterio, la estimación de la matriz A03DD es mejor que la obtenida por el método RAS.

El tercer punto a considerar está relacionado con la evaluación de las estimaciones de los bordes de la matriz, es decir, de los coeficientes de demanda intermedia,<sup>17</sup> final,<sup>18</sup> consumo intermedio<sup>19</sup> y valor agregado.<sup>20</sup> Las diferencias relativas se obtuvieron a través de la distancia rectilínea; por ejemplo, la diferencia entre el valor estimado y el observado del coeficiente de demanda intermedia se define como en la ecuación (12), mientras que la participación de los coeficientes de cada categoría en el total del coeficiente del 2003 a precios del 2003 se define en la ecuación (13), y lo mismo se hace para el resto de variables:

$$D(dn_i) = \frac{|dn_i^{03DD} - dn_i^{03}|}{dn_i^{03}} \quad (12)$$

$$P. Cdn^{03} = \frac{\sum_i dn_i^{03DD} (i) c(k), k=0, \dots, 10}{\sum_i^{78} dn_i^{03}} \quad (13)$$

Los cuadros 4 y 5 muestran las diferencias relativas entre los coeficientes observados (A03) y los estimados (A03DD y A03RAS) para las cuatro variables: la columna F presenta la frecuencia de las diferencias según la categoría, la FRA denota la frecuencia relativa acumulada y la columna PT\_ representa la participación acumulada de cada clase en el total para la matriz A03 de la variable de interés correspondiente.<sup>21</sup>

Los resultados muestran que la matriz A03DD reporta los coeficientes de demandas intermedia y final y consumo intermedio más similares a los de la A03, ya que el porcentaje de los coeficientes estimados con menor desviación es mayor; en concreto, 62, 93 y 81% de los respectivos coeficientes fueron estimados con una desviación no mayor a 30% respecto a su valor en la matriz A03.

Asimismo, se observa que la participación de los coeficientes en sus totales es de 85, 90 y 80%, respectivamente. En cambio, se ve que los coeficientes de VA fueron mejor estimados por el método RAS que por el de doble deflación, ya que 90% de los coeficientes de VA obtenidos en A03RAS muestran una desviación no mayor a 30% respecto a sus valores originales, con una participación en su total de 92 por ciento.

Como diversos autores señalan, la estimación del valor agregado y sus respectivos coeficientes a través del método de doble deflación muestra algunas deficiencias. Sin embargo, aunque en este ejercicio las estimaciones del VA por RAS resultan ser mejores que aquellas por el método de doble deflación, la diferencia entre ellas es menor. Mientras que el porcentaje de coeficientes de VA con una desviación menor a 30% respecto a A03 es 8% mayor en A03RAS que en A03DD, la participación de estos en el coeficiente de valor agregado total es solo 3% mayor.

El cuarto criterio para la elección del método que mejor actualiza la matriz A03 consiste en que los resultados tengan sentido económico. Este criterio toma relevancia porque en la estimación del VA de A03DD pueden surgir valores negativos, es decir, como el valor agregado se obtiene por diferencia  $[(v^b)' = (x^b) - i'z^b]$ , es posible que para algún sector el monto actualizado del consumo intermedio ( $i'z^b$ ) sea mayor al del VBP ( $x^b$ ), ocasionando que el VA sea negativo, lo cual no tiene ningún sentido económico porque indica destrucción de valor; dicho de otro modo, una situación de VA negativo sugiere un déficit, deuda u obligación adquirida por el pago de los factores productivos, de manera que la producción observada, en lugar de generar ingreso para los hogares y las empresas, requirió de ingreso proveniente de estos sectores institucionales. Para el caso de la actualización de la matriz de A03DD, los resultados arrojan que el VA del subsector SCIAN (326) *Industria del plástico y del hule* toma un valor de -9 104 (en miles de millones de pesos a precios del 2008). Este resultado respalda con evidencia la deficiencia del método de doble deflación para la estimación del valor agregado.

Por último, los resultados de los cuatro criterios considerados para evaluar la calidad de las estimaciones de la matriz del 2003 a precios del 2008 sugieren algunas diferencias importantes y otras menores. Primero, se observa que la matriz estimada por el método de doble deflación mantiene el número de celdas igual a cero, mientras que la estimación por RAS lo altera, aunque se puede demostrar que la importancia relativa de las celdas eliminadas es mínima. Segundo, se pudo ver que la A03DD estimó mejor la matriz de coeficientes técnicos, ya que es la que menos se aleja de la A03, esto se debe a que 82% de los coeficientes técnicos se estimó con una desviación menor a 30% respecto a su valor en la matriz A03 y representan 79% del coeficiente total de insumos totales. Tercero, respecto a los coeficientes de las variables borde (como la demanda intermedia y la final, el consumo intermedio y el valor agregado), se observa que la estimación de los primeros tres es ligeramente mejor en A03DD, pero que la estimación de los coeficientes de VA en A03RAS es mejor. Además, se comprobó que el método de doble deflación es deficiente en la estimación del valor agregado, ocasionando que para el caso de un sector se obtuviera un coeficiente sin sentido económico. Sin lugar a dudas, este último punto limita el uso de la matriz A03DD.

## 5. Conclusiones

La comparación de diversas matrices de insumo-producto permite conocer la evolución de la estructura productiva de una economía durante un periodo determinado. Sin embargo, requiere del uso de matrices valuadas a los mismos precios. De las MIP disponibles para México, se encontró que la del 2003 puede homologarse para ser comparada con las del 2008 y 2012, que están valuadas al mismo nivel de precios y que consideran el mismo sistema de clasificación industrial, y ello requiere la estimación de la matriz del 2003 a precios del 2008.

Este trabajo describe detalladamente los pasos realizados para la obtención de la MIP del 2003 a precios del 2008 a partir de los métodos de doble deflación y RAS y presenta la información utilizada en ambos ejercicios. El criterio que se utiliza para la determinación de la mejor estimación es el de la distancia rectilínea. Se considera que el ajuste en los precios de referencia no debe alterar demasiado la relación que existe entre el uso y la distribución de los insumos y el producto total ni la relación entre la demanda intermedia y la final, el consumo intermedio, el VA y el VBP. Por ello, la matriz actualizada menos distante de la original será la mejor estimada. Para ello, se consideraron cuatro criterios: el primero incluye el número de celdas iguales a cero; el segundo, la distancia entre las entradas de la matriz que registran las relaciones intersectoriales; el tercero revisa la distancia entre las variables borde de la matriz; y el cuarto considera la congruencia económica de las estimaciones.

Los resultados muestran diferencias importantes entre las dos actualizaciones. Contrario a lo sugerido por Dietzenbacher y Hoen (1998 y 1999) y Jackson y Murray (2004), el ejercicio realizado para el caso de la MIP de México muestra que la matriz de coeficientes técnicos y los coeficientes de demandas intermedia y final y consumo intermedio se estiman mejor con el método de doble deflación, pero en concordancia con los mismos autores, este método es deficiente en la estimación del valor agregado. De manera puntual, se encontró que, debido a que el método de doble deflación obtiene por diferencia el VA, este último resultó negativo para el caso de un subsector, lo cual indica errores importantes en la medición y, por ello, falta de congruencia económica. Por lo tanto, considerando lo anterior, los resultados sugieren que la actualización por el método RAS es superior en el criterio de la congruencia económica y que la distancia entre los coeficientes estimados por RAS y observados de las variables borde (consumo intermedio, valor agregado, demandas intermedia y final, así como valor bruto de la producción) es aceptable. Por eso, y por el hecho de que los datos de las variables borde del 2003 a precios del 2008 fueron generados y actualizados por el propio INEGI, se concluye que la mejor estimación es la obtenida por el método RAS.

La actualización de la matriz de insumo-producto del 2003 representa un ejercicio importante para la elaboración de información que eventualmente permite incorporar una nueva dimensión a la comparación y análisis de la evolución de la estructura productiva de México en el periodo 2003-2012, lo que, a su vez, facilita dar respuesta a diversos problemas económicos relacionados con el cambio en la técnica de producción y su efecto en otras variables de interés.

---

## Fuentes

- Bacharach, M. *Biproportional Matrices and Input-Output Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 1970.
- Baumol, W. J. & T. Ten Raa. "Wassily Leontief: In appreciation", en: *The European Journal of the History of Economic Thought*. 16:3, 2009, pp. 511-522.
- Cuadras, C. M. "Distancias estadísticas", en: *Estadística Española*. Vol. 30, Núm. 119, 1989, pp. 295-378.
- Díaz Calleja, E. "Deflatores y precios implícitos: índices de precio y volumen en la contabilidad nacional", en: *Revista de Economía Crítica*. 1, 2003, pp. 113-127.
- Dietzenbacher, E., & A. R. Hoen, "Double deflation and aggregation", en: *Environment and Planning A*. 31(9), 1999, pp. 1695-1704.
- Dietzenbacher, E. & Hoen, A. R. "Deflation of input-output tables from the user's point of view: a heuristic approach", en: *Review of Income and Wealth*. 44, 1998, pp. 111-122.
- Durand, R. "An Alternative to Double Deflation to Measuring Real Industry Value-Added", en: *Review of Income and Wealth*. 40, 1994, pp. 303-316.
- Gower, J. C. and P. Legendre. "Metric and Euclidean Properties of Dissimilarity Coefficients", en: *Journal of Classification*. 3, 1986, pp. 5-48.
- INEGI. *Matrices de insumo-producto*. INEGI, 2017 (DE) <http://www.inegi.org.mx/>
- \_\_\_\_\_. *Banco de Información Económica. Índices de precios implícitos base 2008*. INEGI, 2016a (DE) <http://www.inegi.org.mx/>



- \_\_\_\_\_. *Banco de Información Económica. Cuentas nacionales base 2008*. INEGI, 2016b (DE) <http://www.inegi.org.mx/>
- \_\_\_\_\_. *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Matriz de insumo-producto del 2003*. INEGI, 2016c (DE) <http://www.inegi.org.mx/>
- Jackson, R. W. and A. T. Murray. "Alternative Input-Output Matrix Updating Formulas", en: *Economic Systems Research*. 16, 2004, pp. 135-148.
- Kurz, D. H. & N. Salvadori. "'Classical' roots of input-output analysis: A short account of its long prehistory", en: *Economic Systems Research*. 12:2, 2000, pp. 153-179.
- Leontief, W. "Quantitative input and output relations in the economic system of the United States", en: *Review of Economics and Statistics*. 18:3, 1936, pp. 105-125.
- Miller, R. and P. Blair. *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. 2nd edition. Cambridge University Press, 2009.
- Murillo-Villanueva, B. *El desempleo tecnológico en la industria manufacturera en México, 2003-2012: el efecto del cambio técnico en el empleo*. Tesis doctoral. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2018.
- Puchet, M. "Experimentos de actualización de matrices de insumo-producto de México", en: P. Alonzo Quiroz et al. (editores). *Análisis aplicado de insumo-producto*. México, CIDE, 1987, pp. 90-122.
- Rajakumar, J. Dennis & S. L. Shetty. "Gross value added: Why not the double deflation method for estimation", en: *Economic and Political Weekly*. Vol. I, No. 33, August 15th, 2015, pp. 78-81.
- Schuschny, A. *Tópicos sobre el modelo de insumo-producto. Teoría y aplicaciones*. Serie de Estudios Estadísticos y Prospectivos. Santiago, CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas, 2005.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). *Bases informativas para la utilización del modelo de insumo-producto*. Tomo I: *Homogeneización de las matrices 1950-1960-1970*. México, SPP, 1980.
- Stone, R. *Input-Output and National Accounts*. Paris, Organization for Economic Cooperation and Development, 1961.
- Stone, R. & A. Brown. *A Computable Model of Economic Growth*. Vol. 1, *A Programme for Growth*. London, Chapman and Hall, 1962.
- Wiebe, K. y M. Lenzen. "To RAS or not to RAS? What's the difference in outcomes in the multi-regional input-output models?", en: *Economic Systems Research*. 28, 2016, pp. 383-402.

**Anexo A****Índices de precios implícitos de la producción y la demanda intermedia del 2003,  
índice base 2008 = 100**

SCIAN	IPI producción	IPI demanda intermedia	SCIAN	IPI producción	IPI demanda intermedia
111	68.0	72.5	485	79.1	69.8
112	77.2	70.0	486	77.7	89.4
113	84.3	82.5	487	75.5	74.3
114	88.1	80.2	488	77.9	73.2
115	72.3	74.7	491	84.7	79.2
211	35.9	66.5	492	33.4	78.9
212	54.0	63.8	493	80.6	85.2
213	71.5	71.7	511	83.1	78.8
221	71.5	52.7	512	80.8	82.1
222	76.4	50.7	515	71.9	82.0
236	74.1	73.8	517	100.5	78.6
237	70.3	73.6	518	81.4	89.1
238	73.8	74.5	519	79.1	94.9
311	71.4	67.6	521	104.8	81.7
312	89.4	73.0	522	84.3	80.8
313	82.6	70.2	523	122.6	80.2
314	81.5	84.7	524	98.1	86.0
315	87.3	77.4	531	81.2	81.5
316	86.4	87.4	532	66.2	85.4
321	80.6	80.4	533	81.1	78.6
322	78.3	88.9	541	79.8	82.4
323	84.0	82.5	551	74.1	83.5
324	30.4	82.3	561	79.1	77.6
325	61.6	29.2	562	80.2	82.7
326	73.6	74.5	611	72.1	79.1
327	83.8	73.9	621	72.4	81.8
331	42.5	88.4	622	86.2	82.5
332	66.1	47.8	623	82.0	82.3
333	71.7	71.4	624	75.1	77.9
334	101.7	64.9	711	81.1	78.2
335	72.0	105.3	712	78.0	80.6
336	86.3	63.1	713	76.7	81.2
337	80.3	76.7	721	87.9	80.3
339	79.2	85.3	722	80.2	76.2
43-46	74.6	78.2	811	81.8	78.0
481	66.8	78.2	812	81.3	83.2
482	69.8	66.1	813	82.9	79.8
483	94.8	70.9	814	73.6	79.7
484	76.3	133.1	931	75.6	79.6

Fuente: INEGI. Banco de Información Económica. Índices de precios implícitos base 2008. INEGI, 2016a.

## Anexo B

### Participación de los componentes del valor agregado en el valor agregado del 2003 a precios del 2003

SCIAN	VA	$t_1$	$W$	$t_2$	S	SCIAN	VA	$t_1$	$W$	$t_2$	S
111	1.0000	0.0060	0.1260	0.0000	0.8680	485	1.0000	0.0287	0.3181	-0.0036	0.6568
112	1.0000	0.0021	0.2599	0.0002	0.7378	486	1.0000	0.0035	0.4473	0.0034	0.5458
113	1.0000	0.0030	0.1526	0.0000	0.8444	487	1.0000	0.0527	0.3503	0.0199	0.5771
114	1.0000	0.0309	0.2518	0.0125	0.7048	488	1.0000	0.0039	0.1859	0.0070	0.8032
115	1.0000	0.0049	0.4011	0.0011	0.5930	491	1.0000	0.0022	0.9794	-0.0635	0.0819
211	1.0000	0.0011	0.0406	0.6658	0.2924	492	1.0000	0.0285	0.3976	0.0106	0.5634
212	1.0000	0.0081	0.2165	0.0105	0.7648	493	1.0000	0.0044	0.5557	0.0162	0.4237
213	1.0000	0.0115	0.4478	0.0143	0.5264	511	1.0000	0.0007	0.2309	0.0041	0.7644
221	1.0000	0.0283	0.3261	0.0053	0.6403	512	1.0000	0.0003	0.0599	0.0148	0.9250
222	1.0000	-0.0010	0.5499	0.0124	0.4387	515	1.0000	-0.0014	0.1462	0.0026	0.8526
236	1.0000	0.0057	0.3943	0.0025	0.5975	517	1.0000	0.0067	0.2802	0.0066	0.7065
237	1.0000	0.0102	0.4147	0.0071	0.5680	518	1.0000	0.0013	0.6485	0.0146	0.3356
238	1.0000	0.0069	0.4375	0.0015	0.5540	519	1.0000	0.0004	0.6934	0.0161	0.2901
311	1.0000	0.0032	0.2255	0.0033	0.7680	521	1.0000	0.0002	0.1810	0.0056	0.8131
312	1.0000	0.0068	0.2839	0.0110	0.6983	522	1.0000	-0.0003	0.3304	0.0229	0.6470
313	1.0000	0.0109	0.4716	0.0147	0.5028	523	1.0000	-0.0002	0.4914	0.0106	0.4981
314	1.0000	0.0188	0.4369	0.0070	0.5373	524	1.0000	-0.0003	0.2062	0.0252	0.7688
315	1.0000	0.0134	0.4325	0.0077	0.5464	531	1.0000	0.0001	0.0096	0.0103	0.9800
316	1.0000	0.0064	0.3914	0.0074	0.5948	532	1.0000	0.0031	0.0778	0.0054	0.9137
321	1.0000	0.0080	0.3237	0.0027	0.6656	533	1.0000	0.0000	0.0025	0.0000	0.9975
322	1.0000	0.0105	0.3290	0.0097	0.6508	541	1.0000	0.0022	0.2702	0.0036	0.7240
323	1.0000	0.0051	0.4841	0.0177	0.4930	551	1.0000	0.0021	0.4739	0.1506	0.3734
324	1.0000	0.0179	0.4103	0.0011	0.5706	561	1.0000	0.0011	0.5342	0.0053	0.4594
325	1.0000	0.0115	0.3446	0.0148	0.6291	562	1.0000	0.0096	0.2784	0.0093	0.7027
326	1.0000	0.0076	0.4443	0.0127	0.5354	611	1.0000	0.0002	0.7560	0.0026	0.2412
327	1.0000	0.0099	0.2724	0.0039	0.7138	621	1.0000	0.0015	0.4126	0.0020	0.5839
331	1.0000	0.0168	0.2357	0.0048	0.7428	622	1.0000	0.0017	0.7994	0.0039	0.1950
332	1.0000	0.0072	0.4361	0.0121	0.5446	623	1.0000	0.0019	0.7331	0.0057	0.2593
333	1.0000	0.0078	0.7054	0.0127	0.2741	624	1.0000	0.0041	0.6253	0.0050	0.3655
334	1.0000	0.0028	0.4135	0.0099	0.5738	711	1.0000	0.0004	0.0734	0.0032	0.9230
335	1.0000	0.0067	0.4582	0.0111	0.5239	712	1.0000	0.0001	0.9352	0.0162	0.0484
336	1.0000	0.0059	0.3398	0.0045	0.6498	713	1.0000	0.0021	0.3678	0.0203	0.6097
337	1.0000	0.0088	0.3919	0.0078	0.5915	721	1.0000	0.0012	0.1117	0.0080	0.8791
339	1.0000	0.0081	0.4905	0.0097	0.4918	722	1.0000	0.0018	0.3945	0.0034	0.6003
43-46	1.0000	0.0005	0.2411	0.0101	0.7484	811	1.0000	0.0045	0.2034	0.0056	0.7864
481	1.0000	0.0791	0.6648	0.0466	0.2096	812	1.0000	0.0009	0.0746	0.0019	0.9226
482	1.0000	0.0285	0.3301	0.0192	0.6221	813	1.0000	0.0010	0.4208	0.0029	0.5753
483	1.0000	0.0211	0.5386	0.0041	0.4362	814	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
484	1.0000	0.0258	0.3367	0.0000	0.6374	931	1.0000	0.0026	0.9837	0.0075	0.0062

Donde  $t_1$  es impuestos netos sobre bienes y servicios;  $W$ , salarios;  $t_2$ , impuestos netos a la producción; y  $P$ , excedente bruto de operación.

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Matriz de insumo-producto del 2003. INEGI, 2016c.

## Anexo C

### Consumo intermedio, valor agregado, valor bruto de la producción e importaciones del 2003 a precios del 2008

SCIAN	CI	VA	X	M	SCIAN	CI	VA	X	M
111	73 804	227 745	301 550	92 019	485	176 072	220 719	396 791	0
112	112 712	105 032	217 745	2 586	486	3 211	6 356	9 568	0
113	4 185	15 478	19 663	701	487	1 720	1 883	3 603	0
114	5 380	8 022	13 403	61	488	23 894	43 446	67 340	600
115	1 978	4 012	5 989	9 801	491	482	2 298	2 780	0
211	76 055	980 154	1 056 209	0	492	5 915	27 725	33 640	0
212	33 515	76 228	109 742	16 916	493	7 692	4 700	12 393	0
213	40 251	44 969	85 220	0	511	11 706	16 431	28 137	0
221	177 144	135 871	313 015	196	512	8 629	6 174	14 802	0
222	14 822	35 385	50 207	0	515	16 989	11 832	28 822	2 341
236	429 231	568 622	997 853	0	517	96 249	119 206	215 455	4 062
237	180 595	134 183	314 778	0	518	1 309	1 845	3 154	0
238	41 604	84 334	125 938	0	519	708	687	1 395	0
311	679 950	405 815	1 085 765	111 118	521	1 333	11 516	12 849	0
312	103 353	82 524	185 877	6 515	522	78 809	148 948	227 757	416
313	43 391	18 280	61 672	65 109	523	7 791	4 495	12 286	0
314	17 400	12 426	29 826	7 744	524	69 775	25 101	94 876	28 969
315	89 653	59 821	149 474	36 418	531	99 278	1 199 506	1 298 784	0
316	28 612	17 093	45 705	23 069	532	8 447	16 342	24 789	3 766
321	28 971	20 037	49 009	15 420	533	376	14 430	14 806	0
322	81 234	34 182	115 416	64 146	541	83 437	247 027	330 463	23 936
323	23 483	14 251	37 733	14 663	551	17 370	56 110	73 480	0
324	705 872	87 579	793 451	77 656	561	65 087	336 249	401 336	939
325	540 042	247 941	787 983	325 973	562	2 373	3 425	5 798	0
326	134 583	52 511	187 095	128 683	611	52 406	442 838	495 244	0
327	92 453	97 916	190 368	27 842	621	29 962	103 659	133 621	0
331	283 090	138 256	421 346	114 007	622	55 804	101 981	157 785	0
332	132 348	58 344	190 691	141 380	623	753	1 279	2 032	0
333	75 727	55 111	130 838	235 906	624	6 229	7 761	13 991	0
334	396 978	92 841	489 819	301 636	711	3 187	19 593	22 780	0
335	156 716	60 623	217 339	205 082	712	1 230	4 095	5 326	0
336	563 722	200 668	764 390	311 297	713	12 733	27 813	40 545	0
337	36 038	28 029	64 068	9 752	721	44 524	91 498	136 022	0
339	82 080	40 172	122 251	58 352	722	85 317	159 427	244 744	101
43-46	396 190	1 431 039	1 827 229	0	811	40 735	51 633	92 368	1 899
481	44 904	16 500	61 404	12 898	812	25 664	89 449	115 112	0
482	9 634	15 174	24 807	0	813	18 585	31 503	50 087	0
483	6 850	7 869	14 719	0	814	ND	50 081	50 081	0
484	121 079	268 197	389 276	0	931	135 180	427 605	562 785	0

ND: no disponible.

Fuente: INEGI. Banco de Información Económica. Cuentas nacionales base 2008. INEGI, 2016b.



**Participación de la demanda intermedia y de los componentes de la demanda final del 2003**  
**en el total de la demanda global a precios básicos del 2008** (*consumo intermedio + valor agregado*  
*+ importaciones = demanda intermedia + demanda final*)

SCIAN	DG	DI	DF	DF	C	G	K	V	E
111	1	0.5159	0.4841	1	0.5354	0.0000	0.0130	0.1645	0.2871
112	1	0.7662	0.2338	1	0.6917	0.0000	0.0891	0.1463	0.0730
113	1	0.8429	0.1571	1	0.7329	0.0000	0.0002	0.1316	0.1353
114	1	0.1518	0.8482	1	0.8888	0.0000	0.0000	0.0000	0.1112
115	1	0.8150	0.1850	1	0.1233	0.0000	0.0000	0.5844	0.2922
211	1	0.5396	0.4604	1	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0101	1.0101
212	1	0.7987	0.2013	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0661	0.9339
213	1	0.0000	1.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
221	1	0.6725	0.3275	1	0.9455	0.0000	0.0000	0.0000	0.0545
222	1	0.7022	0.2978	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
236	1	0.0037	0.9963	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
237	1	0.0385	0.9615	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
238	1	0.8967	0.1033	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
311	1	0.1847	0.8153	1	0.9377	0.0000	0.0000	0.0182	0.0441
312	1	0.0367	0.9633	1	0.9187	0.0000	0.0000	0.0040	0.0772
313	1	0.7500	0.2500	1	0.5905	0.0000	0.0000	0.0849	0.3247
314	1	0.2910	0.7090	1	0.6664	0.0000	0.0105	0.0132	0.3099
315	1	0.0910	0.9090	1	0.7349	0.0000	0.0000	-0.0011	0.2662
316	1	0.2448	0.7552	1	0.8748	0.0000	0.0000	0.0092	0.1160
321	1	0.8432	0.1568	1	0.6078	0.0000	0.0065	0.0729	0.3127
322	1	0.7436	0.2564	1	0.6956	0.0000	0.0000	0.0769	0.2276
323	1	0.6607	0.3393	1	0.6814	0.0753	0.0000	0.0012	0.2422
324	1	0.6671	0.3329	1	0.8249	0.0000	0.0000	-0.0426	0.2177
325	1	0.5753	0.4247	1	0.7901	0.0000	0.0001	0.0371	0.1694
326	1	0.6777	0.3223	1	0.5761	0.0000	0.0000	0.0678	0.3561
327	1	0.6403	0.3597	1	0.6780	0.0000	0.0018	0.0358	0.2844
331	1	0.7848	0.2152	1	0.0090	0.0000	0.0619	0.0834	0.8132
332	1	0.6043	0.3957	1	0.3757	0.0000	0.1354	0.0206	0.4683
333	1	0.2942	0.7058	1	0.0297	0.0000	0.6416	0.0070	0.3217
334	1	0.3647	0.6353	1	0.1269	0.0000	0.1326	0.0029	0.7376
335	1	0.4075	0.5925	1	0.2258	0.0000	0.0954	0.0091	0.6696
336	1	0.2086	0.7914	1	0.3931	0.0000	0.1581	0.0096	0.4391
337	1	0.1129	0.8871	1	0.5416	0.0000	0.2993	0.0034	0.1557
339	1	0.2862	0.7138	1	0.5079	0.0000	0.0422	0.0087	0.4411
43-46	1	0.3680	0.6320	1	0.7216	0.0000	0.0944	0.0000	0.1840
481	1	0.2936	0.7064	1	0.7682	0.0000	0.0000	0.0000	0.2318
482	1	0.0000	1.0000	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
483	1	0.0282	0.9718	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
484	1	0.4268	0.5732	1	0.7007	0.0000	0.0893	0.0000	0.2100
485	1	0.0343	0.9657	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

**Participación de la demanda intermedia y de los componentes de la demanda final del 2003  
en el total de la demanda global a precios básicos del 2008** (*consumo intermedio + valor agregado  
+ importaciones = demanda intermedia + demanda final*)

SCIAN	DG	DI	DF	DF	C	G	K	V	E
486	1	0.4334	0.5666	1	0.6990	0.0000	0.0898	0.0000	0.2112
487	1	0.0000	1.0000	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
488	1	0.4440	0.5560	1	0.9345	0.0000	0.0000	0.0000	0.0655
491	1	0.9140	0.0860	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
492	1	0.6406	0.3594	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
493	1	1.0112	-0.0112	1	0.7216	0.0000	0.0944	0.0000	0.1840
511	1	0.5899	0.4101	1	0.6498	0.0000	0.3502	0.0000	0.0000
512	1	0.4011	0.5989	1	0.9784	0.0000	0.0216	0.0000	0.0000
515	1	0.0595	0.9405	1	0.9775	0.0018	0.0000	0.0000	0.0206
517	1	0.3330	0.6670	1	0.9871	0.0000	0.0000	0.0000	0.0129
518	1	1.0112	-0.0112	1	0.7007	0.0000	0.0893	0.0000	0.2100
519	1	0.5400	0.4600	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
521	1	0.9177	0.0823	1	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
522	1	0.3318	0.6682	1	0.9946	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054
523	1	0.5244	0.4756	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
524	1	0.3995	0.6005	1	0.7635	0.0000	0.0000	0.0000	0.2365
531	1	0.1433	0.8567	1	0.9999	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
532	1	0.8735	0.1265	1	0.9994	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006
533	1	0.1910	0.8090	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
541	1	0.8305	0.1695	1	0.7054	0.2068	0.0035	0.0000	0.0843
551	1	1.0112	-0.0112	1	0.6990	0.0000	0.0898	0.0000	0.2112
561	1	0.9479	0.0521	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
562	1	0.2371	0.7629	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
611	1	0.0056	0.9944	1	0.2338	0.7662	0.0000	0.0000	0.0000
621	1	0.0000	1.0000	1	0.4524	0.5476	0.0000	0.0000	0.0000
622	1	0.0000	1.0000	1	0.2468	0.7532	0.0000	0.0000	0.0000
623	1	0.0000	1.0000	1	0.7221	0.2779	0.0000	0.0000	0.0000
624	1	0.0000	1.0000	1	0.3205	0.6795	0.0000	0.0000	0.0000
711	1	0.0592	0.9408	1	0.9726	0.0274	0.0000	0.0000	0.0000
712	1	0.0048	0.9952	1	0.1485	0.8515	0.0000	0.0000	0.0000
713	1	0.0000	1.0000	1	0.9886	0.0114	0.0000	0.0000	0.0000
721	1	0.2113	0.7887	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
722	1	0.1028	0.8972	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
811	1	0.5080	0.4920	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
812	1	0.0536	0.9464	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
813	1	0.1869	0.8131	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
814	1	0.0000	1.0000	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
931	1	0.0004	0.9996	1	0.0029	0.9971	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: INEGI. Banco de Información Económica. Cuentas nacionales base 2008. INEGI, 2016b.