

Construcción de la Matriz Insumo Producto para la Ciudad de Córdoba 2017

Néstor Grión¹, Andrés Michel², Gabriel Michelena³ y Federico Wyss⁴

¹Subsecretaría de DyAE. Municipalidad de Córdoba.

²Subsecretaría de DyAE. Municipalidad de Córdoba.

³Universidad de Buenos Aires.

⁴Subsecretaría de DyAE. Municipalidad de Córdoba.

Palabras clave matriz insumo producto, matrices regionales, Córdoba.

Código JEL: D57, C67.

1 Introducción

El análisis cuantitativo de políticas públicas es fundamental a la hora de su diseño e implementación. Una de las herramientas más utilizadas para este tipo de trabajos han sido históricamente las matrices insumo producto (MIP). Sin embargo, en la Argentina esta tarea se ha visto dificultada en los últimos años debido a la falta de estadísticas o a la desactualización de las mismas. En este sentido, resulta necesario aclarar que la última MIP publicada de manera oficial data del año 1997. En el caso de la provincia de Córdoba, la última matriz provincial publicada tiene como año base al 2003, y fue realizada mediante un convenio entre el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y la Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Córdoba (DGEyC).

Este desfase entre la información disponible y la estructura actual de la economía vuelve necesario la construcción de una MIP actualizada a un año más reciente. Este trabajo requiere un ordenamiento de información estadística de diferentes fuentes, con el objetivo de actualizar la mayor cantidad de variables posibles en base a la nueva información disponible.

Así, el presente trabajo se propone dos objetivos complementarios. Por un lado, la primer tarea consiste en actualizar la matriz provincial de Córdoba al año 2017, empleando la información disponible en las cuentas provinciales sobre el Producto Básico Geográfico (PBG) sectorial, añadiendo los datos referidos a las cuentas del gobierno, las bases de datos de comercio internacional, las encuestas de hogares y las estadísticas de empleo. Por otro lado, en una segunda etapa buscamos estimar una Matriz Insumo Producto para la Ciudad de Córdoba, mediante el uso de diferentes técnicas de regionalización complementadas con información relevante sobre la producción, el empleo y el comercio.

Sin tener en cuenta la sección actual, el trabajo está organizado de la siguiente manera. En la segunda sección realizamos una breve introducción a las matrices

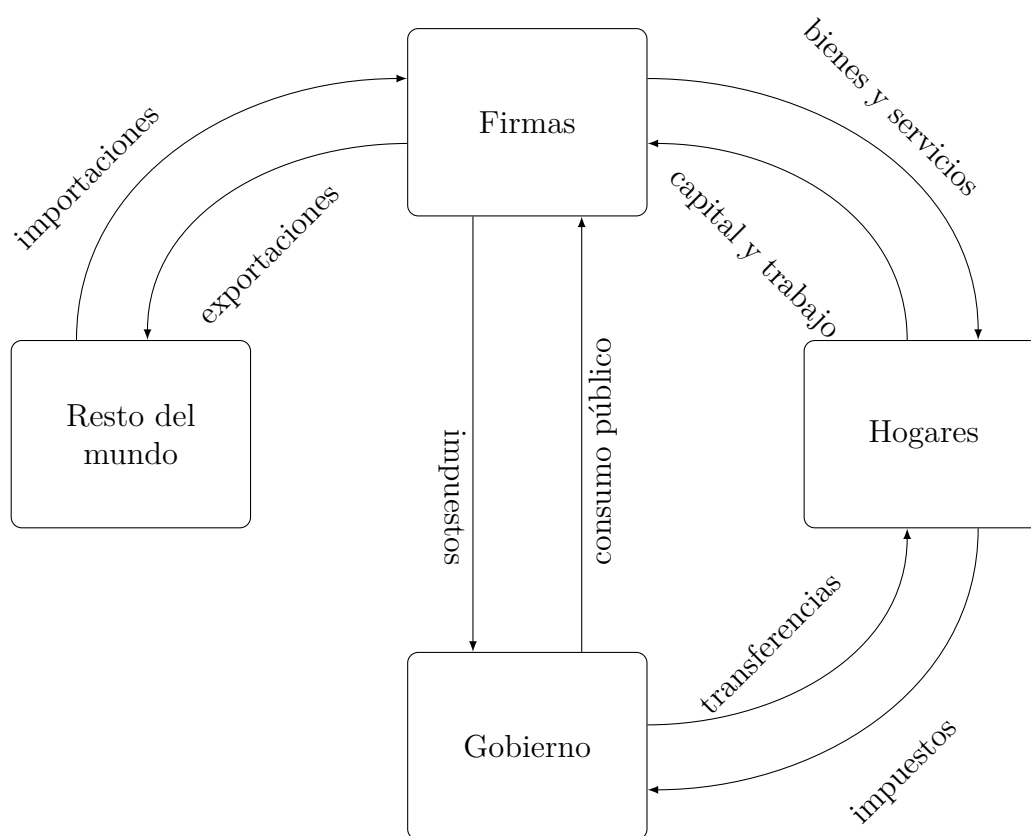
insumo producto y a su utilización para la evaluación de las políticas públicas. En la tercera comenzamos con la actualización de la matriz de la Provincia de Córdoba, para llevar sus cuentas al año 2017, dado que la versión original data del año 2003. La sección cuatro desarrolla la metodología para la regionalización de la matriz de la ciudad, mediante el uso de diferentes fuentes de información. En la sección cinco realizamos un análisis simplificado de los encadenamientos productivos para mostrar las características principales de la matriz obtenida. Por último, la sección seis concluye.

2 La Matriz Insumo Producto: Conceptos Básicos

Las tablas de insumo-producto se pueden definir como un conjunto integrado de matrices, que muestran el equilibrio entre la oferta y utilización de bienes y servicios. En el 1 se muestra un esquema simple de los principales flujos que caracterizan a este tipo de modelos. En el mismo espíritu de la *Tableu Economique* de [Quesnay \(1759\)](#), la economía funciona como un flujo circular. Las firmas demandan trabajo e insumos intermedios y emplean capital para producir bienes y servicios que son vendidos a los hogares, a otras firmas, al gobierno o al resto del mundo. Con su ingreso los hogares compran bienes, pagan impuestos (T) y ahorran el resto (S). A su vez, el gobierno recauda dinero mediante impuestos y demanda bienes y servicios (G).

Estas matrices proporcionan un análisis detallado del proceso de producción y la utilización de los bienes y servicios que se producen en un país (o región) o que se importan del resto del mundo, y del ingreso generado por las diversas actividades económicas. Estas matrices fueron concebidas inicialmente por ? y sus colaboradores. Cada fila representa las ventas realizadas por cada actividad productiva, mientras que las columnas muestran la estructura de costos de cada sector de la economía. La regla principal que debe cumplirse es que la suma de las filas y de las columnas deben ser iguales. Esto asegura que cualquier transacción que haya partido de un sector debe necesariamente haber sido recibida por otro. En cuanto a las columnas, la regla representa la restricción presupuestaria de cada sector. En este sentido, no existen agujeros negros, cualquier compra implica necesariamente una venta y cualquier pago implica necesariamente un ingreso.

Figure 1: Flujo circular simplificado de la economía.



La demanda final (F), de cada bien j , es igual al valor demandado efectivamente bajo distintos conceptos como son el consumo privado (C), la inversión (I), el consumo público (G) y las exportaciones (E).

$$F_j = C_j + I_j + G_j + E_j \quad (2.1)$$

Por su parte, la oferta (X) comprende el valor de todos los bienes y servicios producidos, los cuales se obtuvieron utilizando valor agregado (VAB), insumos intermedios locales (X) e importados (M).

$$X_j = VAB_j + \sum_i X_{i,j} + \sum_i M_{i,j} \quad (2.2)$$

Table 1: Formato estándar de la Matriz Insumo Producto

	Prod 1	...	Prod N	Cons	Inv	G	Expo	VBP
Prod 1	$X_{i,1}$	...	$X_{1,n}$	C_1	I_1	G_1	E_1	X_1
...
Prod N	$X_{n,1}$	...	$X_{n,n}$	C_n	I_n	G_n	E_n	X_n
Ins. Impo 1	$M_{i,1}$	...	$M_{1,n}$					
...					
Ins. Impo N	$M_{n,1}$	...	$M_{n,n}$					
Salarios	W_1	...	W_n					
Beneficios	B_1	...	B_n					
Impuestos - Sub	$(T - S)_1$	...	$(T - S)_n$					
VBP	X_1	...	X_n					

Expost siempre la demanda total, que incluye a los insumos intermedios, es igual al nivel de producción efectivo. En equilibrio, el gasto planeado es igual a la producción efectiva.

$$PBI = \sum_j VAB_j = C_j + I_j + G_j + X_j - \sum_i M_{i,j} \quad (2.3)$$

Finalmente, la suma del valor agregado bruto debe retribuir al trabajo (W) y al capital (K), además de pagar los impuestos (T) netos de subsidios (S).

$$VAB_j = W_j + K_j + T_j - S_j \quad (2.4)$$

Esta información puede resumirse de manera simple y ordenada a través de la siguiente matriz insumos producto:

Si bien estas identidades contables resultan de utilidad para describir el funcionamiento de la economía, no constituyen en sí mismo un modelo con sus respectivas ecuaciones de comportamiento. Al igual que cualquier modelo económico, el enfoque insumo producto se basa en un conjunto de supuestos que le dan sustento y permiten que realice estimaciones y predicciones con respecto a las variables que lo componen. En este sentido, uno de los supuestos más importantes que deben realizarse es acerca

de la función de producción de las actividades productivas. El modelo insumo producto descansa sobre el supuesto de que los sectores producen utilizando una función de producción de Leontief con coeficientes técnicos fijos, tal que:

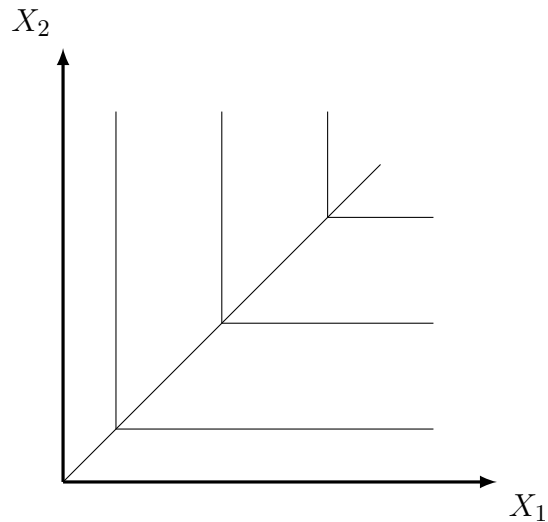
$$X_j = \min \left(\frac{X_{1,j}}{a_{1,j}}, \dots, \frac{X_{n,j}}{a_{n,j}} \right) \quad (2.5)$$

en donde el coeficiente técnico $a_{i,j}$ es igual a:

$$a_{i,j} = \frac{X_{i,j}}{X_j} \quad (2.6)$$

Esta especificación de la función de producción implica asumir que las firmas producen con economías constantes a escala, ya que la demanda de insumos siempre sufrirá cambios proporcionales al nivel de producción de cada actividad. Además, el ratio de utilización entre los distintos insumos, e incluso entre los componentes del valor agregado, no cambia como resultado de variaciones en los precios.

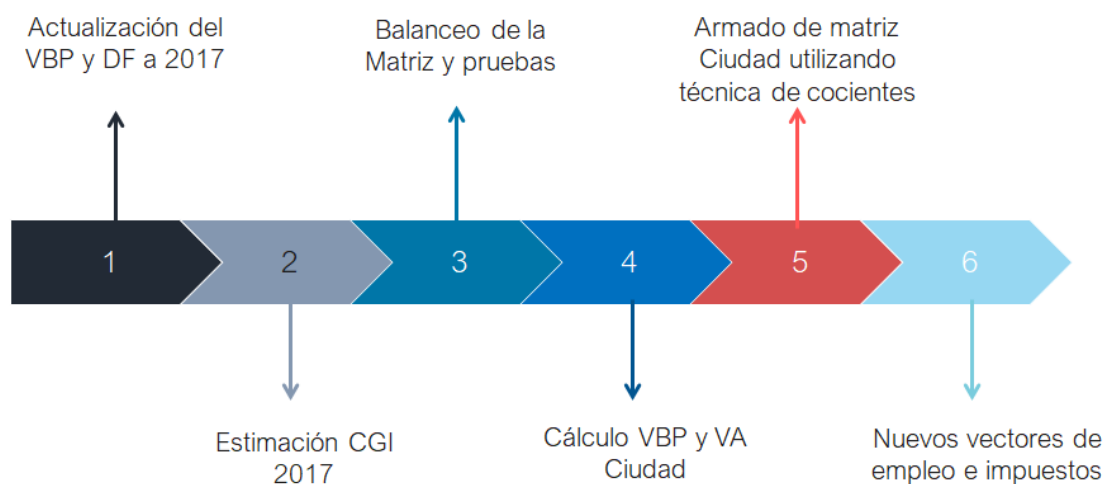
Figure 2: Función de producción de Leontief



3 La elaboración de la MIP CICOR 2017

Tal como mencionamos previamente, la tarea de crear una MIP para la Ciudad de Córdoba requiere dos etapas progresivas. Primero, debemos actualizar la MIP provincial a un año más reciente, para luego poder elaborar una matriz regional de la ciudad a partir del uso de estadísticas combinadas con las técnicas de regionalización existentes.

Figure 3: Pasos para la elaboración de la MIP regional.



A continuación, desarrollamos los pasos requeridos, así como las fuentes utilizadas, hasta alcanzar la versión definitiva de la Matriz regional, con el objetivo de que el presente documento sirva como una guía para futuros trabajos de actualización y mejora.

3.1 La actualización de la MIP Córdoba 2017

La primer fase del trabajo, consiste en utilizar la información disponible para poder llevar a cabo una actualización de la matriz provincial. En este sentido, contar con una matriz insumo producto actualizada facilitaría mucho el trabajo. Sin embargo, tal

como lo comentamos previamente, las últimas publicaciones tienen como años bases al 2003.

Tal como fue mencionado previamente, el proceso de actualización es realizado en dos etapas. En la primera, empleamos información proveniente de las estadísticas provinciales con el objetivo de actualizar en la matriz la oferta y la demanda. En el caso de la oferta, debemos contar con información actualizada sobre el VBP sectorial, mientras que la actualización de los vectores de demanda requiere contar con información reciente sobre el gasto del gobierno, el consumo de los hogares, la inversión y las exportaciones.

En el caso de los consumos intermedios, ante la falta de información actualizada, los mismos son estimados empleando los coeficientes insumo-producto anteriores y multiplicándolos por el nuevo vector de VBP. Uno de los inconvenientes de este enfoque es que la actualización de la MIP provincial incorpora un conjunto variado de datos que provienen de diversas fuentes y que no siempre coinciden entre sí. Por tal motivo, suele ocurrir que la matriz resultante del primer paso de la actualización no sea consistente, en el sentido de que la suma de las columnas y de las filas pueden diferir entre sí. Para resolver este inconveniente, suele emplearse alguna técnica de ajuste matricial con el objetivo de corregir los valores de la matriz hasta alcanzar la igualdad entre la suma de filas y columnas.

Uno de los métodos más utilizados es la técnica RAS, que es un método iterativo de ajuste biproporcional, por el cual una matriz de transacciones T de dimensión $i \times j$ es ajustada hasta que la suma de sus columnas y filas se igualan a los dos vectores objetivos, u^* para las filas y v^* para las columnas. Este ajuste, es alcanzado, multiplicando cada fila por una constante positiva, de tal forma que el total de la fila se iguala a la fila objetivo. De igual manera, las columnas serán multiplicadas por escalares hasta alcanzar su valor objetivo. El desarrollo completo del método RAS puede encontrarse presentado en el anexo del documento.

A partir de estas consideraciones, la información contenida en la MIP 2003 fue complementada con las siguientes fuentes adicionales:

1. Cuentas provinciales por actividad, publicada por el DGEyC
2. Encuesta de Hogares Urbanos (EAHU 2011-2014), publicada por el INDEC
3. Encuesta de gasto de los hogares (ENGHO 2004), publicada por el INDEC
4. Datos del comercio exterior a nivel de producto, provisto por el INDEC
5. Datos de empleo y salario registrado, publicado por el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE), MIPRODyT

A partir de la disponibilidad de datos y de las posibilidades de apertura, hemos llegado a una versión final de la MIP para la provincia de Córdoba, que consta de la siguiente desagregación:

- 37 actividades y productos conforme a la desagregación CLANAE. En el caso de la industria, la separación es a dos dígitos o por subsector, mientras que en el resto es a nivel de sección o letra
- 3 tipos de trabajo: registrado, no registrado y cuenta propia; y uno de capital
- 3 sectores institucionales: hogares, gobierno y resto del mundo
- 6 tipos de impuestos: a los productos, a la actividad, a la importación, a la exportación, al trabajo y al capital

Table 2: Principales cuentas de la MIP 2017

Act. Primarias (4)	Act. Industriales (19)	Factores (4)
Cultivos de cereales y oleaginosas	Alimentos	Trabajado registrado
Cría de ganado y aves	Aceites y oleaginosas	Trabajo no registrado
Otros primarios	Lacteos	Trabajo no asalariado
Minería	Bebidas	Capital
Servicios (14)	Tabaco	
Energía, gas y agua	Textil e indumentaria	Sec. Institucionales (3)
Construcción	Calzado y cuero	Hogares
Comercio	Madera y papel	Gobierno
Hoteles y restaurantes	Edición e impresión	Resto del Mundo
Transporte	Refinados del petróleo	
Comunicaciones	Químicos	Impuestos (6)
Servicios financieros	Plásticos y caucho	Actividades
Servicios profesionales y de investigación	Minerales no metálicos	Productos
Servicios inmobiliarios	Metales comunes	Ventas
Administración pública	Productos del metal	Contribuciones y aportes
Enseñanza	Maquinaria y equipo	Ganancias
Salud	Maquinaria agrícola	Importación
Otros servicios	Autos y autopartes	Exportación
Servicio doméstico	Otras manufacturas	

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Actualización realizada a la Oferta

La matriz actualizada para Córdoba consta de 37 sectores productivos conforme a una desagregación cercana CLANAE a 2 dígitos para la industria y de letra para el resto de las actividades.

3.2.1 Cuenta de Producción

El objetivo de la cuenta de producción consiste en establecer el valor agregado (VA), valor bruto (VBP) y consumo intermedio (CI) generado por cada sector económico, que a su vez determinan a nivel consolidado el PBI. Los datos de producción por actividad fueron tomados de las estimaciones de PBG para el año 2017 del DGEyC. El PBG, por su propia definición, es consistente con el VA sectorial. Por lo tanto, el VBP para cada actividad fue obtenido multiplicando al PBG por el coeficiente VBP-VA de la MIP 2003.

$$VBP_j^{2017} = PBG_j^{2017} \cdot \frac{VBP_j^{2003}}{VA_j^{2003}} \quad (3.1)$$

El segundo paso consiste en la determinación sectorial de los consumos intermedios. Aquí surgen dos elementos relevantes que fueron considerados a la hora de construcción. El primero de ellos, está relacionado al método por el cual serán valuadas las utilidades intermedias. Aquí, surgen tres alternativas posibles,

1. Precios de comprador: es la cantidad pagada por el comprador (excluido el IVA); incluye los gastos de transporte (que se supone paga por separado) y los márgenes del comercio
2. Precios de productor: es el monto a cobrar por el productor excluyendo el IVA y los márgenes comerciales y al transporte
3. Precios básicos: es el monto a cobrar por el productor, exceptuando cualquier impuesto y sumándoles los subsidios a los productos. Excluye los márgenes de

transporte y comercio

Siguiendo con la metodología habitual en los modelos insumo producto, decidimos trabajar con los insumos intermedios valuados a precios básicos, que excluyen los márgenes de transporte y comercialización, así como también los impuestos cargados a los productos.

Finalmente, la composición por bien de consumo intermedio para el año 2017 surge de combinar los datos del VBP sectorial con los coeficientes insumo producto de la matriz original del 2003:

$$CI_{i,j}^{2017} = VBP_j^{2017} \cdot \frac{CI_{i,j}^{2003}}{VBP_j^{2003}} \quad (3.2)$$

Table 3: Participación del VAB y VBP a pb por actividad en el total de la economía, Año 2017 (en porcentaje)

Sector	VAB	VBP
Primarios	14%	14%
Alimentos y Bebidas	4%	11%
Textil e indumentaria	1%	1%
Madera y Papel	1%	1%
Químicos	1%	1%
Plásticos	1%	1%
Minerales no met	1%	1%
Metales	1%	2%
Maquinaria	2%	4%
Autos y eq Transporte	2%	6%
Otros industriales	0%	0%
Energía	2%	2%
Construcción	11%	10%
Comercio	19%	13%
Transporte	4%	5%
Servicios financieros	4%	3%
Servicios profesionales	5%	4%
Otros servicios	27%	22%

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Actualización realizada a la Demanda

Una vez realizada la apertura sectorial de los principales componentes de la oferta, procederemos a realizar el mismo ejercicio con la demanda, la cual está compuesta por el consumo privado, el consumo público, la inversión privada y pública, y las exportaciones. A continuación, tratamos cada componente por separado.

3.3.1 Cuenta de Consumo Privado y Hogares

Esta versión de la MIP contempla un solo tipo de hogar a nivel provincial, por lo que no resulta necesario realizar desagregaciones en este punto en particular. Para estimar el total del consumo privado, observamos la evolución entre el consumo y el PBI nacional hacia 2017, y aplicamos el mismo factor de expansión al consumo provincial. Posteriormente, para realizar la asignación sectorial utilizamos la estructura de la ENGHO 2018.

$$CPrv_i^{2017} = CPrvTot^{2017} \cdot \frac{CPrv_i^{2018}}{\sum CPrv_i^{2018}} \quad (3.3)$$

3.3.2 Cuenta de Inversión

La información sobre la demanda de bienes con destino de inversión surge de diversas fuentes. Por un lado, para actualizar al componente de la construcción utilizamos información correspondiente a la inversión pública y privada en base a las estadísticas del DGEyC. Para los bienes de capital y equipo de transporte utilizamos la información correspondiente a las importaciones de estos bienes que surgen de las estadísticas del INDEC. Finalmente, proyectamos el cambio entre 2003 y 2017 a partir de los valores originales de la matriz y las estadísticas complementarias empleadas.

$$Inv_i^{2017} = Inv_{cns,i}^{2017} + Inv_{trmaq,i}^{2017} \quad (3.4)$$

3.3.3 Exportaciones

Para sectorializar las exportaciones, empleamos una metodología similar al caso de las importaciones. La información granular surge de los microdatos del comercio exterior del INDEC y del balance de pagos. La primera, es utilizada para separar las exportaciones de los sectores Clane de A a la D, mientras que la segunda es empleada para desagregar todos los otros sectores.

En el caso de los bienes, fueron utilizadas las tablas de conversión del sistema armonizado al CIU para calcular los valores correspondientes a cada actividad. En el caso de los servicios, proyectamos el cambio a nivel nacional en las exportaciones sobre las actividades provinciales. Adicionalmente, utilizamos algunos datos sectoriales de las cámaras de servicios para complementar las estimaciones.

Finalmente, los datos expresados en dólares fueron convertidos en pesos corrientes empleando el promedio del tipo de cambio nominal para el año 2017:

$$Expo_i^{2017} = Expo_{USD,i}^{2017} \cdot TC_{\$,USD}^{2017} \quad (3.5)$$

3.3.4 Consumo Público

El gasto del gobierno se corresponde a la adquisición de bienes y servicios de consumo. Vale la pena aclarar que el gobierno considerado en la MIP es el consolidado a nivel provincia y municipios. Los gastos de consumo en bienes y servicios fueron diferenciados utilizando los gastos del gobierno provincial, obtenidos de la Dirección Nacional de Asuntos Provinciales. Esta información fue complementada con los datos de gastos provistos por la Ciudad de Córdoba.

$$Cgov_i^{2017} = Cgov^{2017} \cdot \frac{Cgov_i^{2003}}{\sum Cgov_i^{2003}} \quad (3.6)$$

Table 4: Estructura de la Demanda Agregada, Año 2017 (en porcentaje del total)

Sectores	C. Público	Exportaciones	C. Privado	Inversión
Primarios	0%	23%	1%	2%
Alimentos y Bebidas	0%	48%	9%	0%
Textil e indumentaria	0%	0%	2%	0%
Madera y Papel	0%	0%	0%	0%
Químicos	0%	2%	0%	0%
Plásticos	0%	0%	0%	0%
Minerales no met	0%	0%	0%	0%
Metales	0%	0%	0%	0%
Maquinaria	0%	2%	1%	3%
Autos y eq Transporte	0%	19%	1%	2%
Otros industriales	0%	0%	0%	1%
Energía	0%	0%	4%	0%
Construcción	0%	0%	8%	92%
Comercio	0%	3%	24%	0%
Transporte	0%	1%	9%	0%
Servicios financieros	0%	0%	2%	0%
Servicios profesionales	0%	0%	1%	0%
Otros servicios	100%	0%	37%	0%

Fuente: Elaboración propia.

4 La construcción de la MIP de la Ciudad de Córdoba

La segunda parte del trabajo consiste en la elaboración de una matriz de regional que contenga dos regiones separadas, la Ciudad de Córdoba (CoC) por un lado y el resto de la Provincia de Córdoba (RoC) por el otro.

Así, la matriz de CoC surge de la matriz provincial, previamente estimada, ya que es una partición de la misma que incluye las transacciones intrarregionales e interregionales. En la figura dispuesta debajo presentamos la forma simplificada para visualizar su formato. Por un lado, la submatriz AA contiene las transacciones de que las actividades del RoC ofrece y demanda dentro de la región, mientras que la

submatriz BA representa de igual manera las compras intermedias de las actividades del RoC a las de la CoC, y las ventas intermedias de los sectores de CoC hacia el RoC. Finalmente, la submatriz BB contiene a las transacciones intermedias de la CoC que se realizan en su propio territorio.

$$\left[\begin{array}{c|c} AA & AB \\ \hline BA & BB \end{array} \right]$$

Si bien las matrices regionales de insumo producto son una ayuda inestimable para la planificación regional, su construcción reviste cierta complejidad y generalmente enfrenta limitaciones en la información necesaria. En la práctica existen dos métodos alternativos para su construcción. Por un lado, existen las técnicas directas, en donde son utilizadas encuestas específicas para la determinación de los coeficientes regionales. Sin embargo, la elaboración basada a partir de una encuesta generalmente suele demandar grandes cantidades de recursos, tiempo y dinero. Alternativamente, existen los llamados métodos indirectos, en donde los analistas ajustan los coeficientes de la matriz nacional para que refleje la estructura económica de la región.

Si bien en la práctica existen diversos métodos alternativos para llevar a cabo el ajuste en los coeficientes, en este trabajo empleamos el enfoque de los coeficientes de localización interindustrial (CILQ), los cuales miden la participación relativa de la industria vendedora i y la región compradora j de la región R en el total provincial, T .

$$CILQ_{i,j} = \frac{VBP_{i,R}/VBP_{i,T}}{VBP_{j,R}/VBP_{j,T}} \quad (4.1)$$

En donde, $VBP_{i,R}$ es el valor bruto de la producción del sector i en la CoC, $VBP_{i,T}$ es el valor bruto de la producción del sector i en el total provincial.

La intuición detrás de la formula precedente indica que en el caso en donde

$CILQ_{i,j} > 1$, los requerimientos de insumos por parte del sector j en la región R pueden satisfacerse dentro de la misma región. En el caso contrario, en donde $CILQ_{i,j} < 1$, la actividad j en R debe demandar o importar insumos desde otras regiones para poder completar el proceso productivo.

Una vez estimados los coeficientes, el segundo paso consiste en transformar la matriz de transacciones provinciales en una matriz de coeficientes de insumos que puede ser regionalizada mediante la fórmula:

$$r_{i,j} = a_{i,j} \cdot CILQ_{i,j} \quad (4.2)$$

donde $r_{i,j}$ es el coeficiente de insumo regional, mientras que $a_{i,j}$ es el coeficiente provincial estimado en la primera parte. En pocas palabras, $r_{i,j}$ mide la cantidad de insumo regional i necesaria para crear una unidad de producto regional j , por lo que excluye cualquier insumo obtenido en el resto de la provincia, o el país.

El método CILQ tiene como principal ventaja la estimación de coeficientes regionales empleando solamente información sobre la producción, lo cual es preferible a la utilización de las cuotas de empleo, las cuales se ven afectadas por las variaciones interregionales de productividad (Flegg y Webber, 2000). Sin embargo, este método no está exento de críticas, ya que algunos estudios empíricos demuestran que el CILQ sigue subestimando en gran medida el comercio interregional. Flegg et al. (2015) analizan para la MIP de Córdoba la bondad de ajuste de diferentes fórmulas de regionalización.

En nuestro trabajo, los vectores de oferta (VAB y VBP) para el año 2017 fueron provistos por la DGEyC, lo que permitió la elaboración de los coeficientes regionales mediante el método desarrollado previamente. En forma complementaria, los vectores de demanda al año 2017 provienen de distintas fuentes. Por un lado, el consumo de los hogares por decil de ingreso surge de la ENGHO, mientras que el consumo y la inversión pública surgen de la información publicada por la DGEyC. Por último, la

cuenta generación del ingreso que incluye la composición del valor agregado y los vectores de empleo, fue realizada empleando la misma metodología que usamos para la estimación provincial.

A continuación, la tabla ref presenta la estructura principal de la oferta de la matriz obtenida para la Ciudad de Córdoba.

Table 5: Estructura de la oferta y la demanda, Año 2017 (en porcentaje del total)

	vbp	gov	expo	hhd	inv-prv
Primarios	0%	0%	1%	0%	0%
Alimentos y Bebidas	2%	0%	5%	3%	0%
Textil e indumentaria	1%	0%	0%	2%	0%
Madera y Papel	0%	0%	0%	0%	0%
Químicos	1%	0%	2%	0%	0%
Plásticos	1%	0%	2%	0%	0%
Minerales no met	1%	0%	1%	0%	0%
Metales	1%	0%	3%	0%	0%
Maquinaria	2%	0%	4%	0%	2%
Autos y eq Transporte	10%	0%	50%	1%	4%
Otros industriales	1%	0%	1%	2%	0%
Energía	2%	0%	0%	3%	0%
Construcción	11%	0%	0%	7%	93%
Comercio	20%	0%	26%	27%	1%
Transporte	7%	0%	5%	8%	0%
Servicios financieros	5%	0%	0%	4%	0%
Servicios profesionales	9%	0%	0%	8%	0%
Otros servicios	26%	100%	0%	35%	0%

Fuente: Elaboración propia.

5 Análisis de los encadenamientos

Los cambios en los precios relativos y en la tecnología con el pasar de los años altera las estructuras de costos interindustriales y sus efectos multiplicadores sobre el resto de la economía. Es por esto se presentan los efectos directos e indirectos de la MIP de la Ciudad de Córdoba para el año 2017. El análisis de los efectos multiplicadores de la matriz de Leontief se destaca en los trabajos de [Rasmussen \(1956\)](#) y [Hirschman \(1958\)](#), y permite analizar ventajas y encontrar los sectores productivos con mayores posibilidades de crecimiento, que incluso puedan llegar a impactar sobre el funcionamiento del resto de la economía. Por lo tanto, dicha evaluación será de suma utilidad al momento de analizar diferentes opciones de política.

Los encadenamientos, en el marco de la MIP, pueden ser definidos como los vínculos que se establecen entre las actividades en el proceso productivo. Cuando aumenta la demanda final, algunas empresas en la cadena de producción, como proveedoras del producto final o bien como oferentes de insumos intermedios, verán incrementada su producción. [Hirschman \(1958\)](#) utiliza el concepto de eslabonamiento hacia atrás (backward linkages) cuando el efecto incide sobre los insumos que se utilizan en el producto, mientras que utiliza la clasificación de eslabonamiento hacia delante (forward linkages), cuando el estímulo va de las materias primas hacia el producto terminado.

El primer grupo constituye los multiplicadores hacia atrás muestran la producción total que sería necesaria en la economía para abastecer un incremento unitario de la demanda final de la actividad económica j . El cómputo de estos se establece con la ecuación ?? donde el multiplicador simple de producción de la industria j es la suma de los efectos directos e indirectos que provienen de la matriz inversa de Leontief, para todos los sectores que le venden insumos a dicha industria.

$$BL_j = \sum_i b_{i,j} \tag{5.1}$$

en donde $b_{i,j}$ es el coeficiente (i,j) de la matriz B .

Los multiplicadores hacia adelante estiman cuanta producción adicional será realizada por el sector i en el caso que la demanda final de todas las ramas se expandiera en una unidad.

$$FL_j = \sum_j b_{i,j} \quad (5.2)$$

A partir de la clasificación desarrollada por Pino (2004) pueden clasificarse a los sectores en cuatro grupos de acuerdo al arrastre hacia adelante y hacia atrás que tienen en promedio sobre el resto de los sectores de la economía.

El primer indicador, se denomina poder de dispersión (PD) y presenta la extensión relativa de los productos de una industria sobre el resto de los sectores productivos de la economía.

$$PD_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_i b_{i,j}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j b_{i,j}} \quad (5.3)$$

El segundo viene dado por la ecuación [VI 4] y se lo suele denominar sensibilidad de la dispersión (SD), indicando la extensión en que el sistema de industrias pesa sobre una industria en particular.

$$SD_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_j b_{i,j}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j b_{i,j}} \quad (5.4)$$

Así, se pueden clasificar los sectores cómo:

- Sectores clave: Son aquellos cuyo arrastre hacia adelante (SD) cómo hacia atrás (PD) superan sendos arrastres en promedio (y por lo tanto son superiores a 1).
- Sectores estratégicos: Refieren a aquellos que pueden generar estrangulamientos del sistema económico dado que tienen más arrastre hacia adelante ($SD > 1$) pero menos arrastre hacia atrás ($PD < 1$) que el promedio de sectores.

- Sectores impulsores: Son aquellos que generan mayor cuello de botella en los sectores económicos que el propio sector, teniendo encadenamientos hacia atrás por encima del promedio ($PD > 1$) pero hacia adelante menos importantes que la media sectorial ($SD < 1$).
- Sectores independientes: Son aquellos cuyos arrastres son inferiores a los arrastres promedio de la economía (SD y PD menores a uno).

En la tabla 6 y la figura 4 se presenta la comparación de los multiplicadores de producción, destacando los eslabonamientos hacia adelante (FL) o hacia atrás (BL), así como la comparación intersectorial basado en los indicadores SD y PD .

Los resultados obtenidos de alguna forma reafirman la intuición generada en las tablas anteriores respecto a la composición de la oferta y la demanda. La ciudad de Córdoba es una región pequeña y su producción está muy sesgada hacia los servicios. Dentro de las actividades industriales cobra especial relevancia la actividad automotriz. En lo que respecta a los encadenamientos, vemos que esta industria, sumado a Maquinaria y a la Energía son sectores impulsores de la actividad.

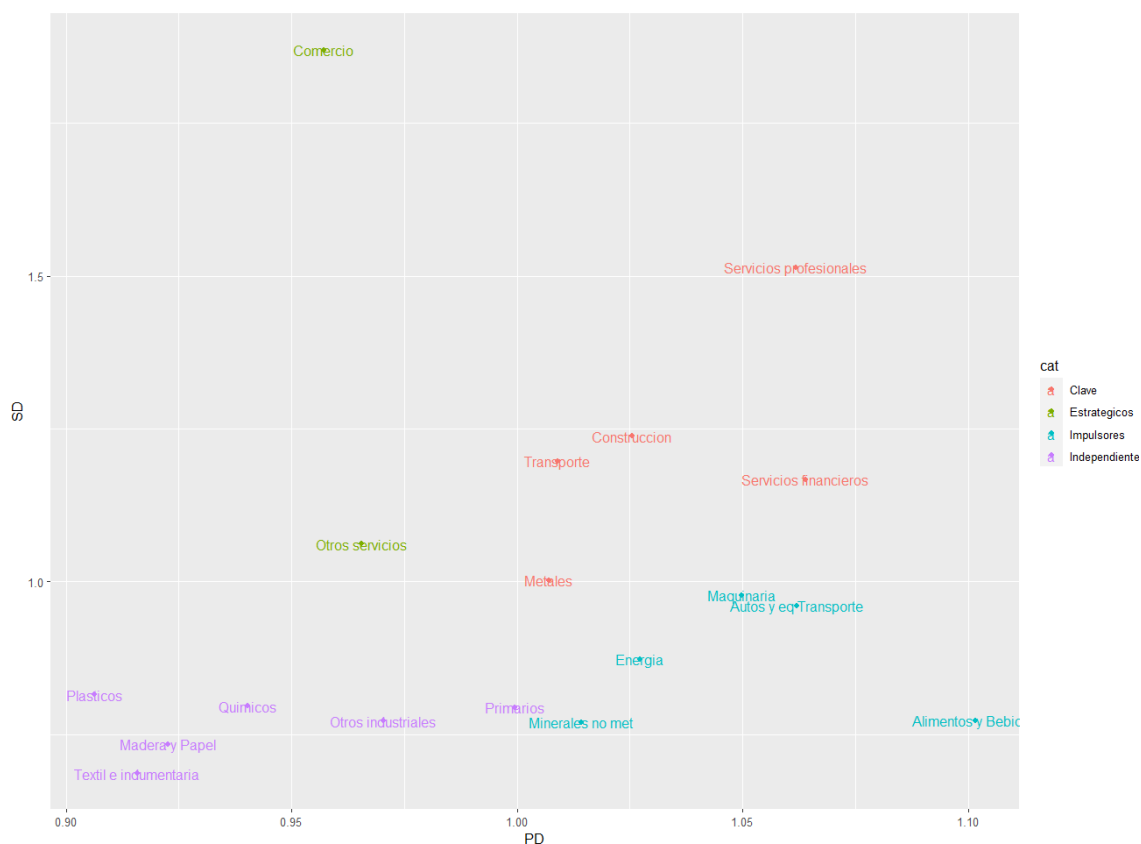
Por otra parte, los servicios de alto valor agregado, la construcción, el transporte y los metales son rubros que impulsan la actividad y al mismo tiempo son fundamentales para evitar cuellos de botella en la economía. Por último, en el eje inferior izquierdo se encuentran todos los sectores con eslabonamientos limitados dentro del ecosistema productivo de la ciudad, por lo que son más independientes dentro del entramado productivo.

Table 6: Multiplicadores de producción y de demanda en la MIP 2017. Eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante. Clasificación

Actividad	PD	SD	BL	FL	Clasificación
Primarios	0.79	1.00	1.49	1.18	Independientes
Alimentos y Bebidas	0.77	1.10	1.64	1.15	Estratégicos
Textil e indumentaria	0.69	0.92	1.37	1.02	Independientes
Madera y Papel	0.73	0.92	1.38	1.09	Independientes
Químicos	0.80	0.94	1.40	1.19	Independientes
Plásticos	0.81	0.91	1.35	1.21	Independientes
Minerales no met	0.77	1.01	1.51	1.15	Estratégicos
Metales	1.00	1.01	1.50	1.49	Clave
Maquinaria	0.98	1.05	1.57	1.46	Estratégicos
Autos y eq Transporte	0.96	1.06	1.58	1.43	Estratégicos
Otros industriales	0.77	0.97	1.45	1.15	Independientes
Energía	0.87	1.03	1.53	1.30	Estratégicos
Construcción	1.24	1.03	1.53	1.85	Clave
Comercio	1.87	0.96	1.43	2.79	Impulsores
Transporte	1.20	1.01	1.50	1.79	Clave
Servicios financieros	1.17	1.06	1.59	1.74	Clave
Servicios profesionales	1.51	1.06	1.58	2.26	Clave
Otros servicios	1.06	0.97	1.44	1.58	Impulsores

Fuente: Elaboración propia.

Figure 4: Análisis de los encadenamientos.



6 Comentarios finales

El presente trabajo desarrolla en detalle los pasos seguidos para elaborar una matriz insumo producto para la Ciudad de Córdoba, para el año 2017. En términos de la MIP, intentamos plantear los principales supuestos metodológicos requeridos para su construcción, y una guía sobre cómo resolver la disparidad de información proveniente de diversas fuentes que no son compatibles entre sí. La MIP construida consta de 37 actividades y productos, y utiliza información actualizada y disponible para cada uno de sus componentes.

Quedan pendientes para una próxima versión la utilización de otras técnicas de regionalización más complejas. También, dejamos para un futuro trabajo el desarrollo

de las cuentas satélites de género y emisiones, que nos permitirían incorporar al análisis otras matrices adicionales a la evaluación del impacto económico de medidas de política.

References

- Breisinger, C., Thomas, M., y Thurlow, J. (2009). *Social Accounting Matrices and Multiplier Analysis: An Introduction with Exercises*. Food security in practice. International Food Policy Research Institute.
- Chenery, H. B. y Uzawa, H. (1963). *Studies in linear and non-linear programming*, chapter Non-Linear Programming in Economic Development. Stanford University Press.
- Copeland, M. A. (1952). *A Study of Moneyflows in the United States*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Cripps, F. y Godley, W. (1976). A formal analysis of the cambridge economic policy group model. *Economica*, 43(172):335–348.
- Dixon, P. B. y Jorgenson, D. W. (2013). *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling Volume 1, Pages 1-1841 (2013)*. Elsevier B.V.
- Flegg, A., Mastronardi, L., y Romero, C. (2015). Evaluating the flq and aflq formulae for estimating regional input coefficients: Empirical evidence for the province of córdoba, argentina.
- Flegg, A. T. y Webber, C. D. (2000). Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula. *Regional Studies*, 34(6):563–569.
- Godley, W. y Lavoie, M. (2007). *Monetary Macroeconomics: An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth*. Palgrave MacMillan.
- Hirschman, G. (1958). *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press.
- Johansen, L. (1960). *A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*. Elsevier Science Publishing Co Inc.

- Leontief, W. (1951). *The Structure of American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*. Oxford U.P; 2nd edition.
- Lofgren, H., Lee, H. R., y Robinson, S. (2002). *A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS*. IFPRI.
- Michelena, Capobianco, Mastronardi, y Vila (2017). Estimación de una matriz de contabilidad social para argentina 2015 con desagregación exhaustiva de los sectores energéticos. Technical report, Ministerio de Producción, Ministerio de Energía.
- Pino, A. (2004). Analisis de encadenamientos productivos para la economía regional: base 1996. Technical report, Universidad del Bio Bio, Region Chile.
- Pyatt, F. G. y Round, J. I. (1979). Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework. *Economic Journal*, 89(356):850–873.
- Quesnay, F. (1759). *Tableau économique*. London Macmillan.
- Rasmussen, N. (1956). *Studies in Inter-Sectoral Relations*. North Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Reinert, K. A. y Roland-Hoist, D. W. (1997). *Social Accounting Matrices*, page 94?121. Cambridge University Press.
- Ritter, L. (1963). An exposition of the structure of the flow of funds accounts. *The Journal of Finance*, 18(2):219–230.
- Romero, C. y Mastronardi, L. (2016). Matriz de contabilidad social para argentina 2012, construida con estimaciones de pbi alternativos proveniente de arklems-land uba. Technical report.
- Round, J. I. (2003). Social accounting matrices and sam-based multiplier analysis.

- Scarf, H. E. (1967). The Approximation of Fixed Points of a Continuous Mapping. Cowles Foundation Discussion Papers 216R, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University.
- Shoven, J. B. y Whalley, J. (1972). A general equilibrium calculation of the effects of differential taxation of income from capital in the u.s. *Journal of Public Economics*, 1(3-4):281–321.
- Shoven, J. B. y Whalley, J. (1984). Applied general-equilibrium models of taxation and international trade: An introduction and survey. *Journal of Economic Literature*, 22(3):1007–51.
- Stone, R. y Brown, A. (1962a). *A computable model of economic growth*. Chapman and Hall London.
- Stone, R. y Brown, J. A. C. (1962b). Output and investment for exponential growth in consumption. *The Review of Economic Studies*, 29(3):241–245.
- Stone, R. y Croft-Murray, G. (1959). *Social Accounting and Economic Models*. Bowes and Bowes.
- Taylor, L. (2011). Wp 2011-1 cge applications in development economics. SCEPA working paper series. SCEPA's main areas of research are macroeconomic policy, inequality and poverty, and globalization. 2011-1, Schwartz Center for Economic Policy Analysis (SCEPA), The New School.

A Apéndice

A.1 El balanceo de la SAM

Tal como fue mencionado previamente, la actualización de la SAM incorpora un conjunto variado de datos que provienen de diversas fuentes y que no siempre coinciden entre sí. Por tal motivo, suele ocurrir que la matriz resultante del primer paso de la actualización no sea consistente, en el sentido de que la suma de las columnas y de las filas pueden diferir entre sí.

La técnica RAS es un método iterativo de ajuste biproporcional, por el cual una matriz de transacciones T de dimensión $i \times j$ es ajustada hasta que la suma de sus columnas y filas se igualan a los dos vectores objetivos, u^* para las filas y v^* para las columnas. Este ajuste, es alcanzando multiplicando cada fila por una constante positiva, de tal forma que el total de la fila se iguala a la fila objetivo. De igual manera, las columnas serán multiplicadas por escalares hasta alcanzar su valor objetivo. Vale la pena resaltar que los símbolos utilizados buscan replicar a los que son hallados regularmente en la literatura.

Siguiendo la nomenclatura previa, el punto de partida de la secuencia es la matriz T^0 , en donde el 0 refiere a la versión inicial de la matriz, la cual está desbalanceada. El valor entre paréntesis refiere al número de la iteración realizada, mientras que el símbolo $\hat{}$ sobre cualquier variable significa que el vector es reexpresado en forma de una matriz diagonal.

$$T^0 = T(0) = \begin{pmatrix} t(0)_{11} & \cdots & t(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(0)_{n1} & \cdots & t(0)_{nn} \end{pmatrix}$$

En el siguiente paso es estimado el vector $u(1)$, tal que,

$$u(1) = T(0) \cdot e^f \tag{5.1}$$

$$u(1) = \begin{pmatrix} t(0)_{11} & \cdots & t(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(0)_{n1} & \cdots & t(0)_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

Aquí es donde empieza el proceso de ajuste, ya que generalmente el valor obtenido para $u(1)$ va a diferir del valor objetivo u^* .

$$\hat{r}(1) = \hat{u}^* \cdot (\hat{u}(1))^{-1} \quad (5.2)$$

$$\hat{r}(1) = \begin{pmatrix} \hat{u}_1^* & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \hat{u}_n^* \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\hat{u}(1)_1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{\hat{u}(1)_n} \end{pmatrix}$$

una vez estimado $r(1)$ obtenemos la primera matriz ajustada $T(1)$,

$$T(1) = \hat{r}(1) \cdot T(0) \quad (5.3)$$

$$T(1) = \begin{pmatrix} r(1)_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & r(1)_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t(0)_{11} & \cdots & t(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(0)_{n1} & \cdots & t(0)_{nn} \end{pmatrix}$$

La multiplicación precedente asegura que la suma de las filas de $T(1)$ logre igualarse a $u(1)$. Sumando las columnas de $T(1)$ obtenemos,

$$v(1) = e^c \cdot T(1) \quad (5.4)$$

$$v(1) = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t(1)_{11} & \cdots & t(1)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(1)_{n1} & \cdots & t(1)_{nn} \end{pmatrix}.$$

comparando $v(1)$ con su respectivo vector objetivo v^* , obtenemos como resultado un nuevo vector $s(1)$:

$$\hat{s}(1) = \hat{v}^* \cdot (\hat{v}(1))^{-1} \quad (5.5)$$

$$\hat{s}(1) = \begin{pmatrix} \hat{v}_1^* & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \hat{v}_n^* \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\hat{v}(1)_1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{\hat{v}(1)_n} \end{pmatrix}$$

Siguiendo con el procedimiento, la nueva matriz diagonal $\hat{s}(1)$ es multiplicada por $T(1)$ para obtener:

$$T(2) = \hat{s}(1) \cdot T(1) \quad (5.6)$$

$$T(2) = \begin{pmatrix} s(1)_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & s(1)_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t(1)_{11} & \cdots & t(1)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(1)_{n1} & \cdots & t(1)_{nn} \end{pmatrix}$$

La secuencia es reiniciada desde la ecuación (5.1) y el proceso iterativo debe repetirse hasta que sean cumplidas las condiciones $u(n) = u^*$ y $v(n) = v^*$. En la práctica, esto implica suponer cierta tolerancia para la convergencia de ambos vectores. Cuando menor sea esta, mayor será el número de iteraciones requeridos para converger.