

# **INDAGACIÓN ACERCA DE LAS MATRICES INSUMO-PRODUCTO, CONTABILIDAD SOCIAL Y EL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL<sup>1</sup>**

**Septiembre, 2013**

---

<sup>1</sup> Elaborado por: Julie Vera , Nelevis Báez y Rodolfo Rangel..

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
LISTA DE VARIABLES.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
MATRIZ INSUMO-PRODUCTO.....	5
MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL.....	11
Método RAS.....	13
MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL.....	15
APLICACIONES DE LAS MATRICES INSUMO-PRODUCTO Y CONTABILIDAD SOCIAL.....	16
CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22

## LISTA DE VARIABLES

- $CI_i$  : Consumo Intermedio realizado por la industria o producto  $i$ -ésimo.
- FBKF: Formación Bruta de Capital Fijo.
- X: Matriz de Transacciones Industriales.
- x: Vector columna de la producción por producto, por actividad económica o por industria, según sea el caso de estudio.
- $X_i$  : Valor de las utilizaciones realizadas por los agentes económicos al producto generado por la industria  $i$ -ésima.
- XN: Exportaciones Netas.
- y: Vector columna de la demanda final por producto, actividad económica o por industria.
- $Y_i$  : Demanda Final de Bienes y Servicios del producto o la industria  $i$ -ésima.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo de investigación es describir tres herramientas empleadas para modelar los flujos de productos que entran y salen de la economía nacional (la producción, la demanda y el consumo de bienes y servicios), como lo son: Matriz Insumo-Producto, Matriz de Contabilidad Social y el Modelo de Equilibrio General Computable. En tal sentido, para el Sistema Mapa Industrial de Venezuela (MIV), desarrollado por CENDITEL, se pretende conocer la utilidad y pertinencia de estas técnicas dentro del proyecto.

En una primera parte, se realiza una breve descripción de los fundamentos sobre los cuales se basa la Matriz Insumo-Producto, sus usos, limitación y así como su formulación matemática. Luego, se describirán estos mismos puntos pero haciendo referencia a la Matriz de Contabilidad Social y así como también, se analizarán los distintos estudios que pueden realizarse con esta matriz como por ejemplo: El análisis de los multiplicadores, los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante y la construcción del modelo de precios. Por último, se describirá brevemente los fundamentos teóricos, usos y limitaciones del Modelo de Equilibrio General Computable.

Específicamente, todas estas herramientas se usan para realizar análisis macroeconómicos: La Matriz Insumo-Producto visualiza las interrelaciones de los sectores productivos, el valor agregado por sector, la demanda del consumo final, importaciones y exportaciones por sector; la Matriz de Contabilidad Social muestra la generación y distribución del ingreso y el Modelo de Equilibrio General visualiza el efecto de la variación de la demanda. Por consiguiente, al contener toda esta serie de datos, se hará mención acerca de la importancia de usar estos modelos para estudiar la Estructura Industrial de Venezuela.

## MATRIZ INSUMO-PRODUCTO

La Matriz Insumo Producto, es una tabla cuadrada de doble entrada en donde se reflejan las relaciones interindustriales, es una herramienta que permite la sistematización de la demanda y la oferta, bien sea por producto o por actividad. En ella, se refleja el consumo intermedio (interno o externo) y el valor agregado generado por cada sector o industria. De igual manera, de la matriz se puede deducir los requerimientos directos, así como la estructura de costos de los distintos sectores industriales.

La matriz tiene una diversidad de usos, el más importante de ellos es conocer la estructura industrial y sectorial del país, así como cuantificar los requerimientos solicitados por una industria para mantener cierto nivel de producción. Además incluye dentro del análisis la interacción de otros agentes económicos como los hogares y el gobierno: El primero, por medio del consumo realizado y por los ingresos percibidos y el segundo, por medio del consumo y los ingresos obtenidos a través de los impuestos.

En otras palabras, la Matriz Insumo-Producto es empleada como un insumo para valorar una serie de situaciones, como por ejemplo en cuánto se deben incrementar cada uno de los requerimientos intermedios solicitados por una industria para hacer frente a un incremento de la demanda, o para evaluar el impacto que tiene sobre el producto final un incremento de los precios de los insumos, bajo ciertos supuestos. Para construir esta matriz se debe tener en cuenta el nivel de desagregación de las industrias o sectores, así como conocer las cantidades vendidas y compradas por una empresa, especificando de donde o hacia donde va dicho flujo de mercancía.

Ahora bien, es necesario tener en cuenta que al momento de agrupar cada uno de los productos o industrias en su respectiva clasificación (ya sea el Clasificador General de Productos o el Clasificador Industrial Internacional Uniforme), se establece como supuesto principal la homogeneidad de los productos, es decir que todos los productos que se encuentran dentro de una misma categoría del clasificador utilizado para la sistematización de la información, son idénticos y se consideran sustitutos perfectos.

También, para la construcción de una Matriz de Insumo-Producto, Schuschny (2005) divide este proceso en cuatro partes:

- Sub-matriz de oferta total: incluye todos los bienes y servicios, de origen nacional o extranjeros, que están disponibles para satisfacer el consumo intermedio y final. En esta tabla encontramos el valor bruto de la producción, representado por todos los bienes y servicios generados por la economía. En tal sentido, la oferta total no es más que el valor bruto de la producción, más las importaciones, los impuestos netos, los derechos de importación y los márgenes de comercialización.
- Sub-matriz de demanda intermedia: Se considera como la médula de la Matriz Insumo-Producto, debido a que en ella se visualiza el flujo de productos entre las distintas actividades o productos. Si el análisis se lleva a cabo por medio de las columnas, la tabla registra el consumo intermedio realizado por cada una de las empresas (la cantidad de productos requeridos para producir cierta cantidad de bienes), mientras que si se realiza por el lado de las filas encontramos la demanda intermedia (demanda de insumos requeridos por una actividad/producto). La importancia de esta sub-matriz, es que de ella se extraen los coeficientes técnicos, los cuales representan la proporción de insumos que requiere un producto o industria para producir una unidad de un bien intermedio o final<sup>2</sup>.
- Sub-matriz de demanda final: las transacciones que componen esta sub-matriz están relacionadas a la utilización final de los productos generados, las cuales pueden ser adquiridos por los hogares, por el gobierno, por agentes externos y puede conformar los inventarios (variación de existencias) o ser parte de la formación bruta de capital fijo.
- Sub-matriz de valor agregado: en esta tabla se muestran los ingresos generados dentro del flujo económico, es decir los salarios, beneficios, el excedente de explotación y los impuestos netos.

Como se puede notar, la matriz insumo-producto agrupa una gran cantidad de información, además la misma puede ser construida de acuerdo a las necesidades del investigador, bien sea producto por producto, industria por industria o producto por industria (representando las filas y las columnas respectivamente).

---

<sup>2</sup> La matriz de coeficientes técnicos será descrita con más detalle en un próximo apartado, sin embargo es importante señalar que dicha matriz es el elemento base sobre el cual se realizan los análisis de Insumo-Producto.

**Tabla 1**

**Matriz Insumo Producto**

	Actividades/Productos	Hogares	Gobierno	Formación Bruta de Capital Fijo	Variación de Existencias	Exportaciones	DEMANDA TOTAL
Actividades/Productos	CONSUMO INTERMEDIO NACIONAL	DEMANDA FINAL					
Importaciones	CONSUMO INTERMEDIO EXTERNO						
Remuneraciones	VALOR BRUTO AGREGADO	<b>MATRIZ INSUMO – PRODUCTO</b>					
Impuestos Indirectos Netos							
Consumo de Capital Fijo							
Excedente de Explotación							
<b>OFERTA TOTAL</b>							

Fuente: Adaptado de Burgos (2007).

Como se mencionó anteriormente, la Matriz Insumo-Producto puede ser construida y adaptada de acuerdo a la información disponible y al objetivo del investigador. Para tal efecto, la Tabla 1 presenta una matriz simplificada, en donde se reflejan las cuentas más importantes que determinan la demanda final de productos (filas), así como el valor de la producción (columnas).

Sin embargo, una de las limitaciones que presenta este enfoque económico es el hecho de que las relaciones son lineales, conformadas por ecuaciones lineales. Además, del supuesto que en la producción de una mercancía *i*-ésima generada por diversas empresas, se aplica la misma tecnología.

A continuación, se exponen las relaciones matemáticas que surgen dentro de la Matriz de Insumo-Producto:

Consumo Intermedio :

$$CI_i = \sum_{i=1}^n x_{ij} \tag{1}$$

Para entender el significado de  $x_{ij}$ , es necesario considerar la forma en que fue construida la matriz específicamente si se elabora en base a sectores, productos o ambos. De tal manera que, el valor de  $x_{ij}$  se expresa de la siguiente manera:

- **Producto por Producto:** El valor del insumo  $i$ -ésimo que requiere el  $j$ -ésimo producto. Este enfoque permite con un mayor grado de detalle y homogeneidad, visualizar la estructura de costos de los productos generados en una economía.
- **Industria por Industria:** El monto que requiere la industria  $j$ -ésima de la industria  $i$ -ésima.
- **Producto por Industria:** El valor que requiere la industria  $j$ -ésima del insumo  $i$ -ésimo para producir cierto producto.

La ecuación (1) representa el consumo intermedio, en otras palabras la sumatoria de las filas, específicamente la sub-matriz de las relaciones interindustriales. La sumatoria de cada fila da cuenta del valor de los insumos utilizados o requeridos por la  $i$ -ésima industria o en su defecto producto.

Por otro lado, para obtener la demanda final del producto  $i$ -ésimo, es necesario sumar el consumo intermedio con el valor del gasto de consumo final de los hogares y del gobierno, el valor de la formación bruta de capital fijo, la variación de existencias (inventario) y de las exportaciones netas. Por lo que, el valor de las utilidades de cada producto o actividad representada en las filas de la matriz, es tal como se muestra en la ecuación (2)

$$X_i = CI_i + y_i \quad (2)$$

Al realizar el mismo procedimiento, pero esta vez por el lado de las columnas se debe obtener una igualdad, es decir que la producción debe ser igual a la utilización. La ecuación (2) permite realizar el análisis insumo-producto por medio de la demanda.

La representación matricial de la ecuación anterior es la siguiente:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \quad (3)$$

En otras palabras, tenemos la siguiente relación matricial:

$$x = X_i + y \quad (4)$$

*Matriz de requerimientos directos:*

A partir de la sub-matriz de relaciones interindustriales, se pueden obtener los requerimientos directos,

esto implica la descripción de la estructura de costos, bien sea de un producto o una industria específica. Esta matriz se obtiene dividiendo, cada elemento de la matriz de relaciones intersectoriales entre el total de la columna, es decir, entre la producción total.

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad (5)$$

De esta manera se conforma la matriz de requerimientos técnicos. En términos económicos, cada uno de los coeficientes representan los insumos empleados por la actividad, industria o producto j-ésimo. La matriz que surge al calcular cada uno de estos coeficientes da cuenta de la linealidad, de la función de producción que se construye a partir de ésta (Schuschny, 2005). Ahora bien, por medio de la matriz de requerimientos técnicos y de la ecuación (4) se deriva la matriz de requerimientos directos e indirectos, mejor conocida como la matriz de Leontief.

#### *Matriz de Leontief*

Esta matriz muestra los requerimientos directos e indirectos, en otras palabras representa los distintos encadenamientos existentes, tanto hacia atrás como hacia adelante. Schuschny (2005) lo expresa de la siguiente manera:

(...) da cuenta de los efectos directos e indirectos de la demanda final neta de importaciones, sobre el proceso de producción. EL primer término, habla de la producción necesaria para atender tal demanda final neta de importaciones directamente, el segundo, de la producción adicional para atender las necesidades de insumos, para la producción requerida para atender esa demanda final (primera ronda); la tercera ronda, es la producción adicional para atender la producción incremental de la segunda ronda, y así sucesivamente (p. 17).

La Matriz de Leontief, se deduce de la siguiente manera:

Primero consideraremos  $\mathbf{X}$  como el vector columna que representa el valor de la producción total, para un año dado.  $\mathbf{A}$  como la matriz de coeficientes técnicos, estimados de acuerdo a lo planteado en la

ecuación (5) y por último la demanda final, representada por el vector columna  $Y$ .

$$X = AX + Y \quad (6)$$

Al despejar y simplificar la expresión se obtiene:

$$X - AX = Y \quad (7)$$

$$(I - A)X = Y \quad (8)$$

Por último, al despejar la producción de la ecuación anterior, se podrá estimar el valor de la producción que se requiere de cada insumo para satisfacer la demanda final del producto o sector  $i$ -ésimo.

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (9)$$

Los requerimientos directos e indirectos representados en los coeficientes de la Matriz de Leontief  $(I - A)^{-1}$ , da cuenta de la cantidad de productos que debe ser generada por el producto (o por el sector)  $i$ -ésimo, de manera de satisfacer una unidad adicional de la demanda final del producto (o la industria)  $j$ -ésima. (Schuschny, 2005).

## MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL

La Matriz de Contabilidad Social, al igual que la Matriz Insumo-Producto, es una tabla donde se refleja el flujo de dinero que circula por medio de los distintos agentes económicos, específicamente registra los ingresos (filas) y los gastos (columnas) registrados por una economía en un período dado.

Esta matriz es empleada como insumo para elaborar el Modelo de Equilibrio General Computable, sirve como herramienta para la realización de análisis de multiplicadores (Corredor & Pardo, 2008) y también, para conocer la distribución del ingreso dentro de la economía.

Así como la Matriz Insumo-Producto, esta matriz puede ser construida con el nivel de desagregación que requiera el investigador. Por lo general, está dividida en varias cuentas: productos, actividades productivas, factores de producción, unidades institucionales (hogares, gobierno, instituciones sin fines de lucro, entre otras), cuenta capital y el resto del mundo.

**Tabla 2**

**Matriz de Contabilidad Social Macroeconómica**

		GASTO								Total
		Producto	Actividades Productivas	Factores de Producción	Empresas	Hogares	Gobierno	Cuenta Capital	Resto del Mundo	
INGRESO	Producto	Márgenes de Comercio y Transporte	Consumo Intermedio			Consumo Final Privado	Consumo Final Público	Formación Bruta de Capital	Exportaciones Bienes y Servicios	<b>Demanda Total de Bienes y Servicios</b>
	Actividades Productivas	Producción								<b>Valor del Producto Comercializado</b>
	Factores de Producción		Valor Agregado						Remuneración de factores generadas en el exterior, transferidos al país	<b>Ingreso Total de los Factores</b>
	Empresas			Retorno de Capital	Transferencias Corrientes Netas	Remuneración a los asalariados (Por empresas)	Pago Realizado a las Empresas		Otros Ingresos Pagados	<b>Ingreso de las empresas</b>
	Hogares			Ingresos factoriales	Prestaciones Sociales	Transferencias Corrientes	Prestaciones Sociales		Otros Ingresos Pagados	<b>Ingreso de los hogares</b>
	Gobierno	Impuestos sobre los Productos	Impuestos sobre la Producción	Retorno de Capital	Impuestos Directos	Impuesto sobre la Renta			Otros Ingresos Pagados	<b>Ingresos del Gobierno</b>
	Cuenta Capital				Ahorro Empresas Neto	Ahorro Hogares Neto	Déficit - Superávit Fiscal	Transferencias de Capital	Balance de Cuenta Corriente	<b>Ahorro Total</b>
	Resto del Mundo	Importaciones		Remuneración de factores generados en el país, transferidos al resto del mundo	Retornos de Capital	Gasto de los Hogares RM	Gasto del Gobierno con Resto del Mundo			<b>Salida de Divisas</b>
<b>Total</b>	<b>Oferta Total de Bienes y Servicios</b>	<b>Valor Bruto de la Producción</b>	<b>Gasto Total de los Factores</b>	<b>Gasto Total de las Empresas</b>	<b>Gasto de los Hogares</b>	<b>Gasto Público</b>	<b>Inversión Total</b>	<b>Entradas de Divisas</b>		

Fuente: Adaptación de Berrenechea, Katz y Pastori (2004).

Para la construcción de esta herramienta, se utiliza información del sistema de cuentas nacionales: base de datos oficiales, encuestas, entre otros. En este sentido Stone, diseña una metodología para su elaboración, llamada método jerárquico, la cual consiste en definir en primer lugar las cuentas que la conformaran, así como los niveles de desagregación.

Una vez definido el nivel de desagregación, se procede a elaborar una primera matriz (macroeconómica), tomando para ello información del sistema de cuentas nacionales. Es importante destacar que el valor de la  $i$ -ésima fila debe ser igual a la  $j$ -ésima columna. Luego, se procede a desagregar la matriz, en otras palabras se estaría elaborando la primera matriz microeconómica utilizando información un poco más específica, como la aportada por diversos organismos oficiales. Una vez que se completa, se realiza un proceso de balanceo para así lograr que el valor de las filas sea igual al valor de las columnas. Este proceso de balanceo de la matriz se puede realizar a través de dos métodos como lo son el “RAS” y el método de “Entropía Cruzada”. Este proceso de desagregación y balanceo se repetirá tantas veces hasta obtener la matriz deseada.

**Figura 1**

**Método Jerárquico para la Construcción de Matrices de Contabilidad Social**



Fuente: Sanchez (2006)

## Método RAS

El Método RAS no sólo es utilizado para balancear matrices, sino también para estimar matrices a nivel espacial (regional) o temporal. Básicamente consiste en un proceso iterativo de ajuste. En este caso, se debe conocer el total de las filas y de las columnas de la matriz que se pretende estimar.

A continuación, se describe paso a paso, en que consiste este método:

1. Se cuenta con una matriz, por ejemplo de relaciones interindustriales para un tiempo  $t$  conocida como  $X_t$ . A esta matriz se estima la matriz de coeficientes técnicos, calculados de acuerdo a la ecuación (5). Obteniéndose de esta manera la matriz  $A_t$ .

$$X_t = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{il} & \cdots & x_{ij} \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$A_t = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{il} & \cdots & a_{ij} \end{pmatrix} \quad (11)$$

2. Se cuenta con los vectores columna y fila de la matriz que se pretende estimar, en adelante se denominarán  $u^*$  y  $v^*$  respectivamente. Se estima la primera matriz.

$$X_{t+1}^1 = A_t * v^{*1} \quad (12)$$

Una vez obtenida esta primera matriz, se estima el vector  $r^1$  Siendo éste el cociente entre el vector  $u^*$  y la sumatoria de las filas de  $X_{t+1}^1$

$$u^1 = \sum x_i^1 \quad (13)$$

$$r^1 = \frac{u^*}{u^1} \quad (14)$$

3. Al tener esta primera matriz, se estiman nuevamente la matriz de coeficientes técnicos, sólo que esta vez se dividen los elementos de  $X_{t+1}^1$  entre el vector fila  $v^*$  (ya que éste representa los márgenes conocidos de la matriz que se pretende estimar).

$$A_{t+1}^1 = \frac{X_{t+1}^1}{v^*}. \quad (15)$$

4. Al obtener la primera matriz  $X_{t+1}^1$ , comienza un proceso iterativo de balanceo, hasta que el total de las filas y columna de la matriz estimada, coincida con los totales conocidos. En este sentido, al tener calculado  $r^1$ , se empieza a balancear la matriz por el lado de las filas, obteniendo la segunda matriz estimada.

$$A_{t+1}^2 = r^1 * A_{t+1}^1 \quad (16)$$

$$X_{t+1}^2 = A_{t+1}^2 * v^*. \quad (17)$$

Luego, se totaliza las filas de esta nueva matriz, en donde se comprobará  $u^* = u^1$ . Inmediatamente, se debe iniciar a balancear las columnas. Sumando para ello, las columnas de la matriz  $X_{t+1}^2$ , generando de esta forma el vector fila  $v^1$ . Calculándose el valor del vector fila  $s^1$

$$s^1 = \frac{v^*}{v^1}. \quad (18)$$

5. Una vez obtenido el valor de  $s^1$  se post-multiplica con  $A_{t+1}^2$ .

$$A_{t+1}^3 = A_{t+1}^2 * s^1 \quad (16)$$

$$X_{t+1}^3 = A_{t+1}^3 * u^*. \quad (17)$$

Al totalizar las columnas se comprobará  $v^* = v^1$ . De igual manera, se suma cada una de las filas para verificar que se mantenga la igualdad  $u^* = u^1$ , en caso contrario, se debe realizar este procedimientos n veces hasta que se cumpla  $v^* = v^n$  y  $u^* = u^n$ .

Una aspecto importante a resaltar de este método es el significado de los vectores  $r$  y  $s$ . El primero de ellos, representa el efecto sustitución, el grado en que el producto o sector  $i$ -ésimo es sustituido por otro. Mientras que el vector  $s$ , refleja el efecto fabricación, que de acuerdo a lo reseñado por Pedreño (1983) no es más que el nivel de absorción realizado por el  $j$ -ésimo producto/sector.

## MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL

El término equilibrio dentro del campo de la física implica una compensación de las fuerzas que actúan en un sistema. En este sentido, en el campo económico se habla de equilibrio cuando los agentes que intervienen en un mercado no pueden mejorar su situación sin desmejorar el estado de otro agente. Básicamente, lo anteriormente expuesto da cuenta de lo que en economía se denomina “Punto Óptimo de Pareto”.

La Teoría de Equilibrio General surgió como una respuesta a las debilidades que tenían los estudios de equilibrio, dado que durante años sólo se estudiaba el equilibrio parcial, es decir, el equilibrio que se presenta en un mercado específico (como por ejemplo el de automóviles, de alimentos, etc), sin tomar en cuenta el resto de los mercados y sectores económicos. Bajo este contexto, el Modelo de Equilibrio General permite entender y explicar el flujo circular de dinero que existe en una economía y estudia la forma de asignación de los recursos.

Ahora bien, para comprender a fondo este modelo es necesario contar con un dominio profundo de matemáticas avanzada (Liquitaya y Gutierrez, 2009). Sin embargo, en esta investigación sólo se abordarán algunos fundamentos teóricos sobre los cuales se construye esta teoría.

En primer lugar, para la construcción del modelo es necesario conocer qué tipo de problemática o fenómeno se quiere abordar definiendo de esta manera los sectores que van a formar parte del modelo, así como el nivel de desagregación de cada uno de estos sectores. Básicamente, la construcción se sustenta en la Matriz de Contabilidad Social.

Adicionalmente, se debe definir la cantidad y el nivel de desagregación de los sectores productivos y de los consumidores (Cardenete, Sancho, s.f). Describiendo teóricamente el comportamiento de cada uno de los agentes económicos (hogares, empresas y gobierno) y las relaciones existentes, como por ejemplo la composición del ingreso y del gasto realizado por cada uno de éstos. En este sentido, la formalización del modelo matemático estará determinado por un conjunto de funciones que representan las decisiones de cada uno de los agentes, sujeto a una serie de restricciones.

En parte de la bibliografía encontrada, se expone que los supuestos empleados para la elaboración del Modelo de Equilibrio General se encuentran dentro del contexto neoclásico, en donde los precios son

endógenos<sup>3</sup>. Se plantea para ello la figura de un subastador, el cual recibe información por parte de los demandantes y de los oferentes y a partir de estos datos, este agente comunica los precios iniciales al resto de los agentes quienes ajustan sus decisiones de acuerdo al principio maximizador que rige su comportamiento. Al presentarse desequilibrios en algún mercado, que genere por ejemplo un exceso de demanda, el subastador aumenta los precios, informando a los agentes los nuevos precios (Liquitaya y Gutierrez, 2009).

## APLICACIONES DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO Y DE CONTABILIDAD SOCIAL

Las matrices tanto de Insumo-Producto como de Contabilidad Social, son empleadas para cuantificar impactos, como por ejemplo la cantidad de insumos que debe producirse para satisfacer un incremento de la demanda de un bien o sector específico. Además, de estimar el efecto difusión (encadenamiento hacia atrás) y el efecto de absorción (encadenamiento hacia adelante). También, se pueden estimar diversos multiplicadores y construir modelos de precios.

A continuación, se da una reseña de las principales características de estas aplicaciones:

### *Identificación de los sectores claves*

La Matriz de Insumo-Producto, específicamente en lo que respecta a la demanda intermedia se puede considerar como una forma de representar una cadena productiva, ya que en esta parte de la tabla se muestran los insumos necesarios que requiere un producto o una determinada industria. Ahora bien, con esta información se puede cuantificar dos tipos de efectos.

- Efecto difusión: desde el punto de vista de la Matriz Insumo-Producto este efecto refleja la expansión que genera un producto/industria sobre un grupo de productos o industrias. Mientras que desde la Matriz de Contabilidad Social, este valor representa el efecto que tiene una variación del ingreso de la cuenta  $j$ -ésima sobre el resto de las cuentas.
- Efecto absorción: Banguero, Duque, Garizado y Parra (2006) lo definen como el efecto que se

---

<sup>3</sup> Generados por el sistema de oferta y demanda.

observa sobre un producto /industria cuando varía un conjunto de sectores (conocido también como encadenamiento hacia delante).

Una de las técnicas empleadas para estimar estos efectos es la propuesta por Rasmussen, la cual emplea los multiplicadores que conforman la Matriz de Leontief  $(I - A)^{-1}$ . La expresión matricial de estos multiplicadores se pueden representar de la siguiente manera:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1j} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{i1} & \cdots & r_{ij} \end{pmatrix} \quad (18)$$

Para estimar el efecto difusión de cada producto/industria se debe sumar cada columna, es decir:

$$R_j = \sum_{i=1}^r x_{ij} \quad (19)$$

Una vez obtenido el vector columna, se procede a calcular el poder de dispersión (Hernandez, 2005):

$$U_j = \frac{R_j}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r r_{ij}} \quad (20)$$

Respecto al efecto absorción se estima un vector fila, que representa la sumatoria de los multiplicados de Leontief (la sumatoria de cada fila):

$$R_i = \sum_{j=1}^r x_{ij} \quad (21)$$

Luego, para medir el efecto que tiene sobre el i-ésimo producto/industria una variación del conjunto de un conjunto de productos /industria, se realiza la siguiente estimación:

$$U_i = \frac{R_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r r_{ij}} \quad (22)$$

Cuando se estime cada uno de estos efectos para cada uno de los productos o industrias, según sea el caso, se verifican si estos valores son menores o mayores que uno, para así clasificarlos, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 3**  
**Tipos de sectores según Rasmussen**

	$U_j < 1$	$U_j > 1$
$U_i < 1$	Sector Independientes	Sectores Impulsores de la Economía
$U_i > 1$	Sectores Base	Sectores Claves

Fuente: Adaptado de Fuentes (2003)

En este sentido, los sectores impulsores de la economía son aquellos que presentan un alto encadenamiento hacia atrás, lo que implica que al incrementarse la demanda de ese sector o producto, una gran cantidad de empresas (proveedoras de insumos) se ven afectadas positivamente.

Este tipo de análisis es importante, debido a que aporta información cuantitativa acerca de los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante, existentes en cada uno de los productos o industrias.

#### *Modelo de Multiplicadores de la Matriz de Contabilidad Social*

El Modelo de Multiplicadores Contables, permite cuantificar los efectos directos e indirectos que se generan en cada una de las cuentas que conforman la Matriz de Contabilidad Social cuando se produce una variación en una variable exógena.

Para construir este modelo, se procede en primer lugar a definir las cuentas endógenas y las cuentas exógenas, tal como lo muestra la siguiente tabla:

**Tabla 4**

**Cuentas endógenas y exógenas**

	CUENTAS ENDÓGENAS						EXÓGENA	
	Productos	Actividades	Factores de Producción	Hogares	Cuenta Capital	Sector Externo	Gobierno	Total
Producto	0	C <sub>12</sub>	0	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>1j</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
Actividades	C <sub>21</sub>	0	0	0	0	0	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
Factores de Producción	0	C <sub>32</sub>	0	0	0	C <sub>3j</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
Hogares	0	0	C <sub>43</sub>	C <sub>44</sub>	0	C <sub>4j</sub>	X <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
Cuenta Capital	0	0	0	C <sub>45</sub>	C <sub>55</sub>	C <sub>5j</sub>	X <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
Sector Externo	C <sub>i1</sub>	0	C <sub>i3</sub>	C <sub>i4</sub>	0	0	X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>
Gobierno	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>j</sub>		
Total	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>j</sub>		

Fuente: adaptación de Fernandez, Hurtado y Ramos (2007).

De la Tabla 4, se deduce la siguiente ecuación:

$$Y_n = C_{nn} + X_n \tag{23}$$

Luego se estiman los coeficientes técnicos de cada una de las sub-matrices  $C_{ij}$  que conforman la Matriz de Contabilidad Social de acuerdo a lo planteado en la ecuación (5). En otras palabras, dividen cada uno de los elementos que componen la matriz  $C_{ij}$ , con el total de su respectiva columna (Fernandez, et al., 2007). En ese sentido, se obtiene matriz  $A_n$  compuesta por las distintas sub-matrices:

$$A_n = \begin{pmatrix} 0 & A_{12} & 0 & A_{14} & A_{15} & A_{1j} \\ A_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{32} & 0 & 0 & 0 & A_{3i} \\ 0 & 0 & A_{43} & A_{44} & 0 & A_{4j} \\ 0 & 0 & 0 & A_{54} & A_{55} & A_{5j} \\ A_{i1} & 0 & A_{i3} & A_{i4} & 0 & 0 \end{pmatrix} \tag{24}$$

Un aspecto clave a resaltar de los coeficiente obtenidos, es el hecho de que la sub-matriz  $A_{14}$  representa la propensión media al gasto:  $A_{12}$  está formada por los coeficientes técnicos obtenidos en el Análisis Insumo-Producto (consumo intermedio).  $C_{43}$  Refleja los coeficientes técnicos, los efectos

directos de la redistribución de la renta a los hogares (Fernandez, et al., 2007).

Ahora bien, en la ecuación (23) se puede reemplazar por  $C_n = A_{nn} Y_n$  obteniéndose lo siguiente:

$$Y_n = A_{nn} Y_n + X_n \quad (25)$$

Luego, se despeja  $Y_n$  y se factoriza, obteniendo la Matriz de Leontief.

$$Y_n - A_{nn} Y_n = X_n$$

$$Y_n (I_n - A_{nn}) = X_n$$

$$Y_n = (I_n - A_{nn})^{-1} X_n \quad (26)$$

Cada uno de los elementos de la Matriz de Leontief, representan los multiplicadores que permiten cuantificar los efectos generados sobre las cuentas endógenas cuando ocurre una variación en las cuentas exógenas. (Fernandez, et al., 2007).

### *Modelo de Precios (Enfoque Insumo-Producto)*

Como bien se ha repetido a lo largo del documento, dentro de la Matriz Insumo-Producto se refleja la demanda de insumos que requiere una empresa o producto (dependiendo de la forma en que esté construida la matriz) para producir una unidad de dicho bien. En este sentido, es de gran utilidad contar con un factor elemental para realizar un análisis en la estructura de costos, tal y como lo es el precio.

Se describe a continuación el modelo de precios expuesto por la ONU (1999):

En primer lugar, para obtener la estructura de costos del j-ésimo producto sólo basta con multiplicar la matriz de coeficientes técnicos (que representan los requerimientos directos) por cada uno de los precios unitarios de los insumos.

$$\left( p_1 a_1^1 \quad p_2 a_2^1 \quad p_3 a_3^1 \quad \cdots \quad p_i a_i^1 \quad p_n a_n^1 \right) \quad (27)$$

La ecuación (27) se aplica para cada una de las filas, hasta el sector o producto  $i$ -ésimo.

Para obtener el valor añadido generado por el sector o producto  $i$ -ésimo, sólo es necesario restarle al precio  $p_i$  la ecuación (27).

$$v_i = p_i - (p_1 a_1^i \quad p_2 a_2^i \quad p_3 a_3^i \quad \cdots \quad p_i a_i^i \quad p_n a_n^i) \quad (28)$$

Visualizando matricialmente la ecuación (28) de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix} \quad (29)$$

Sin embargo, a diferencia de la ecuación (6) de la cual se obtiene la inversa de Leontief, en la ecuación (29) se utiliza la transpuesta de la matriz de coeficientes técnicos:

$$p = A' p + v \quad (30)$$

Por lo tanto, al despejar y despejar la ecuación anterior se obtiene:

$$\begin{aligned} p - A' p &= v \\ p(I - A') &= v \\ p &= (I - A')^{-1} v \end{aligned} \quad (31)$$

Con la ecuación (31) se puede conocer el efecto generado sobre el precio del sector/producto  $i$ -ésimo, a raíz de una variación en el valor añadido de un producto.

Ahora bien, para conocer el impacto que tiene sobre la estructura de costos una variación del tipo de cambio sólo es necesario introducir en la ecuación (31) el vector de demanda externa intermedia, representada por las importaciones.

Este vector de importaciones es el cociente entre las importaciones del  $j$ -ésimo sector con el valor bruto de la producción de dicho sector (Schuschny, 2005).

$$p = (I - A')^{-1}(v + m) \quad (32)$$

Donde el vector  $m$ , es estimado de la siguiente manera:

$$m_j = \frac{M_j}{X_j} \quad (33)$$

Por lo tanto, para conocer el impacto que tiene sobre los precios una variación del tipo de cambio se multiplica el vector de las importaciones de insumos por la tasa de devaluación (Schuschny, 2005).

$$p = (I - A')^{-1}(v + e * m)$$

## CONCLUSIONES

Las herramientas de análisis económicos previamente descritas: Matriz Insumo-Producto, Matriz de Contabilidad Social y el Modelo de Equilibrio General Computable; se consideran instrumentos que manejan información que resultan útiles para la construcción y análisis de escenarios industriales y en consecuencia, para la toma de decisiones con respecto a las problemáticas detectadas. Por consiguiente, el visualizar las interrelaciones de los sectores productivos, el valor agregado por sector, la demanda del consumo final, importaciones y exportaciones por sector a través de la Matriz Insumo-Producto, la generación y distribución del ingreso mediante la Matriz de Contabilidad Social y el efecto de la variación de la demanda a través del Modelo de Equilibrio General, ha contribuido en ciertos casos a tener mayor conocimiento sobre la estructura productiva de un país.

Sin embargo, cada una de estas metodologías presentan ciertas limitaciones: en la Matriz Insumo-Producto y en la Matriz de Contabilidad Social, se establecen relaciones interindustriales lineales, es decir, los insumos de una industria varían en la misma proporción que el producto total. Aunado a ello, establece el supuesto de homogeneidad del producto, en otras palabras se considera que las industrias que producen un mismo tipo de mercancía lo hacen utilizando la misma tecnología y una única estructura de insumos. Por último, la construcción del Modelo de Equilibrio General está basada bajo el enfoque neoclásico, específicamente en lo que respecta a la formación de precios, en donde se considera que los agentes económicos tienen una información completa acerca de las cantidades y los precios existentes en el mercado, por lo que estos últimos son determinados por el equilibrio existente entre la oferta y la demanda.

Por otro lado, la Matriz Insumo-Producto y la Matriz de Contabilidad Social se utilizan para cuantificar los efectos producidos por los cambios generados en los procesos productivos, como el incremento de la demanda o el control de precios. También, son útiles para estimar el efecto difusión, el efecto de absorción, los diversos multiplicadores y construir modelos de precios.

Finalmente, es relevante destacar la flexibilidad que tienen las matrices de Insumo-Producto y Contabilidad Social al momento de elaborarlas, ya que éstas se pueden ajustar a la información disponible (encuestas u otras bases de datos). Además de ser empleadas como herramientas para la planificación de políticas industriales, utilizando para ello el modelo de precios y el modelo de multiplicadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banguero, H., H., Duque, P., Garizado y D., Parra (2007): *Estimación de la Matriz Insumo Producto Simétrica para el Valle del Cauca – año 1994*. Ponencia presentada en las II Jornadas Españolas de Análisis Input-Output, Zaragoza, España.
- Berrenechea, P., Katz, G. y Pastori, H. (2004): *Construcción de una Matriz de Contabilidad Social para Uruguay para el año 2000*. Bogotá: Universidad de la República. Facultad de Ciencias Sociales.
- Burgos, K. (2007): *Análisis de Multiplicadores y Elasticidades para la Economía Chilena base 2003, mediante un Enfoque Input-Output*. [Documento en Línea]. Trabajo de grado de pregrado no publicado, Universidad del BIO-BIO, Concepción, Chile. Disponible: [http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2007/burgos\\_k/doc/burgos\\_k.pdf](http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2007/burgos_k/doc/burgos_k.pdf) [Consulta: 2013, Agosto 05]
- Caño. M. (2000): *Insumo-Producto en el SCN 1993*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catecdes/materiales/2011-0414%20InsumoProductoEcDescIIUDELAR2000.pdf> [Consulta: 2013, Agosto 25]
- Cardenete, M. y Sancho, F. (s.f.): *Un Modelo de Equilibrio General Aplicado para la Economía Andaluza*. [Documento en Línea]. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible: <http://www.uam.es/otroscentros/klein/docjor/cardenete.pdf> [Consulta: 2013, Agosto 30]
- Cataño, J. (2004): La Teoría Neoclásica del Equilibrio General. Apuntes Críticos. *Cuadernos de Economía*, Vol. XXIII, Nro. 40 Pág. 175-204. Bogotá.
- Correrdor, D. y O. Pardo. (2008): *Matrices de Contabilidad Social 2003, 2004 y 2005 para Colombia*. Archivos de Economía, Nro. 339.
- DANE. (2012): *Metodología de la Matriz Insumo- Producto 2005*. [Documento en Línea]. Disponible: [http://dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia\\_matriz\\_insumo\\_producto.pdf](http://dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_insumo_producto.pdf) [Consulta: 2013, Agosto 25]
- Fernandez, E., A., Hurtado. y C., Ramos. (2007): *Análisis de la Matriz de Contabilidad Social: Un*

*Estudio para Colombia (2003)* Ponencia presentada en las II Jornadas Españolas de Análisis Input-Output, Zaragoza, España.

- Fuentes, N. (2003): Encadenamientos insumo-producto en un municipio fronterizo de Baja California, México. *Revista Frontera Norte*, Vol. 15. Nro. 19. Pp. 151-184 México.
- Hernandez, E. (2005): *Un Modelo Insumo-Producto (MIP) Como un Instrumento de Análisis Económico*. Serie Documentos de Trabajo Nro. 69. Caracas: Banco Central de Venezuela.
- Liquitaya, J. y G. Gutierrez. (2009): La teoría del Equilibrio General Walrasiano: Un Análisis Introdutorio. *DENARIOS. Revista de Economía y Administración*, Vol. 19, Nro. 2, Pp. 187-199.
- Organización de Naciones Unidas (1999): *Handbook of Input-Output Table Compilation and Analysis*. Studies in Methods Handbook of National Accounting, Serie F. Nro. 74. New York.
- Palomino, V. y Pérez. J. (2011): *Teoría y Aplicaciones de la Tabla Insumo-Producto a la Planeación Estratégica*. [Libro en Línea]. Lima: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Disponible: <http://www.ceplan.gob.pe/documents/10157/226e903c-d9f5-4b47-a1f8-89abfdb3c55a> [Consulta: 2013, Agosto 25]
- Roland-Host, W. y Sancho, F. (1995): Modeling Prices in a Sam Structure. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 77, Nro. 2. Pp. 361-371. Massachussetts, EEUU.
- Sánchez, M. (2006): *Matriz de Contabilidad Social (MCS) 2002 de Costa Rica, y los Fundamentos Metodológicos de su Construcción*. Serie Estudios y Perspectivas, Nro. 47. México: CEPAL, Unidad de Desarrollo Social.
- Secretaría de Desarrollo Económico (2010): *Construcción de una Matriz de Contabilidad Social de Bogotá D.C. 2006 y Estimación de Parámetros*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://econpapers.repec.org/paper/col000368/007128.htm> [Consulta: 2013, Agosto 30]
- Schuschny, A. (2005): *Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: Teoría y Aplicaciones*. Serie de Estudios Estadísticos y Prospectivos, Nro. 37. Santiago de Chile: CEPAL.