

## 1. DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA GENERAL DE LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO

La matriz de insumo producto (MIP) es un registro ordenado de transacciones entre los distintos sectores productivos de una economía orientados a satisfacer la demanda de bienes intermedios y finales. Es un elemento fundamental para analizar la estructura productiva de un país, ya que, al reflejar la interrelación entre los sectores de la economía (que las Cuentas Nacionales no asientan) permiten determinar el peso relativo de cada sector, cuantificar la articulación entre los sectores (encadenamientos productivos), identificar sectores altamente vinculados con el resto del mundo (por ejemplo, sectores dependientes de insumos importados), medir el ingreso y empleo que generan las actividades económicas.

La MIP se compone de las siguientes sub-matrices:

- Oferta total: presenta la disponibilidad total de bienes y servicios en una economía, sean productos nacionales o importados.
- Demanda intermedia: registra los flujos de circulación intersectorial de los productos.
- Demanda final: registra las transacciones referentes a la utilización final de los productos (gasto del Estado, consumo de las familias, exportaciones e inversión).
- Valor agregado: describe la remuneración a los factores de producción (tierra, trabajo y capital) por su participación en el proceso productivo.

Las celdas de la matriz están expresadas en valor monetario (pesos argentinos). Para valuar la matriz, se pueden usar precios de comprador, precios de productor o precios básicos. La relación entre los distintos precios es la siguiente:

### **Precio de comprador**

(-) Márgenes de comercio y transporte

### **Precio de productor**

(-) Impuestos sobre los productos

(+) Subsidios sobre los productos

### **Precio básico**

Se recomienda trabajar con la matriz valuada a precios básicos, que excluyen los impuestos y los márgenes de distribución (comercialización, transporte y flete).

A continuación presentamos una matriz genérica. En una matriz empírica, cada uno de los agregados *Producto – Actividad nacional o extranjero* estará subdividido en subsectores y actividades<sup>1</sup>. Leyendo por filas, se indica cómo se distribuye la producción de cada sector (outputs). Leyendo por columnas, se indica de dónde provienen los recursos para la producción (inputs). Las columnas, por lo tanto, indican la estructura de costos de cada sector. Como resultado de la suma de filas y de columnas se obtiene el Valor bruto de la producción.

---

<sup>1</sup> Recomendamos entrar a la página del INDEC para ver la matriz insumo producto más actual de Argentina (1997). La encontrarán en el apartado de Cuentas Nacionales.

Compra de insumos (inputs)  
↓

	Demanda intermedia		Demanda final	Valor bruto de producción
	Producto/Actividad (nacional)	Producto/Actividad (importado)		
Destino de productos (outputs) → Producto/Actividad (nacional)	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	D <sub>11</sub>	X <sub>11</sub>
Producto/Actividad (importado)	x <sub>21</sub>	x <sub>22</sub>	D <sub>21</sub>	X <sub>21</sub>
Valor agregado	VA <sub>11</sub>	VA <sub>12</sub>		
Valor bruto de producción	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>		

En base a la MIP se obtienen dos matrices que son ampliamente utilizadas:

- Matriz de requerimientos directos o coeficientes técnicos: son los requerimientos directos de insumos del sector *i* para para producir una unidad del sector *j*.

$$A \in \mathbb{R}^{n \times n} / a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

- Matriz de requerimientos totales (directos e indirectos): muestra cuánta producción es necesaria en cada sector, en términos directos e indirectos, para producir una unidad adicional de demanda final.

$$(I - A)^{-1} \in \mathbb{R}^{n \times n}$$

## 2. UN EJEMPLO DE APLICACIÓN

### ANÁLISIS DEL IMPACTO DE UNA VARIACIÓN DE LA DEMANDA FINAL SOBRE LA PRODUCCIÓN

En este apartado veremos las características básicas y la forma de lectura de la MIP a partir del desarrollo de un ejemplo de aplicación. Para facilitar la exposición, supondremos una economía cerrada (sin intercambio con el sector externo) y con tres sectores productivos: agro, industria y servicios. Para funcionar, cada uno de los sectores necesita comprarles insumos a los otros y a sí mismo, y cierta cantidad de bienes se venden como bienes finales. La siguiente MIP refleja las interacciones entre los sectores:

Sector	Demanda intermedia			Demanda final	Producción total
	Agro	Industria	Servicios		
<b>Agro</b>	50	200	15	235	500
<b>Industria</b>	70	350	230	350	1000
<b>Servicios</b>	100	300	110	445	955
<b>Valor agregado</b>	280	150	600		
<b>Producción total</b>	500	1000	955		

El valor de cada celda está expresado en precios básicos, es decir se valorizan en la puerta del local, sin incluir márgenes de comercialización, costos de transporte, ni impuestos.

Cada fila indica el destino de la producción. Los bienes y servicios producidos pueden destinarse a un sector productivo, que los demanda como insumo, o la demanda final (inversión, consumo público, consumo privado o exportaciones). Por ejemplo, en la fila 1 vemos que el sector Agro vende \$50 de su producción al Agro, \$200 al sector industrial, \$15 al sector servicios y \$235 a los consumidores finales. Su producción total es de \$500. Por otro lado, cada columna indica cuántos

insumos compra un sector a los demás para producir sus bienes finales. Por ejemplo, en la columna 1 vemos que el Agro adquiere \$50 de insumos agrícolas, \$70 de insumos industriales y \$100 de servicios. La fila de Valor agregado corresponde a las remuneraciones de los factores que intervienen en la producción (salarios, beneficios, rentas).

Supongamos que una investigación de mercado sugiere que los consumidores demandaran más productos textiles (producidos por la industria). La industria deberá producir más textiles y, para eso, demandará más materias primas del sector agro, más energía eléctrica y combustible que le provee el sector servicios y más maquinarias o herramientas producidas por el sector industria. Entonces, para poder aumentar la producción de la industria, deben aumentar su producción los otros sectores también. A su vez, este razonamiento se traslada a los demás sectores: para poder producir más materias primas, el sector agro deberá demandar más insumos a todos los sectores productivos. La industria, que verá incrementada la demanda de sus productos finales, tiene que aumentar su producción tanto para satisfacer esta demanda como para brindarle productos intermedios a los sectores que le proveen los insumos. Considerando todas interacciones nos preguntamos, ¿cuánto debe producir cada sector para satisfacer el incremento en la demanda final de textiles?

Wassily Leontief, matemático de origen ruso, desarrolló el modelo de insumo – producto (input-output) que permite responder esta pregunta utilizando el álgebra matricial.

En primer lugar, escribiremos la MIP como un sistema de ecuaciones en forma matricial.

$$x = Ax + DF$$

Matriz de producción      Matriz de coeficientes técnicos      Demanda final

Si varía la DF, entonces el nuevo nivel de producción se puede obtener resolviendo la ecuación:

$$X = A \cdot X + DF$$

$$X - A \cdot X = DF$$

$$(I - A) \cdot X = DF$$

$$(I - A)^{-1} \cdot (I - A) \cdot X = (I - A)^{-1} \cdot DF$$

$$I \cdot X = (I - A)^{-1} \cdot DF$$

$x = (I - A)^{-1} \cdot DF$

Matriz de requerimientos totales

En nuestro ejemplo, suponiendo que la demanda final aumenta a 700 de bienes del sector agro, 500 del sector industrial y 1000 de servicios, tendremos

$$\begin{pmatrix} X_a \\ X_i \\ X_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 50/500 & 200/1000 & 15/955 \\ 70/500 & 350/1000 & 230/955 \\ 100/500 & 300/1000 & 110/955 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_a \\ X_i \\ X_s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 700 \\ 500 \\ 1000 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_a \\ X_i \\ X_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,02 \\ 0,14 & 0,35 & 0,24 \\ 0,2 & 0,30 & 0,12 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_a \\ X_i \\ X_s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 700 \\ 500 \\ 1000 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_a \\ X_i \\ X_s \end{pmatrix} = \left[ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,02 \\ 0,14 & 0,35 & 0,24 \\ 0,2 & 0,30 & 0,12 \end{pmatrix} \right]^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 700 \\ 500 \\ 1000 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_a \\ X_i \\ X_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1207 \\ 1772 \\ 2012 \end{pmatrix}$$

La siguiente matriz presenta los nuevos niveles de Demanda Final y de producción de cada sector. Los nuevos niveles de demanda intermedia se obtienen multiplicando los coeficientes técnicos por el nuevo nivel de producción (ya que estos coeficientes se suponen constantes, como veremos en el apartado 4).

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \Rightarrow x_{ij} = a_{ij} \cdot X_j$$

Sector	Demanda intermedia			Demanda final	Producción total
	Agro	Industria	Servicios		
<b>Agro</b>	120,7	354,4	40,24	700	1207
<b>Industria</b>	168,98	620,2	482,88	500	1772
<b>Servicios</b>	214,4	531,6	241,44	1000	2012
<b>Valor agregado</b>	702,92	265,8	1247,44		
<b>Producción total</b>	1207	1772	2012		

NOTA: Las sumas de filas y columnas no dan exactamente igual a los valores indicados de producción total, por haber trabajado con un redondeo a 2 decimales.

### 3. APLICACIONES DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO

Si bien el modelo de insumo- producto tiene numerosas limitaciones, es una herramienta útil de apoyo cuantitativo para la toma de decisiones. En esta sección presentamos algunas de las aplicaciones frecuentes de la MIP.

- Se utiliza para hacer ejercicios de proyecciones de producción, como en el ejemplo anterior. La MIP permite medir el impacto de una variación en algún componente de la demanda final en la estructura productiva. El incremento de la demanda final de un sector repercute directamente en su nivel de producción e indirectamente en el de los sectores productores de bienes intermedios. Estos efectos son cuantificados por medio del modelo IP. Es importante aclarar que, luego de realizar las predicciones, estas se deben contrastar con su factibilidad real. Por ejemplo, el gobierno puede plantear que aumentará la inversión pública en viviendas (componente de la demanda final). Sin embargo, el cálculo con la MIP puede indicar que para ello se deben importar insumos para la construcción ya que la producción local no puede abastecerlos. Por sus altos costos de transporte, los materiales de construcción no suelen ser comercializados internacionalmente, entonces el incremento en la inversión pública en viviendas no podrá ser realizado en el corto plazo.

- Como señalamos en la primera sección, la MIP permite analizar la estructura productiva de una economía. Por un lado, permite identificar el peso relativo de los sectores en la economía. Por otro lado, permite identificar sectores que, por sus interacciones con otros (encadenamientos productivos), pueden dinamizar el crecimiento o limitarlo actuando como cuellos de botella. Como vimos anteriormente, los sectores productivos son interdependientes: un aumento de la producción en uno de ellos implica una mayor demanda de insumos los que, a su vez, para ser producidos, requieren de aumentos en la producción de otros sectores, con los consiguientes efectos circulares sobre el sistema. Por lo tanto, cuando la demanda final de un bien aumenta, la producción total del sector productor debe aumentar en una proporción mayor, ya que debe satisfacer el incremento de la demanda final y cubrir, simultáneamente, el aumento de las demandas intermedias. El modelo de insumo-producto permite identificar aquellos sectores con mayor capacidad de inducir impactos multiplicadores sobre otros. Algunos autores sugieren que son estos sectores, junto con los más creadores de empleo y los que minimizan la dependencia de importaciones, los que deben estimularse para lograr un mayor desarrollo económico.
- La MIP permite medir los impactos totales de variaciones en la demanda final en el nivel de empleo, ya que se indican los requerimientos de empleo directos e indirectos para producir una unidad de bien de cada sector.
- Las MIP (en particular las construidas para cada región) permiten identificar clusters o complejos industriales. Los *clusters* son concentraciones geográficas de empresas interdependientes, proveedores de bienes y servicios especializados e instituciones asociadas (Universidades, organismos estatales, etc.) que compiten y también cooperan en un territorio.
- Dependencia de importaciones. La MIP informa el contenido total de importaciones necesario para producir localmente una unidad del producto. Por lo tanto, utilizando la MIP se pueden identificar aquellos sectores que dependen en mayor medida de las importaciones para asegurar sus abastecimientos de insumos intermedios.
- Dependencia energética: a partir de la MIP se pueden calcular las intensidades energéticas de cada sector, esto es, la cantidad de energía total necesaria para producir una unidad de producto. Conocer este dato puede resultar de interés en momentos de expansión económica, ya que la falta de disponibilidad energía puede ser un factor limitante.
- Proyecciones de precios: la MIP permite medir el impacto de variaciones de los costos de los factores productivos y de los insumos sobre los precios de los bienes. Asimismo, se pueden cuantificar los efectos sobre los precios de variaciones en el tipo de cambio que afectan los costos de insumos importados y los efectos de gravámenes tributarios.
- La Matriz de Contabilidad social (Social accounting matrix, SAM) es una extensión del modelo de insumo-producto de Leontief, que incorpora el pago a factores productivos, la distribución de ingreso y la estructura de demanda de los sectores institucionales (hogares, Estado, empresas y resto del mundo). De esta manera, incrementa la capacidad descriptiva y analítica de la economía. Por ejemplo, la SAM permite analizar el efecto del aumento del ingreso sobre la demanda, que no puede ser analizado por la MIP que considera la Demanda final como exógena.

#### **4. SUPUESTOS Y LIMITACIONES**

El modelo de insumo- producto asume los siguientes supuestos:

- Todo lo que se produce se demanda.
- Cada sector produce bienes homogéneos.
- Los coeficientes técnicos se suponen constantes.
- Condición de proporcionalidad: existen rendimientos constantes a escala, es decir que para aumentar la producción de una industria en un 100% se necesita un incremento de insumos del 100% (esto significa que la función de producción es homogénea).
- Los precios relativos se mantienen constantes.

Algunas limitaciones del modelo son las siguientes:

- En la práctica, hay dificultades en la construcción de las matrices por la gran cantidad de sectores que conforman las estructuras productivas.
- Se necesita de ciertas convenciones para ubicar y agregar las actividades productivas. Existen algunos criterios compartidos para definir la agregación de actividades, relacionados por ejemplo, con la estructura de costos y con la posibilidad de sustitución entre productos.
- Hay dificultad para establecer los coeficientes técnicos que, además, se suponen constantes cuando en realidad no lo son. Algunos factores que hacen que los coeficientes técnicos no sean constantes son el cambio tecnológico, la variación en la intensidad en el uso de los factores, la aparición de insumos sustitutos o complementarios, los cambios en los precios relativos. El supuesto implica, por lo tanto, que las empresas tienen la misma tecnología e iguales niveles de eficiencia.
- La información puede tener problemas de calidad, ya que surge de agregar información de múltiples productos, provenientes de múltiples empresas y de múltiples sectores económicos.
- Armar una matriz IP requiere de gran cantidad de información, que es costoso relevar, y por eso muchas veces se trabaja con matrices extemporáneas. Por ejemplo, la MIP más actual de que disponemos en Argentina fue calculada en el año 1997. Existen algunos métodos para actualizar los coeficientes técnicos de la MIP a partir de información parcial más reciente.
- Si bien la MIP presenta detalladamente las transacciones intersectoriales, al agregar las actividades impide analizar la cadena de valor intra-sectorial.
- Los componentes de la formación bruta de capital fijo, tales como construcciones, maquinarias durables y vehículos, son registrados como componentes de la demanda final (son considerados como un producto más). Entonces se deja de lado su condición de factor que tiene el potencial de aportar productividad.