

Análisis de Insumo Producto

Carlos de Miguel/ Mauricio Pereira

CEPAL

24 de febrero de 2011

Agenda

1. La matriz de Insumo Producto
 - Definición
 - Componentes
2. El modelo de insumo producto
 - Multiplicadores: Efectos directo e indirecto
3. Ejercicio práctico
4. Extensiones
 - Matriz de contabilidad social
 - Equilibrio general

1. La Matriz de Insumo Producto

- La matriz de insumo-producto (MIP) se obtiene a partir de las cuentas nacionales de un país.
- Es una tabla de doble entrada que muestra relaciones de **equilibrio** entre la **oferta** (producción) y la **demanda** (consumo) de bienes y servicios de la economía.
- Es un esquema constituido de tres grandes apartados:
 - Las transacciones intersectoriales ó **utilización intermedia**
 - El **valor agregado**
 - El destino de la producción ó **utilización final**

1. La Matriz de Insumo Producto

Supuestos

- Cada sector produce un único bien (no existe producción secundaria).
- No existen cambios en los precios relativos.
- Se asume que los insumos productivos y el valor agregado se mantienen en relación fija con el nivel de producción (no existe sustitución).

1. La Matriz de Insumo Producto

- La MIP permite:
 - Caracterizar las propiedades estructurales de la economía tanto en producción como en consumo.
 - Analizar las interrelaciones entre los sectores productivos.
 - Medir los impactos **directos e indirectos** que genera cada actividad productiva.
 - Cuantificar el impacto que genera sobre toda la economía el aumento/disminución de la producción de un sector en particular.

1. La Matriz de Insumo Producto

Esquema matricial de la economía de un país que consta de dos sectores:

Unidades monetarias.
Por ej. Millones de Dólares

↓ *Oferta*

Demanda
→

	Bienes	Comercio y Servicios	Demanda final	Utilización total
Bienes	Consumo Intermedio	Consumo Intermedio	Demanda Final	94.5
Comercio y servicios				100.4
Valor agregado	Valor agregado			
VBP (oferta)	94.5	100.4		

1. La Matriz de Insumo Producto

Forma General

REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO

	Prod. 1	Prod. j	Prod. n	Cons.	Invest.	C.Publ.	Δ Exist.	Expo.	VBP
Prod. 1	X_{11}	$\dots X_{1j} \dots$	X_{1n}	C_1	I_1	G_1	Z_1	E_1	X_1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. i	X_{i1}	$\dots X_{ij} \dots$	X_{in}	C_i	I_i	G_i	Z_i	E_i	X_i
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. n	X_{n1}	$\dots X_{nj} \dots$	X_{nn}	C_n	I_n	G_n	Z_n	E_n	X_n
Prod. 1	M_{11}	$\dots M_{1j} \dots$	M_{1n}	C_1^M	I_1^M	G_1^M	Z_1^M	E_1^M	M_1^{Total}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. i	M_{i1}	$\dots M_{ij} \dots$	M_{in}	C_i^M	I_i^M	G_i^M	Z_i^M	E_i^M	M_i^{Total}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. n	M_{n1}	$\dots M_{nj} \dots$	M_{nn}	C_n^M	I_n^M	G_n^M	Z_n^M	E_n^M	M_n^{Total}
Salarios	S_1	$\dots S_j \dots$	S_n						$\sum S_i$
Beneficios	B_1	$\dots B_j \dots$	B_n						$\sum B_i$
Amortizac.	A_1	$\dots A_j \dots$	A_n						$\sum A_i$
Tax-Subvenc.	$T_1 - Sb_1$	$\dots T_j - Sb_j \dots$	$T_n - Sb_n$						$\sum (T_i - Sb_i)$
VBP (insumos)	X_1	$\dots X_j \dots$	X_n						

Schuschny, 2005

1. La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

Eslabonamientos directos

- Calculan los encadenamientos de un sector. Permiten cuantificar el impacto **directo** de un sector sobre el resto de la economía basándose en dos criterios:
 - **Eslabonamientos directos hacia atrás**
 - **Eslabonamientos directos hacia adelante**

1. La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- **Eslabonamientos directos hacia atrás (DBL):**
 - Miden la capacidad de un sector de arrastrar directamente a otros sectores ligados a él, por su **demanda de bienes de consumo intermedio** y estimulando a su vez la actividad de tales sectores.
 - Son directos en tanto se concentran en las relaciones entre sectores en una primera instancia, sin tener en cuenta las sucesivas rondas de compras intermedias.

1. La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- **Eslabonamiento directo hacia atrás:** Se puede calcular como la proporción de las compras intermedias de un sector, en relación a su valor bruto de la producción.

$$DBL_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{X_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

- Donde:
 - x_{ij} = valor de la producción que el sector j-ésimo compra al sector i-ésimo.
 - x_j = valor de la producción del sector j-ésimo.

1. La Matriz de Insumo Producto

	Bienes	Comercio y Servicios	Demanda final	Utilización total
Bienes	26.8	9.4	58.3	94.5
Comercio y servicios	15.4	27.8	57.2	100.4
Valor agregado	52.3	63.2		
VBP (oferta)	94.5	100.4		

Eslabonamiento directo hacia atrás:

$$\begin{array}{c} \text{Bienes} \\ \text{CyS} \end{array} \begin{array}{cc} \text{Bienes} & \text{CyS} \\ \left[\begin{array}{cc} 26.8 & 9.4 \\ 94.5 & 100.4 \\ 15.4 & 27.8 \\ 94.5 & 100.4 \end{array} \right] \end{array} = \begin{array}{cc} \text{Bienes} & \text{CyS} \\ \left[\begin{array}{cc} 0.28 & 0.09 \\ 0.16 & 0.28 \end{array} \right] \end{array} \begin{array}{c} \text{Bienes} \\ \text{CyS} \end{array}$$

1. La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- **Eslabonamientos directos hacia adelante (DFL):**

- Miden la capacidad de un sector, en una primera ronda de **ventas**, de estimular a otros sectores al satisfacer el consumo intermedio de éstos.

$$DFL_j = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{X_i} = \sum_{j=1}^n a'_{ij}$$

1. La Matriz de Insumo Producto

	Bienes	Comercio y Servicios	Demanda final	Utilización total
Bienes	26.8	9.4	58.3	94.5
Comercio y servicios	15.4	27.8	57.2	100.4
Valor agregado	52.3	63.2		
VBP (oferta)	94.5	100.4		

Eslabonamiento directo hacia adelante

$$\begin{array}{c} \text{Bienes} \\ \text{CyS} \end{array} \begin{array}{cc} \text{Bienes} & \text{CyS} \\ \left[\begin{array}{cc} 26.8 & 9.4 \\ 94.5 & 94.5 \\ 15.4 & 27.8 \\ \hline 100.4 & 100.4 \end{array} \right] \end{array} = \begin{array}{cc} \text{Bienes} & \text{CyS} \\ \left[\begin{array}{cc} 0.28 & 0.10 \\ 0.15 & 0.28 \end{array} \right] \begin{array}{c} \text{Bienes} \\ \text{CyS} \end{array} \end{array}$$

La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- **Ordenamiento sectorial según eslabonamientos directos**
 - Dado el índice sectorial para cada sector y por lo tanto conocido el índice promedio nacional. Los sectores se pueden **ordenar y categorizar** de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipología sectorial según los multiplicadores directos

	$DBL_j < \frac{\sum_{j=1}^n DBL_j}{n}$	$DBL_j \geq \frac{\sum_{j=1}^n DBL_j}{n}$
$DFL_i < \frac{\sum_{i=1}^n DFL_i}{n}$	No manufacturera / Destino final	Manufacturera / Destino final
$DFL_i \geq \frac{\sum_{i=1}^n DFL_i}{n}$	No manufacturera / Destino Intermedio	Manufacturera / Destino intermedio

La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- **No manufactureras/Destino intermedio.**
 - Presentan un alto encadenamiento directo hacia adelante y bajo hacia atrás.
 - Su demanda por insumos es baja, siendo el destino de su producción más bien de uso intermedio (sirven de insumo a otros sectores) y muy poco de ellos son entregados en el mercado como producto final.
- **No manufactureras/destino final.**
 - Tienen bajo encadenamiento hacia adelante y hacia atrás.
 - Consumen una cantidad poco significativa de insumos y dedican su producción principalmente a satisfacer la demanda final.

La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- **Manufacturera/destino intermedio.**
 - Presentan alto encadenamiento hacia adelante y hacia atrás.
 - Demandan y ofrecen grandes cantidades de insumos intermedios y por lo tanto son paso obligado de los flujos sectoriales de la economía.
- **Manufacturera/destino final.**
 - Presentan un bajo encadenamiento hacia adelante y alto hacia atrás. Tienen un alto consumo intermedio, y el destino de estos productos es a consumo final.
 - Son grandes demandantes de insumos intermedios, luego pueden afectar en mayor cuantía al crecimiento de la economía, por la posibilidad que tienen de inducir otras actividades.

La Matriz de Insumo Producto

Eslabonamientos

- Al categorizar los sectores se concluye:
 - Cobre
 - No manufacturera/ destino final
 - Silvicultura:
 - No manufacturera/ consumo intermedio
 - Lácteos
 - Manufacturero/ destino final

No manufacturera /Destino intermedio	Manufacturera /Destino intermedio	Manufacturera /Destino final	No manufacturera /Destino final
Aceites	Azúcar	Carnes	Cobre
Agricultura	Comida de animales	Conservas	Comercio y Servicios
Industria Química	Energía	Lácteos	Construcción
Manufactura y Otras Industrias	Ganadería	Productos del mar	Fruticultura
Otra Minería	Papel		Muebles
Silvicultura	Pesca		Zapatos
Textiles	Productos de madera		
	Transporte		

2. El modelo de insumo producto

- Los encadenamientos anteriores permiten analizar la estructura sectorial pero no entregan los efectos indirectos.
- Los índices que permiten cuantificar los efectos indirectos se denominan **multiplicadores**:
 - Multiplicador del producto
 - Multiplicador de la demanda

2. El modelo de insumo producto

- **Multiplicador del producto**

- Muestra el efecto total que tiene la producción de un sector sobre la producción de todos los sectores
 - Incorpora efectos directos e indirectos
- Mide la interdependencia de un determinado sector con relación al resto de la economía.
 - Por ejemplo: un multiplicador del producto igual a 1,2 nos indica que el producto de todos los demás sectores de la economía crece en \$ 0,2 cuando la producción del sector se incrementa en \$ 1 .

2. El modelo de insumo producto

Cálculo de los multiplicadores del producto

- Representación de la MIP

REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO

	Prod. 1	Prod. j	Prod. n	Cons.	Invest.	C.Publ.	Δ Exist.	Expo.	VBP
Prod. 1	X_{11}	$\dots X_{1j} \dots$	X_{1n}	C_1	I_1	G_1	Z_1	E_1	X_1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. i	X_{i1}	$\dots X_{ij} \dots$	X_{in}	C_i	I_i	G_i	Z_i	E_i	X_i
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. n	X_{n1}	$\dots X_{nj} \dots$	X_{nn}	C_n	I_n	G_n	Z_n	E_n	X_n
Prod. 1	M_{11}	$\dots M_{1j} \dots$	M_{1n}	C_1^M	I_1^M	G_1^M	Z_1^M	E_1^M	M_1^{Total}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. i	M_{i1}	$\dots M_{ij} \dots$	M_{in}	C_i^M	I_i^M	G_i^M	Z_i^M	E_i^M	M_i^{Total}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. n	M_{n1}	$\dots M_{nj} \dots$	M_{nn}	C_n^M	I_n^M	G_n^M	Z_n^M	E_n^M	M_n^{Total}
Salarios	S_1	$\dots S_j \dots$	S_n						$\sum S_i$
Beneficios	B_1	$\dots B_j \dots$	B_n						$\sum B_i$
Amortizac.	A_1	$\dots A_j \dots$	A_n						$\sum A_i$
Tax-Subvenc.	$T_1 - Sb_1$	$\dots T_j - Sb_j \dots$	$T_n - Sb_n$						$\sum (T_i - Sb_i)$
VBP (insumos)	X_1	$\dots X_j \dots$	X_n						

2. El modelo de insumo producto

Cálculo de los multiplicadores del producto

- Cálculo de coeficientes técnicos (matriz A)

Recurso	Prod. 1	Prod. j	Prod. n		Cons.	Invest.	C.Publ.	Δ Exist.	Expo.	VBP
Prod. 1	a_{11}	$\dots a_{1j} \dots$	a_{1n}	X_1	$+C_1$	$+I_1$	$+G_1$	$+Z_1$	$+E_1$	$= X_1$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. i	a_{i1}	$\dots a_{ij} \dots$	a_{in}	X_i	$+C_i$	$+I_i$	$+G_i$	$+Z_i$	$+E_i$	$= X_i$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Prod. n	a_{n1}	$\dots a_{nj} \dots$	a_{nn}	X_n	$+C_n$	$+I_n$	$+G_n$	$+Z_n$	$+E_n$	$= X_n$
Prod. 1	m_{11}	$\dots m_{1j} \dots$	m_{1n}							
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots							
Prod. i	m_{i1}	$\dots m_{ij} \dots$	m_{in}							
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots							
Prod. n	m_{n1}	$\dots m_{nj} \dots$	m_{nn}							
Salarios	s_1	$\dots s_j \dots$	s_n							
Beneficios	b_1	$\dots b_j \dots$	b_n							
Amortizac.	α_1	$\dots \alpha_j \dots$	α_n							
Tax-Subvenc.	$t_1 - sb_1$	$\dots t_j - sb_j \dots$	$t_n - sb_n$							
Coef. VBP	1	$\dots 1 \dots$	1							

$$x = A \cdot x + y$$

$$x \in \mathbb{R}^{n \times 1} \quad A \in \mathbb{R}^{n \times n} \quad y \in \mathbb{R}^{n \times 1}$$

2. El modelo de insumo producto

Cálculo de los multiplicadores del producto

$$x = A \cdot x + y \quad x \in \mathbb{R}^{n \times 1} \quad A \in \mathbb{R}^{n \times n} \quad y \in \mathbb{R}^{n \times 1}$$

$$x \equiv \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix}; \quad A \equiv \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}; \quad y \equiv \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 + I_1 + G_1 + Z_1 + E_1 \\ \vdots \\ C_n + I_n + G_n + Z_n + E_n \end{pmatrix}$$

2. El modelo de insumo producto

Cálculo de los multiplicadores del producto

- Entonces, con un poco de álgebra básica, se obtiene la expresión canónica del modelo de Leontief:

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

- Donde B es la matriz de requerimientos directos e indirectos

$$B = (I - A)^{-1} = \sum_{i=0}^{\infty} A^i = I + A + A^2 + A^3 + \dots$$

2. El modelo de insumo producto

Cálculo de los multiplicadores del producto

- Finalmente

- La suma de la **columna** de la matriz B representa el multiplicador del producto
- La suma de la **fila** de la matriz B es el multiplicador de la demanda

Multiplicador del producto

- Ejemplo del caso del Sector de Papel:
 - El año 2004 la producción de Papel se valorizó en \$1500 millones de USD
 - Al incorporar los efectos indirectos: $1500 * 1.67 = \$2505$ millones de USD
 - En este caso \$1005 MM de USD es la creación de valor asociada a los efectos directos e indirectos.

Multiplicador del producto	Coeficiente
Comida de animales	1.97
Productos del mar	1.96
Ganadería	1.83
Carnes	1.81
Lacteos	1.76
Conservas	1.73
Productos de madera	1.69
Papel	1.67
Energía	1.65
Pesca	1.63
Azucar	1.62
Transporte	1.61
Cobre	1.56
Otra Minería	1.55
Construcción	1.55
Muebles	1.51
Comercio y Servicios	1.51
Manufactura y Otras Industrias	1.46
Textiles	1.42
Aceites	1.40
Agricultura	1.36
Zapatos	1.34
Fruticultura	1.27
Silvicultura	1.25
Industria Química	1.23
Promedio	1.57

Resumen de efectos

- El multiplicador del producto engloba los efectos directos e indirectos de la economía
 - **El efecto directo:**
 - Mide la capacidad de un sector de arrastrar directamente a otros ligados a él, por su demanda de bienes de consumo intermedio y estimulando a su vez la actividad de tales sectores.
 - Se concentran en las relaciones entre sectores en una primera instancia, sin tener en cuenta las sucesivas rondas de compras intermedias.
 - **El efecto indirecto**
 - Mide la capacidad de un sector de arrastrar indirectamente a otros ligados a él, por su demanda de bienes de consumo intermedio
 - Efectos adicionales que se producen sobre la demanda de insumos de otros sectores, luego de una primera ronda de compras intermedias.

Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves

- **El Poder de Dispersión (PD)**
 - Corresponde a la normalización del multiplicador del producto con respecto a un multiplicador agregado para la economía.
 - Si $PD > 1$, significa que se trata de un sector con un mayor poder relativo de arrastre hacia atrás sobre el resto de la economía. El caso contrario se da si $PD < 1$.

Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves

- **La Sensibilidad de Dispersión (SD)**
 - Corresponde a la normalización del multiplicador de la demanda con respecto a un multiplicador agregado para la economía.
 - Si $SD > 1$, el estímulo es superior al promedio e inferior si $SD < 1$.
 - Mide cuán sensible es un sector, a cambios generales de la demanda y provee información útil, para saber cuál sector impacta en la cadena del valor de otros sectores

Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves

- Con estos índices es posible ordenar los sectores de acuerdo a la siguiente tabla

	$PD < 1$	$PD > 1$
$SD > 1$	Sectores estratégicos	Sectores claves
	Sectores	Sectores
$SD < 1$	independientes	impulsores

Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves

- **Sectores estratégicos**
 - Poseen baja demanda de insumos, pero abastecen sustantivamente de insumos a otros sectores. Se denominan estratégicos porque pueden constituir **posibles cuellos de botella productivos** ante *shocks* de demanda.
- **Sectores claves**
 - **Son muy importantes**, ya que dependen en su mayoría del conjunto de la economía. Son sectores que cuando se produce un incremento en la demanda final de algún otro sector, éstos requieren en términos relativos de más insumos que el resto, pues son insumos intermedios de los primeros.
 - Ante un incremento de la demanda final de cualquier producto, sus requerimientos de insumos y su producción aumentan en promedio más que el resto de los sectores, por lo que incentivan la producción de otros relacionados con ellos en el sistema.

Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves

- **Sectores con fuerte arrastre o impulsores de la economía**
 - Son sectores que poseen un alto consumo intermedio y una oferta de productos que mayoritariamente abastece la demanda final
- **Sectores independientes o islas**
 - Son sectores poco atractivos en términos de provocar un mayor impacto en la economía, pues su desarrollo no afecta en demasía a los sectores que son insumo de éstos, ni a los que emplean a éstos como productos intermedios.

La Matriz de Insumo Producto

Aplicaciones al cambio climático

- Necesidades directas e indirectas de energía
- Cálculo de emisiones sectoriales.
- Shocks energéticos, cambios estructurales y cambios en emisiones.
- Principales drivers en las emisiones de CO₂
- Cálculo de la huella de carbono por sector productivo.

3. Ejercicio práctico

- Analizar la pérdida en VBP de la economía debido a una contracción de la producción del sector silvoagropecuario de un 10% a causa de menores rendimientos por Cambio Climático
- Ver tabla excel

4. Extensiones

- La matriz de insumo producto se puede extender por medio de la incorporación de otras cuentas económicas para generar una Matriz de Contabilidad Social.
 - Distribución a los hogares del pago a los factores productivos
 - Subsidios y transferencias del gobierno a hogares.
 - Ahorro de Gobierno, Hogares y Sector externo.
- Con estas nuevas cuentas es posible desarrollar análisis mas precisos relacionados con:
 - Distribución del ingreso
 - Análisis de desigualdad
 - Transferencias a los hogares por parte del gobierno
 - Transferencias de utilidades y de salarios por decil.

4. Extensiones

- Ejemplo de una SAM

	Actividades	Mercancías	Factores	Hogares	Gobierno	Ahorro-Inversión	Resto del mundo	Totales
Actividades	H VAB T_I	D	Y	C T_H S_H	G S_G	$FBCF + \Delta Z$	E S_F	VBP (actividades)
Mercancías								Demanda total
Factores								Ingresos factoriales
Hogares								Ingresos de los hogares
Gobierno								Ingresos del gobierno
Ahorro-Inversión	Ingresos de capital							
Resto del mundo	Pagado al r. del mundo							
Totales	VEP de las actividades	Oferta agregada	Gasto de factores	Gasto de los hogares	Gastos del Gobierno	Formación bruta del capital	Recibido del resto de mundo	

Temas que no considera el análisis con SAM o I/O

- El cambio tecnológico.
- Economías de escala.
- Variaciones del mix de productos (nuevos insumos sustitutos o complementarios).
- Cambios en los precios relativos (dado que los coeficientes de Leontief surgen de una valoración monetaria).
- Cambios en los patrones de intercambio (exportaciones, sustitución de importaciones, etc.)

Mauricio.pereira@cepal.org

Carlos.demiguel@cepal.org